

El desarrollo del niño desnutrido – Un estudio experimental sobre alimentación temprana¹

Ernesto Pollitt²

Universidad de California (Davis)

Tom Aitchison⁴

Universidad de Glasgow

Abas Jahari⁶

Centro de Inv. Nutricional y Desarrollo

John Durnin³

Universidad de Glasgow

Mahdi Husaini⁵

Centro de Inv. Nutricional y Desarrollo

Beat Schürch⁷

Fundación Nestlé

El estudio fue un ensayo clínico aleatorio en el que participaron dos cohortes de niños (12 y 18 meses) indonesios en riesgo nutricional; hubo tres suplementos dietéticos: energía alta y micronutrientes; leche descremada y micronutrientes; y leche descremada. Se puso a prueba la hipótesis de que un suplemento de energía y micronutrientes administrado tempranamente, previene el retardo en el crecimiento físico y el desarrollo mental. Se obtuvo que el efecto de la suplementación con energía y micronutrientes en los bebés de 12 meses fue superior al efecto producido por la suplementación con micronutrientes y leche descremada. Los efectos en el grupo que comenzó a los 18 meses fueron menores. Hubo una interacción entre los efectos. Los resultados sugieren que este tipo de intervención en niños desnutridos debe iniciarse durante el primer año de vida.

Palabras claves: desnutrición, alimentación temprana, micronutrientes, crecimiento físico, desarrollo mental, cognitivo, maduración biológica, actividad motora, modelo de desarrollo.

The development of undernourished children: an experimental study on early feeding

The study was a randomized clinical trial involving two cohorts (12 and 18 months) of nutritionally at risk Indonesian children and three types of supplementary feeding: high energy and micronutrients; skimmed milk and micronutrients; and skimmed milk. The hypothesis of the study was that high energy and micronutrient supplements given early to children could delay on physical growing and mental development. The results showed that a combined energy and micronutrient supplement given for a year to the 12-month-old children had wide range beneficial effects. The same supplement given to the 18-month-old had only a modest effect. This suggests that if such an intervention is to be effective it needs to begin early in life.

Key words: undernourishment, early feeding, micronutrients, physical growth, cognitive and mental development, biological maturity, motor activity, development model.

1. La investigación en profundidad ha sido reportada en 14 artículos del *European J. of Clinical Nutrition* (mayo, 2000).
2. Profesor de Desarrollo Humano, Departamento de Pediatría y Programa de Nutrición Internacional, profesor honorario de la PUCP. En 1999 recibió el premio de investigación en

Los niños pequeños necesitan energía dietética y nutrientes para las funciones metabólicas y fisiológicas, el crecimiento y la actividad física. Sólo una dieta adecuada mantiene un equilibrio energético y nutritivo. Un balance negativo, debido a un suministro insuficiente o a una demanda incrementada, causa el consumo de las reservas energéticas del cuerpo y la pérdida de peso. Esto es tolerado por mucho tiempo. Entonces, el organismo restablece el balance energético, reduciendo los gastos; en los infantes esto significa reducir la actividad física y el crecimiento. Así, es posible el retraso en el desarrollo motor, la deficiente regulación emocional y, en años posteriores, puntajes bajos en pruebas de inteligencia (Grantham-McGregor, 1995).

Existen varias hipótesis que explican los resultados cognitivos pobres en niños desnutridos (Chávez y Martínez, 1982; Levitsky y Strupp, 1995; Pollitt, en prensa). La actividad física reducida, el retardo en el desarrollo motor y la deficiente regulación emocional pueden limitar la habilidad del niño para explorar su medio e interactuar con las personas que lo cuidan. El retardo en la locomoción puede además retardar el desarrollo de habilidades cognitivas particulares (v.g. orientación espacial) y habilidades sociales (v.g. autonomía). El tamaño pequeño puede demandar respuestas sociales que se dan a niños menores. De esto resulta un niño pequeño inmaduro y mal preparado para interactuar con el medio.

nutrición internacional del Instituto de Nutrición de EEUU y el premio de nutrición de la Academia Americana de Pediatría. Correo electrónico: epollitt@ucdavis.edu.

3. Profesor Emérito de Fisiología (Escocia). Ha investigado diferentes parámetros del balance energético del ser humano. Sus estudios son considerados clásicos en nutrición.
4. Profesor de Estadística (Escocia). Trabaja en la aplicación de métodos estadísticos a problemas de biología humana.
5. Investigador Principal del Ministerio de Salud Pública, República de Indonesia.
6. Investigador Principal del Ministerio de Salud Pública, República de Indonesia.
7. Director de la Fundación en Lausana, Suiza.

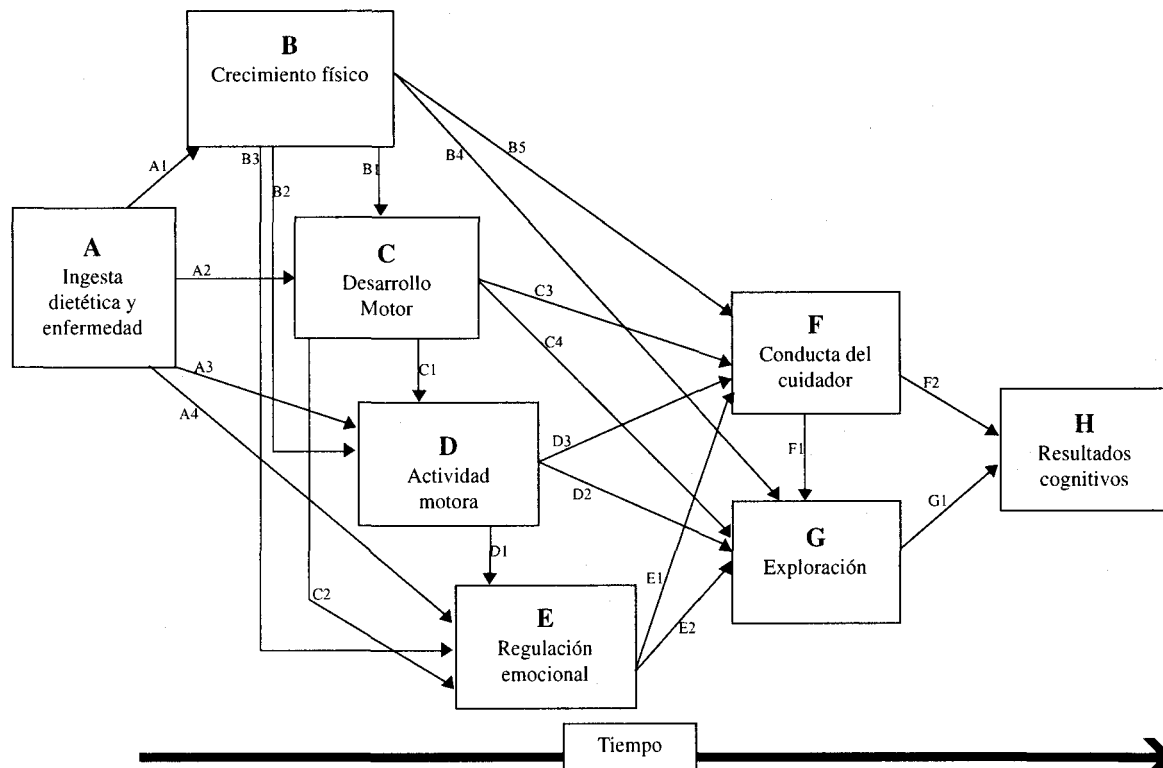


Figura 1. Propuesta del modelo de destrucción y desarrollo.

La Figura 1 muestra un modelo a probar (Gottlieb, Wahlsten y Lickliter, 1998), que incluye muchas de las relaciones entre las variables mencionadas. Éste es sólo una aproximación a la realidad, pues no muestra que muchas relaciones son bidireccionales, y además, está limitado a procesos dentro del organismo y a interacciones con el medio inmediato, dejando fuera el contexto cultural.

Metodología

El estudio fue un ensayo clínico aleatorio y controlado (Pollitt y Schürch, 2000). Se realizó 12 meses de ensayo de alimentación suplementaria dirigida a dos grupos de niños (12 y 18 meses de edad) y tres intervenciones dietéticas (E: energía y micronutrientes; M: micronutrientes y leche desnatada; y S: leche desnatada). El Cuadro 1 muestra el programa de la intervención y evaluación.

Cuadro 1

Programa de intervenciones experimentales y mediciones

Cohorte	Edad de evaluación (meses)									
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
12 m.										
E	x	x	x	x	x	x	x			
M	x	x	x	x	x	x	x			
S	x	x	x	x						
18 m.										
E				x	x	x	x	x	x	x
M				x	x	x	x	x	x	x
S				x	x	x	x			
24 m.										
S							x	x	x	x

Nota. E: energía y micronutrientes. M: micronutrientes y leche desnatada. S: leche desnatada.

Cada una de las dos cohortes de edad tuvo un grupo E y uno M; esos niños recibieron suplementos por 12 meses. La leche desnatada, dada a los grupos S, fue una aproximación a un placebo y, por razones éticas, este tratamiento se limitó a 6 meses, después del cual los niños recibieron suplementos E. Con el fin de cubrir el período entero de los

18 meses del ensayo, tres grupos que recibieron el suplemento S fueron agrupados, uno a los 12, otro a los 18 y el tercero a los 24 meses de edad.

En el diseño, los recolectores de datos rotaron para eliminar errores de medida sistemáticos. Se intentó llevar a cabo una prueba *dobleteciego*, pero no fue posible que los diferentes suplementos luzcan igual.

Participantes

Los niños (Cuadro 2) tuvieron 12 (± 15 días) o 18 (± 15 días) meses de edad, de ligero a moderado retardo en el crecimiento (estatura una DE menor a la esperada) y una deficiencia en el peso (el peso de acuerdo a la estatura, entre una y dos DE debajo de la media, según la OMS), pero sin ningún signo de enfermedad crónica. Asimismo, tuvieron el consentimiento informado de sus padres..

Cuadro 2

Participantes por cohorte, sexo y grupo de suplemento

	Cohorte							
	12 meses				18 meses			24 meses
	E	M	S ₁₂	S ₁₈	E	M	S ₁₈	S ₂₄
Masculino	7	8	11	8	12	11	8	13
Femenino	10	8	9	12	9	10	12	8
Total	17	16	20	20	21	21	20	21

Nota. E: energía y micronutrientes. M: micronutrientes y leche desnatada. S: leche desnatada.

Los niños pertenecieron a 24 centros de cuidado diario (CCDs); la aleatorización al tratamiento fue según la calidad del CCD. Se tomó en cuenta la calidad del edificio (buena, promedio, pobre) y el número de niños que asistían a él; asimismo, la humedad, la luz, la sanidad, el número de habitaciones y la disponibilidad de cunas. Se dividió los CCDs en dos categorías dependiendo de si el número de niños atendidos estaba por encima o por debajo de la mediana de enrolamiento de 10. El éxito de la aleatorización por CCD fue probado en comparaciones

entre grupos de variables socioeconómicas, de la comunidad, de la familia, antropométricas, bioquímicas, conductuales y mentales.

Instrumentos y variables

El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética para la Investigación (Ethics Research Committee) de la Universidad de California, en Davis; además fue autorizado por el director general del Ministerio Nacional de Salud de la República de Indonesia.

Las variables independientes fueron los suplementos dietéticos. Éstos se dieron en los CCDs, seis días a la semana, dos veces diarias (7:00-8:00 am y 12:00-1:00 pm). En cada ocasión el grupo E fue alimentado con 11 cucharaditas de leche condensada (P.T. Indo Milk en Jakarta) y con una tableta de micronutriente (English Grains, Ltd.). El grupo M también recibió el micronutriente (en seis cucharaditas de leche desnatada) en la mañana y en la tarde. Al grupo S se les dio la misma cantidad de leche desnatada que al M y una tableta placebo (Cuadro 3). El suplemento consumido fue registrado después de cada comida. Los registros se revisaron semanalmente.

Entre las variables intervinientes y consecuentes estuvieron las siguientes:

Comunidad y familia. Incluyó lo siguiente: facilidades de salud, el esquema de vigilancia de la salud del niño, la provisión del cuidado médico, el cuidado del niño, las condiciones del hogar, la sanidad, ingresos y educación parental. Los datos fueron recogidos a través de una encuesta.

Ingesta nutricional. A través de cuatro fuentes: (a) alimentos consumidos en el hogar; (b) los alimentos en los CCD; (c) los suplementos en los CCDs; y (d) la leche materna. La ingesta total de comida de cada niño de las primeras tres fuentes y la duración de la lactancia (como un indicador de la ingesta de leche materna) fueron evaluadas por períodos de 24 horas para la línea base y luego, en intervalos de 2

Cuadro 3*Composición nutriente del suplemento diario*

Nutriente	Suplemento						
	Leche condensada		Leche desnatada		Tableta micronutriente		Tableta Placebo
Energía (Kcal) (Kjoule)	250	1046	20	84	30	125	—
Proteína (g)	6		1.35		—		—
Calcio (mg)	250				80		—
Hierro (mg)		—		—	12		—
Vitamina A (UI)		—		—	1500		—
Vitamina B1		—		—	0.6		—
Vitamina B2 (mg)		—		—	0.9		—
Vitamina B6 (mg)		—		—	30		—
Vitamina C (mg)		—		—	30		—
Vitamina D (UI)		—		—	160		—
Vitamina E (mg)		—		—	4		—
Ca Pantotenato (mg)		—		—	6		—
Nicotinamida (mg)		—		—	6		—
Magnesio (mg)		—		—	40		—
Manganeso (mg)		—		—	1.2		—
Cu (mg)		—		—	0.8		—
Zinc (mg)		—		—	1.6		—

meses durante un año de intervención en los grupos E y M, así como durante la intervención de 6 meses en los subgrupos de S.

La ingestión de comida para cada niño en el CCD y en el hogar fue medida usando la técnica del inventario del peso individual. Cada unidad de comida fue pesada antes de ser ingerida y los restos fueron pesados después de la merienda; así, la comida consumida era igual a la diferencia entre esas dos cantidades. Se usó balanzas de resortes (Soehnle) con un kilogramo de capacidad, que leían con una aproximación de dos gramos. Éstas fueron calibradas siempre antes de pesar. La energía y el contenido nutritivo de la dieta fueron calculados a

través de tablas alimenticias, especialmente elaboradas; éstas especificaban la composición de 43 ítemes, los cuales podían ser comidas simples o recetas comunes.

En la situación de campo es difícil medir de manera precisa la ingesta de la leche materna durante un período de tiempo. En el presente estudio, se concluyó que sería muy difícil obtener mediciones convincentes y que la validez de los datos recolectados podrían ser cuestionables. Sin embargo, el requerimiento no fue tanto por una medición precisa de la ingesta de leche materna, pero sí por una evaluación razonable de diferencias entre grupos (para ver si los suplementos tenían un efecto en la ingesta de la leche materna) y los cambios ocurridos durante los 12 meses del estudio. En ese sentido, se realizó una medición del tiempo de lactancia durante una proporción fija de los períodos de 24 horas de evaluación en intervalos de 2 meses.

Nivel de hierro. La hemoglobina, la ferritina sérica, el hierro sérico, la capacidad total de enlace de hierro y los eritrocitos libres de protoporfirina fueron determinados en la línea base, así como 6 y 12 meses después.

Antropometría. El peso corporal y la estatura, la circunferencia de la cabeza y del brazo, y el grosor subcutáneo fueron medidos siguiendo los procedimientos estándar (Lohman, Roche, Martorell, 1991) a partir de una línea base y cada dos meses durante la intervención.

Desarrollo motor. Se utilizaron dos métodos. Uno fue una escala ordinal -basada en el trabajo de Myrtle McGraw (1945) y en observaciones de infantes en Pangalengan- para evaluar el momento de la adquisición secuencial de los hitos motores gruesos que llevaron a la locomoción bipedal (Cuadro 4). El puntaje del desarrollo motor correspondió a la habilidad mejor desarrollada que el niño pudo demostrar en la escala ordinal, en el momento de la evaluación, siendo 17 el puntaje máximo posible. El otro método fue la Escala de Desarrollo Motor de Bayley (EDMOB, versión 1; Bayley, 1969) para examinar el desarrollo motor grueso y fino.

