

Efectos de la ingesta de maíz de alta calidad de proteína (QPM) versus maíz convencional en el crecimiento y la morbilidad de niños nicaragüenses desnutridos de 1 a 5 años de edad

Eveling del Carmen Ortega Alemán, Adrián Jim Coulson Romero, Lastenia Irene Ordóñez, Argueta, Helena Pachón

Universidad Nacional Autónoma Nicaragua (UNAN), Managua, Nicaragua. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia

RESUMEN. Maíz de alta calidad de proteína (Quality Protein Maize, en inglés, QPM), con el doble de triptófano y lisina que el maíz convencional, ha mejorado el estado nutricional de niños severamente desnutridos. Su impacto en el crecimiento y morbilidad de niños con desnutrición leve o moderado fue estudiado en este ensayo clínico doble ciego. En un centro de desarrollo infantil nicaragüense se identificaron 48 niños desnutridos (con > 2 indicadores <-1 Z para peso-edad, talla-edad o peso-talla) de 1 a 5 años. Fueron asignados aleatoriamente a consumir un complemento formulado con maíz QPM o convencional por 5 días/semana y durante 3.5 meses. QPM influyó de manera positiva en el crecimiento de los niños: peso (0.80 vs. 0.19 kg ganados de línea de base al final, entre el grupo QPM y convencional, respectivamente), talla (2.02 vs. 1.23 cm en QPM vs. convencional) y punto Z para peso-edad (0.17 vs. -0.26 Z en QPM vs. convencional) y talla-edad (0.06 vs. -0.23 Z en QPM vs. convencional). Al controlar factores que podrían influir en el aumento de peso, talla, punto Z de peso-edad y talla-edad, el grupo de intervención (QPM>convencional) fue un factor importante estadísticamente ($P<0.01$). Sin embargo, el complemento con QPM no afectó de manera estadísticamente significativa ($P>0.05$) la incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) e infecciones respiratorias agudas (IRAs) sufridas durante la intervención. En conclusión, el maíz QPM mejora el estado nutricional de pre-escolares mayoritariamente leve o moderadamente desnutridos, pero no influye en la incidencia de EDAs o IRAs.

Palabras clave: Maíz de alta calidad de proteína, QPM, proteína, triptófano, lisina, crecimiento, morbilidad, niños, Nicaragua, nutrición.

INTRODUCCION

El ser humano necesita un total de 20 aminoácidos, de los cuales, 9 esenciales no puede sintetizar por sí mismo y deben ser aportados por la dieta (1). En poblaciones en las que los cereales constituyen la base de su alimentación, la lisina es uno de los aminoácidos esenciales más limitantes (2). Los análisis bromatológicos del maíz indican que el contenido de su proteína cruda es ~9.4 g/100 g (3), con contenido de lisina (28 mg/g proteína) (4) por debajo del patrón de aminoácidos recomendado (51 mg/g proteína) (1).

SUMMARY. The effect of consuming quality protein maize or conventional maize on the growth and morbidity of malnourished Nicaraguan children 1 to 5 years of age. Quality protein maize (QPM), with twice the amount of tryptophan and lysine than conventional maize, has improved the nutritional status of severely malnourished children. This double-blind clinical study evaluated the impact of QPM on the growth and morbidity of mild and moderately malnourished children. In a Nicaraguan day care center, 48 children 1 to 5 years old who were malnourished (> 2 indicators with <-1 Z for weight-age, height-age or weight-height) were identified and randomly assigned to consume for 5 days/week for 3.5 months a snack prepared with QPM or conventional maize. QPM positively influenced children's growth: weight (0.80 vs. 0.19 kg gained from baseline to endline between the QPM and conventional maize groups, respectively), height (2.02 vs. 1.23 cm in QPM vs. conventional) and Z score for weight-age (0.17 vs. -0.26 Z in QPM vs. conventional) and height-age (0.06 vs. -0.23 Z in QPM vs. conventional). When other factors that could affect growth with respect to weight, height, weight-age Z score and height-age Z score were controlled for, the intervention group (QPM>conventional) was a statistically important factor ($P<0.01$). The QPM snack, however, had no effect on the incidence of diarrheal episodes or respiratory infections. In conclusion, QPM improves the nutritional status of pre-school children who are mild or moderately malnourished but has no effect on the incidence of diarrheal episodes or respiratory infections.

Key words: Quality protein maize, QPM, protein, tryptophan, lysine, growth, morbidity, children, Nicaragua, nutrition.

En Nicaragua el maíz constituye un alimento básico de la dieta, consumido como tortilla por 79.8% de los hogares (5). La FAO estima que entre los años 2001 y 2003, el maíz y sus productos contribuyeron en un 21% a la energía dietética (6) y en un 20% a la proteína dietética de los nicaragüenses (7). Por sus mayores requerimientos de proteína, tanto para el crecimiento como para combatir enfermedades, los niños pre-escolares son especialmente vulnerables a dietas baja en calidad y cantidad de proteína (8).

Una de las alternativas que puede ayudar a mejorar la nutrición en niños es el uso de variedades de maíz de alta cali-

dad de proteína (Quality Protein Maize, en inglés, QPM) o su predecesor maíz opaco-2. El maíz QPM contiene aproximadamente dos veces más lisina y triptófano que el maíz convencional (9) y ofrece 90% del valor nutricional en relación a la leche (10), lo que le otorga sus beneficios como fuente de proteína de calidad en la dieta. A través de este perfil mejorado de aminoácidos, la proteína del maíz QPM es mejor utilizada por el cuerpo para sus funciones importantes como impulsar el crecimiento físico de los niños (1). Una variedad de polinización abierta de este maíz mejorado, denominada NB-NUTRINTA fue desarrollada por científicos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) utilizando métodos convencionales de fitomejoramiento, lo que significa que no es un cultivo transgénico. El INTA liberó comercialmente la variedad NB-NUTRINTA en el año 2003.

