

MEZCLAS DE PROTEÍNAS VEGETALES PARA LA ALIMENTACION DE NIÑOS LACTANTES Y PRE-ESCOLARES¹

NEVIN S. SCRIMSHAW

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)*²

ROBERT L. SQUIBB

*Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala*³

RICARDO BRESSANI, MOISÉS BÉHAR, FERNANDO VITERI y
GUILLERMO ARROYAVE

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

Es un hecho ampliamente reconocido que la deficiencia proteica, o más específicamente, la falta de cantidades y proporciones adecuadas de los aminoácidos esenciales, constituye en gran parte de las regiones poco desarrolladas del mundo, el principal problema de nutrición, especialmente entre los niños. La palabra kwashiorkor, empleada para designar un síndrome que incluye retardo de crecimiento y de maduración, edema, alteraciones de la piel y del cabello, apatía, anorexia, diarrea y una variedad de cambios bioquímicos y fisiológicos, ha venido

a formar parte de nuestro vocabulario profesional. En la América Latina éste se conoce con el nombre de Síndrome Pluricarenal Infantil (SPI). En muchas partes del mundo se están llevando a cabo estudios, no sólo para conocer su naturaleza, sino también para descubrir medios prácticos de prevenirlo en aquellos países donde este síndrome prevalece.

Ultimamente se ha escrito tanto sobre las características y tratamiento del SPI (1-5), que en este artículo no se ha tratado de revisar los aspectos concernientes a esta fase del problema. Su propósito es más bien el de discutir el valor de diversos alimentos para la prevención del SPI, con referencia especial a los productos de origen vegetal. Al enfocar en esta forma el problema, debe tenerse en cuenta la baja calidad de las proteínas vegetales como fuentes individuales, así como el grado hasta donde puedan ser mejoradas por medio de combinaciones adecuadas, o aún mediante la suplementación directa con aminoácidos sintéticos.

No existe ninguna duda de que la leche u otra proteína de origen animal, administrada en cantidades adecuadas a los niños cuando la leche de la madre se hace insuficiente para sus necesidades, prevendría la aparición del SPI.

Desafortunadamente, las proteínas animales son de alto costo y difícil de obtener en la mayoría de las regiones donde el síndrome constituye un problema. No obstante todo lo que se pueda hacer para mejorar la producción ganadera en muchas regiones

¹ Publicado originalmente en "Amino Acid Malnutrition", editado por William H. Cole, XIII Annual Protein Conference, Rutgers University Press, 1957, págs. 28-46, bajo el título "Vegetable Protein Mixtures for the Feeding of Infants and Young Children", No. INCAP I-81.

² El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) es un Instituto cooperativo dedicado al estudio de la nutrición humana, sostenido por los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá y administrado por la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

³ El Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala en ese entonces era un organismo agrícola técnico que actuaba bajo la dirección conjunta del Gobierno de Guatemala y la Oficina de Relaciones Exteriores (FOA) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, de acuerdo con el programa del Punto IV a cargo de la Administración de Cooperación Técnica del Departamento de Estado, E.U.A. En la actualidad el Dr. Robert L. Squibb desempeña el cargo de Director del Departamento de Ciencias Avícolas de la Universidad de Rutgers, New Brunswick, N.J. Publicación INCAP E-169.

poco desarrolladas, no existe perspectiva razonable de que esto aportaría suficientes proteínas de buena calidad, dentro de un breve plazo o a un costo lo suficientemente bajo como para brindar una solución satisfactoria.

Según se ha señalado recientemente (6), existen varios factores contribuyentes tales como las infecciones intercurrentes y, en especial las enfermedades diarreicas, que sirven para precipitar el SPI en los niños que ya se encuentran básicamente malnutridos. El mejoramiento de las condiciones higiénicas y otras medidas tendientes a controlar estas causas precipitantes, pueden contribuir grandemente en la reducción de la incidencia del SPI en su forma de completo desarrollo, pero no pueden por sí solas resolver el problema básico, que es el de la malnutrición proteica.

Es por este motivo que tanto los investigadores de los distintos países, al igual que los Organismos de las Naciones Unidas especializados en materia de nutrición, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), se han dedicado a estimular el desarrollo de combinaciones apropiadas de proteínas vegetales para la alimentación infantil, en aquellas regiones poco desarrolladas en que la malnutrición proteica representa un problema de serias proporciones.

Aun cuando estas mezclas son teóricamente posibles, la tarea no es sencilla, ya que se necesita mayor información acerca de las cantidades de aminoácidos requeridos, así como de los efectos adversos de un posible desbalance de aminoácidos. También se requiere de mayores datos sobre la disponibilidad biológica de los aminoácidos en muchas de las mezclas más factibles de elaborar. Las combinaciones nuevas de proteínas vegetales no deben ser puestas a prueba en seres humanos, sino hasta después de haber realizado con ellas pruebas minuciosas en animales. A menudo no se

dispone de estas facilidades en aquellas regiones donde la necesidad y el interés por el desarrollo de las mismas es mayor. Debe tenerse la seguridad de que la mezcla no contenga factores tóxicos inherentes a los ingredientes o que puedan resultar del método usado en su elaboración. Además, se debe considerar como axiomático el hecho de que las mezclas de uso práctico para la alimentación humana en las regiones poco desarrolladas deben ser de bajo costo, preparadas principalmente con ingredientes asequibles localmente, de sabor agradable, fáciles de almacenar y transportar, y que asimismo sean aceptadas como alimento para niños lactantes y preescolares, por los padres de aquéllos a quienes se pretende administrar dicha alimentación.