Cuadro 4*Escala de desarrollo motor, actividades observadas y costo de actividad*

Desarrollo Motor		Actividad Motora	
No. Nombre	Descripción	No. Actividad	Costo
1 Sentarse 1	Sentarse con ayuda	1 Echarse	1.20
2 Sentarse 2	Sentarse sin ayuda y el cuerpo no está derecho	2 Sentarse quieto	1.20
3 Sentarse 3	Sentarse sin ayuda y el cuerpo está derecho		
4 Reptar 1	Echado boca abajo, puede levantar sus manos	3 Reptar	2.50
5 Reptar 2	Echado boca abajo y puede levantar su cuerpo, soportando el peso en sus manos y en la punta de los pies		
6 Gatear 1	Gatea y empieza hacia atrás	4 Gatear	2.00
7 Gatear 2	Gatea en cuatro (manos y rodillas)	5 Arrodillarse	1.40
		6 Cargado	1.20
		7 Sentarse con movimiento	1.40
		8 Sentarse en cuclillas	2.00
		9 En cuatro	1.20
8 Caminar 0	Camina con ayuda de otro; pies no estables	10 Caminar con ayuda	2.50
9 Caminar 1	Camina con ayuda de otro; pies en posición plana sobre el piso		
10 Caminar 2	Camina por sí mismo con ayuda		
11 Pararse 0	Aprender a pararse	11 Pararse con ayuda	1.30
12 Pararse 1	Pararse con ayuda		
13 Pararse 2	Pararse sin ayuda	12 Pararse sin ayuda	2.30
14 Caminar 3	Camina pocos pasos sin ayuda	13 Caminar sin ayuda	3.00
15 Caminar 4	Camina solo con pasos pequeños		
16 Caminar 5	Camina con pasos largos		
17 Correr	Correr	14 Correr	5.00
		15 Trepas	3.00
		16 Empujar	2.00
		17 Saltar	3.50

Actividad motora e interacciones con el medio. La actividad motora fue observada y registrada en una computadora portátil (Acer modelo No. K386S con software personalizado). Esto se realizó cuatro horas cada dos meses: dos horas en la mañana en los CCDs y dos por la tarde en casa. La lista de actividades utilizadas (Cuadro 4) fue una modificación de las listas utilizadas por Torun, Chew y Mendoza (1983), por Meeks-Gardner, Grantham- McGregor, Chang y Powell (1990) y por Meeks-Gardner, Himes y Powell (1995) en sus estudios sobre malnutrición y actividad motora. El puntaje de la actividad motora total (AMT) se calculó basado en el costo energético estimado de cada actividad y su duración agregada por el programa informático. Los costos energéticos, expresados como una tasa metabólica basal múltiple, fueron estimados basados en la literatura existente (J. Durnin, comunicación personal, 1996).

Esta evaluación también incluyó observaciones de las interacciones infantiles con el medio físico y social, bajo condiciones naturales (ver observaciones de conducta).

Desarrollo mental. Se utilizaron tres medios para medir esta variable: (a) *Escala de Desarrollo Mental de Bayley (EDMEB)* (Bayley, 1969). Evaluó la agudeza sensorio-perceptual, discriminaciones y la habilidad para responderlas; la adquisición temprana de la constancia de objeto y la memoria, la habilidad de aprendizaje y de resolución de problemas; las vocalizaciones y los inicios de la comunicación verbal; y la evidencia temprana de la habilidad para generalizar y clasificar. Las instrucciones verbales fueron traducidas al sundanés. La doctora Hanna Widjaja de la Universidad de Padjadjaran en Bandung modificó ligeramente las figuras de la prueba. Algunos dibujos fueron cambiados para retratar niños de piel y cabello oscuros en vez de niños caucásicos, y algunos utensilios no comunes en Indonesia fueron reemplazados. No fue fácil mantener las instrucciones originales y el grado de dificultad de los ítemes modificados.

(b) *La Prueba de Concepto de Objeto*. Se examinó el desarrollo cognitivo espacial a través de la habilidad de los niños para buscar objetos escondidos. El desempeño de la búsqueda espacial fue tasado en una escala ordinal adaptada de Kagan, Kearsley y Zelazo (1978) y de Uzgiris y McV Hunt (1975). El concepto de objeto fue examinado con tareas sucesivas más complejas. El nivel de dificultad de las tareas se diferenció en el grado de interferencia y en la demora entre el tiempo desde que un juguete se escondía hasta que el niño tenía podía buscar. Las instrucciones no fueron necesarias y los niños jugaron con los objetos antes de que fueran escondidos.

(c) *Observaciones de conducta bajo condiciones naturales*. Se evaluó las interacciones verbales, visuales y motoras del niño con el medio social y físico en el hogar y en los CCDs. Las conductas elegidas para observación fueron seleccionadas, en primer lugar, de acuerdo a Gustafson (1984). Después de observaciones preliminares, la lista fue modificada para que se ajuste a la muestra y al contexto. La lista final de conductas registradas se presenta en el Cuadro 5. Esas observaciones fueron hechas en paralelo con aquellas sobre la actividad motora del niño.

Análisis estadístico

Diferencias entre grupos de los cambios intragrupo. El modelo estadístico utilizado para evaluar esas diferencias en seis meses fue un análisis de varianza de medidas repetidas (SAS), donde la intervención y las cohortes fueron los factores entre grupos y el tiempo constituyó el factor intragrupo. Se pudo detectar los cambios en el tiempo al interior de los grupos y evaluar las diferencias de esos cambios entre grupos. Cuando fue necesario, se realizaron transformaciones logarítmicas para normalizar los datos. Se utilizó modelos de regresión lineal cuando estaban involucradas sólo dos variables. En el caso de las variables que no se ajustaban a una escala de intervalo (v.g. el concepto de objeto) se utilizó la estadística no paramétrica (análisis de varianza de Kruskal-Wallis).

Cuadro 5

Cuatro categorías de conductas codificadas observadas bajo condiciones naturales

Conducta social	Conducta social no directa	Movilización	Mirar hacia alguna dirección
La conducta está totalmente dirigida a otra persona.	El niño dirige conductas discretas hacia un objeto o situación, pero no hacia otra persona. Ya sea que una persona esté presente o no, las conductas no están dirigidas totalmente hacia ella.	El niño se moviliza solo (puede ser ayudado a veces) de un lugar a otro. Se hace la diferenciación entre movilización orientada hacia una meta, en comparación con movilización sin orientación clara.	La cabeza del niño y sus ojos se orientan hacia uno de los siguientes objetivos (note: mirar debe ser la actividad dominante-aprox. 7")
El niño vocaliza, emite un sonido. El niño sonríe; su boca se voltea hacia arriba.	El niño vocaliza.		El niño mira al rostro, el cuerpo o ropa de un adulto.
El niño hace ademanes; señala o aplaude en la dirección de otra persona (adulto/par) o en la dirección de un efecto que hizo otra persona.	El niño sonríe.	El niño se aproxima al adulto (v.g. el niño se acerca a un adulto, incluyendo al observador).	El niño mira al rostro, el cuerpo o ropa de otro niño.
El niño se altera; llora o muestra otros signos de displacer.	El niño hace ademanes, aplaude o muestra cualquier otra conducta motora organizada de intensidad modesta.	El niño se aproxima a otro niño (v.g. se acerca hacia o en la dirección de otro niño).	El niño mira al juguete, la comida u otro objeto.
El niño muestra agresión física contra un adulto.	El niño se altera.		
El niño muestra agresión física contra otro niño.	El niño no muestra ninguna actividad motora.	El niño se acerca a un juguete o a un objeto (v.g. la cuna o la pared).	
El niño muestra afecto físico hacia un adulto.	El niño muestra movimientos motores vigorosos (v.g. movimientos en círculo) que incluyen el tronco y los miembros sin ninguna intención social clara.		
El niño no muestra ni agresión ni afecto en el contacto físico con otro adulto.	El niño tira, golpea o empuja un objeto o un juguete con movimientos de brazos y manos moderados o vigorosos.		
El niño es pasivo cuando es cargado por un adulto u otro niño (v.g. juega con los brazos del cuidador).	El niño se alimenta por sí mismo.		
El niño lacta.	El niño toca, chupa, agita, coge, frota, rasca o manipula cualquiera de los juguetes u otros objetos. Esto debe ser hecho independientemente de otra persona y debe involucrar contacto físico con una actuación (puede ser mental) sobre el objeto.		
El niño ofrece un objeto, como comida, a otra persona. Se excluye ofrecimientos en un juego.			
El niño juega con otra persona utilizando un objeto.			
El niño juega con otra persona sin utilizar un objeto.			

Esto permitió comparar entre grupos en cada edad, pero no reveló diferencias entre grupos en relación a los cambios al interior del grupo.

El Ajuste entre el Modelo y los Datos. El modelo de ecuación estructural fue utilizado para evaluar el ajuste entre el modelo y los datos (Bentler, 1992; Hoyle, 1995; Hu y Bentler, 1995; MacCallum, 1995)⁸. Una versión simplificada del modelo fue evaluada con los datos de la línea base. En esta versión se incluyó el nivel socioeconómico (NSE); la antropometría, fue utilizada como un indicador nutricional; y la medición directa del desarrollo mental fue excluida debido a la pobre estabilidad de los puntajes de la prueba durante los primeros 18 meses de vida. La segunda versión utilizó los datos longitudinales de los primeros 6 meses, de cada uno de los tres grupos de tratamiento dentro de la cohorte. En este caso, no fue necesario ningún ajuste estadístico para unir a los grupos S, ya que cada análisis incluyó sólo un grupo S.

8. El programa EQS de Bentler utiliza análisis de covarianza mediante máxima verosimilitud (o mínimos cuadrados generalizados) para evaluar el ajuste de una serie de datos al modelo que describe relaciones uni y bidireccionales entre variables (Bentler y Bonett, 1980). El resultante estadístico X^2 de razón de verosimilitud y otros índices de ajuste fueron utilizados para evaluar la adecuación del modelo hipotetizado para explicar los datos. En pruebas de bondad de ajuste, un X^2 pequeño y una amplia probabilidad indican un ajuste del modelo a los datos "más allá de lo aleatorio". De manera contraria, una amplia X^2 y una probabilidad pequeña indican un modelo pobremente ajustado. El índice de ajuste normado de Bentler-Bonett (Bentler-Bonett's Normed Fit Index) refleja la mejora en el ajuste que un modelo específico ofrece en relación a un modelo independiente o nulo, en el que no se predijeron relaciones entre las vías. Otro índice descriptivo, el índice de ajuste no normado de Bentler-Bonett (Bentler-Bonett's Non-Normed Fit Index), utiliza una lógica similar a la del índice anterior, pero toma en cuenta los grados de libertad. El índice de ajuste comparativo (Comparative Fit Index) (Bentler, 1990) fue diseñado para reflejar la precisión del ajuste del modelo para todos los tamaños muestrales.

Resultados

Ingesta nutricional

Energía. La ingestión dietética no estuvo entre las variables utilizadas para evaluar los efectos del procedimiento aleatorio, y aún cuando la mayoría (> 95%) de las diferencias entre grupos no alcanzó significación estadística, los grupos no fueron equivalentes como se hubiera esperado con respecto a las ingestiones de energía en la línea base.

El incremento promedio en la ingestión energética diaria (de comidas en los CCDs, en casa y de los suplementos) durante el año para la cohorte de 12 meses fue de aproximadamente 700 kcal en el grupo E (de 397 a 1052 kcal en varones y de 366 a 1165 kcal en mujeres) y 400 kcal en el grupo M (de 335 a 712 kcal en varones y de 297 a 754 kcal en mujeres), mientras en el grupo S se daba un pequeño incremento de 300 kcal (de 233 a 456 kcal en varones y de 335 a 520 kcal en mujeres), durante los 6 meses. En la cohorte mayor, el cambio en la ingestión energética diaria durante el año de estudio fue de aproximadamente 600 kcal en el grupo E (de 591 a 1260 kcal en varones y de 525 a 1113 kcal en niñas), alrededor de 400 kcal en el grupo M (de 500 a 933 kcal en varones y de 487 a 843 kcal en mujeres), y 250 kcal (de 553 a 885 kcal en varones y de 422 a 622 kcal en mujeres) en el grupo S. Esto sugiere que en ambas cohortes, el grupo E tuvo una mayor ingestión total de energía, en comparación con los otros dos grupos, es decir, que el suplemento no había reemplazado una proporción importante de la ingestión energética dietética habitual.

Los resultados de medidas repetidas de análisis de varianza sobre los cambios en la ingestión energética desde la línea base hasta los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 meses se presentan en el Cuadro 6. Éstos mostraron que para varones y mujeres de ambas cohortes, los incrementos en la ingestión energética fueron significativamente mayores en el grupo E que en el M durante 6 intervalos de tiempo, ya que en cada una de esas combinaciones sexo/cohorte hubo un efecto principal de suplemento significativo para la ingestión energética de todas las

fuentes, pero no para las ingestiones energéticas en los CCDs, en el hogar, o en los CCDs y hogar combinados.

Cuadro 6

Análisis de varianza de medidas repetidas en los cambios de la ingesta energética desde la línea base hasta los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 meses

Efecto principal de suplemento					
Cohorte		Total	CCD y Hogar	CCD	Hogar
12 meses	Masculino	.01	.62	.78	.90
	Femenino	.002	.86	.26	.51
18 meses	Masculino	.05	.29	.74	.18
	femenino	.03	.78	.70	.88

Interacción Suplemento - Tiempo					
Cohorte		Total	CCD y Hogar	CCD	Hogar
12 meses	Masculino	.69	.59	.47	.79
	Femenino	.42	.40	.59	.26
18 meses	Masculino	.28	.24	.83	.31
	femenino	.64	.71	.34	.47

Nota. Valores *p* para pruebas de hipótesis del efecto principal de suplemento (evaluando si los dos suplementos, v.g. E y M presentan el mismo promedio en las 6 veces) y de las interacciones suplemento-tiempo (evaluando si algunas diferencias entre los suplementos son las mismas a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 meses).

El principal propósito de examinar y comparar también la ingesta de ciertos nutrientes en las dietas de los niños fue averiguar si éstos podían haber tenido un efecto independiente en el crecimiento y en la conducta.

Proteína. Tanto los niños como las niñas incrementaron gradualmente su ingestión proteica (Cuadro 7). En todos los casos, los grupos E tuvieron las más altas ingestiones de proteína. Las diferencias en la ingestión de proteína entre los grupos E y M fueron más o menos representativas de ese contenido proteico del suplemento E y el principal efecto de la ingestión proteica fue estadísticamente significativo ($p < .05$). Sin embargo, los requerimientos proteicos de casi todos los niños menores de los grupos M y S parecieron adecuadamente dotados, y los

niños menores tendieron a tener las más altas ingestiones de leche materna que contenía proteína que no estaba incluida en los cálculos. Esto hace menos probable que el suplemento proteico podía haber sido principalmente responsable de cualquiera de los resultados.

Cuadro 7

Promedios de ingesta proteica por cohorte, tiempo, sexo y suplemento

Cohorte Tiempo		Niños			Niñas		
		E	M	S	E	M	S
12	12	9.7	9.3	6.3	8.8	7.4	8.4
	14	13.9	9.8	13.6	16.0	9.5	7.8
	16	17.0	10.1	14.5	19.0	11.4	13.4
	18	19.2	12.2	11.8	20.7	11.2	12.1
	20	19.0	14.5	—	19.3	12.6	—
	22	19.2	15.9	—	21.6	14.5	—
	24	24.3	17.9	—	28.3	18.7	—
18		E	M	S	E	M	S
	18	14.6	12.8	14.3	12.2	12.6	11.7
	20	19.7	16.6	19.0	18.5	14.9	13.6
	22	24.5	16.4	17.2	21.3	14.5	19.2
	24	23.1	19.5	25.2	25.5	15.8	16.1
	26	26.2	23.9	—	25.0	19.6	—
	28	30.3	22.2	—	25.0	20.5	—
	30	30.3	22.1	—	27.5	20.3	—
24		E	M	S	E	M	S
	24	—	—	18.9	—	—	18.8
	26	—	—	20.6	—	—	22.5
	28	—	—	26.1	—	—	22.7
	30	—	—	23.6	—	—	23.2

Nota. E: energía y micronutrientes. M: micronutrientes y leche desnatada. S: leche desnatada.

Calcio. La ingestión de calcio fue baja, aún en los grupos que recibieron 250 mg/d del mineral. Además, la ingesta promedio diaria de calcio pudo ser menor que el contenido de calcio de las tabletas de suplemento, porque los niños no recibieron dos tabletas de suplemento cada día. A pesar de que hubo diferencias ocasionales en la ingestión de calcio de los grupos, éstas, con una excepción, no alcanzaron significancia estadística. Por lo tanto la ingestión de calcio no tuvo ninguna importancia independiente en los resultados.