La mayoría de los estudios con maíz opaco-2 o QPM realizados en niños, se relacionan con el mejoramiento del estado proteico de niños severamente desnutridos o recuperados de desnutrición severa. Por ejemplo, en niños severamente desnutridos o recuperados de desnutrición severa, el maíz opaco-2 o QPM tiene el mismo impacto en la absorción de nitrógeno (12) y en indicadores clínicos y bioquímicos (e.g., tiempo a desaparición de edema, regeneración de albumina sérica) (11) que la caseína (12) o leche descremada (11). Además, el consumo del maíz opaco-2 o QPM, en comparación con el maíz convencional, mejoró la retención de nitrógeno (12) y valor biológico (13) en niños severamente desnutridos o recuperados de desnutrición severa.

Cinco estudios (14,16 y tres estudios descritos en (15)), de nuestro conocimiento, evaluaron el impacto del maíz QPM en el crecimiento de niños; de éstos, sólo el que se enfoca en niños severamente desnutridos (14) se publicó. Este estudio no demostró diferencia en el crecimiento de niños consumiendo maíz QPM o fórmula infantil elaborada con leche de vaca (14). Los otros estudios compararon niños consumiendo maíz QPM o maíz convencional. Uno de ellos (1 de (15)) no mostró un impacto positivo del maíz QPM, pero los otros tres estudios aparentemente sí. Sin embargo, la mayoría de los estudios (15,16) presentan problemas con el sub-análisis de los datos, lo cual hace difícil la interpretación de los resultados presentados.

En conclusión, no hay publicación de estudios donde se evalúe el impacto del maíz QPM en el crecimiento de niños más representativos de comunidades latinoamericanas; es decir, niños no severamente desnutridos. Por ello, el propósito de este trabajo era evaluar el crecimiento y la morbilidad de niños pre-escolares con desnutrición mayoritariamente leve o moderada que ingirieron maíz QPM en comparación con los que ingieren maíz convencional.

METODOS

Se realizó un ensayo clínico controlado, doble ciego, durante un período de 3.5 meses, con 2 grupos conformados por niñas y niños de 1 a 5 años de edad que asistieron a un Centro de Desarrollo Infantil (CDI) en Managua y que presentaban problemas de desnutrición. En el CDI, niños pre-escolares urbanos reciben educación inicial, alimentación y control nutricional. En el estudio, un grupo de niños recibió maíz QPM y el otro grupo maíz convencional (CONV). La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua aprobó éticamente la ejecución de este estudio y los padres dieron su consentimiento por escrito para la participación de sus hijos en el estudio.

Criterios de inclusión

Hubo 5 criterios de inclusión: niños y niñas de 1 a 5 años que asistieron a un CDI en Managua del 5 de Septiembre al 20 de Diciembre del 2005; autorización por escrito de sus padres, tutores o responsables de ellos para ingresar al estudio; asistencia regular al CDI, es decir menos de 20% de ausencia por mes, durante 2 meses previos al inicio del estudio; niños clasificados como desnutridos (≥ 2 indicadores $< -1 Z$ para peso-edad, talla-edad o peso-talla) según la curva de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) vigente en el 2005 (17), y niños que cumplieran los 5 años de edad en fecha posterior a la conclusión del estudio.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron: -niños que presentaran enfermedades asociadas con la desnutrición o a enfermedades metabólicas (diabetes mellitus, asma bronquial, rinitis alérgica, intolerancia a la lactosa); niños con antecedentes de bajo peso al nacer o con antecedentes de ser prematuros al nacer; niños que al momento del estudio recibieran tratamiento médico para la desnutrición, y antecedentes familiares de retraso de talla severo.

La muestra

Inicialmente se evaluaron los 210 niños que asistían al CDI. De este total, se excluyeron 162 niños: 153 por no reunir los criterios de inclusión y 9 que se rehusaron a participar. Los 48 niños restantes recibieron el maíz QPM o el maíz CONV de forma aleatoria simple. Este listado lo manejó una persona que no formaba parte del grupo de investigadores a fin de garantizar que el estudio fuera doble ciego. Los 48 niños participaron en el estudio hasta el final y sus datos se incluyeron en los análisis estadísticos.

El maíz

El maíz QPM utilizado en el estudio, NB-NUTRINTA, es semilla registrada por el Instituto Nicaragüense de Tecnología

gía Agropecuaria (INTA). El INTA donó 227 kg del maíz QPM y 227 kg del maíz CONV, variedad de polinización abierta NB-S, utilizados en el estudio. Según un análisis realizado por CIMMYT, NB-NUTRINTA tiene 0.78 % triptófano y 4.07% lisina en base a proteína total (Natalia Palacios, CIMMYT, comunicación personal); no se analizaron estos aminoácidos en NB-S. Sin embargo, históricamente, el CIMMYT ha encontrado que las concentraciones de triptófano (en base a proteína total) son de 0.4% en maíz CONV y 0.8% en QPM y para lisina son de 2.0% en maíz CONV y 4.0% en QPM (9).

La intervención

Una vez conformados los dos grupos, se suministró a cada niño una ración diaria de maíz preparada de distintas formas (Tabla 1), de lunes a viernes y durante un período de 3.5 meses, como un complemento de la dieta rutinaria recibida du-

rante su estancia en el CDI. La única diferencia fue el tipo de maíz (QPM o CONV) utilizado en la preparación de las recetas. Los investigadores estuvieron ciegos al tipo de maíz que se suministró a cada niño.