En las secciones siguientes se comentan las experiencias iniciales del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), y sus esfuerzos por desarrollar una mezcla de tal naturaleza, a la vez que se presentan algunas observaciones preliminares sobre el uso del patrón de aminoácidos de la proteína provisional de referencia recientemente propuesta por el Comité de Requerimientos de Proteínas de la FAO (7).

BASES PARA EL DESARROLLO DE LA MEZCLA VEGETAL INCAP

Como resultado de nueve años de trabajo de uno de los autores (R.L.S.) en el Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala (IAN), tendiente al desarrollo de raciones para animales, con base en fuentes vegetales nativas (8-12), y siete años de estudio del valor nutritivo de alimentos de la América Central y Panamá de parte del INCAP (13-15), se logró obtener considerable información básica en relación con los ingredientes potenciales de una mezcla totalmente vegetal para ser utilizada en la alimentación humana. Debido al papel preponderante que el maíz desempeña en la dieta centroamericana y ya que en la actualidad existe un procedimiento comercial práctico para la preparación del maíz tratado con cal, en forma

de harina de masa, se decidió usar esta harina como base de la mezcla y buscar una combinación de otros productos de origen vegetal obtenibles localmente y que mejorarían considerablemente el valor nutritivo de la misma.

La soya, que podría haber constituido uno de los ingredientes principales de la mezcla, no se cultiva aún en cantidades suficientes en la América Central. El éxito con que anteriormente se había usado la torta de ajonjolí para mejorar la cantidad y calidad de la proteína de raciones para consumo animal, así como su disponibilidad local, indicaron que ésta debería ser un ingrediente clave. La gran cantidad de torta de semilla de algodón obtenible en forma de subproducto, y su reconocido valor como concentrado proteico para la alimentación de animales, así como la existencia de un procedimiento para la preparación de una torta de semilla de algodón agradable al paladar e inocua para la alimentación humana, determinaron el uso de este último producto.

Puesto que el objetivo era desarrollar una mezcla alimenticia que no requiriera suplementación con nutrientes manufacturados, se necesitaba una fuente de actividad de vitamina A. La experiencia había demostrado que varias plantas forrajeras como el kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), el desmodio (*Desmodium intortum*) y el ramio (*Boehmeria nivea*), contenían una elevada actividad de vitamina A y que eran asequibles localmente en la América Central (16, 17).

Ninguna combinación de los ingredientes propuestos podría, sin embargo, proveer cantidades suficientes de riboflavina, de niacina o de ácido ascórbico. Debido a que las materias primas para la producción de levaduras se obtienen a bajo costo en Centro América, se optó por incorporar una pequeña cantidad de una de éstas como fuente adecuada de vitaminas del complejo B. Puesto que las frutas y los jugos ricos en ácido ascórbico son fáciles de obtener en la región, no se trató de incluir esta vitamina en la mezcla.

Aun cuando ésta no tenía por finalidad servir como alimento único para el niño, y en teoría no necesitaba en realidad ser más que un suplemento proteico, era de desear que, en todo caso, ésta fuese tan completa desde el punto de vista nutricional como práctico. Aun cuando los habitantes de las regiones poco desarrolladas acepten esta mezcla rica en proteínas como un alimento adecuado para sus niños, es probable que los otros componentes de su alimentación habitual estén primordialmente constituidos por alimentos a base de carbohidratos. En tales casos, el contenido de vitaminas de la mezcla debe tenerse en cuenta, ya que de lo contrario este descuido podría ocasionar deficiencias clínicas.

FORMULA DE LA MEZCLA VEGETAL INCAP 8

Se recopilaron todos los datos disponibles sobre los diversos ingredientes potenciales, y con base en el cálculo de su valor nutritivo, posibilidades económicas y sabor agradable, se elaboraron fórmulas que parecieron ser cada vez más prometedoras. Una combinación identificada solamente como Mezcla Vegetal INCAP 8, aun cuando indudablemente capaz de ser mejorada y sujeta a ciertas variaciones, según las necesidades dictadas por la disponibilidad y precio de sus ingredientes, se consideró lo suficientemente prometedora como para ser puesta a prueba en ratas y polluelos. Los ensayos llevados a cabo con animales tuvieron tal éxito que justificaron que se experimentara esta mezcla en seres humanos, siendo también muy satisfactorios los resultados obtenidos.

La composición de la Mezcla Vegetal INCAP 8 es como sigue:

	%
Harina de masa de maíz	50
Harina de ajonjolí	35
Harina de torta de semilla de algodón	9
Levadura en polvo	3
Harina de kikuyu deshidratado	3

Las fuentes de cada uno de estos ingredientes fueron:

Harina de Masa de Maíz (*Zea mays*)

La masa de maíz se prepara calentando el grano hasta el punto de ebullición en una

solución de 0,5 a 1 % de hidróxido de calcio durante 30 a 45 minutos. Una vez se enfría la solución, se descarta el agua y se muelen los granos en un molino mecánico (18). Luego se seca esta masa para hacer la harina. En las pruebas iniciales llevadas a cabo con ratas, polluelos y seres humanos, se secó la masa de maíz producida localmente, para el propósito especificado. Para los ensayos subsiguientes, incluyendo todos los estudios de balance metabólico practicados, la harina de tortilla se compró en México.⁴ En los Cuadros 1-3 se presenta la composición de este producto. Debe señalarse que la composición de aminoácidos (19, 20), así como el contenido de carotenos (21), varía significativamente según la variedad del maíz empleado.