Hierro y Zinc. Las concentraciones de hemoglobina (Hb) de 18 niños de los grupos E y M al inicio del estudio fueron menores a 110 g/L y el valor de saturación de transferrina fue menor al 16%; o los niños tuvieron una Hb inicial menor a 110 g/L e incrementaron su concentración de Hb por más de 10 g/L durante la prueba de un año; se consideró que habían sufrido de anemia deficiitaria de hierro (ADH). Parte de los suplementos diarios de E y M fueron 12 mg de hierro y 1.6 mg de zinc. El requerimiento promedio esperado de hierro fue alrededor de 6 mg/día y de zinc, alrededor de 4 mg/día. El Cuadro 8 muestra las ingestiones de hierro en mg/día. Estos niveles para los grupos E y M fueron bajos en la línea base, y a través del estudio en el grupo S, pero más altos que lo que pudo ser calculado por el suplemento de micronutriente solo y muy por encima de los valores requeridos en los grupos E y M durante el período en el que se brindaron los suplementos. Debido que al inicio hubo niños con ADH en todos los grupos y los grupos E y M tuvieron ingestiones similares a lo largo del estudio, no es muy probable que las diferencias en la ingestión de hierro puedan explicar los diferentes resultados de comparaciones de esos dos grupos, donde éstas pudieron ser responsables de las diferencias entre los grupos E y M, por un lado y de los grupos S, por el otro. El nivel hematológico de los niños de los grupos E y M con ADH al inicio, mejoró durante el estudio, y sus puntajes AMT se incrementaron en mayor medida que los de los niños sin ADH.

Cuadro 8*Promedios de ingesta de hierro (mg/d) por cohorte, tiempo, sexo y suplemento*

Cohorte Tiempo		Niños			Niñas		
		E	M	S	E	M	S
12							
	12	2.8	2.7	1.7	2.3	3.3	3.5
	14	14.4	14.8	3.6	15.3	15.7	2.2
	16	15.5	15.5	3.7	14.8	15.2	3.7
	18	15.9	16.1	3.0	16.3	16.1	3.7
	20	15.3	16.3	—	15.9	15.4	—
	22	16.7	17.2	—	17.5	16.4	—
	24	17.3	16.9	—	18.3	15.9	—
18							
		E	M	S	E	M	S
	18	4.5	2.7	4.6	2.3	3.3	3.5
	20	14.4	14.8	4.7	15.3	15.7	2.2
	22	17.4	16.7	6.1	16.6	16.0	4.7
	24	16.8	17.2	6.5	17.1	16.6	4.7
	26	17.9	19.5	—	17.5	16.5	—
	28	17.4	16.9	—	16.5	16.6	—
	30	19.8	18.2	—	16.0	17.7	—
24							
		E	M	S	E	M	S
	24	—	—	4.6	—	—	6.8
	26	—	—	5.0	—	—	5.8
	28	—	—	6.7	—	—	4.8
	30	—	—	5.8	—	—	5.5

Nota. E: energía y micronutrientes. M: micronutrientes y leche desnatada. S: leche desnatada.

Crecimiento

Los perfiles de crecimiento, los promedios para cada momento según cohorte, sexo y suplemento, se muestran en el Cuadro 9; éstos sugieren que el suplemento E ha brindado crecimiento adicional, particularmente en mujeres y en la cohorte menor.

Cuadro 9*Promedios de variables antropométricas por cohorte, tiempo, sexo y suplemento*

		Peso					
Cohorte Tiempo		Niños			Niñas		
		E	M	S	E	M	S
12							
	12	7.51	7.31	7.59	7.25	7.02	7.03
	14	7.97	7.67	7.95	7.83	7.41	7.41
	16	8.25	7.92	8.28	8.10	7.79	7.84
	18	8.54	8.11	8.54	8.28	7.94	8.10
	20	8.90	8.43	—	8.85	8.29	—
	22	9.11	8.79	—	9.12	8.60	—
	24	9.42	8.78	—	9.32	8.86	—
18							
	18	8.59	8.79	8.43	7.71	8.01	7.90
	20	9.08	9.21	8.90	8.11	8.40	8.16
	22	9.33	9.53	9.35	8.36	8.71	8.58
	24	9.63	9.77	9.58	8.65	8.95	8.76
	26	9.90	10.01	—	9.02	9.13	—
	28	10.19	10.33	—	9.34	9.53	—
	30	10.55	10.65	—	9.63	9.84	—
24							
	24	—	—	9.78	—	—	8.88
	26	—	—	10.05	—	—	9.02
	28	—	—	10.41	—	—	9.21
	30	—	—	10.73	—	—	9.76

Cuadro 9 (continuación)

		Estatura					
Cohorte Tiempo		Niños			Niñas		
		E	M	S	E	M	S
12							
	12	69.2	69.0	70.3	69.8	69.3	69.3
	14	70.7	70.9	71.3	71.3	70.8	70.7
	16	71.8	72.9	73.2	73.4	72.2	72.1
	18	73.9	73.7	74.3	74.9	73.5	73.7
	20	75.3	75.3	—	76.9	74.9	—
	22	77.0	76.9	—	78.4	77.2	—
	24	78.6	78.0	—	79.6	77.9	—
18		E	M	S	E	M	S
	18	75.0	75.8	74.6	72.3	73.4	73.1
	20	76.5	77.1	76.4	73.8	75.0	74.4
	22	78.2	78.9	78.3	75.6	76.5	75.8
	24	79.6	80.1	79.5	76.8	78.0	77.4
	26	80.8	81.9	—	78.4	79.5	—
	28	81.8	83.0	—	80.0	80.9	—
	30	83.4	84.6	—	81.2	82.3	—
24		E	M	S	E	M	S
	24	—	—	80.6	—	—	77.1
	26	—	—	82.1	—	—	78.5
	28	—	—	83.2	—	—	78.0
	30	—	—	84.3	—	—	81.1

Cuadro 9 (continuación)

		Circunferencia de la cabeza					
Cohorte	Tiempo	Niños			Niñas		
		E	M	S	E	M	S
12							
	12	44.1	44.3	44.4	44.2	43.4	43.4
	14	44.8	44.8	44.8	44.6	44.0	43.8
	16	45.1	5.2	45.1	45.0	44.6	44.3
	18	45.3	45.5	45.6	45.4	44.8	44.8
	20	45.9	46.0	—	45.9	45.1	—
	22	46.4	46.4	—	46.1	45.5	—
	24	46.7	46.5	—	46.4	45.6	—
18							
	18	46.0	46.1	45.4	44.2	44.7	44.7
	20	46.4	46.4	45.7	44.7	44.9	45.2
	22	46.7	46.8	46.1	45.0	45.1	45.4
	24	47.0	47.1	46.3	45.4	45.4	45.7
	26	47.2	47.4	—	45.7	45.6	—
	28	47.4	47.6	—	45.9	45.8	—
	30	47.6	47.7	—	46.0	46.1	—
24							
	24	—	—	46.9	—	—	45.2
	26	—	—	47.2	—	—	45.4
	28	—	—	47.6	—	—	45.7
	30	—	—	47.8	—	—	45.8

Cuadro 9 (continuación)

		Circunferencia del brazo					
Cohorte	Tiempo	Niños			Niñas		
		E	M	S	E	M	S
12							
	12	13.1	13.2	13.5	12.8	13.1	13.1
	14	13.5	13.1	13.5	13.2	13.0	13.0
	16	13.6	13.4	13.7	13.2	13.1	12.9
	18	13.8	13.5	13.8	13.4	13.4	13.2
	20	14.0	13.5	—	13.8	13.4	—
	22	14.1	13.9	—	13.8	13.7	—
	24	14.2	13.6	—	14.0	14.0	—
18							
	18	13.4	13.6	13.4	13.0	13.3	13.0
	20	13.8	13.7	13.8	13.7	13.6	13.3
	22	13.8	14.0	14.0	13.6	13.8	13.5
	24	14.1	14.0	14.0	13.8	13.9	13.6
	26	14.1	14.0	—	14.0	14.0	—
	28	14.2	14.2	—	14.1	14.2	—
	30	14.4	14.3	—	14.2	14.4	—
24							
	24	—	—	14.1	—	—	14.0
	26	—	—	14.4	—	—	13.9
	28	—	—	14.5	—	—	14.1
	30	—	—	14.8	—	—	14.4

Nota. E: energía y micronutrientes. M: micronutrientes y leche desnatada. S: leche desnatada.

El Cuadro 10 presenta que el efecto del suplemento en ambas cohortes y sexos es significativo en favor del grupo E, tanto para el peso como para la circunferencia del brazo a los 2, 8 y 12 meses del estudio. En relación a la estatura y a la circunferencia de la cabeza, la significancia sólo se alcanzó para los grupos de cohorte y sexo (por ej. la circunferencia de la cabeza a los 10 meses sólo para la cohorte femenina de 18 meses) y esporádicamente a través del tiempo. Esto no sorprende, si se considera que sólo hay entre 7 y 12 niños por cada combinación de sexo, cohorte o suplemento. El peso estadístico para detectar diferencias moderadas es así más probable que sea bajo, a menos que la respuesta fuera bastante consistente y considerable.

Cuadro 10

Valores p de los efectos principales¹ del suplemento en el modelo final desde la aproximación jerárquica por etapas

Tiempo (meses)	Variable antropométrica			
	Peso	Estatura	Circunferencia de la cabeza	Circunferencia del brazo
2	.07	.39	.32	.01
4	.76	.09 ²	.01 ⁶	.45
6	.76	.26	.68	.54
8	.03	.21	.16	.01
10	.11	.10 ³	.12 ⁴	.03 ⁷
12	.03	.05 ⁵	.19	.02

Nota. Todos los efectos principales significativos ($p < .10$) están a favor del suplemento altamente energético.

¹ Las interacciones del suplemento con cohorte y/o sexo fueron significativas ($p < .10$) en la aproximación por etapas. Los valores p en el Cuadro correlacionaron con el grupo particular mostrando diferencias significativas entre los suplementos (en favor del suplemento energético a menos que se indique otra cosa). 2 niñas. 3 niños (en favor del suplemento mineral). 4 niñas. 5 cohorte de 12 meses. 6 cohorte de 12 meses (en favor del suplemento mineral). 7 niñas en la cohorte de 18 meses.

Después de haber hecho correcciones para todos los otros factores significativos que afectaban cada variable antropométrica en cada tiempo (Cuadros 11, 12, 13 y 14), los efectos principales del suplemento estimado del modelo final de la aproximación por etapas, fueron expresados en términos del *aumento en porcentajes*. Estos aumentos relativos de promedio se muestran en las Figuras 2 y 3 para el suplemento E sobre los suplementos M y S, respectivamente. Sorprende la consistencia notable con la que los suplementos E aparecen de manera más efectiva, que los otros dos suplementos virtualmente en todos los tiempos y en todas las cuatro variables antropométricas.

Cuadro 11

Otros factores incluidos como significativos ($p < .10$) en el modelo final de una Aproximación Jerárquica por Etapas

Tiempo (meses)	Variable antropométrica			
	Peso	Estatura	Circunferencia de la cabeza	Circunferencia del brazo
2	Evaluator (.02)	—	Línea base	Línea base Cohorte
4	Línea base (.02) Sexo/cohorta (.03)	Línea base (.04) Sexo/cohorta/ suplemento (.09)	Línea base Cohorte/suplemento (.07) Tester	Línea base Sexo (.06) Cohorte Evaluador
6	Evaluator	Línea base (.05)	Línea Base (.06) Cohorte Evaluador	Línea base Cohorte Evaluador
8	Línea base (.03)	Línea base Evaluador	Línea base Sexo (.06) Cohorte	Línea base Cohorte (.08) Evaluador
10	Evaluator	Línea base Sexo/suplemento (.10)	Línea base Sexo/Cohorte/suplemento (.09)	Línea base Evaluador (.06)
12	—	Línea base Cohorte/suplemento (.05)	Línea base Sexo (.09) Cohorte	Línea base Evaluador (.02)

Nota. Entre paréntesis los valores p , excepto para el caso de $p < .01$, donde no se anexa ningún valor.

Cuadro 12*Aumento porcentual relativo¹ sobre el suplemento mineral*

Tiempo (meses)	Variable antropométrica			
	Peso	Estatura	Circunferencia de la cabeza	Circunferencia del brazo
2	20	-4	19	78
4	4	0	3	25
6	6	6	5	5
8	14	5	9	36
10	10	2	6	12
12	11	3	7	29

Nota. ¹ Aumento, en promedio, del suplemento altamente energético sobre el otro suplemento con valores negativos que denotan un cambio bajo en la alta energía comparado con el otro suplemento.

Cuadro 13*Aumento porcentual relativo¹ sobre la leche desnatada*

Tiempo (meses)	Variable antropométrica			
	Peso	Estatura	Circunferencia de la cabeza	Circunferencia del brazo
2	29	12	23	76
4	-4	8	15	36
6	3	9	6	20

Nota. ¹ Aumento, en promedio, del suplemento altamente energético sobre el otro suplemento con valores negativos que denotan un cambio pequeño en la alta energía comparado con el otro suplemento.

Cuadro 14*Aumento porcentual relativo¹ sobre la leche desnatada*

Tiempo (meses)	Variable antropométrica			
	Peso	Estatura	Circunferencia de la cabeza	Circunferencia del brazo
2	14	20	5	-18
4	-8	0	1	25
6	-3	3	2	18

Nota. ¹ aumento, en promedio, del suplemento mineral sobre el otro suplemento con valores negativos que denotan un cambio pequeño en el mineral comparado con el suplemento de leche desnatada.

En resumen, existe un efecto beneficioso extendido del suplemento E en los datos antropométricos evidentes durante el período de 12 meses del estudio. Este beneficio en general fue mayor para las mujeres y especialmente para los niños menores.

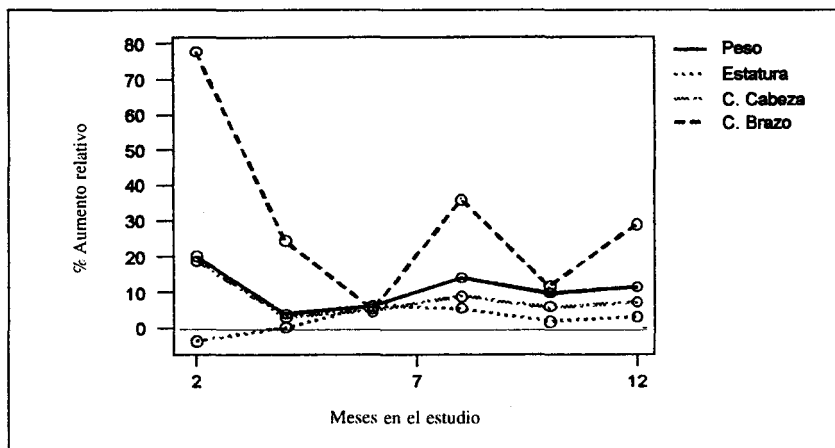


Figura 2. Comparación relativa de suplementos altamente energéticos y minerales.

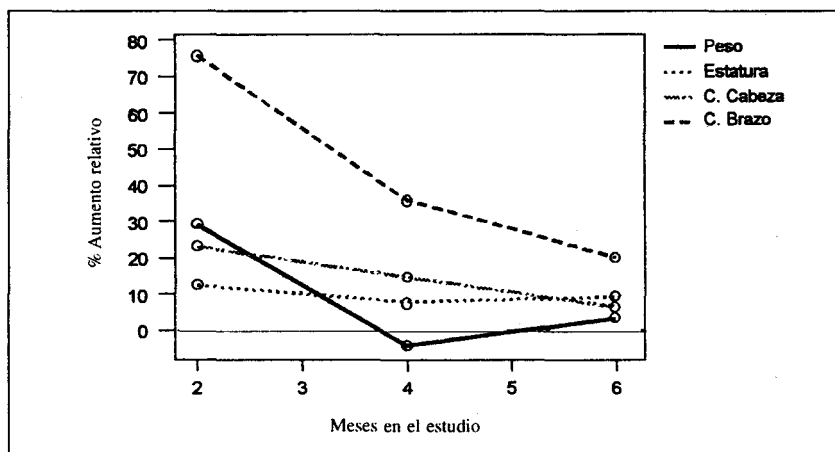


Figura 3. Comparación relativa de suplementos altamente energéticos y de leche denatada.

Desarrollo motor

Los hitos del desarrollo motor. La Figura 4 muestra la secuencia de los cambios motores en la cohorte menor desde caminar con ayuda hasta caminar y correr. Muchos niños caminaron inicialmente solo con ayuda. Cuando tuvieron 18 meses, el 100% del grupo E caminó sin ayuda y corrió en comparación con el 63% del grupo M y el 50% en el S. Un análisis de varianza no paramétrico mostró un efecto significativo ($P^2 = 11.39$; $gl = 2$, $p < .01$) de tratamiento a través de las evaluaciones. El mismo análisis, limitado a dos grupos en un tiempo, mostró una diferencia significativa entre E y M ($P^2 = 7.55$, $gl = 1$, $p < .05$) y entre E y S ($P^2 = 11.15$, $gl = 1$, $p < .01$), pero no así entre M y S.