Diariamente se preparaba la masa para las pupusas, el pozol y el atol y una vez por semana, el pinolillo y el pinol para el tibio con leche (Tabla 1). En la cocina del CDI los alimentos se cocinaban luego de medirlos en recipientes que contenían la cantidad indicada para cada día. Cuando el maíz era mezclado con leche, ésta se obtenía de la ración que cotidianamente ingerían los niños. Los demás ingredientes se medían en iguales raciones para ambos grupos. Una vez listo el complemento, la responsable de cocina lo entregaba a cada aula de clase y los maestros se encargaban de distribuirlo, de acuerdo al listado. Este proceso estuvo bajo la supervisión de los investigadores (ECOA, AJCR, LIOA).

TABLA 1
El horario de administración y los ingredientes en el complemento de maíz ofrecido a los niños que recibieron maíz QPM o maíz convencional en el Centro de Desarrollo Infantil

Día	Hora	Forma de complemento	Cantidad de maíz y otros ingredientes en complemento administrado a cada niño	Preparación del maíz
Lunes	9:00 am	Pozol	31.9 g de maíz, 200 mL de agua, azúcar granulada fortificada con vitamina A al gusto	Se pone a cocer y luego se muele
Martes	3:00 pm	Refresco de pinolillo	36.3 g de maíz, 5.4 g de cacao, 200 mL de agua, azúcar granulada fortificada con vitamina A al gusto	Se pone a tostar y luego se muele
Miércoles	3:00 pm	Pupusa de queso	25.4 g de maíz, 10.8 g de queso, 8 mL de leche y 6 mL de agua	Se pone a cocer y luego se muele
Jueves	9:00 am	Tibio con leche	36.3 g de maíz, 150 mL de leche en polvo reconstituida, azúcar granulada fortificada con vitamina A al gusto	Se pone a tostar y luego se muele
Viernes	9:00 am	Atol de maíz	21.8 g de maíz, 32 mL de leche en polvo reconstituida, 168 mL de agua, azúcar granulada fortificada con vitamina A al gusto	Se muele y luego se pone a cocer

Las mediciones

Se realizaron mediciones antropométricas, se cuantificó la incidencia de enfermedades diarreicas y respiratorias y se midió cuánto del complemento ofrecido, consumió el niño. Una investigadora (ECOA) se encargó de la toma de peso y talla y realizó todas las mediciones, estando ciega al grupo de intervención al que pertenecía cada niño. La medición de los niños se hizo al comienzo del estudio, después del segundo mes de intervención, y al finalizar la intervención (1.5 meses más tarde). El peso se tomó con báscula modelo s7200HR (para niños mayores) o modelo HA725 (para niños menores) y la talla se midió con cinta métrica.

Diariamente se consultó a los maestros sobre la aparición de algún caso de enfermedad diarreica aguda (EDA) o infección respiratoria aguda (IRA) y los datos se anotaban en el expediente del niño. También, se midió a diario la ración del complemento preparado para el consumo, antes de administrarlo a los niños (211 mL en líquidos y 113 g en sólidos). Si

luego de concluir la merienda existía sobrante de alimentos entre los niños que participaban en el estudio, éste se medía o pesaba para luego convertirlo en términos de porcentaje de alimento consumido por día. Por ejemplo, si un niño consumió 180 de las 211 mL administradas, su porcentaje de consumo fue del 85% para ese día. Los días de ausencia se promediaban como 0% de consumo.

Una vez concluido el estudio, se solicitó el listado de niños que recibió maíz QPM y CONV para realizar el procesamiento y el análisis de la información.

El análisis estadístico

Los análisis se realizaron con Stata versión 9 (Statacorp, College Station, EEUU); un valor $P \leq 0.05$ se consideró estadísticamente significativo. Para crecimiento, las variables de desenlace fueron peso, talla y los puntos Z de peso-edad, talla-edad y peso-talla. Los puntos Z se calcularon utilizando el programa Anthro con las curvas de crecimiento vigentes al

concluir el estudio (18). Para morbilidad, las variables de desenlace fueron la diferencia de EDAs y de IRAs entre mes 0 y el promedio de mes 1 a 3. La doble diferencia (diferencia entre QPM y CONV entre la línea final y basal) se analizó con prueba *t* de Student pareada.

Para el análisis multi-variado, las variables predictoras de crecimiento fueron grupo de intervención (QPM o CONV), grupo etéreo del niño (12-23 meses, 24-35 meses, 36-47 meses, 48-59 meses), sexo del niño, número promedio de episodios de EDAs durante los primeros 3 meses de intervención, número promedio de episodios de IRAs durante los primeros 3 meses de intervención y el consumo promedio de maíz ofrecido durante la intervención (50-75%, >75-100%). Las variables predictoras para el análisis multi-variado para morbilidad fueron grupo etéreo del niño, sexo del niño y el consumo promedio de maíz ofrecido durante la intervención, para la variable de desenlace de EDAs, el número promedio de episodios de IRAs durante los primeros 3 meses de intervención, y para la variable de desenlace IRAs, el número promedio de episodios de EDAs durante los primeros 3 meses de intervención.

RESULTADOS

Participantes

Según chi-cuadrado, no hubo una diferencia entre los grupos en el número de niñas (QPM=14, CONV=15; P=0.768)

o la edad (12-23 m QPM=4, CONV=3; 24-35 m QPM=6, CONV=7; 36-47 m QPM=8, CONV=8; 48-59 m QPM=6, CONV=6; P=0.974).