Harina de ajonjolí (*Sesamum orientale*)

En los ensayos iniciales con animales se empleó harina de torta de ajonjolí producida localmente, pero para los experimentos posteriores se obtuvo de la casa American Sesame Products, Inc., de Paris, Texas, E.U.A., una harina preparada especialmente para consumo humano.⁵ En la elaboración de este producto el grano fue decortinado, limpiado a pureza máxima, sometido a la acción de vapor, tostado, y luego machacado antes de ser molido. La composición de este producto aparece en los Cuadros 1-3. La temperatura del material al entrar a prensa no excedía de 230°F. El ajonjolí del cual se preparó la harina es la variedad llamada Renner No. 1 y se cultivó en el occidente de Texas y en las regiones irrigadas en las cercanías de Lubbock y de Artisia, Estado de Nuevo México.

Harina de torta de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum*)

En los ensayos preliminares se utilizó harina de torta de semilla de algodón preparada localmente. Para los trabajos posteriores, por medio del UNICEF, se obtuvo de

⁴ "Minsa", producida con licencia del Banco Nacional de México.

⁵ Cortesía de los Señores John Kraft y Roy H. Anderson.

la casa Traders Oil Mill Company, de Fort Worth, Texas, una harina de semilla de algodón elaborada para consumo humano. Para prepararla se utilizó semilla de algodón de primera calidad que una vez desprovista de la fibra y de la cáscara, fue convertida en hojuelas empleando el equipo apropiado. Antes de pasar por la prensa las hojuelas frescas de la semilla se calentaron a una temperatura no mayor de 275°F. El contenido de gopisol libre no excedía de 0,045%. Otros valores analíticos aparecen en los Cuadros 1-3.

Levadura en polvo (*Torulopsis utilis*)

La levadura, designada como Tipo 100 y producida por Lake Yeast Corporation de Rhinelander, Wisconsin, E.U.A., se obtuvo como una cortesía de la Casa Charles Bowman and Company, de Nueva York. Además de 50 % de proteína, este producto contenía 0,27 mg. de tiamina, 0,1 mg. de riboflavina y 1,0 mg. de niacina por gramo, según especificaciones provistas por la casa fabricante.

Harina de kikuyu deshidratado (*Pennisetum clandestinum*)

Se recolectó grama fresca y tierna de kikuyu, con una altura promedio de 45 cm., cultivada en terrenos del Instituto Agropecuario Nacional en la Ciudad de Guatemala. Esta se secó durante cerca de 48 horas, por medio de aire caliente circulante, a una temperatura que no excedía de 140°F. Luego se molió la grama seca lo más fino posible en un molino Wiley. Su contenido promedio de β -caroteno fue de 23,8 mg.%. Los valores analíticos de su contenido de otros nutrientes se presentan en los Cuadros 1-3.

COMPOSICION DE LA MEZCLA

En el Cuadro 1 se detalla la composición aproximada de la mezcla y de cada uno de sus componentes, mientras que los valores del contenido vitamínico y mineral de estos ingredientes se presentan en el Cuadro 2. Con excepción de la levadura en polvo y de la grama kikuyu, los valores se basan en análisis llevados a cabo por el INCAP. Cuando la mezcla vegetal constituye la única fuente de

CUADRO No. 1.—*Composición aproximada de la Mezcla Vegetal INCAP 8.*

	Humedad	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Calorías/100 g	Fibra cruda	Ceniza
	%	%	%	%	%	%	%
Masa de maíz	9,6	8,1	3,2	77,7	372	1,2	1,4
Harina de ajonjolí	7,0	41,0	33,0	5,5	483	5,2	13,5
Harina de torta de semilla de algodón	5,4	54,0	4,8	29,1	376	2,6	6,7
Harina de kikuyu deshidratado	10,5	18,0	4,0	57,8	339	19,0	9,7
Levadura en polvo	7,0	50,0	—	35,5	342	0,5	7,5
Mezcla 8	8,3	25,1	13,7	46,3	503	3,2	6,6

proteínas y se consume en las cantidades que los niños ingieren corrientemente, ésta contiene todos los nutrientes esenciales conocidos en cantidades satisfactorias, con excepción del ácido ascórbico.

En el Cuadro 3 se presenta el contenido de aminoácidos de la mezcla, comparado con el patrón de aminoácidos de la proteína provisional de referencia (7). Es notorio que la mezcla contiene, por gramo de nitrógeno, una cantidad casi igual de aminoácidos esenciales que la proteína de referencia, exceptuando lisina, valina y posiblemente, triptófano. Puesto que el factor determinante de la calidad proteica es la disponibilidad de

los aminoácidos esenciales al organismo animal, y no su contenido determinado microbiológicamente en la proteína hidrolizada, la mezcla fue puesta a prueba en ratas antes de tratar de mejorar su valor teórico obtenido por la simple comparación con la proteína de referencia. Su puntaje proteico, por cálculo, sería de aproximadamente 70 si se considera que la lisina es el aminoácido limitante, y de 85 si la valina se toma como tal.