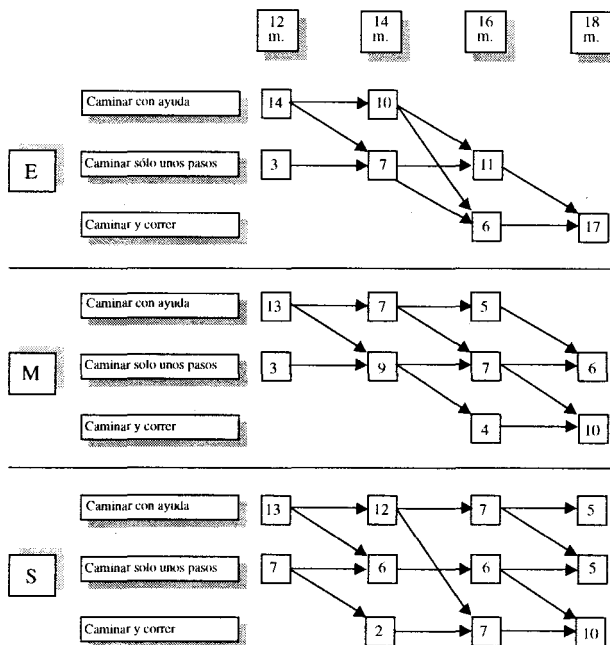


Figura 4. Cambios en el número de participantes, según etapa motora, edad y grupo de suplemento, en cohorte de 12 meses.

En la cohorte de 18 meses, muchos niños alcanzaron el techo de la escala de hitos motores a los 20 hasta los 22 meses. Este techo disminuyó la variabilidad en cada grupo y no hubo diferencias entre grupos como en los primeros seis meses.

Escala de Desarrollo Motor de Bayley (EDMOB). Con el propósito de juzgar los cambios en el desempeño en la EDMOB, el puntaje de cada individuo en cada evaluación fue dividido por su respectiva edad y esos puntajes fueron correlacionados con el tiempo de evaluación. En concordancia con la estandarización de la escala, el puntaje ajustado y la edad debían ser independientes entre sí. Sin embargo, esas dos variables correlacionaron negativamente, lo que sugiere que cuando los niños crecieron, su nivel de desempeño bajó, al compararlo con el grupo de referencia (Figura 5).

Los análisis de varianza de medidas repetidas mostraron efectos principales no significativos en el desempeño. Sin embargo, los análisis de contrastes en el momento de las evaluaciones mostraron que, en la cohorte menor, la magnitud del cambio en el puntaje de los 2 a los 18 meses fue significativamente mayor en el grupo E ($F(1, 48) = 6.01$, $p < .05$) y en el M ($F(1, 48) = 5.87$, $p < .05$), comparado con el S.

Actividad motora

En la cohorte menor, el análisis de varianza de medidas repetidas mostró un efecto principal de tratamiento significativo ($F(2, 48) = 4.8$, $p < .05$). Los grupos E y M incrementaron sus niveles de actividad (reflejados por sus puntajes AMT) más que los niños del grupo S ($p < .05$). En la comparación de los grupos E y S, se observó diferencias significativas en los cambios desde la línea base hasta cada una de las evaluaciones realizadas desde los 16 hasta los 24 meses. En la comparación de los grupos M y S, las diferencias en el tamaño de los cambios se volvieron significativas a los 18 meses y continuaron

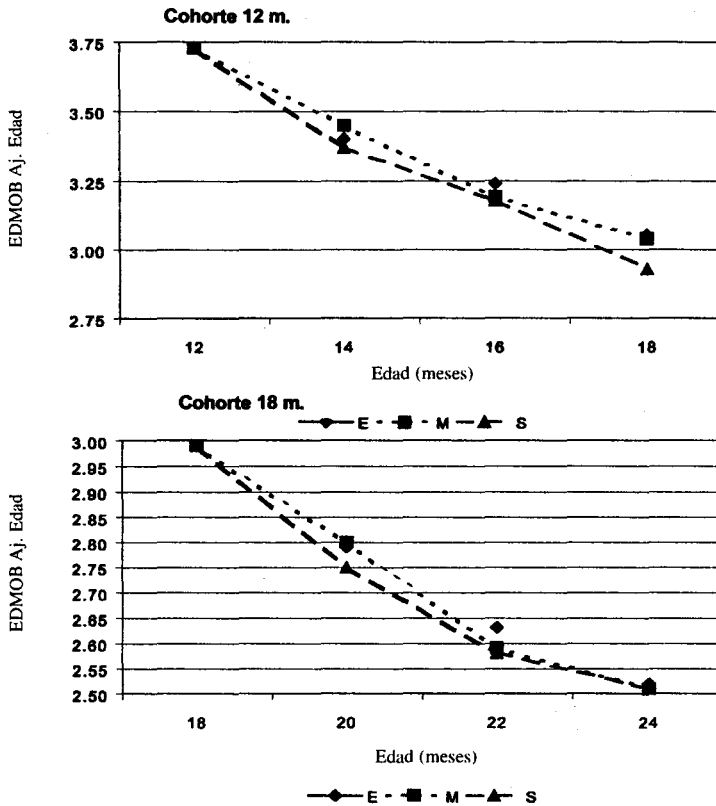


Figura 5. Promedios del puntaje de la Escala de Desarrollo Motor de Bayley ajustado a la edad, por edad y por cohorte.

hasta los 24 meses ($p < .05$). No se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos E y M en ningún momento.

Un análisis de la intensidad y duración de las actividades según el costo energético (Cuadros 15 y 16), muestra la naturaleza de los cambios en los primeros seis meses. Durante los primeros dos meses del experimento, el grupo E redujo el número ($F(1, 48) = 6.3$, $p < .05$) y la

duración ($F(1, 48) = 4.8, p < .05$) de actividades de bajo costo energético de manera más rápida que el S. Lo opuesto resultó cierto en los cambios en número y duración de actividades teniendo un costo energético alto. Consistentemente, esos cambios en cada una de las tres mediciones fueron mayores en el grupo E que en el S. En la cohorte mayor, el tratamiento no tuvo efectos significativos en la AMT.

Crecimiento y actividad combinados

Se analizó el crecimiento y la actividad de cada niño, ajustando toda su ingestión energética sin suplemento, es decir, la ingestión de alimento en el CCD, el hogar y por la leche materna. Cada crecimiento del niño (peso y estatura) y puntaje AMT fue corregido para esas fuentes diferentes de ingestión de energía sin suplemento. Cada cambio adicional en el crecimiento y/o en la AMT después de esta corrección, fue entonces comparado después de 2, 6 y 12 meses de brindar el suplemento.

Las pruebas chi-cuadrado (Cuadro 17) que comparan de manera separada las cantidades de niños sin o con algún beneficio para los tres suplementos, en cada momento, mostraron grandes beneficios del suplemento E para los indicadores de crecimiento (peso y estatura) en combinación con los puntajes AMT. Un análisis de varianza múltiple en cada tiempo, utilizando las diferencias de los tres indicadores (peso, estatura y cambios AMT corregidos para la ingestión sin suplemento) lo confirmó; los valores p fueron .001, .01 y .20 para los 2, 6 y 12 meses, respectivamente.

Cuadro 15

Resumen de resultados de mediciones repetidas de ANOVA para actividad motora de la cohorte de 12 meses

Parámetros	Actividades de bajo costo			Actividades de costo mediano			Actividades de alto costo		
	Duración	# de Act.	Intensidad	Duración	# de Act.	Intensidad	Duración	# de Act.	Intensidad
	F	F	F	F	F	F	F	F	F
A. Entre Participip									
1. LogAMTS	52.35 ^a	12.62 ^b	12.60 ^b	161.77 ^a	109.77 ^a	26.63 ^a	50.12 ^a	49.43 ^a	51.42 ^a
2. Sex	0.63	2.79	3.78 ^c	0.00	1.22	1.36	0.08	0.17	0.03
3. Suplemento	1.34	1.19	1.48	4.41 ^d	0.35	3.44 ^d	3.51 ^d	3.23 ^d	3.44 ^d
4. E vs M	0.78	0.29	1.62	2.01	0.70	1.08	0.85	0.60	0.67
5. E vs S	2.68	2.33	2.67	8.81 ^c	0.21	6.76 ^d	6.80 ^d	6.16 ^d	6.58 ^d
6. M vs S	0.49	0.75	0.08	2.17	0.17	2.22	2.55	2.58	2.69
B. Interior Participip									
1. Ti	3.12 ^d	12.79 ^a	12.67 ^a	90.69 ^a	23.96 ^a	1.77	14.03 ^a	1.02	0.51
2. TixLogAMTS	3.57 ^d	13.20 ^a	12.00 ^a	48.79 ^a	27.52 ^a	3.36 ^d	31.63 ^a	38.57 ^a	39.45 ^a
3. TixSexo	0.23	2.54 ^c	2.29 ^c	0.17	2.34 ^c	0.68	0.43	0.70	0.55
4. TixSuplem.	0.51	0.91	2.05 ^c	2.02 ^c	0.76	0.46	1.32	1.00	1.00
5. TixE vs M	0.39	0.79	1.16	1.10	1.41	0.25	0.72	0.36	0.48
6. TixE vs S	0.99	1.65	3.99 ^d	3.75 ^d	0.14	0.66	2.44 ^c	1.88	1.89
7. TixM vs S	0.14	0.20	0.84	1.11	0.77	0.44	0.70	0.65	0.53
C. Contrast Por Ti									
T1-T0: a. E vs M	1.88	2.28	0.02	2.16	0.42	0.18	0.93	0.54	0.73
b. E vs S	4.80 ^d	6.33 ^d	1.03	10.06 ^c	0.09	2.10	4.31 ^d	3.54 ^c	3.57 ^c
c. M vs S	0.55	0.62	0.68	2.62	0.14	0.98	1.07	1.13	0.90
T2-T0: a. E vs M	0.24	0.04	2.33	1.87	0.65	0.04	0.86	0.48	0.37
b. E vs S	0.90	0.00	4.30 ^d	4.11 ^d	0.01	1.27	4.77 ^d	3.50 ^c	3.99 ^c
c. M vs S	0.19	0.06	0.19	0.35	0.58	0.84	1.37	1.21	1.70
T3-T0: a. E vs M	0.17	0.00	1.49	0.32	2.98	3.15	0.00	0.02	0.00
b. E vs S	0.93	0.71	5.26 ^d	4.18 ^d	0.42	5.48	3.83	3.97	2.90
c. M vs S	0.28	0.66	0.93	2.07	1.31	0.22	3.61	3.17	2.66

Nota. Ti: tiempo. ^a $p = .0001$, ^b $p > .0001 - p = .001$, ^c $p > .001 - p = .01$, ^d $p > .01 - p = .05$, ^e $p > .05 - p = .10$

Periodo de los primeros seis meses.

Cuadro 16*Resumen de resultados de mediciones repetidas de ANOVA para actividad motora de la cohorte de 18 meses*

Parámetros		Actividades de bajo costo			Actividades de costo mediano			Actividades de alto costo		
		Duración	# de Act.	Intensidad	Duración	# de Act.	Intensidad	Duración	# de Act.	Intensidad
		F	F	F	F	F	F	F	F	F
A. Entre particip	1. Log AMTS	76.5 ^a	47.94 ^a	46.68 ^a	353.28 ^a	23.88 ^a	28.96 ^a	122.25 ^a	110.18 ^a	115.96 ^a
	2. Sexo	0.04	0.09	1.92	0.08	14.87 ^b	1.87	0.51	4.62 ^d	1.96
	3. Suplemento	0.14	2.16	6.71 ^c	1.33	1.93	5.97 ^c	0.69	0.84	1.28
	4. E vs M	0.17	3.30 ^c	1.17	2.65	3.87 ^c	5.68 ^d	1.22	1.68	2.55
	5. E vs S	0.25	3.14 ^c	12.86 ^b	0.83	0.88	11.26 ^c	0.84	0.37	0.79
	6. M vs S	0.01	0.00	6.28	0.47	1.02	1.09	0.03	0.47	0.48
B. Interior particip	1. Ti	19.53 ^a	43.27 ^a	7.13 ^b	91.04 ^a	27.39 ^a	12.29 ^a	63.99 ^a	13.73 ^a	2.58
	2. TixLog TMAS	20.44 ^a	42.35 ^a	2.94 ^d	84.79 ^a	27.72 ^a	5.51 ^c	73.70 ^a	85.07 ^a	98.12 ^a
	3. TixSex	0.11	0.13	0.70	0.28	5.13 ^c	1.37	0.21	1.54	1.10
	4. TixSuplement	0.17	1.42	1.41	1.02	1.63	3.01 ^c	0.92	1.11	0.90
	5. TixE vs M	0.24	2.69 ^c	0.22	1.64	3.15 ^d	2.63 ^c	1.45	1.33	0.99
	6. TixE vs S	0.07	1.02	2.64 ^c	0.21	1.19	5.40 ^c	0.13	0.16	0.22
	7. TixM vs S	0.19	0.49	1.41	1.19	0.53	1.06	1.17	1.77	1.45
C. Contrast por Ti	T1-T0: a. E vs M	0.51	0.33	0.45	4.94 ^d	6.79 ^d	1.61	1.72	1.60	1.28
	b. E vs S	0.11	0.04	6.73 ^d	0.46	2.68	7.06 ^d	0.18	0.01	0.00
	c. M vs S	0.14	0.60	3.7 ^c	2.26	0.89	2.06	0.80	1.40	1.17
	T2-T0: a. E vs M	0.00	6.11 ^d	0.49	0.16	0.88	2.54	0.11	0.10	0.89
	b. E vs S	0.08	3.12 ^c	5.58 ^d	1.04	0.54	2.15	2.00	2.89 ^c	8.46 ^c
	c. M vs S	0.12	0.43	2.76	0.39	0.04	0.01	1.19	2.07	4.18 ^d
	T3-T0: a. E vs M	0.05	2.30	0.74	0.37	2.21	6.47 ^d	0.00	0.59	6.15 ^d
	b. E vs S	0.24	1.81	5.35 ^d	0.09	0.34	13.64 ^b	0.70	0.39	8.37 ^c
	c. M vs S	0.07	0.02	2.12	0.09	0.79	1.50	0.75	0.02	0.23

Nota. Ti: tiempo. ^a $p = .0001$, ^b $p > .0001$ - $p = .001$, ^c $p > .001$ - $p = .01$, ^d $p > .01$ - $p = .05$, ^e $p > .05$ - $p = .10$.
 Periodo de los primeros seis meses.

Cuadro 17*Niños con beneficio adicional en crecimiento y actividad*

Tiempo (meses)	Peso y AMT				Estatura y AMT			
	E (38)	M (37)	S (40)	<i>p</i>	E (38)	M (37)	S (40)	<i>p</i>
2	14	7	8	.13	14	10	7	.16
6	15	7	8	.07	17	6	9	.01
12	10	9	—	.84	10	9	—	.84

Nota. AMT: actividad motora total. Entre paréntesis el tamaño del grupo muestral. E: energía y micronutrientes. M: micronutrientes y leche desnatada. S: leche desnatada.

Desarrollo mental

Escala del Desarrollo Mental de Bayley (EDMEB). El desempeño del grupo S en la EDMEB fue utilizado como una referencia para evaluar el efecto de los suplementos E y M. En la cohorte menor, los puntajes EDMEB ajustados a la edad de los tres grupos disminuyeron (Figura 6). Los análisis de medidas repetidas mostraron que todos los grupos tenían puntajes promedios similares hasta los 16 meses de edad. A los 18 meses el puntaje del grupo E indicaba que el declive en el puntaje de E era significativamente menor que el declive en el S ($F(1, 48) = 4.58, p < .05$). Esta diferencia entre grupos fue equivalente a cuatro puntos de la Escala de Bayley. Ninguno de los contrastes que incluían al grupo M fue significativo. El coeficiente de regresión de las diferencias de los puntajes observados y de los puntajes esperados desde los 12 hasta los 24 meses, mostró una ventaja significativa del grupo E sobre el S, en todas las observaciones ($b = 0.088, p < .05$).

En la cohorte mayor los puntajes EDMEB mostraron la misma tendencia a disminuir que la cohorte menor, pero la ecuación de regresión de las diferencias de los puntajes observados y esperados no evidenciaron diferencias entre E y S.

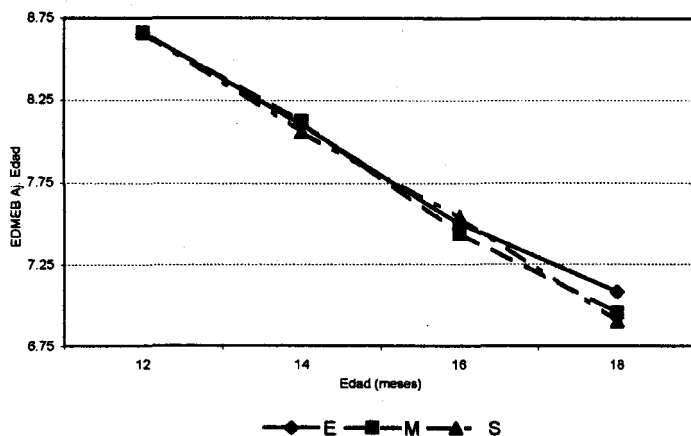


Figura 6. Promedios del puntaje de la Escala de Desarrollo Mental de Bayley ajustado a la edad, en la cohorte de 12 meses.