Consumo

No hubo una diferencia en los niños de cada grupo que comieron 50%-75% ó 76%-100% del complemento ofrecido (P=0.637, según chi-cuadrado). El 91.6% y 87.5% de los niños QPM y CONV, respectivamente, consumieron entre 76% y 100% de lo ofrecido.

Crecimiento

En la línea basal, en promedio los niños pesaban entre 11.85 y 12.39 kg, tallaban entre 88.68 y 89.88 cm, medían entre -1.30 y -1.42 Z para peso-edad, -1.83 y -1.95 Z para talla-edad y -0.29 y -0.57 Z para peso-talla (Tabla 2). Según las curvas de crecimiento del 2006 de la OMS (18), 4 niños (2 en cada grupo) se clasificarían como severamente desnutridos en la línea basal con una talla-edad <-3 Z. La mayoría de los niños se clasificarían con desnutrición leve (<-1 a >-2 Z) en cuanto a peso-edad (QPM=16, CONV=17), talla-edad (QPM=14, CONV=16) o peso-talla (QPM=4, CONV=7). Un número intermedio se clasificarían en la línea basal como moderadamente desnutridos (<-2 a >-3 Z) según peso-edad (QPM=2, CONV=2), talla-edad (QPM=8, CONV=4) o peso-talla (QPM=0, CONV=1).

TABLA 2
El crecimiento en los niños estudiados.*

Indicador de crecimiento	Maíz QPM (n = 24)			Maíz Convencional (n = 24)			P de las diferencias‡
	Línea basal	Línea final	Diferencia†	Línea basal	Línea final	Diferencia†	
Edad, meses	39.83 (11.80)	43.33 (11.81)	3.5 (0)	37.20 (12.57)	40.71 (12.57)	3.5 (0)	No aplica
Peso, kg	12.39 (1.44)	13.20 (1.58)	0.80 (0.47)	11.85 (1.80)	12.04 (2.06)	0.19 (0.46)	< 0.01
Talla, cm	89.88 (6.96)	91.91 (6.45)	2.02 (1.28)	88.68 (8.60)	89.90 (8.21)	1.23 (0.66)	< 0.01
Peso-edad, punto Z‡	-1.30 (0.59)	-1.14 (0.62)	0.17 (0.30)	-1.42 (0.52)	-1.68 (0.61)	-0.26 (0.40)	< 0.01
Talla-edad, punto Z‡	-1.95 (0.66)	-1.90 (0.74)	0.06 (0.33)	-1.83 (0.67)	-2.06 (0.62)	-0.23 (0.19)	< 0.01
Peso-talla, punto Z‡	-0.29 (0.79)	-0.05 (0.86)	0.24 (0.56)	-0.57 (0.75)	-0.71 (0.84)	-0.14 (0.52)	< 0.05

* Los valores son promedio (DE). † Diferencia entre la línea final y la línea basal.

‡ Según prueba *t* de Student pareada. ‡ Los puntos Z fueron calculados según la Organización Mundial de la Salud (18).

Se encontraron diferencias (P<0.05) en aumento de peso y talla y puntos Z para peso-edad, talla-edad y peso-talla durante el período de intervención para el grupo QPM en comparación con CONV (Tabla 2). En la primera medición, el grupo QPM inició con promedios de peso y talla mayor, aunque no estadísticamente mayor (P>0.05) que el grupo CONV, continuando con mejor tendencia de crecimiento hacia el final del estudio.

Al controlar los factores que podrían influir en el aumento de peso de los niños durante el estudio, el grupo de intervención

fue el factor más importante (P<0.01) (Tabla 3). Para aumento de talla los dos factores más influyentes fueron el grupo de intervención y el grupo etéreo (P<0.01). Tanto para peso como talla, la tendencia de crecimiento fue mayor para el grupo que ingirió QPM. Al comparar la ganancia de talla, según grupo etéreo, se encontró mayores ganancias en los niños de menor edad. La interacción edad-intervención no influyó de forma estadísticamente significativa en el aumento de talla (datos no presentados).

TABLA 3
El crecimiento en los niños estudiados, después de controlar otros factores

Variables predictoras	Variables de desenlace									
	Diferencia en peso (kg) entre línea final y basal		Diferencia en talla (cm) entre línea final y basal		Diferencia de Peso-edad (punto Z) entre línea final y basal		Diferencia de Talla-edad (punto Z) entre línea final y basal		Diferencia de Peso-talla (punto Z) entre línea final y basal	
	β	P	β	P	β	P	β	P	β	P
Intercepto	-0.14	0.82	2.21	0.07	-0.67	0.11	-0.32	0.37	-0.64	0.32
Grupo de intervención*	0.47	< 0.01	0.94	< 0.01	0.30	< 0.01	0.31	< 0.01	0.18	0.27
Grupo etéreo†	0.08	0.26	-0.56	< 0.01	0.11	0.02	-0.82	0.05	0.21	< 0.01
Sexo‡	-0.07	0.62	-0.14	0.62	-0.08	0.42	-0.06	0.42	-0.06	0.67
Número de episodios de EDAs‡	-0.39	0.10	0.30	0.51	-0.31	0.06	0.09	0.52	-0.49	0.05
Número de episodios de IRAs**	-0.15	0.54	0.42	0.39	-0.14	0.41	0.05	0.72	-0.28	0.27
Consumo promedio de maíz ofrecido durante la intervención††	0.25	0.24	0.24	0.60	0.23	0.15	0.19	0.16	0.19	0.42

* QPM = 1, convencional = 0.