Aun cuando todos los ingredientes, con excepción de la levadura y de la harina de grama de kikuyu, son tratados por medio del calor en el curso de su preparación, es de desear que para la alimentación infantil la mezcla sea sujeta a cocimiento adicional antes de servirla, a fin de garantizar un producto completamente higiénico y de mejor sabor. La mayor parte de la mezcla administrada a los niños ha sido sujeta a cocimiento de la misma manera en que se prepara la avena, usando, para mayor comodidad, una olla para baño de maría. Se ha servido como papilla caliente, endulzada con azúcar, en forma similar a los atoles de uso corriente en la América Central. También se ha preparado como postre de sabor agradable, cocinándola en baño de maría con oleomargarina, azúcar, vainilla y una pequeña cantidad de agua. Dicho postre se puede servir caliente o frío. Aunque hasta la fecha solamente se han empleado estos dos métodos de preparación en los ensayos de alimentación infantil, es

CUADRO No. 2.—*Contenido de vitaminas y minerales de los ingredientes y de la Mezcla Vegetal INCAP 8.¹*

Ingrediente	Carotenos	Tiamina	Riboflavina	Acido, nicotínico	Calcio	Fósforo	Hierro
	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g
Masa de maíz	0,15 ²	0,40	0,12	2,31	131	145	0,8
Harina de ajonjolí	—	1,02	0,47	10,60	2154	1324	107,0
Harina de torta de semilla de algodón	—	0,44	0,36	4,24	149	1535	10,6
Harina de kikuyu deshidratado	23,80 ³	0,35	1,89	4,62	231	188	21,0
Levadura en polvo	—	27,00	10,00	100,00	900	2000	18,0
Mezcla 8	0,78	1,41	0,61	8,39	867	740	40,0

¹ Contenido de ácido ascórbico insignificante.² Varía con la clase de maíz empleado.³ Basado en el valor promedio de otras harinas forrajeras.

CUADRO No. 3.—Contenido de aminoácidos de los ingredientes de la Mezcla Vegetal INCAP 8.

Aminoácidos	Maíz	Ajonjolí	Semilla de algodón	Tórua	Alfalfa ¹	Total calculado	mg aa/ g N	Proteína provi- sional	Puntaje
	%	%	%	%	%	mg aa		mg aa/ g N	
Arginina	0,42	3,19	5,64	1,82	0,83	1910	478	—	—
Histidina	0,23	0,59	1,32	1,00	0,25	490	122	—	—
Isoleucina	0,40	1,89	1,88	1,83	0,61	1100	276	270	100
Leucina	0,86	3,15	2,94	2,68	1,03	1900	475	306	100
Lisina	0,26	1,00	2,15	2,62	1,06	780	195	270	72 (83) ²
Metionina	0,16	1,14	0,70	0,67	0,04	560	245	270	91
Cistina	0,08	0,86	0,80	0,34	—	420			
Fenilalanina	0,40	2,90	2,60	1,51	0,68	1520			
Tirosina	0,36	1,54	1,31	1,64	—	890	603	180	100
Treonina	0,28	1,15	1,76	1,82	0,54	770	193	180	100
Triptofano	0,04	0,59	0,59	0,51	0,22	310	78	90	86
Valina	0,44	1,36	2,46	1,98	0,87	1010	253	360	70 (100) ²

¹ Las cifras dadas corresponden al alfalfa, debido a que aún no se dispone de cifras para la grama kikuyu.

² Cuando la clasificación se basa en los análisis de la mezcla completa en vez de cálculo a base de los ingredientes.

evidente que hay una gran variedad de recetas que se podrían utilizar para este propósito. Además, existe la posibilidad de preparar la mezcla en una forma completamente precocida.

ENSAYOS CON ANIMALES

En ratas

Ratas alimentadas con la mezcla vegetal como única fuente de proteínas, suplementada con vitaminas y minerales, mostraron crecimiento muy satisfactorio bajo las condiciones en que se llevaron a cabo los experimentos. Este crecimiento no mejoró al agregar lisina a la dieta. Los resultados que aparecen en el Cuadro 4 son representativos de seis pruebas en que se emplearon 272 ratas divididas en 26 grupos. Los ensayos completos con animales en los que se empleó esta mezcla, serán tema de otro informe.

Puede observarse que la mezcla, en la forma administrada, constituyó una dieta con un 25% de proteína aproximadamente y que el crecimiento de los animales fue satisfactorio. Hubo, sin embargo, una mejora aparente en la eficiencia del alimento cuando se agregó lisina. Al disminuir el porcentaje de proteína de la dieta a 19,2 y 12,8% por la

adición de glucosa, se observaron pesos finales de 151 y 120 g. en el curso de tres semanas. En este caso, un ensayo posterior demostró que la adición de lisina daba por resultado una mejora adicional de crecimiento, así como mayor eficiencia alimenticia.

En polluelos

Se practicaron 8 ensayos con 664 pollitos de tres días de edad, divididos en 40 grupos, a los que se administró la mezcla como única fuente de proteína. Los datos representativos de estos ensayos se incluyen en el Cuadro 5. Se obtuvo un crecimiento medianamente satisfactorio con la mezcla sola, el que mejoró ligeramente al sustituir el maíz tratado con cal (harina de masa), que tiene el defecto de ser algo pegajoso a los picos de los animales, por maíz íntegro molido, sustitución que hizo que la dieta fuera más aceptable a los pollos. Es evidente que debido a que el requerimiento de lisina de estos animales es mayor, es necesario agregar este aminoácido a la dieta si se quiere lograr buen crecimiento. Con la adición de 0,2% de lisina, mejoró el crecimiento de los polluelos, el que se llegó a considerar excelente cuando la

CUADRO No. 4.—Ejemplos del crecimiento de ratas alimentadas con la Mezcla Vegetal INCAP 8.¹

Ensayo	Mezcla	Eficiencia alimenticia ²	Peso Inicial	Peso Final
			g	g
1A	8	2,55	54	238
1B	8 modificada ³	2,58	54	250
1C	8 con 9% de leche descremada ⁴	2,55	54	237
1D	8 con 14,3% de leche descremada ⁴	2,50	54	264
2A	8	2,71	44	223
2B	8 + 0,45% de lisina	2,14	44	230
2C	8 modificada ³	2,08	44	233
2D	8 modificada ³ + 0,45% de lisina ⁴	1,90	44	232
2E	8 modificada ³ con 9% de leche descremada	2,29	44	236
2F	8 modificada ³ con 9% de leche descremada + 0,45% de lisina	1,98	44	235

¹ Los ensayos 1A a 1D y 2A a 2F se llevaron a cabo en grupos de 12 ratas cada uno, durante 8 semanas y con 25,2% de proteína.