El incremento en el tamaño de la muestra, resultado de una combinación de ambas cohortes, marcó una diferencia en los hallazgos. En particular, se observó que, en comparación con el grupo M, el grupo E se desempeñó mejor a través de las evaluaciones ($F(1, 107) = 3.46, p = .065$) y presentó amplios cambios desde la línea base hasta la sexta evaluación ($F(1, 107) = 5.26, p < .05$). Sin embargo, no se dio la diferencia observada previamente entre el grupo M y el S en la cohorte de 12.

Concepto de objeto. En la cohorte menor ninguna de las diferencias entre grupos fue significativa en ninguna de las primeras tres evaluaciones. A los 18 meses, el grupo E se desempeñó mejor que el S ($F(1, 48) = 5.77, p < .01$) y que el M ($F(1, 48) = 7.5, p < .05$). En la cohorte mayor, ninguna de las intervenciones nutricionales generó una diferencia en el desempeño en la prueba de Concepto de Objeto. Con las cohortes juntas, se dio un efecto de suplemento principal durante las evaluaciones, y la diferencia entre los grupos E y S fue estadísticamente significativa ($p < .05$).

Observaciones de conducta bajo condiciones naturales. Para reducir la amplia información de observaciones, se utilizó la estabilidad como criterio para inclusión de una variable: dos o más observaciones contiguas (con dos meses de diferencia) en la misma variable tenía que tener un coeficiente de correlación de Pearson con $p < .05$. Las siguientes variables se incluyeron para ambas cohortes: vocalización, manipulación de objeto, sonrisa social, alteración, juego social, lactancia y ser cargado por un cuidador. Gesticulación social y disposición afectiva también se incluyeron en la cohorte mayor. Todas las variables relacionadas a *moverse hacia* o *mirar a* fueron excluidas. Bajo la etiqueta *conducta cognitivo-social* se incluyó las vocalizaciones, el juego social y la manipulación de objetos. Alteración, sonrisa social, gesticulación social, disposición afectiva y ser cargado por un cuidador fueron clasificadas como variables de *regulación emocional*.

A continuación se analizará, en la *cohorte de 12 meses*, la conducta cognitivo-social y la regulación emocional. En el primer caso, los suplementos tuvieron un efecto en vocalizaciones. Con el tiempo, los niños de los grupos E ($F(2, 48) = 4.34, p < .05$) vocalizaron más que los de S. Los cambios en vocalizaciones desde los 12 hasta los 14 meses ($F(1, 48) = 6.9, p < .05$) fueron mayores en el grupo E que en el S. Asimismo, se dio una diferencia a través de todas las evaluaciones en relación al período de tiempo de juego: el grupo E jugó más tiempo ($F(1, 48) = 4.3, p < .05$) que el S. Además, el cambio en la duración del juego desde los 12 hasta los 18 meses fue mayor en el grupo E que en el S ($F(1, 48) = 3.7, p = .05$). Por ultimo, el aumento en la manipulación de objetos fue mucho más alto de los 12 a los 16 meses en el grupo E que en el grupo S ($F(1, 48) = 7.5; p < .05$).

En cuanto a la *regulación emocional*, la disminución en la duración del llanto estuvo más marcada en el grupo E que en el S. La diferencia en los cambios desde los 12 hasta los 14 meses fue significativa ($F(2, 48) = 5.9, p = .01$), pero a través de todas las evaluaciones, la diferencia no alcanzó significancia en el nivel .05 ($F(2, 48) = 3.6, p = .06$). Ninguna de las comparaciones que implicaron al grupo M fue estadísticamente

significativa. No hubo diferencias entre grupos, ni en la sonrisa social ni en el período de tiempo en el que el niño es cargado.

A continuación se analizará, en la *cohorte de 18 meses*, la conducta cognitivo-social y la regulación emocional. En el primer caso, los niños de S no expandieron sus vocalizaciones tanto como los de E. Desde los 18 hasta los 22 meses, el incremento en las vocalizaciones de los niños de E fue significativamente mayor que los cambios en S ($F(1, 57) = 6.46, p = .01$). En las evaluaciones, sin embargo, la diferencia entre E y S no alcanzó significancia estadística en el nivel .05 ($F(2, 68) = 2.6, p = .10$).

El suplemento también generó un efecto principal aumentando la duración del juego social ($F(2,56) = 6.18, p < .05$). A través de las evaluaciones las diferencias entre E y S ($F(1,57) = 4.78$) y entre M y S ($F(1,57) = 12.16$) fueron estadísticamente significativas. La diferencia entre el grupo E y S de los 18 a los 20 meses ($F(1,57) = 5.76$) y de los 18 a los 22 meses ($F(1,57) = 5.28$) fue estadísticamente significativa ($p < .05$). Esta ventaja del grupo M sobre el S fue también observada en los cambios desde los 18 hasta los 22 meses ($F(1, 58) = 5.28, p < .05$).

En cuanto a la *regulación emocional*, los niños que recibieron E y M tendieron a alterarse menos que aquellos del grupo S. Sin embargo, ninguno de los análisis de contraste mostró diferencias significativas entre grupos.

A continuación se analizará, en las *cohortes combinadas*, la conducta cognitivo-social y la regulación emocional. En el primer caso, las diferencias entre grupos en las vocalizaciones fueron estadísticamente significativas sólo entre los grupos E y S, y en los cambios de la línea base comparados con la segunda evaluación ($F(1,107) = 5.13, p < .05$). No hubo diferencias entre grupos en el juego social ni en la manipulación de objetos. Y en cuanto a la *regulación emocional*, los niños de E redujeron su tiempo de alteración más rápidamente que los niños de S ($F(1, 107) = 4.9, p < .01$).

Ajuste entre el modelo y los datos: relaciones entre variables

Prueba del Modelo Simplificado con Datos de la Línea Base (de corte transversal). El Cuadro 18 presenta las medias y DE de todas las medidas utilizadas para probar el modelo y las correlaciones bivariadas entre las mediciones. Las Figuras 7 y 8 resumen los resultados de la variable manifiesta, los análisis de ecuación estructural con el programa EQS de Bentler y una estimación máxima verosimilitud para las dos cohortes. Los análisis de bondad de ajuste indicaron que el modelo se ajusta a los datos de la cohorte mayor ($X^2(8, N = 48) = 8.178$, $p = .41$, $IBBAN^9 = 0.92$, $IBBANN^{10} = 0.99$, $IAC^{11} = 1.0$), pero no de la cohorte menor. No hubo mucha diferencia, cuando se utilizó estatura por edad o peso por edad, como un indicador de nivel nutricional.

Los coeficientes estructurales que indicaron qué vías entre constructos coincidieron con las predicciones y cuáles no, fueron similares en ambas cohortes. En ambas, las variables NSE o recursos familiares predijeron significativamente la estatura. Ésta tuvo una relación directa significativa con el desarrollo motor, pero no estuvo directamente relacionada con actividad motora o alteración emocional. El desarrollo motor tuvo una fuerte asociación con el nivel de actividad física y el tiempo de agitación predijo el período de tiempo en el que el niño fue cargado. En la cohorte mayor, los niños agitados pasaron menos tiempo manipulando objetos. En el grupo menor se encontró dos relaciones entre variables que fueron contrarias a las predicciones: (a) los niños con un mayor puntaje de desarrollo motor fueron cargados más veces y (b) los niños más activos pasaron menos tiempo manipulando objetos.

9. *IBBAN*: Índice Bentler-Bonett de Ajuste Normado (Bentler-Bonett's Normed Fit Index).

10. *IBBANN*: Índice Bentler-Bonett de Ajuste No Normado (Bentler-Bonett's Non-Normed Fit Index).

11. *IAC*: Índice Bentler-Bonett de Ajuste Comparativo (Bentler-Bonett's Comparative Fit Index).

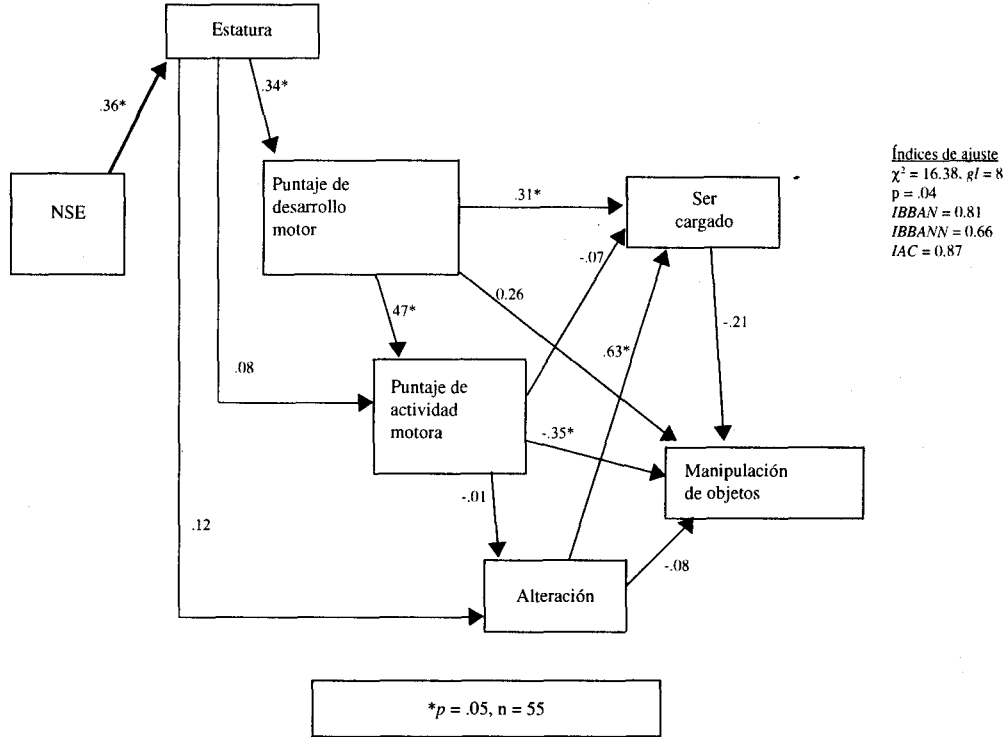


Figura 7. Estimación de probabilidad estandarizada del modelo, para 12 meses de edad. IBBAN: Índice de ajuste normado. IBBANN: Índice de ajuste no-normado. IAC: Índice de ajuste comparativo.

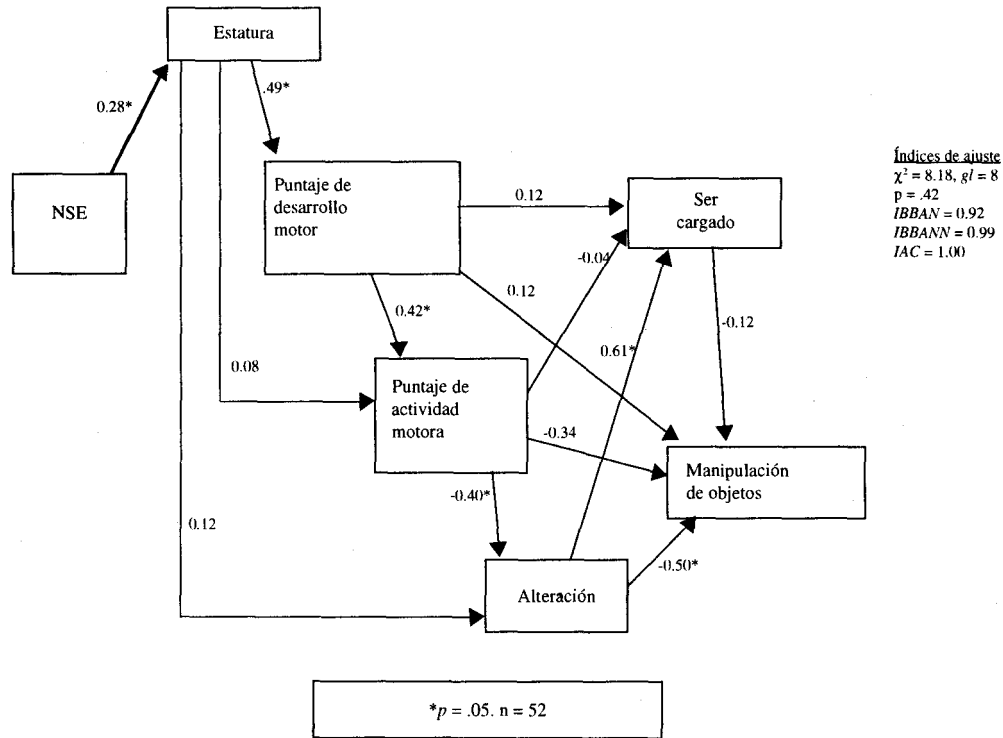


Figura 8. Estimación de probabilidad estandarizada del modelo para 18 meses de edad. IBBAN: Índice de ajuste normado. IBBANN: Índice de ajuste no-normado. IAC: Índice de ajuste comparativo.

Prueba del modelo con los datos longitudinales. Debido a que la impresión de los análisis previos fue que el suplemento E tenía mayor efecto en las siete variables dependientes, en comparación con M, la ingestión energética promedio durante los primeros seis meses de la intervención fue considerada variable independiente.

Originalmente se postuló que los cambios en el crecimiento físico y en el desarrollo motor precederían cambios en la actividad motora. Debido a que el efecto del suplemento E sobre la actividad motora fue observado dos meses después de la línea base -cuatro meses antes que los efectos en el crecimiento lineal y en el desarrollo motor alcancen por primera vez significancia estadística- el nuevo diagrama de vías situó la actividad motora antes del crecimiento físico y del desarrollo motor.

Con el propósito de reducir su número, los datos antropométricos se sometieron a un análisis de factores para generar puntajes de factor que representen los cambios en el tejido adiposo y otro factor al crecimiento lineal. Debido a que el efecto del suplemento E sobre el peso por edad y los pliegues subcutáneos (factor adiposo) fue observado después de dos meses de brindar el suplemento, mientras que el efecto sobre la estatura por edad (crecimiento lineal) obtuvo significancia después de seis meses, el factor adiposo se convirtió en el indicador nutricional primario en el análisis del modelo.

Los puntajes de EDMEB y de la prueba Concepto de Objeto discriminaron entre los tres grupos. El primero fue indicador de desarrollo intelectual, porque sus puntajes se amoldaban a una escala de intervalo y por lo general están distribuidos normalmente.

Las expectativas en relación a la influencia de la actividad motora sobre la conducta exploratoria cambiaron. En primer lugar se propuso una asociación positiva entre esas dos variables, pero los resultados de la prueba preliminar mostraron que era negativa.

El chi-cuadrado y los otros tres índices de bondades de ajuste mostraron que en el primer análisis longitudinal, el modelo teórico original no se ajustaba a los datos de ambas cohortes (Pollitt, Jahari y Walka, 2000). Esta conclusión fue cierta cuando el cambio en el factor adiposo fue calculado a los dos y cuatro meses del inicio de la intervención. Sin embargo, aunque juntas no lograron alcanzar la bondad de ajuste, muchas de las vías manifiestas concordaron con las predicciones teóricas planteadas.

Originalmente, el modelo propuesto predecía relaciones indirectas, entre la primera serie de variables dependientes (v.g. actividad motora, tejido adiposo, desarrollo motor y alteración) y el desarrollo mental. Las únicas dos variables hipotetizadas como relacionadas directamente al puntaje EDMEB fueron ser cargado y manipular objetos; sin embargo, el modelo propuesto no se ajustó a los datos. Entonces se agregaron dos nuevas vías. La primera desde el desarrollo motor hasta desarrollo mental, coincidió conceptualmente con el modelo original y con los resultados de un análisis longitudinal de Guatemala (Pollitt y Gorman, 1990). La segunda, desde la actividad motora hacia el desarrollo mental, basada en la propuesta original, fue excluida debido a relaciones pobres encontradas entre actividad motora y manipulación de objetos. La bondad de ajuste fue probada nuevamente para cada cohorte y para ambas cohortes combinadas.

El modelo adaptado se ajustó a los datos. En cada caso los coeficientes estructurales desde las pruebas de desarrollo motoras a las mentales fueron moderadamente fuertes y estadísticamente significativos (Figuras 9, 10 y 11). Sin embargo, los otros coeficientes del modelo no cambiaron del original al ajustado. Algunas excepciones fueron los pequeños incrementos observados en las vías desde ser cargado y manipular objetos hacia el desarrollo mental. La siguiente presentación se restringe a los modelos ajustados para cada una de las dos cohortes y para las dos cohortes combinadas.