† 12-23 meses = 1, 24-35 meses = 2, 36-47 meses = 3, 48-59 meses = 4. ‡ Masculino = 1, femenino = 2.

‡ EDAs = enfermedades diarreicas agudas; número promedio de episodios de EDAs durante los primeros tres meses de intervención.

** IRAs = infecciones respiratorias agudas; número promedio de episodios de IRAs durante los primeros tres meses de intervención.

†† >50-75% = 1, >75-100% = 2.

Al controlar los factores que podrían influir en el cambio en puntos Z durante el estudio para peso-edad y talla-edad (Tabla 3), los factores importantes fueron grupo de intervención y grupo etéreo; y para peso-talla fueron grupo etéreo y episodios de EDAs. El grupo QPM tuvo mayor crecimiento en los puntos Z de peso-edad y talla-edad que el grupo CONV. Para peso-edad y peso-talla, los niños mayores tuvieron mayor aumento en los puntos Z mientras que para talla-edad los niños más jóvenes tuvieron un mayor aumento en los puntos Z durante el estudio. Para peso-talla, los niños

con el menor número de EDAs durante los 3 primeros meses de la intervención, tuvieron mayor aumento en sus puntos Z. Ni el sexo del niño, episodios de IRAs o consumo promedio de maíz afectó el crecimiento de los niños durante la intervención.

De línea de base a final, el número de niños que mejoraron su clasificación nutricional no fue diferente entre QPM y CONV para peso-talla (P=0.72, Tabla 4) pero sí fue mayor en el grupo QPM en cuanto a peso-edad y talla-edad (P<0.05).

TABLA 4
El cambio en categoría del estado nutricional de niños según tres indicadores (peso-edad, talla-edad o peso-talla <-1 Z) entre la línea de base y final, según el tipo de maíz que se le ofreció a los niños

Cambio en categoría de estado nutricional*	El estado nutricional de los niños, n (%)						
	Maíz QPM (n=24)	Peso-edad		Talla-edad		Peso-talla	
		Maíz Convencional (n=24)	Maíz QPM (n=24)	Maíz Convencional (n=24)	Maíz QPM (n=24)	Maíz Convencional (n=24)	
Bajó†	1 (4.2)	8 (33.3)	3 (12.5)	8 (33.3)	1 (4.2)	2 (8.3)	
No cambió‡	17 (70.8)	14 (58.3)	16 (66.7)	16 (66.7)	21 (87.5)	21 (87.5)	
Aumentó‡	6 (25.0)	2 (8.3)	5 (20.8)	0 (0)	2 (8.3)	1 (4.2)	
Chi-cuadrado	7.73	7.3	0.67				
P	0.02	0.03	0.72				

* Categorías de estado nutricional: 0 si indicador fue >-1 (normal); 1 si indicador fue <-1 & >-2 (desnutrición leve); 2 si indicador fue <-2 & >-3 (desnutrición moderada); 3 si indicador fue <-3 (desnutrición severa).

† El niño bajó una categoría (por ejemplo, de normal a desnutrición leve) entre la línea de base y la línea final.

‡ El niño no cambió de categoría entre la línea de base y la línea final.

‡ El niño subió una categoría (por ejemplo, de desnutrición moderada a desnutrición leve) entre la línea de base y la línea final.

Morbilidad

Un mes previo a la intervención, los niños del grupo QPM presentaban un promedio de casos de EDAs e IRAs (Tabla 5) menores que el grupo CONV. Sin embargo, estas diferencias no eran estadísticamente significativas ($P>0.05$). El grupo QPM continuó con una tendencia a la disminución de EDAs e IRAs hacia el final del estudio; contrario al grupo CONV, cuyo

promedio se mantuvo casi igual al finalizar la intervención. Estadísticamente, en estos análisis crudos no hubo diferencia significativa ($P\sim 0.38$) entre el número promedio de episodios de EDAs o de IRAs entre 1 mes antes de la intervención y los 3 primeros meses de la intervención para niños, en los dos grupos de estudio.

TABLA 5
Las enfermedades diarreicas e infecciones respiratorias en los niños estudiados.*

Indicador de morbilidad	Maíz QPM (n = 24)†			Maíz Convencional (n = 24)†			P de las diferencias‡
	Mes 0	Meses 1 a 3, Promedio	Diferencia**	Mes 0	Meses 1 a 3, Promedio	Diferencia**	
Episodios de EDAs, número	0.33 (0.48)	0.18 (0.24)	-0.15 (0.51)	0.45 (0.58)	0.45 (0.35)	<0.01 (0.68)	0.39
Episodios de IRAs, número	0.29 (0.46)	0.18 (0.24)	-0.11 (0.54)	0.37 (0.49)	0.40 (0.31)	0.02 (0.55)	0.38

* Los valores son promedio (DE).

† Mes 0 = Mes anterior al comienzo de la intervención, meses 1 a 3 = primeros tres meses de la intervención. ‡ Según prueba t de Student pareada.

** Diferencia entre meses 1 a 3 y mes 0.

Al controlar otros factores que podrían influir en el cambio del promedio de casos de EDAs de los niños, se confirmó que ni la intervención ni otros factores fueron importantes (Tabla

6). En cuanto al cambio del promedio de casos de IRAs, el factor más influyente fue el grupo etéreo ($P=0.02$). En niños de menor edad se observó un mayor número de casos de IRAs.