² Eficiencia alimenticia = gramo de alimento consumido por gramo de aumento de peso.

³ Harina de torta de semilla de algodón sustituida por mayores cantidades de ajonjolí.

⁴ En vez de masa de maíz.

cantidad de lisina agregada fue de 0,4%. La administración de niveles más altos de este aminoácido no mejoró el crecimiento de los animales que recibieron la mezcla.

Generalización de los ensayos con animales

De los experimentos de alimentación llevados a cabo en ratas y en polluelos se llegó a la conclusión de que la calidad proteica de la Mezcla Vegetal INCAP 8 era adecuada para obtener buen crecimiento cuando se proporcionaba la lisina adicional necesaria para el crecimiento óptimo de los pollos. No obstante que los ensayos fueron solamente de naturaleza cualitativa, fue alentador observar que se obtenía un crecimiento excelente en las ratas, aun cuando el nivel de proteínas de la dieta se redujera al 12%. Más aún, el crecimiento observado en los pollos fue comparable, en algunos ensa-

CUADRO No. 5.—Ejemplos del crecimiento de polluelos alimentados con la Mezcla Vegetal INCAP 8.¹

Ensayo	Mezcla	Eficiencia alimenticia ⁴	Peso Inicial	Peso Final
			g	g
1A	8	2,80	42	200
1B	8 modificada ³	2,84	42	217
1C	8 + 0,2% de lisina	2,19	42	298
1D	8 + 0,4% de lisina ⁴	2,05	42	369
2A	8 + 0,5% de lisina	2,40	42	405
2B	8 modificada ³ + 0,5% de lisina	2,39	42	431

¹ 24 polluelos por grupo, durante cinco semanas y con 25% de proteínas.

² La mezcla se suplementó con minerales y vitaminas para satisfacer los requerimientos de los pollos.

³ Maíz íntegro molido en vez de maíz tratado con cal (masa).

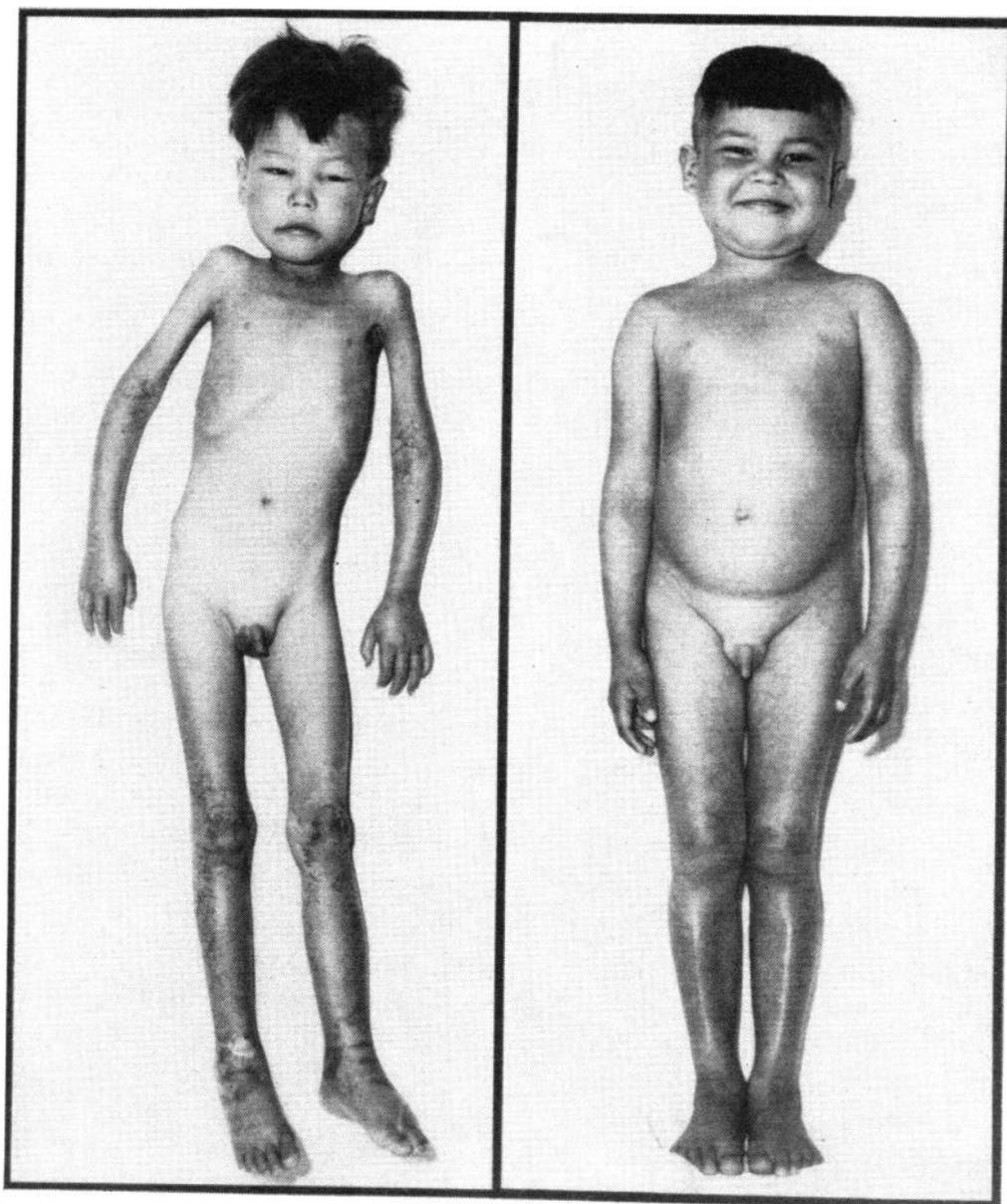
⁴ Gramos administrados por gramos de aumento de peso.