En la *cohorte de doce meses*, el modelo se ajustó a los datos como se demostró a través de la prueba chi-cuadrado y de los otros indicadores de bondad de ajuste ($X^2(5, N = 53) = 4.63, p < .46$, $IBBAN = 0.93$, $IBBANN = 1.05$, $IAC = 1.0$). Las direcciones de las vías manifiestas concordaron de manera moderada con las predicciones teóricas del estudio. El mayor coeficiente estructural para la ingestión energética fue .34 ($p < .05$) para la vía de ingestión energética hacia actividad motora. A su vez, a mayor actividad motora de los niños, mayor probabilidad de ser cargados ($b = 0.20$), tendrán un avanzado desarrollo motor ($b = 0.40, p < .01$) y un mayor cociente de desarrollo mental ($b = 0.34, p < .05$). Las relaciones entre la ingestión energética y el factor adiposo, el desarrollo motor y la alteración fueron débiles. La vía actividad-desarrollo mental fue excluida del modelo basado en los resultados de la prueba preliminar (Walka y Pollitt, 2000). La adiposidad y el desarrollo motor también mantuvieron relaciones débiles con las variables residuales. En particular, el coeficiente estructural de la nueva vía de motor a mental fue .17. La alteración no dependió de la variable de ingestión, pero los niños que se alteraron más tuvieron mayor probabilidad de ser cargados ($b = 0.43, p < .01$) y tuvieron menos probabilidad de manipular objetos ($b = -0.25, p < .05$). Ser cargado correlacionó negativamente ($b = -0.29, p < .05$) con manipular objetos y ambos estuvieron asociados de manera débil con el resultado de desarrollo mental. El R^2 de esta última variable dependiente fue .23 (Figura 9).

En la *cohorte de 18 meses*, el modelo se ajustó a los datos ($X^2(5, N = 42) = 7.13, p = .3$, $IBBAN = 0.90$, $IBBANN = 0.88$, $IAC = 0.98$). Las relaciones entre la ingestión de energía y las cuatro variables dependientes inmediatas fueron débiles. Los niños que fueron más activos tuvieron menos probabilidad de ser cargados ($b = -0.22$) y menos probabilidad de manipular objetos ($b = -0.23, p < .05$). Se aprecia que la relación desde actividad hacia ser cargado fue negativa para la cohorte menor y positiva para la mayor. La actividad fue independiente de la adiposidad, el desarrollo motor y la conducta de

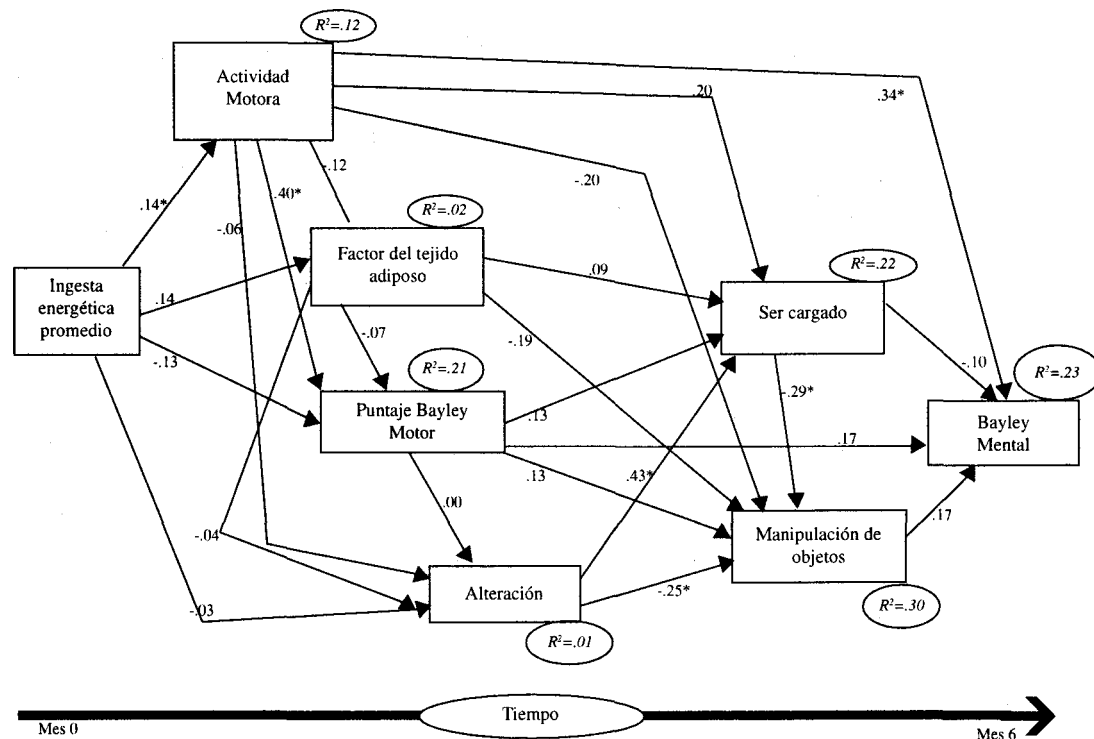


Figura 9. Diagrama de vías del modelo de la cohorte de 12 meses que recibió los suplementos energía y micronutriente, micronutrientes y leche desnatada, y leche desnatada ($\chi^2 = 4.63$; IBBIAN = 0.93; IBBIANN=1.05; IAC=1.00).

alteración. El factor adiposo también fue independiente del desarrollo motor y de la alteración. El desarrollo motor correlacionó de manera negativa con ser cargado ($b = -0.30, p < .05$), pero positivamente con desarrollo mental ($b = 0.57, p < .01$). Asimismo, los niños que lloraron frecuentemente tuvieron más probabilidad de ser cargados y menos, de manipular objetos ($b = -0.36, p < .05$). Ser cargado no conducía a manipular objetos ($b = -0.35, p < .05$); y aquéllos que manipularon objetos mostraron mayor probabilidad de desempeñarse mejor en una prueba de desarrollo mental ($b = 0.23, p < .05$). La varianza total para el desarrollo mental fue 36% (Figura 10).

En las *cohortes combinadas*, como se esperaba por los análisis previos, el modelo se ajustó a los datos ($X^2 (5, N = 75) = 4.96, p < .42$, $IBBAN = 0.95$, $IBBANN = 1.00$, $IAC = 1.00$). Nuevamente, las relaciones entre la ingestión de energía y las cuatro variables dependientes inmediatas llegaron a lo más a ser modestas (desde .16 para actividad hasta -.03 para alteración). La relación que va de actividad hasta ser cargado es cercana a cero. Esas relaciones bivariadas siguieron diferentes direcciones, cuando los análisis focalizaron en cada cohorte por separado, lo que sugiere que la edad tuvo un rol moderador importante. Actividad no correlacionó con manipular objetos o con desarrollo mental. La adiposidad operó independientemente de cualquier otra variable. Por otro lado, los niños con desarrollo motor más rápido mostraron menos probabilidad de ser cargados ($b = -0.19, p < .05$) y tuvieron un desempeño más alto en la prueba mental ($b = 0.44, p < .05$); sin embargo, presentaron una relación cercana a cero con la manipulación de objetos. Mientras que ser cargado no generó efectos, manipular objetos se asoció con un mejor desempeño en la prueba mental ($b = 0.19, p < .05$). En este modelo de evaluación estructural (MEE), el modelo explicó el 24% de la varianza total de desarrollo mental (Figura 11).

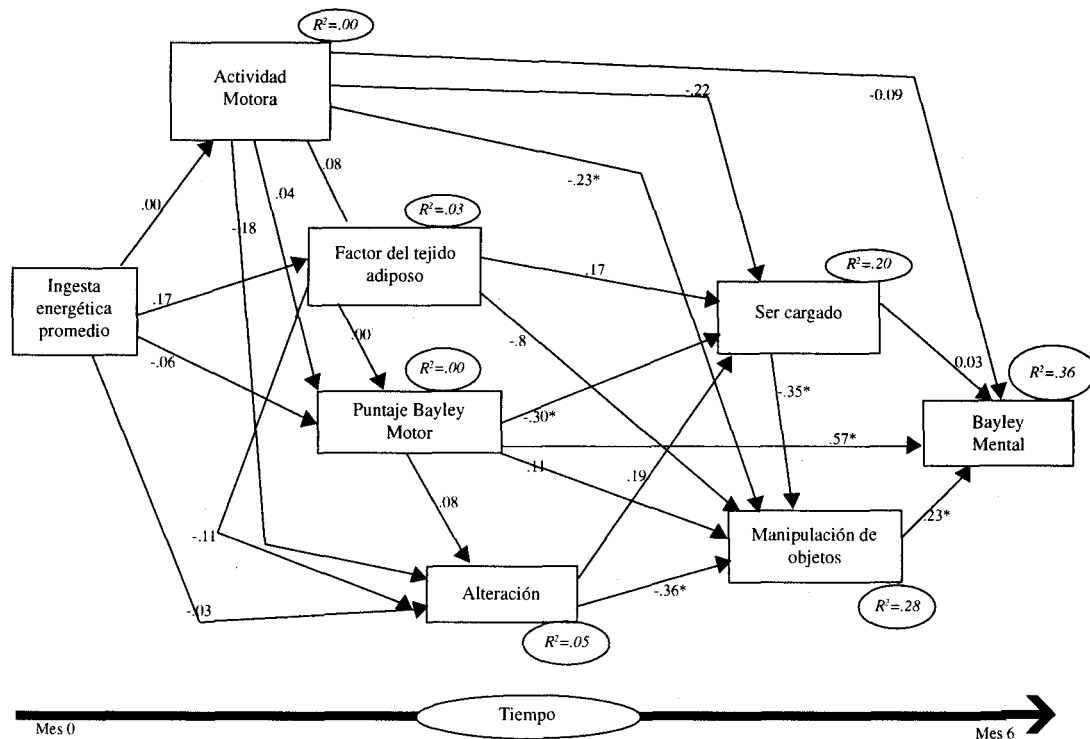


Figura 10. Diagrama de vías del modelo de la cohorte de 18 meses que recibió los suplementos energía y micronutriente, micronutrientes y leche desnatada, y leche desnatada ($\chi^2 = 7.13$; IBBIAN = 0.90; IBBIANN=0.88; IAC=0.98).

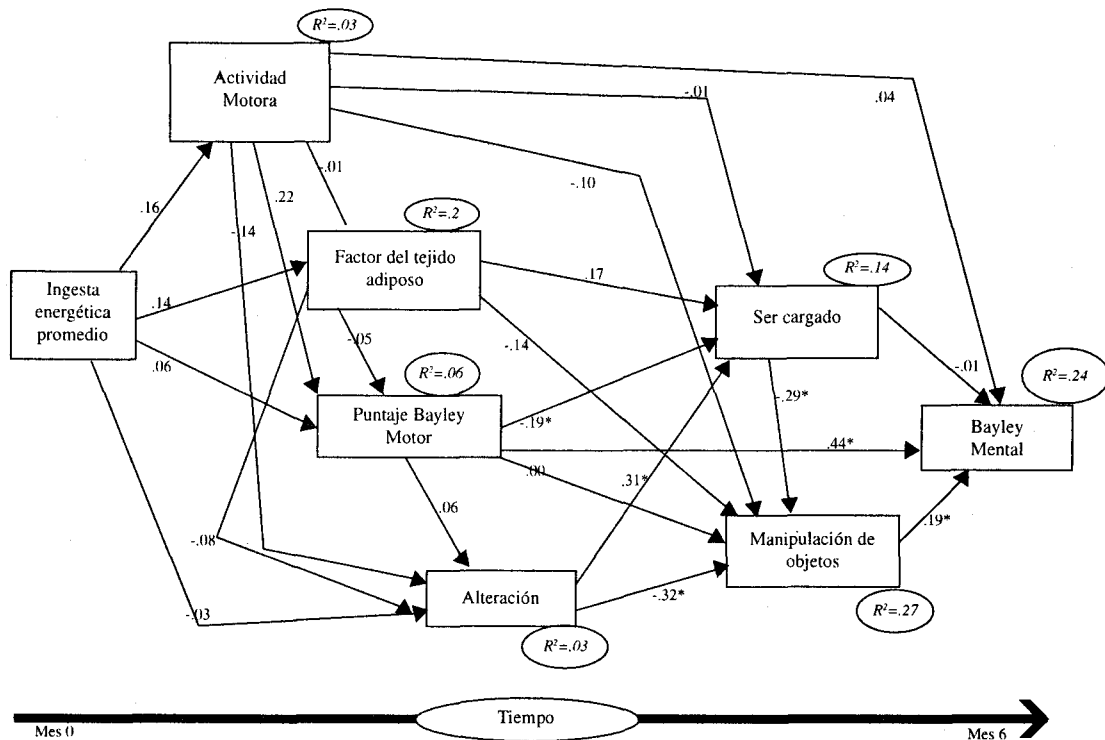


Figura 11. Diagrama de vías del modelo ajustado de las cohortes combinadas que recibieron los suplementos energía con micronutrientes y leche desnatada ($\chi^2=4.96$; IBBIAN=0.95; IBBIAN=1.00; IAC=1.00).

Discusión

Limitaciones del diseño

Se utilizó un diseño no balanceado. Éste debió haber incluido un grupo que recibiera el suplemento energético sin el micronutriente. Sin embargo, la investigación previa mostró que los niños en Pangalengan estaban en riesgo de deficiencia de hierro, que es un conocido factor de riesgo del desarrollo (Soewondo, Husaini y Pollitt, 1989). La deficiencia de hierro concurrente pudo haber ocultado o bloqueado los efectos de un suplemento energético aún si hubiese existido un déficit energético (Pollitt, 1995). Asimismo, no hubiera sido ético brindar sólo a un grupo un suplemento energético.

Por otro lado, el tamaño pequeño de la muestra aumenta la probabilidad de que la variación aleatoria al interior del grupo esconda la presencia de diferencias entre grupos inducidas por suplemento energético y micronutriente (error tipo II). Se dieron dos motivos para trabajar con esas muestras. El objetivo fue realizar mediciones repetidas en intervalos relativamente pequeños en áreas del desarrollo que requerían metodologías intensas (v.g. la evaluación de la conducta en condiciones naturales). Los pequeños períodos entre mediciones en la misma área permitirían apreciar los cambios de conducta sutiles, así como en la frecuencia de llanto y cambios grandes ocurridos dentro de pequeños períodos de tiempo, como caminar con y sin ayuda. Una segunda ventaja de medidas repetidas fue la reducida varianza de error intra-individual. Esto redujo el tamaño de muestra necesario para evaluar las hipótesis considerando la multiplicidad de los efectos de desarrollo interrelacionados debidos a la malnutrición.

Una tercera limitación fue no mantener una intervención *doble ciego*. Aunque se intentó hacerlo al inicio, no se logró eliminar las diferencias entre los suplementos energéticos altos y bajos. Ésta no fue considerada como una amenaza fuerte a la validez interna, porque los efectos insidiosos de las variables de confusión han sido encontrados

primariamente sólo en los efectos directos. El equipo de investigación no estuvo consciente de los apuntalamientos teóricos del estudio, entonces, las variables de confusión asociadas con las intervenciones no debieron haber afectado las interrelaciones postuladas entre variables heterogéneas.

Finalmente, la manera de evaluar el desarrollo cognitivo ha presentado serios defectos (Colombo, 1997; McCall y Mash, 1997). Se eligieron cuatro métodos: la EDMEB, una prueba de Concepto de Objeto, una prueba de Respuesta a la Novedad (Fagan y Detterman, 1992) y observaciones de conducta en condiciones naturales. La prueba de Respuesta a la Novedad no discriminó entre grupos y por eso no se discute en este trabajo. La prueba de Concepto de Objeto y las observaciones en condiciones naturales presentaron puntajes no paramétricos, no acondicionados para calcular diferencias entre grupos de los cambios en el tiempo al interior del grupo. La EDMEB, que fue elegida como indicador de desarrollo mental –ya que sus puntajes se ajustaban a una escala de intervalo y se distribuyen normalmente- no evalúa sólo una habilidad mental, más bien mide un conjunto de habilidades que varían en períodos de desarrollo diferentes. Algunas de ellas reflejan la habilidad intelectual.

Efecto del suplemento E sobre la ingesta energética

A través de metodología con isótopos Davies, Wells, Hinds, Day y Laidlaw (1997) estimaron el gasto energético diario total de niños saludables de un año en 77.1 (± 13.5) kcal/kg/día para niños y 77.6 (± 15.2) kcal/kg/día para niñas. Después de un año, esos requerimientos disminuyen lentamente. Los datos de la ingesta energética *total* obtenida en este estudio son bajos en su mayoría, pero no incluyen energía de la leche materna. El argumento de que los niños que participaron en este estudio tuvieron deficiencias energéticas, se basa primariamente en los criterios de admisión antropométricos y, retrospectivamente, en que por lo menos los niños menores se beneficiaron más del suplemento E que de los suplementos M y S.