TABLA 6
La morbilidad en los niños estudiados, enfermedades diarreicas agudas (EDAs) e infecciones respiratorias agudas (IRAs), después de controlar por otros factores

Variables predictoras	Variables de desenlace			
	Diferencia de EDAs entre mes 0 y promedio de mes 1 a 3		Diferencia de IRAs entre mes 0 y promedio de mes 1 a 3	
	β	P	β	P
Intercepto	-0.17	0.82	-0.76	0.28
Grupo de intervención*	0.19	0.33	0.19	0.24
Grupo etéreo†	-0.13	0.17	-0.18	0.02
Sexo‡	-0.02	0.92	-0.28	0.07
Número de episodios de EDAs§	No aplica	No aplica	0.23	0.38
Número de episodios de IRAs**	0.24	0.49	No aplica	No aplica
Consumo promedio de maíz ofrecido durante la intervención††	0.24	0.44	0.34	0.19

* QPM = 1, convencional = 0. † 12-23 meses = 1, 24-35 meses = 2, 36-47 meses = 3, 48-59 meses = 4.

‡ Masculino = 1, femenino = 2.

§ EDAs = enfermedades diarreicas agudas; número promedio de episodios de EDAs durante los primeros tres meses de intervención.

** IRAs = infecciones respiratorias agudas; número promedio de episodios de IRAs durante los primeros tres meses de intervención. †† >50-75% = 1, >75-100% = 2.

DISCUSION

Crecimiento físico

El presente estudio se realizó con niños desnutridos. Sin embargo, con excepción de 4 en la línea basal, ninguno sufría de desnutrición severa. Vale aclarar que se utilizó la curva de crecimiento vigente en los diferentes momentos del estudio: la de la OMS 1978 (17) durante la ejecución del estudio y la de la OMS 2006 (18) para el análisis de los datos. Esto explica por qué todos los niños no se clasificaban en la línea basal como <-1 Z utilizando la curva del 2006. La mayoría sufría de desnutrición leve según los indicadores de punto Z para peso-edad, talla-edad o peso-talla. Por ende, se asemeja más a estudios comunitarios realizados con niños que representan la realidad vista en el mundo en vía de desarrollo: más niños sufriendo de desnutrición leve o moderada que severa (19). Dos estudios realizados en Ghana (15) y uno realizado (16) en México son los más comparables.

En el primer estudio en Ghana (15), doble-ciego, se les entregó semanalmente masa de maíz QPM ó CONV a familias. En un período de 12 meses, 120 niños entre 4 y 15 meses de edad consumieron diariamente el plato koko elaborado con la masa asignada, representando 100 g de masa por kg de peso corporal por día. Los niños fueron vacunados contra tuberculosis, difteria, tétano, pertusis, sarampión y poliomielitis al comenzar el estudio, y cada 6 meses se desparasitaron. Al finalizar el estudio había información completa para 78 niños. No hubo diferencia en el peso ganado entre los dos grupos (~ 2.9 kg). El grupo QPM ganó $14.76 + 0.68$ cm durante el estudio mientras que el grupo CONV ganó $12.37 + 0.68$ cm ($P=0.03$).

En el segundo estudio en Ghana (15), también doble-ciego, participaron 422 niños de 4 a 9 meses de edad en la línea basal. Al finalizar el estudio, después de 12 meses, 321 de estos niños tenían datos completos. Sus familias recibieron semanalmente masa de maíz (QPM o CONV) para el niño, como en el primer estudio, más 2 kg para el consumo de otros miembros de la familia. Los niños también fueron vacunados y desparasitados según el protocolo del primer estudio, y recibieron cloroquina semanalmente de manera profiláctica. Todas las familias recibieron educación nutricional (incluyendo el manejo en el hogar de fiebres y diarreas) por 12 meses. Hubo una tendencia de mayor ganancia de peso en el grupo QPM ($2.48 + 0.07$ kg) en comparación con el grupo CONV ($2.31 + 0.07$ kg) durante el estudio ($P=0.07$). Como en el primer estudio, hubo una diferencia ($P=0.0001$) en la talla ganada entre el grupo QPM ($13.10 + 0.17$ cm) y CONV ($12.13 + 0.18$ cm). De la línea basal a la final, la prevalencia de retraso de talla (talla-edad <-2 Z) aumentó más en el grupo CONV (20.9 a 43.3%) que en el grupo QPM (18.2 a 24.0%) ($P<0.05$).

En el estudio de México (16), participaron 70 familias con niños < 5 años que tenían algún grado de desnutrición (I, II o

III) según la clasificación Gómez y se perdieron 3 familias del grupo CONV debido a la emigración. Las familias recibieron 2.5 kg de maíz diario para una familia de 7 personas, suficiente para suplir las necesidades de toda la familia y no sólo del niño objeto del estudio. La aleatorización se hizo a nivel comunidad, no familiar; es decir, que el maíz QPM se les entregó a familias que vivían en unas comunidades y el maíz CONV a familias que vivían en distintas comunidades. El número de niños que mejoraron su clasificación a estado nutricional normal fue 4 en CONV y 14 en QPM ($P=0.01$ según chi-cuadrado).

Estos estudios sufrieron de 3 problemas principales: en el análisis no controlaron otros factores que pueden haber influido en el crecimiento de los niños durante la intervención; los estudios en Ghana tuvieron altas pérdidas de muestra entre la línea basal y final (35% en el primer estudio y 24% en el segundo), la cual puede afectar la validez interna de estos estudios; y no estandarizaron las medidas de peso y talla (con punto Z para peso-edad, talla-edad o peso-talla, por ejemplo) para poder comparar los cambios en peso y talla en los niños de diferentes edades al comienzo del estudio. Sin embargo, la ventaja principal del segundo estudio de Ghana es que se realizó en un grupo étnico estrecho, lo que facilitó las comparaciones de ganancias de peso y talla entre los grupos de intervención. Además, ambos estudios de Ghana tuvieron muestras de 2 a 10 veces superiores al del presente estudio nicaraguense.