yos, con el que se espera lograr al emplear raciones comerciales. La mezcla demostró ser gustosa al paladar y no se encontró ningún signo de toxicidad. No obstante que antes de recomendar la mezcla para producción comercial, se proyecta llevar a cabo ensayos de largo plazo con ratas, a manera de incluir más de una generación, así como con lechoncillos, los datos obtenidos justifican la realización de ensayos cuidadosamente supervisados en niños hospitalizados.

ENSAYOS CON SERES HUMANOS

Las pruebas iniciales consistieron en la administración de pequeñas cantidades de la mezcla a niños que recibían una dieta mixta, para determinar su aceptabilidad y para asegurar que no produciría diarreas y otros desórdenes gastrointestinales. Los niños aceptaron bien la mezcla, la que se suministró como única fuente de proteínas a dos niños ya del todo recuperados del SPI, y más tarde a otros tres niños que se habían recuperado de la fase aguda pero que aún no estaban en condiciones de abandonar el hospital. Los resultados obtenidos con estos

FIG. 1.—La fotografía a la izquierda fue tomada cuando E.P.L., un niño de 8 años de edad, ingresó al hospital con SPI agudo. La de la derecha, muestra al mismo niño después de 7 semanas de tratamiento con una dieta, en que la Mezcla Vegetal INCAP 8 fue la única fuente de proteínas.



cinco niños han sido publicados recientemente (6), y pueden resumirse diciendo que estos fueron altamente satisfactorios, aún hasta en el caso de un niño al que se le administró la mezcla como única fuente de proteínas por un período de 30 días. Posteriormente, este mismo niño recibió la mezcla durante otros setenta días, con resultados excelentes.

En la actualidad ya podemos informar acerca de cinco niños más que han sido tratados con la mezcla, entre los que se incluyen 3 con SPI agudo a quienes se les suministró desde su admisión en el hospital. En cada caso, la reacción clínica ha sido excelente y al parecer la mezcla es más eficaz que la leche en reducir la tendencia a la diarrea en

la fase inicial de hospitalización. Existe cierta indicación de que la respuesta bioquímica, al menos en lo que a proteína sérica y pseudocolinesterasa se refiere, fue ligeramente más lenta en los 3 niños a los que se les suministró la mezcla desde el momento de su ingreso, pero esto no se reflejó en el progreso clínico.

La Figura 1 representa las fotografías de uno de estos niños (E.P.L.), tomadas a su ingreso en el hospital con SPI agudo y al cabo de siete semanas de tratamiento con sólo la mezcla vegetal como fuente de proteínas. Los historiales clínicos de estos cinco niños que recibieron la mezcla son como sigue:

A.R.S., un niño de 14 meses de edad, que

medía 65 cm de estatura, ingresó con SPI moderado, y pesaba 5,85 kg al desaparecer el edema. Se le administró una mezcla de 18 aminoácidos, almidón y azúcar, la que proporcionaba 3,0 g de proteína y 100 calorías por kilo de peso. Los resultados logrados serán descritos en más detalle en otra sección de este artículo. Al cabo de 18 días de hospitalización, el edema y las lesiones de la piel habían desaparecido, pero aún presentaba apatía, palidez, queilitis, estomatitis angular y atrofia de las papilas de la lengua. Se inició entonces el tratamiento con la mezcla vegetal y la cantidad se aumentó progresivamente a 7,0 g de proteínas y 140 calorías por kilo. La mezcla constituyó la única fuente de proteínas, vitaminas y minerales, exceptuando la administración diaria de 120 cc de jugo de naranja. El niño mostró una mejoría ostensiblemente mayor durante la primera semana en que se le administró la mezcla vegetal, estando en condiciones de dársele de alta después de recibir la mezcla durante un período de 70 días. En ese entonces tenía la apariencia de un niño sano y su peso había aumentado a 8,5 kilos.

L.P.L., un niño de 5 años de edad que medía 96 cm de estatura, ingresó con SPI severo y pesaba 11,5 kilos al desaparecer el edema. Durante los primeros 5 días se le dió leche semidescremada, dieta que luego se sustituyó por otra en que la mezcla vegetal era la única fuente de proteínas. Esta dieta contenía 4 g de proteína y 100 calorías por kilo de peso y se administró durante 13 días más. Luego se aumentó gradualmente hasta proporcionar 5,6 g de proteínas y 150 calorías por kilo, mediante el agregado de tortillas, frijoles y otros vegetales y frutas. El niño progresó bien y pesaba 17,0 kilos al cabo de 61 días de hospitalización.