La ingestión de los suplementos no interfirió con la ingestión habitual de otras fuentes; entonces, la energía extra aportada por el suplemento E ascendió a casi 200 kcal por 6 días a la semana en 52 semanas, es decir, un total de 62,400 kcal.

Otra manera para estimar la energía extra aportada por el suplemento E es calcular la suma de las diferencias de la ingestión energética total entre los grupos E y M, al asumir que el grupo E ha recibido esta energía extra 26 días al mes. De acuerdo a esto, en la cohorte de 12 meses, los niños recibieron 83,980 kcal y las niñas, 90,740 kcal; y en la de 18 meses, los niños recibieron 73,268 kcal y las niñas, 75,504 kcal.

Los grupos E consumieron más que los otros grupos y mostraron una mayor ingestión energética en todos los períodos. Un hallazgo inesperado es que la total ingestión energética del grupo E fue mayor que lo que se esperaba del grupo M con el suplemento energético. El grupo E consumió, no solamente la dieta normal con el suplemento completo, sino también algo adicional; esto sugiere que el suplemento energético ha actuado como un estimulante dietético, hallazgo de importancia clínica.

Crecimiento

En la sección anterior se ha concluido que, durante los 12 meses de estudio, el grupo E recibió por lo menos 62,400 kcal de energía extra, y es interés del estudio estimar cuánto de esta energía extra fue utilizada por el grupo E para el crecimiento, es decir, el gasto de tejido extra, comparado con el grupo M.

El costo energético de depositar 1 Kg de tejido graso es de aproximadamente 10,000 kcal (7,000 kcal del tejido adiposo y 3,000 kcal de la conversión de la energía alimenticia en grasa). Es improbable que todo el peso ganado en el grupo E haya sido tejido adiposo. La deposición de una mezcla de grasa y tejido magro requiere

menos energía, lo que lleva a concluir que el grupo E utilizó sólo una pequeña cantidad (menos del 5%) de la energía extra consumida para crecer en términos del peso ganado.

El peso adicional ganado en el grupo E durante los 12 meses del estudio fue muy pequeño; sin embargo, es similar al encontrado después de un año de intervención en niños de la misma edad en estudios de naturaleza comparable en Guatemala (Habicht y Martorell, 1992) y en Bogotá (Mora, Herrera, Suescun, de Navarro y Wagner, 1981). Argumentar que los niños consumieron solamente parte del suplemento y que esto reemplazó en parte su dieta habitual, no se aplica a este estudio. Más bien, la actividad física debe haberse incrementado, lo que pudo haber causado el consumo de la cantidad de energía en exceso.

Al hacer el análisis se debe estar consciente de su capacidad para detectar efectos moderados y que al juntar las 4 combinaciones sexo-cohorte, estos efectos pueden ser diferentes dentro de las variables sexo y/o cohorte. Por ejemplo, al considerar los cambios de peso a los dos meses, los beneficios promedio de la muestra no corregida del suplemento E sobre el S son de 0.11 y de 0.20 Kg para niños y niñas en la cohorte de 12 meses, pero solamente 0.02 y 0.15 Kg para niños y niñas en la cohorte mayor. En general, la cohorte menor y las niñas se han beneficiado más.

Desarrollo motor y actividad motora

La alimentación suplementaria ha tenido un efecto en dos medidas distintas de desarrollo motor (hitos motores y EDMOB) en la cohorte menor. La afirmación sobre que la alimentación suplementaria temprana de los niños en riesgo de malnutrición consistente ha tenido efectos favorables en los puntajes EDMOB, ha sido sustentada anteriormente (Pollitt y Oh, 1994). Un detalle que no concuerda totalmente con hallazgos anteriores es que en este estudio los efectos parecen

ser atenuados al aumentar la edad: en la cohorte menor, los efectos se restringen a los primeros seis meses de la intervención y no hay efectos en la cohorte mayor.

Una contribución importante del estudio es que la alimentación suplementaria en la cohorte menor condujo a una adquisición rápida de habilidades locomotoras. Esto es importante porque la locomoción juega un rol crítico en el desarrollo de la percepción visual y en la regulación emocional (Adolph, Eppler y Gibson, 1993; Berthenthal, Campos y Barrett, 1984). En la cohorte mayor, no se ha observado esto porque los niños alcanzaron el techo de la escala a los 20-22 meses de edad.

La actividad motora y el desarrollo motor son las únicas áreas en las cuales el desempeño del grupo M fue más cercano al del E que al del S, lo que sugiere que el micronutriente hizo una contribución importante. Esto debe ser en parte debido a que los niños con ADH, tanto en el grupo E como en el M se beneficiaron con el suplemento de hierro, que tuvo un efecto positivo en su nivel de actividad y, debido a que los efectos motores inducidos por el suplemento no fueron simultáneos. En la cohorte menor, el suplemento E produjo efectos estadísticamente significativos sobre los niveles de actividad física después de dos meses, mientras que solamente seis meses después del inicio, aceleró la adquisición de las destrezas motoras y mejoró el desempeño en la EDMOB. Esto ilustra que los niños pequeños no necesitan adquirir nuevas habilidades motoras para incrementar su nivel de actividad. Entonces, los niveles de actividad pueden incrementarse al aumentar la intensidad y al sustituir las actividades de costo energético alto por actividades con un costo energético menor.

Crecimiento y actividad combinados

Casi tendieron a ser los mismos niños, quienes exhibieron un *desarrollo pobre*, tanto en crecimiento como en actividad, en los tres momentos. No hubo una evidencia consistente a lo largo del estudio,

en relación a que estos niños, particularmente los del suplemento E, no recibieran su suplemento por enfermedad o ausencia. Otros factores deben estar jugando un rol en su falta de desarrollo. No es probable que el nivel del suplemento E haya sido insuficiente: un suplemento 250 kcal tomados casi diariamente durante 12 meses por niños, cuya ingestión sin suplemento era de aproximadamente 1000 kcal/día, debería estar cerca del máximo tolerable.

Los cambios en la actividad fueron mayores que los del crecimiento, pero se debe notar que el *nivel natural* de cambio (utilizando el promedio del grupo S) fue mayor para la AMT (25% en 6 m.) que para el peso (13% en 6 m.) y estatura (6% en 6 m.). Entonces cualquier efecto suplementario en la actividad se manifestará rápidamente, mientras en el crecimiento se dará un incremento acumulativo más gradual.

Desarrollo mental

El decremento de los puntajes de la EDMEB ajustados a la edad en este estudio, se ha observado en otras poblaciones desnutridas y en desventaja social. Cuando uno de estos niños crece, la discrepancia entre su desempeño en una prueba mental y el promedio del grupo de referencia aumenta (Saco-Pollitt, Pollitt y Greenfield, 1985). Esto se interpreta como un déficit acumulativo asociado a una exposición continua a un ambiente que no satisface necesidades de desarrollo básicas y que brinda pocas oportunidades de aprendizaje para actualizar el potencial. Las necesidades nutricionales no fueron satisfechas totalmente. Debido a esto se ha concluido que esta limitación fisiológica fue uno de los factores que acrecentó las probabilidades de seguir una trayectoria evolutiva con características de desviación incrementada.

La manifestación tardía de los efectos del suplemento E sobre los puntajes EDMEB, puede ser debido a la pobre estabilidad test-retest

de las escalas evolutivas en niños pequeños que ha sido sustentada anteriormente (McCall, 1979; Pollitt y Triana, 1999).

Para ambas cohortes, las ventajas del suplemento E fueron más allá de las condiciones estandarizadas de la prueba, como se observó por los beneficios en distintas conductas cognitivo-sociales y en la regulación emocional en condiciones naturales. Las primeras fueron ilustradas por más vocalizaciones entre los niños del grupo E comparadas con las del S, durante los primeros cuatro meses de intervención en la cohorte menor y durante los primeros seis meses en la mayor. Asimismo, la disminución más rápida en la frecuencia de alteración y ser cargado, y el más rápido incremento del juego social del grupo E, comparado con el S, sugiere una etapa más avanzada de desarrollo emocional social. De manera global, el suplemento E condujo a más conductas adaptativas con los pares, cuidadores y familiares. El desarrollo de lenguaje más avanzado y la mejor habilidad para interactuar con otros deben haber generado respuestas sociales más frecuentes y de mayor duración.

Diversas observaciones sugieren que los efectos estuvieron relacionados a la edad. El suplemento E fue más ventajoso para la cohorte menor. Por ejemplo, en el análisis de contraste de la EDMEB de esa cohorte, la diferencia entre E y S a favor del primero, durante los primeros seis meses de intervención se extendió hasta los segundos seis meses. Este no fue el caso en la cohorte mayor. De manera similar, se encontró diferencias entre E y S en la prueba de Concepto de Objeto en la cohorte menor, que no estuvieron presentes en la mayor. Asimismo, la disminución de la alteración fue más obvia en la cohorte menor.

A pesar de que los resultados sugieren un efecto de la edad, no se dan conclusiones definitivas debido al potencial de la confusión metodológica. La equivalencia de E y S en la prueba de Concepto de Objeto podría ser debido a que la prueba se volvió muy simple para la cohorte mayor y no suficientemente sensible para discriminar entre edades.

Además, la diferencia no significativa en alteración entre grupos pudo deberse a que los niños mayores lloran menos. Es posible que para fundamentar las diferencias entre grupos se hubiera necesitado un mayor período de observación. Sin embargo, los efectos más conspicuos de E en las pruebas de cognición y conducta en la cohorte menor concuerdan con lo que se vio en el desarrollo motor y en la actividad motora.

La secuencia de los efectos fue similar dentro de las cohortes y dentro de los desempeños (v.g. cognición), pero no entre (v.g. cognición y socioemocional) series de desempeños, particularmente en la cohorte menor. En ambas cohortes, el suplemento E afectó los puntajes de la EDMEB, a los seis meses. La medida fue similar para la prueba de Concepto de Objeto en la cohorte menor. Antes de los seis meses no hubo evidencia de que E beneficiara el desarrollo mental. Sin embargo, en esta misma cohorte, la alteración respondió a los dos meses más rápidamente, que los puntajes de la prueba mental a los seis meses. El nivel de actividad también respondió rápidamente a E. Existe también evidencia sugestiva en el grupo E de la cohorte menor, en relación a que las vocalizaciones y el juego social fueron afectados antes que las mejoras en la EDMEB. La diferencia en las mediciones concuerda con el marco teórico del estudio, que señala que diversos mecanismos evolutivos necesitan ser activados antes de que los efectos de nutrición se manifiesten en los procesos mentales.

El suplemento E parece brindar mayores beneficios que M. Esto fue observado en pruebas y en condiciones naturales. El suplemento E mejoró el desempeño cognitivo de ambas cohortes después de 6 meses. Los efectos fueron vistos en la prueba del Concepto de Objeto. No se ha visto tales efectos con M. En la cohorte menor, E condujo a un juego social más frecuente y a una disminución más rápida de la alteración. Los niños que recibieron M tuvieron mayor probabilidad de ser cargados.

El nivel de hierro y los efectos del suplemento micronutriente

Los niños del estudio tuvieron de ligero a moderado retardo en el crecimiento y una deficiencia en el peso. De los que recibieron el suplemento micronutriente (E y M), el 24% presentaba anemia deficiatoria de hierro (ADH) al inicio del estudio. El suplemento micronutriente dado para seis meses a los niños con ADH revirtió sus anomalías hematológicas y repletó su almacén de hierro. Asimismo mejoró su desempeño en la EDMOB e incrementó su actividad. Estos últimos efectos no resultaron significativos para todo el grupo M (niños con y sin ADH). El suplemento micronutriente no mejoró el desempeño de ninguna de las pruebas mentales ni cambió las conductas en condiciones naturales. Así, el suplemento micronutriente o el hierro en particular condujo a una diferencia en algunas áreas evolutivas en los niños que tenían deficiencia de hierro, pero no hizo diferencia en los niños que no la tenían.

Los resultados en la EDMOB concuerdan con los hallazgos de otros ensayos de abastecimiento de hierro que duraron por lo menos dos meses y mostraron que los niños con ADH obtuvieron puntajes en una escala de desarrollo motor, menores (Lozoff, 1991; Grindulis, Scott, Belton y Wharton, 1986; Idjradinata y Pollitt, 1993) que los niños abastecidos con hierro. En una situación estructurada de 8 minutos, Lozoff, Klein, Nelson, McClish, Manuel y Chacon (1998) observaron que los infantes con ADH tuvieron bajos niveles de actividad, fueron temerosos y mantuvieron proximidad física con sus madres. Asimismo, no pudieron responder la prueba y se alejaron del examinador. En otro estudio, los efectos de la fortificación de hierro dependieron de la edad (Moffat, Longstaffe, Besant y Dureski, 1994). Los bebés de 6 meses fueron asignados aleatoriamente a grupos para recibir cada uno una fórmula fortificada en hierro o una fórmula regular para 9 meses. A los 9 y 12 meses, el desempeño de los infantes con la fórmula regular en la EDMOB fue más baja que el de los niños con la fórmula fortificada, pero a los 15 meses la diferencia entre grupos desapareció.

Los datos del presente estudio fortalecieron y extendieron esta evidencia. La terapia de hierro aumentó la actividad de los niños con ADH en el hogar y en el CCD. Este incremento fue primariamente debido a la gran frecuencia y larga duración de actividades teniendo un alto costo energético. El cambio fue evidente dos meses después del inicio, y posiblemente la anemia fue corregida totalmente. La respuesta subjetiva a la terapia de hierro en pacientes con anemia deficitaria en hierro, generalmente precede el incremento en la hemoglobina (Harris y Kellermeyer, 1970).

El micronutriente no produjo un cambio significativo en los puntajes de la prueba mental o en las conductas en condiciones naturales. Una explicación para la discrepancia entre estos hallazgos y aquellos en el desarrollo motor y en la actividad motora es que el micronutriente no corrigió todas las deficiencias nutrientes que se debían a los retrasos en el desarrollo mental. Otra explicación es que los efectos de la deficiencia de hierro sobre el desarrollo mental no se revierten con el abastecimiento de los almacenes de hierro. En efecto, algunos estudios no han mostrado ningún cambio en retrasos evolutivos, después del abastecimiento de hierro en niños anémicos (Lozoff, Wolff y Jimenez, 1996; Walter, De Andraca, Chadud y Perales, 1989). Los datos de este estudio no permiten discriminar entre estas dos explicaciones.

Prueba del modelo y relaciones entre variables

Ninguno de los modelos originales se ajustaba a los datos; el modelo ajustado, sí. Los análisis estadísticos mostraron un acuerdo entre la teoría y las mediciones. Este cambio en la bondad de ajuste se explicó, en el caso de la cohorte de 18 meses y de las dos cohortes combinadas, por la inclusión de un nuevo camino desde el desarrollo motor a los 6 meses hasta el desarrollo mental.

Los coeficientes estructurales fuertes de la vía Bayley motora-Bayley mental no validan necesariamente las proposiciones teóricas.

Es posible que la fuerza de los coeficientes ilustren la correlación entre ambas escalas. Bayley (1969) registró una correlación promedio de .46 entre ellas. En el presente estudio se calculó el coeficiente (mental y motor) de correlación promedio a lo largo de las siete evaluaciones. Estos coeficientes fueron .26 para la cohorte menor y .47 para la mayor. En ese sentido, la vía Bayley motora-Bayley mental puede ser una característica de la naturaleza de las escalas. Sin embargo, se debe considerar que una correlación moderada entre los *puntajes totales* de esas dos escalas no explica por qué los *puntajes cambiados* ajustados (en seis meses) de las dos escalas, deben también estar correlacionados. No existe ninguna justificación teórica ni empírica de este ni de otros estudios (Aylward, Verhulst, Bell y Gyurke, 1995) que lo sustente. Además, no hay razón para sospechar que la intervención nutricional produzca en los sujetos un efecto de tamaño similar en esas dos áreas. Estas consideraciones agregadas a datos de investigación previos (Pollitt y Gorman, 1990) y a la teoría conducen a proponer que los cambios en acciones evolutivas inducidas por el tratamiento dietético promovieron cambios mentales. De interés similar son los hallazgos de un estudio sobre niños kenianos desnutridos, en donde se ha mostrado que infantes de seis meses de edad, avanzados en las áreas motora y social, tuvieron puntajes altos comparativamente en la Escala de Desarrollo Mental de Bayley, a los 30 meses y puntajes de comprensión verbal más altos, a los 5 años (Whaley, Sigman, Espinosa y Neumann, 1999).

El hallazgo de que en el MEE, la ingestión energética tuvo sólo un efecto directo modesto en el desarrollo motor generó dudas en relación a si el factor nutricional era un antecedente de la vía Bayley motora-Bayley mental. Sin embargo, para la cohorte menor los coeficientes estructurales del camino de *energía* a *actividad motora* ($b = 0.34$) y de actividad motora a desarrollo motor ($b = 0.38$) fueron estadísticamente significativos ($p < .05$). Similarmente, con las cohortes reunidas, la vía energía-actividad fue 0.16 y actividad-actividad motora fue

$b = 0.25$ ($p < .05$). Así, existe una fuerte evidencia de que los procesos internos mediaron los efectos de energía sobre el desarrollo motor.