Los resultados de los estudios de Ghana y México son comparables con los resultados crudos del presente estudio nicaraguense: demuestran resultados positivos en la ganancia de peso y talla y en la mejoría de la clasificación del estado nutricional entre línea basal y final en el grupo QPM en comparación con CONV. Que estos resultados se encontraron en una muestra pequeña, como la de Nicaragua, y aún después de controlar otros factores, fortalece el argumento que el maíz QPM y no otros factores, contribuyó a la mejoría en el crecimiento de niños. Estas mejorías persisten al estandarizar el crecimiento con una referencia internacional (18), específicamente en cuanto a peso-edad y talla-edad.

El aumento en peso y talla de 0.80 kg y 2.02 cm del grupo QPM durante los 3.5 meses del estudio nicaraguense fue alto. Sin embargo, al expresar estas cifras según ganancia mensual (0.16 kg/mes y 0.58 cm/mes) estos valores son menores a las ganancias vistas en Ghana (estudio 1: 0.24 kg/mes y 1.23 cm/mes; estudio 2: 0.21 kg/mes y 1.09 cm/mes). Reconociendo que la muestra en Ghana fue menor en edad que la muestra nicaraguense, se comparó las ganancias nicaraguenses con el crecimiento esperado según la OMS (20) para niños de la misma edad (Tabla 7). Tomando en cuenta que los niños nicaraguenses se encontraban desnutridos al comienzo del estudio y que su crecimiento pudo estar por encima del crecimiento de niños sanos ("catch-up growth"), son biológicamente plausibles las mejorías en peso y talla de los niños.

Para el indicador peso-talla se observa que al realizar la regresión múltiple, el factor que influyó de manera importante en un mejor estado nutricional fue el grupo etéreo en la línea basal. Al comparar las diferencias entre la línea final y basal de los puntos Z para este indicador, según grupo etéreo, se evidenció que los niños de mayor edad presentaban puntos Z

más favorables que los de menor edad. Esto se debe muy probablemente a que en los niños de menor edad, cuya velocidad de crecimiento es mayor, hubo predominio del aumento de talla con respecto al peso, lo que se traduce en un incremento del promedio de niños desnutridos para este indicador.

TABLA 7
Crecimiento promedio en 3.5 meses en los niños que consumieron maíz QPM y según las normas de la OMS (20) para niños de la misma edad

Grupo etéreo	Crecimiento (peso y talla) en 3.5 meses		
	Maíz QPM, promedio (DE)	Crecimiento de niños en el 50 percentil (20)	
		Niñas, promedio*	Niños, promedio*
Peso (kg)			
12 – 23 meses (n=4)	0.60 (0.58)	0.70	0.70
24 – 35 meses (n=6)	0.93 (0.38)	0.64	0.58
36 – 47 meses (n=8)	0.85 (0.62)	0.58	0.55
48 – 59 meses (n=6)	0.75 (0.23)	0.55	0.55
Talla (cm)			
12 – 23 meses (n=4)	3.95 (0.42)	3.35	3.27
24 – 35 meses (n=6)	2.30 (0.48)	2.54	2.42
36 – 47 meses (n=8)	1.00 (0.05)	2.22	1.95
48 – 59 meses (n=6)	1.83 (1.54)	1.81	1.78

* Promedio mensual del crecimiento en el rango de edades especificadas, multiplicado por 3.5 meses.

Morbilidad

En el segundo estudio de Ghana (15) también se evaluó el impacto del maíz en la morbilidad de los niños. No encontraron diferencia entre los grupos QPM y CONV en cuanto a la incidencia de diarrea (QPM=2.07, CONV=2.11), malaria (QPM=2.33, CONV=2.36) y sarampión (QPM=0.25, CONV=0.37) durante 12 meses. La severidad de las enfermedades (número de días enfermo) fue menor en el grupo QPM (~2 días de duración/mes) que el CONV (~4-5 días/mes) durante cada uno de los últimos 9 meses de la intervención (P<0.05).

Los datos crudos del presente estudio nicaraguense mostraron una tendencia a menos enfermedades diarreicas e infecciones respiratorias en el grupo QPM. Sin embargo, esta tendencia no era estadísticamente significativa aún después de controlar por otros factores que podían influir en la morbilidad de los niños. En otras palabras, los resultados del presente estudio y del segundo de Ghana no muestran ventaja del maíz QPM en cuanto a la incidencia de enfermedades. Para Nicaragua, no se cuenta con los datos de la duración de las enfermedades; por ende, no se pudo evaluar el impacto de QPM en la severidad de estas dos enfermedades que afectan el 31% (IRAs) y 13% (EDAs) de niños pre-escolares en Nicaragua (21).

Limitaciones y fortalezas

Las limitaciones del estudio fueron su muestra pequeña, lo que no permitió analizar con mayor poder estadístico el

comportamiento del maíz QPM en diferentes grupos etéreos y la falta de datos sobre la duración de los eventos de morbilidad que habrían permitido evaluar el impacto del maíz en la severidad de enfermedades.