E.P.L., un niño de 8 años de edad que medía 106 cm de estatura, hermano mayor de L.P.L., ingresó al mismo tiempo con SPI severo, y también pesaba 11,5 kilos al desaparecer el edema. Se le administró la mezcla vegetal como única fuente de proteínas, vitaminas y minerales hasta el quinto día, cuando se agregó diariamente a la dieta 120 cc de jugo de naranja y dos bananos. Al cuarto día de haber ingresado, estaba consumiendo 4 g de proteínas y 100 calorías por kilo de peso. La "iniciación de la curación" se consideró completa 17 días después de haber sido admitido, y entonces se agregó gradualmente a esta dieta, tortillas, frijoles y otros vegetales y frutas a fin de suministrar un

máximo de 6,0 g de proteína y 180 calorías por kilo de peso. Ya para ese entonces el niño recibía la mitad de la proteína de la mezcla vegetal y la otra mitad de las demás fuentes vegetales de su dieta. Al cabo de 64 días de tratamiento su condición era excelente y su peso había aumentado a 18,6 kilos.

J.A.Q., un niño de 18 meses de edad, medía 68 cm de estatura y pesaba 7,8 kilos al ingresar con SPI moderado. Se le administró la mezcla vegetal como única fuente de proteínas, vitaminas y minerales, alcanzando a los 12 días de hospitalización una proporción de 5 g de proteínas y 150 calorías diarias por kilo de peso. Tres semanas después había desaparecido la apatía, anorexia, lesiones de la piel y diarrea, pero todavía persistían trazas de edema. Hasta la fecha el niño ha recibido la mezcla durante un total de 28 días, y su recuperación clínica continúa siendo satisfactoria.

C.A.P., un niño de 15 meses de edad, medía 70 cm de estatura y pesaba 6,8 kilos a su ingreso con SPI moderado. Se le administró la mezcla vegetal como única fuente de proteínas, vitaminas y minerales, alcanzando a los 11 días después de hospitalizado, una proporción de 5 g de proteínas y 150 calorías diarias. La "iniciación de la curación" se consideró completa al cabo de tres semanas de tratamiento. Hasta la fecha el niño ha recibido la mezcla durante 26 días y su recuperación clínica es satisfactoria.

Estudios de balance metabólico en niños

Ya se han reportado los estudios de absorción y retención de nitrógeno llevados a cabo en niños en vía de recuperación del SPI, cuyo tratamiento consistía en una dieta en que la leche era la única o la mayor fuente de proteínas, habiéndose descrito, asimismo, la técnica empleada en esos estudios (22). Después de concluidas las pruebas de aceptabilidad y tolerancia y del efecto de la mezcla en niños malnutridos, se realizaron estudios de balance metabólico de nitrógeno para lo cual se sustituyó gradualmente la dieta de los niños por otra en que la mezcla vegetal constituía la única fuente de proteínas, aportando una ingesta proteica y calórica, por kg de peso, equivalente a la provista por la dieta previa, a base de leche. Luego se les

estudió metabólicamente por un período adicional de 5 días. Los resultados obtenidos en los primeros dos casos se presentan en el Cuadro 6, junto con los de tres pruebas adicionales en las que el procedimiento empleado difirió en el sentido de que el período metabólico durante el cual los niños recibieron la dieta de leche, se inició después en vez de antes de efectuar el ensayo con la mezcla vegetal. La cantidad relativa de nitrógeno absorbido por lo general fue menor con la mezcla vegetal que con la leche, y la absorción promedio de los cinco ensayos fue de 73% en el caso de la mezcla, y de 81% en el caso de la leche.

La interpretación de la retención promedio debe hacerse con cierta reserva, debido a las variaciones de retención observadas de uno a otro caso. Esto es una consecuencia biológica inevitable de los diversos grados de recuperación y, por consiguiente, de la repleción de las reservas agotadas de nitrógeno. Al examinar individualmente cada caso se observa que la retención fue aproximadamente igual en tres ensayos, mejor en un caso con la dieta de leche, y mejor en otro con la proteína de origen vegetal. De los resultados de estos ensayos iniciales es evidente que la proteína de la mezcla vegetal, una vez absorbida, es tan bien utilizada por el organismo como la de la leche. Al calcular el porcentaje de nitrógeno absorbido que fue retenido por el organismo, los valores resultantes por lo general fueron más elevados cuando se administró la mezcla vegetal.

EVALUACION GENERAL DE LAS MEZCLAS VEGETALES

La elaboración de mezclas vegetales adecuadas se hace difícil en la actualidad debido a dos factores: la incertidumbre de que se pueda lograr un contenido óptimo de aminoácidos, así como el balance necesario, basándose solamente en las cifras analíticas; y la posibilidad de que los ingredientes de las plantas seleccionadas puedan contener factores inhibitorios o tóxicos, o bien que éstos

CUADRO No. 6.—Resultados del balance de nitrógeno de niños en vía de recuperación del SPI. (Ensayos de 5 días, con 3 a 7 días de ajuste entre una y otra prueba)

	Peso kg	Pro- teína/ kg	Cal- cío/ kg	Leche		Mezcla Vegetal INCAP 8	
				% abs.	% ret.	% abs.	% ret.
	7,5	2,4	102	87	0	73	11
	11,2	2,6	106	74	23	78	23
*	9,9	3,8	110	90	15	74	12
*	9,5	2,9	101	74	11	71	14
*	11,6	2,8	108	80	34	68	23
Promedio	9,9	2,9	105	81	17	73	17

* El ensayo con la mezcla vegetal precedió al ensayo con leche.

resulten como una consecuencia del proceso de su elaboración.