Los efectos sobre las relaciones entre variables son los siguientes:

Procesos internos. Teóricamente, las cuatro variables orgánicas (actividad, tamaño corporal, desarrollo motor y regulación emocional) están directa e indirectamente afectadas por la ingesta dietética. Esta propuesta para efectos directos concordó con los resultados generados por los análisis de varianza; sin embargo, se dio un acuerdo muy débil entre los resultados del MEE y la propuesta teórica. El MEE no mostró efectos directos en más de una de esas variables orgánicas en cada cohorte. Hubo evidencia de un efecto directo del suplemento E sobre la actividad motora de la cohorte menor y sobre el factor adiposo de la mayor. Los resultados favorecieron efectos indirectos. Por ejemplo, el MEE de la cohorte menor (Figura 9) presentó coeficientes estructurales significativos de energía hasta actividad ($b = 0.34$, $p < .05$) y de actividad a Bayley motora ($b = 0.40$, $p < .05$). Se aprecia también que el efecto del suplemento energético sobre la actividad motora fue más evidente en la cohorte menor, mientras los efectos en el crecimiento físico fueron más claros en la mayor.

La diferencia entre los resultados de los análisis de varianza y del MEE no representa una incongruencia estadística. Muestra que la categorización de los efectos directos e indirectos en diferentes niveles del encadenamiento causal en el MEE, reduce las probabilidades para justificar los efectos principales del modelo de análisis de varianza. Esta limitación fue además realizada por el pequeño tamaño de muestra. Así, la ausencia de significancia estadística en una vía particular (v.g. ingestión energética-tejido adiposo) es evidencia suficiente para concluir que la variable independiente no explicaba una parte significativa de la varianza en la variable dependiente. Por ejemplo, el coeficiente estructural

del camino variable energética- desarrollo mental no fue estadísticamente significativo en ninguno de los modelos ajustados que se utilizaron. Sin embargo, estos hallazgos no quieren decir que todos los efectos de la primera variable hasta la última siguieron caminos indirectos.

Interacciones con el ambiente. Tres de las cuatro variables orgánicas tuvieron el rol de variables intervinientes desde *ingestión energética* hasta *ser cargado*. Los niños que se alteraron frecuentemente (los menores), con mayor probabilidad de ganar peso tempranamente y menos desarrollados en el área motora, fueron cargados más frecuentemente. Entonces tiende a darse una relación entre actividad y ser cargado, pero la dirección de esa asociación fue diferente en función a la edad. En la cohorte menor, la mayor actividad condujo a ser cargado menos frecuentemente; en la mayor, sucedió lo contrario. Aquéllos que fueron cargados más frecuentemente tuvieron menos probabilidad de manipular objetos. Asimismo, los niños menos involucrados en explorar objetos, mostraron una conducta pasiva, ganaron poco peso, desarrollaron menos en el área motora, lloraron frecuentemente y tuvieron mayor probabilidad de ser cargados. En síntesis, el estado emocional del niño fue determinante en la respuesta del cuidador y en la naturaleza de las actividades en las que el niño participó.

La mayoría de las vías manifiestas y propuestas concurren entre sí, con una excepción: se dio un coeficiente estructural negativo de actividad motora hasta manipulación de objetos. Esto se observó primero en la prueba del modelo conceptual preliminar (Walka y Pollitt, 2000) basada en datos de corte transversal. Más tarde, ésto se confirmó por el MEE de los datos longitudinales, que conectaron los incrementos en la actividad motora con la duración de la manipulación de objetos. Tales resultados fueron inesperados porque se había interpretado la manipulación como un signo de conducta exploratoria y, según la literatura (Pollitt, 2000), los incrementos de la ingestión energética conducirían a un incremento de actividad que, a su vez, conduciría a aumentar la conducta de exploración. No se tienen datos para

validar el constructo detrás de manipulación de objetos; sin embargo, la relación positiva entre esta variable y el desarrollo mental es sugestiva. Asimismo, el MEE de la cohorte mayor y de las cohortes combinadas mostraron coeficientes estructurales significativos. Este hallazgo sugiere que la manipulación de objetos representa un componente cognitivo. En ese sentido, el efecto negativo de los incrementos de actividad sobre la duración de la manipulación de los objetos, sugiere que la actividad incrementada, producto de la alimentación suplementaria, no predice necesariamente los beneficios cognitivos.

Una respuesta a la interrogante sobre si el modelo ajustado se acomoda a los datos, no se debe limitar a los aspectos estadísticos de la bondad de ajuste. Se debe considerar también la coherencia conceptual interna del modelo y su mérito científico para sintetizar una compleja serie de relaciones entre múltiples variables que intervienen en la relación entre ingestión y desarrollo cognitivo. Esta es la primera prueba de una teoría multifactorial sobre las consecuencias funcionales de la malnutrición en niños pequeños. Se ha intentado ir más allá del aislamiento funcional.

Independientemente de si los modelos originales o ajustados logran el criterio estadístico de bondad de ajuste, el traslape moderado, pero consistente entre las vías propuestas y las manifiestas, sugiere que algunas de las proposiciones causales son válidas. Esta sugerencia es fortalecida por el grado de dificultad de la prueba que se utilizó para probar el modelo; el foco principal fue restringido a la justificación de cambios de distintos dominios a través de los 6 meses. Además, estos cambios se dieron algunas veces en las relaciones secuenciales a lo largo del tiempo en tres y cuatro variables. Algunas de estas relaciones concuerdan con la noción de que por lo menos en los niños malnutridos, ocurren algunas transformaciones del desarrollo, debido a un encadenamiento de eventos que involucran distintas áreas.

Este estudio plantea que las lesiones por la malnutrición, en la estructura cerebral, en los cambios bioquímicos del cerebro o en los correlatos sociales y económicos de la malnutrición no son los únicos medios para explicar las limitaciones intelectuales. Éstas también pueden ser explicadas por la naturaleza de la trayectoria de desarrollo del niño debido a efectos múltiples de la malnutrición en diferentes sistemas interrelacionados.

Conclusiones

A partir de los resultados expuestos se concluye lo siguiente:

- Un suplemento combinado de energía y micronutriente dado por un año a niños indonesios de 12 meses de edad, que tuvieron de ligero a moderado retardo en el crecimiento y una deficiencia en el peso, tiene amplios efectos beneficios, en su crecimiento y nivel de actividad física, así como en su desarrollo motor y mental.
- El mismo suplemento dado por un año a niños de las mismas características, pero de 18 meses, presenta solamente un efecto modesto, cuando se da. Esto sugiere que para que la intervención sea efectiva, se necesita empezar temprano.
- Ya que los niños de 12 meses que recibieron el micronutriente se beneficiaron menos que los que recibieron energía adicionalmente, se sugiere que estos niños tenían mayor deficiencia en energía que en micronutrientes.
- En las dos áreas de las que se tienen datos de referencia de niños normales y saludables (antropometría y Escalas Bayley), el suplemento E tiene como resultado una atenuación -no reversión- del deterioro. Otras condiciones adversas deben ser también responsables de impedir que estos niños logren su crecimiento y realicen su potencial de desarrollo total.

Referencias

- Adolph, K. E., Eppler, M. A. y Gibson, E. J. (1993). Development of perception of affordances. *Adv. Infancy Res.*, 8, 51-98.
- Aylward, G. P, Verhulst, S. J., Bell, S. y Gyurke, J. S. (1995). Cognitive and motor score differences in biologically at risk infants. *Inf. Beh. Dev.*, 18, 43-52.
- Bayley, N. (1969). *Bayley Scales of Infant Development*. Nueva York: Psychological Corporation.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indices in structural models. *Psych. Bull.*, 107, 238-246.
- Bentler, P. M. (1992). *EQS Structural Equation Program Manual*. Los Angeles: BMDP Statistical Software.
- Bentler, P. M. y Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness-of-fit in the analysis of covariance structures. *Psych. Bull.*, 88, 588-605.
- Berthenthal, B. I., Campos, J. J. y Barrett, K. (1984). Self-produced locomotion: An organizer of emotional, cognitive, and social developments in infancy. En T. Emde y R. Harmon (Eds.), *Continuities and discontinuities in development* (pp. 175-210). Nueva York: Plenum Press.
- Colombo, J. (1997). Individual differences in infant cognition: Methods, measures and models. En J. Dobbing (Ed.), *Developing brain and behaviour. The role of lipids in infant formula* (pp. 339-372). San Diego: Academic Press.
- Chavez, A. y Martinez, C. (1982). *Growing up in a developing community*. Guatemala: Institute of Nutrition of Central America and Panama.
- Davies, P. S. W., Wells, J. C. K., Hinds, A., Day, J. M. E. y Laidlaw, A. (1997). Total energy expenditure in 9 month and 12 month infants. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 51, 249-252.
- Fagan, J. F y Detterman, D. K. (1992). The Fagan test of infant intelligence: Does environment really contribute to healthy, quality life? *J. Appl. Dev. Psych.*, 13, 173-193.

- Gottlieb, G. Wahlsten, D. y Lickliter, R. (1998). The significance of biology for human development: A developmental psychobiological systems view. En W. Damon y R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology* (pp. 233-274). Nueva York: Wiley.
- Grantham-McGregor, S. (1995). A review of studies of the effect of severe malnutrition on mental development. *J. Nutr.*, 125, 2233-2238.
- Grindulis, H., Scott, P. H., Belton, N. R. y Wharton, B. A. (1986). Combined deficiency of iron and vitamin D in Asian toddlers. *Arch. Dis. Child*, 6, 843-848.
- Gustafson, G. E. (1984). Effects of the ability to locomote on infants' social and exploratory behaviors: An Experimental study. *Dev. Psych.* 20, 397-405.
- Habicht, J. P. y Martorell, R. (1992). Objectives, research design, and implementation of the INCAP longitudinal study. *Food Nutr. Bull.*, 14, 176-190.
- Harris, J. W. y Kellermeyer, R. W. (1970). *The red cell*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hoyle, R. H. (1995). The structural equation modeling approach: Basic concepts and fundamental issues. En R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling. Concepts, issues and applications*. Londres: Sage.
- Hu, L. y Bentler, P.M. (1995). Evaluating model fit. En R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling. Concepts, issues and applications*. Londres: Sage.
- Idjradinata, P. y Pollitt, E. (1993). Reversal of development delays in iron-deficient anemic infants treated with iron. *Lancet*, 341, 1-4.
- Kagan, J., Kearsley, R. B. y Zelazo, P. R. (1978). *Infancy: Its place in human development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Levitsky, D. A. y Strupp, B. J. (1995). Malnutrition and the brain: Changing concepts, changing concerns. *J. Nutr.*, 125, 2212-2220.
- Lohmann, T. G., Roche, A. F. y Martorell, R. (Eds.) (1991). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.

- Lozoff, B. (1991). Has iron deficiency been shown to cause altered behavior in infants. En J. Dobbing (Ed.), *Vulnerable periods in the developing brain. Brain, behavior, and iron in the infant diet* (pp. 107-131). Nueva York: Springer-Verlag.
- Lozoff, B., Klein, N. K., Nelson, E. C., McClish, D. K., Manuel, M. y Chacon, M. E. (1998). Behavior of infants with iron-deficiency anemia. *Child Devl.* 69, 24-36.
- Lozoff, B., Wolf, A. W. y Jimenez, E. (1996). Iron deficiency anemia and infant development: effects of extended oral iron therapy. *J. Pediatr.*, 129, 382-389.
- McCall, R. B. (1979). The development of intellectual functioning in infancy and the prediction of later IQ. En J. Osofsky (Ed.), *Handbook of Infant Development* (pp.707-741). Nueva York: Wiley.
- McCall, R. B. y Mash, C. W. (1997). Long chain polyunsaturated fatty acids and the measurement and prediction of intelligence (IQ). En J. Dobbing (Ed.), *Developing brain and behaviour. The role of lipids in infant formula* (pp. 296-329). San Diego: Academic Press.
- MacCallum, R. C. (1995). Model specification: procedures, strategies, and related issues. En R. H. Hoyley (Ed.), *Structural equation modeling. Concepts, issues and applications*. Londres: Sage.
- McGraw, M. B. (1945). *The neuromuscular maturation of the human infant*. Nueva York: Columbia University Press .
- Meeks Gardner, J. M., Grantham-McGregor, S. M., Chang, S. M. y Powell, C. A. (1990). Dietary intake and observed activity of stunted and non-stunted children in Kingston, Jamaica. Part II: Observed activity. *Euro. J. Clin. Nutr.*, 44, 585-593.
- Meeks-Gardner, J. M., Himes, J. H. y Powell, C. A. (1995). Activity and behavioral development in stunted and non-stunted children and response to nutritional supplementation. *Child Dev.*, 66, 1785-1797.
- Moffat, M. E. K., Longstaffe, S., Besant, J. y Dureski, C. (1994). Prevention of iron deficiency and psychomotor decline in high

- risk infants through use of iron-fortified infant formula: a randomized clinical trial. *J. Pediatr.*, 92, 527-534.
- Mora, J. O., Herrera, M. G., Suescun, J., de Navarro, L. y Wagner, M. (1981). The effects of nutritional supplementation on physical growth of children at risk of malnutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 1885-1892.
- Pollitt, E. (1995). Functional significance of the covariance between protein energy malnutrition and iron deficiency anemia. *J. Nutr. (Suplemento)*, 125, Suppl, 2272S-2277S.
- Pollitt, E. (2000). A developmental view of the undernourished child: background and purpose of the study in Pangalengan, Indonesia. *European Journal of Clinical Nutrition (Suplemento 2)*, 54, S2-S10.
- Pollitt, E. (en prensa). The developmental and probabilistic nature of the functional consequences of iron deficiency anemia among children. *J. Nutr.*
- Pollitt, E. y Gorman, K. (1990). Long-term developmental implications of motor maturation and physical activity in infancy in a nutritionally at risk population. En B. Schürch y N. S. Scrimshaw (Eds.), *Activity, energy expenditure and energy requirements of infants and children* (pp. 279-296). Lausana, Suiza: Nestle Foundation.
- Pollitt, E., Jahari, A. y Walka, H. (2000). A developmental view of the effects of an energy and micronutrient supplement in undernourished children in Indonesia. *European Journal of Clinical Nutrition (Suplemento 2)*, 54, S107-S113.
- Pollitt, E. y Oh, S. (1994). Early supplementary feeding, child development, and health policy. *Food Nutr. Bull.*, 15, 208-214.
- Pollitt, E. y Schürch, B. (Eds.) (2000). *European journal of clinical nutrition* (vol. 54, Suplemento 2). Hampshire: Macmillan Publishers.
- Pollitt, E. y Triana, N. (1999). Stability, predictive validity and sensitivity of mental and motor development scales and preschool cognitive tests among low-income children in developing countries. *Food Nutr. Bull.*, 20, 45-52.

- Saco-Pollitt, C., Pollitt, E. y Greenfield, D. (1985). The cumulative deficit hypothesis in the light of cross-cultural evidence. *Inf. J. Behav. Dev.*, 8, 75-97.
- Soewondo, S., Husaini, M. y Pollitt, E. (1989). Effect of iron deficiency on attention and learning processes in preschool children: Bandung, Indonesia. *Am. J. Clin. Nutr.* (Suplemento), 50, Supp., 667-673.
- Torun, B., Chew, F. y Mendoza, R. D. (1983). Energy costs of activities of preschool children. *Nutr. Res.*, 3, 401-406.
- Uzgiris, I. C. y McV. Hunt, J. R. (1975). *Assessment in infancy. Ordinal scales of psychological development*. Chicago, Illinois: University of Illinois Press.
- Walka, H. y Pollitt, E. (2000). A preliminary test of a developmental model for the study of undernourished children in Indonesia. *European Journal of Clinical Nutrition* (Suplemento 2), 54, S21-S27.
- Walter, T., De Andraca, I., Chadud, P. y Perales, C. G. (1989). Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics*, 84, 7-17.
- Whaley, S. E., Sigman, M., Espinosa, M. P. y Neumann, C. G. (1999). Infant predictors of cognitive development in an undernourished Kenyan population. *Devel. Beh. Pediatr.*, 19, 169-177. y test of a developmental model for the study of undernourished children in Indonesia. *European Journal of Clinical Nutrition* (Suplemento 2), 54, S21-S27.
- Walter, T., De Andraca, I., Chadud, P. y Perales, C. G. (1989). Iron deficiency anemia: adverse effects on infant psychomotor development. *Pediatrics*, 84, 7-17.
- Whaley, S. E., Sigman, M., Espinosa, M. P. y Neumann, C. G. (1999). Infant predictors of cognitive development in an undernourished Kenyan population. *Devel. Beh. Pediatr.*, 19, 169-177.