Las fortalezas de este estudio son metodológicas y analíticas. Metodológicamente, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión lo que aseguró la homogeneidad de la muestra en cuanto a factores que pudieron influir en crecimiento y morbilidad. Analíticamente, se tomó en cuenta en una regresión múltiple aquellos factores que pudieron influir en el crecimiento o morbilidad de los niños lo cual fue un avance en comparación con los estudios de Ghana y México. Metodológicamente, al asignar al azar a los niños al grupo de intervención, se dividió equitativamente entre los dos grupos aquellos factores que pudieron influir en el crecimiento o morbilidad de los niños, pero que no fueron tomados en cuenta en los criterios de inclusión o exclusión ni fueron medidos en el estudio. Analíticamente, al tener una muestra desnutrida, pero mayoritariamente clasificada con desnutrición leve y moderada, ofrece una variante nueva a los estudios publicados realizados con niños severamente desnutridos o recuperándose de desnutrición severa. La variante ofrece información de utilidad para implementadores de programas que buscan intervenciones que se puedan aplicar a nivel comunitario para prevenir y abordar aquellos problemas que más afectan a estos niños como desnutrición leve o moderada y morbilidad con diarrea o infección respiratoria.

AGRADECIMIENTOS

ECOIA, AJCR y LIOA agradecemos a nuestra tutora de la UNAN, la Dra. Lucy Villagra, por contribuir a nuestra formación académica y colaborar con la culminación del estudio. Le damos las gracias al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por brindarnos apoyo científico y técnico en la realización del estudio y por la donación del maíz que se utilizó. Estamos agradecidos con el personal que labora en el Centro de Desarrollo Infantil donde se realizó el estudio, por la disposición, constancia y empeño que brindaron a nuestro trabajo. Agradecemos a la Lic. Darling Moncada quien obtuvo con el personal del CDI el desglose de las recetas utilizadas en el estudio, la Lic. Marlene Rosero por la revisión editorial del manuscrito y la Dra. Natalia Palacios del CIMMYT por los análisis de los aminoácidos en el maíz QPM. Finalmente, se agradece el apoyo financiero que se recibió del Proyecto AgroSalud (CIDA 7034161) para realizar los análisis estadísticos y la redacción del manuscrito.

REFERENCIAS

1. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington DC: National Academies Press; 2001.
2. Howe EE, Jansen GR, Anson ML. An approach toward the solution of the world food problem with special emphasis on protein supply. *Am J Clin Nutr* 1967;20(10):1134-1147.
3. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala: INCAP; 2006.
4. United States Department of Agriculture (USDA). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 20. Beltsville, Maryland: Beltsville Agricultural Research Center; 2007. Se consigue en: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/index.html>
5. Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). IV Encuesta de consumo de alimentos de Nicaragua 2004. Managua, Nicaragua: MAGFOR; 2004.
6. FAO. Food consumption pattern of main food items: dietary energy. Roma: FAO; 2007a. Se consigue en: http://www.fao.org/faostat/foodsecurity/Files/DietFoodItemsEnergy_en.xls
7. FAO. Food consumption pattern of main food items: dietary protein. Roma: FAO; 2007b. Se consigue en: http://www.fao.org/faostat/foodsecurity/Files/DietFoodItemsProtein_en.xls
8. National Research Council. Quality-protein maize. Washington DC: National Academy Press; 1988.
9. Krivanek AF, De Groot H, Gunaratna NS, Diallo AO, Friesen D. Breeding and disseminating quality protein maize (QPM) for Africa. *African J Biotech* 2007;6(4):312-324.
10. Bressani R, Alvarado J, Viteri F. Evaluación, en niños, de la calidad de la proteína del maíz opaco-2. *Arch Latinoamer Nutr* 1969;129-140.
11. Reddy V, Gupta CP. Treatment of kwashiorkor with opaque-2 maize. *Am J Clin Nutr* 1974;27:122-124.
12. Graham GG, Lembcke J, Lancho E, Morales E. Quality protein maize: Digestibility and utilization by recovering malnourished infants. *Pediatrics* 1989;83:416-421.
13. Morales E, Graham GG. Maíz peruano de alta calidad proteica: Digestibilidad y utilización en niños malnutridos. *Arch Latinoamer Nutr* 1993;43(2):176-183.
14. Graham GG, Lembcke J, Morales E. Quality-protein maize as the sole source of dietary protein and fat for rapidly growing young children. *Pediatrics* 1990;85:85-91.
15. Akuamo-Boateng A. Quality protein maize infant feeding trials in Ghana. Ashanti, Ghana: Ghana Health Service; 2002.
16. Morales Guerra M. Efecto del consumo de maíz de alta calidad proteínica en niño(a)s de familias indígenas de las regiones Mazateca y Mixe del estado de Oaxaca: Una estrategia agronómica de desarrollo entre campesinos que practican agricultura de subsistencia [tesis doctoral]. Texcoco, México: Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas; 2002.
17. OMS. A growth chart for international use in maternal and child health care: Guidelines for primary health care personnel. Ginebra: OMS; 1978.
18. OMS. The WHO child growth standards. Ginebra: OMS; 2006. Se consigue en: <http://www.who.int/childgrowth/en/>
19. Fishman SM, Caulfield LE, de Onis M, Blössner M, Hyder AA, Mullany L, Black RE. Childhood and maternal underweight. En: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, editors. Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Volume 1. Geneva: World Health Organization; 2004. p. 39-161.
20. OMS. WHO child growth standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Ginebra: OMS; 2006. Se consigue en: http://www.who.int/childgrowth/publications/technical_report_pub/en/index.html
21. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ministerio Nacional de Salud (MINSAL). Encuesta nicaragüense de demografía y salud (ENDESA). Managua, Nicaragua: INEC/ ENDESA; 2001.

Recibido: 20-09-2008

Aceptado: 27-11-2008