DISPONIBILIDAD DE AMINOACIDOS

La descripción del patrón de aminoácidos de la proteína provisional de referencia, ha sido de gran ayuda al proporcionar un medio para comparar las combinaciones de aminoácidos de los alimentos y de las mezclas alimenticias, así como para estimar su valor biológico. Como Allison ha señalado (23), existe toda razón para creer que este patrón de referencia constituye una valiosa guía, y que las estimaciones calculadas con base en ese patrón hasta la fecha han estado bastante de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas biológicas. Sin embargo, este patrón no es más que una primera aproximación que está sujeto a mayor perfeccionamiento y no indica hasta qué punto un exceso de cualquiera de los aminoácidos esenciales puede afectar adversamente el valor biológico teórico, calculado con base en el aminoácido limitante.

Surgen aún mayores dificultades al extraer el contenido de aminoácidos de las proteínas vegetales determinado microbiológicamente, ya que a fin de hacer disponibles sus aminoácidos a los organismos de prueba, por lo general tales proteínas han sido sujetas a hidrólisis drástica. La disponi-

bilidad de estos mismos aminoácidos bien puede ser distinta en el proceso normal de digestión *in vivo*. Los estudios *in vitro* después de la digestión enzimática, tampoco proporcionan una respuesta adecuada, puesto que la velocidad de liberación de los aminoácidos ejerce un efecto importante en su utilización para la síntesis proteica (24). Un ejemplo interesante lo constituye el hallazgo reciente de que el mayor crecimiento observado en ratas alimentadas con maíz tratado con cal, en vez de maíz crudo (25, 26), puede deberse al hecho de que la zeína, que es una proteína de calidad muy inferior a las otras proteínas del maíz, se hace selectivamente menos disponible debido al tratamiento con cal a que es sujeto (27). El efecto que el cocimiento tiene de facilitar la liberación de los aminoácidos en la digestión *in vivo*, es una ilustración más conocida. Más aún, las diversas técnicas de elaboración a que se sujetan los alimentos también pueden aumentar o disminuir su valor proteico.

De estos breves comentarios se deduce que por útiles que sean los cálculos del valor nutritivo potencial de las mezclas vegetales, su validez sólo puede ser determinada mediante cuidadosos ensayos biológicos, los que además de ser relativamente costosos, requieren de mucho tiempo. La importancia que encierra esta fase vital del desarrollo de mezclas vegetales para la alimentación humana, es un hecho que empieza a ser reconocido.

EL PROBLEMA DE LOS FACTORES TOXICOS

Es inevitable que a medida que se prosiga la búsqueda de ingredientes adecuados a emplear en la elaboración local de combinaciones de proteínas vegetales, se sugieran muchas plantas que ni han sido lo suficientemente estudiadas en el laboratorio, ni usadas para consumo humano. Hay tantos ejemplos de plantas que contienen sustancias tóxicas o interferentes, que cada ingrediente debe ser sujeto a pruebas cuidadosas antes de asumir que se puede administrar sin ningún peligro. Se reconoce la necesidad que hay de destruir tanto la proteína soyina como el in-

hibidor de la tripsina en el frijol de soya, y también se puede citar un ejemplo igualmente notable, como es el de la violenta toxicidad de la harina hecha de aceituno (*Simarouba glauca*) que, si no fuese por esto, sería una excelente fuente proteica (28). El ligamiento del fósforo con las fitinas, del calcio con el ácido oxálico, las sustancias bocígenas que contienen cianuro de plantas de la familia Brassicaceae, y los efectos tóxicos del gopisol de la harina de semilla de algodón, todos ilustran la necesidad de obrar con cautela antes de recomendar cualquier mezcla alimenticia que se proponga para consumo humano. A los riesgos naturales debe añadirse el peligro que encierra el uso de solventes tóxicos para la extracción de grasa, y la alteración de la calidad proteica que puede resultar del uso de un procedimiento inadecuado. Se insta a aquellas personas que deseen desarrollar mezclas para la alimentación de seres humanos, similares a la mezcla vegetal descrita en este informe, a que estudien los debates y declaración de principios formulados durante la Conferencia sobre Requerimientos Proteicos Humanos y su Aplicación Práctica, celebrada en Princeton, New Jersey en junio de 1955 (29).

SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS

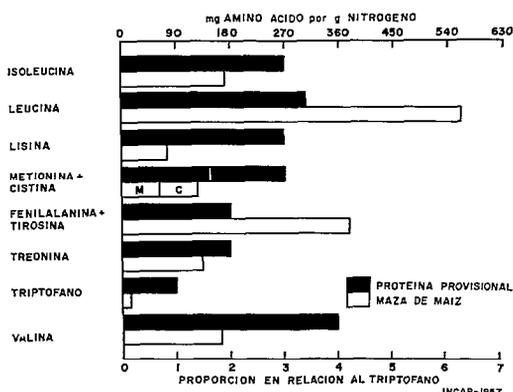
A medida que se hace más práctica la preparación en escala comercial, a bajo costo, de ciertos de los principales aminoácidos esenciales, se hacen más insistentes las dudas del valor que para las regiones poco desarrolladas tiene la suplementación de dietas elaboradas principalmente a base de proteínas vegetales, deficientes en varios aminoácidos, en una forma análoga a los programas de enriquecimiento con vitaminas y/o minerales de harina de trigo, harina de maíz y arroz, que hoy día gozan de aceptación general. Mucho se ha escrito ya sobre esta materia y se han hecho ciertas propuestas para ensayarlo (30, 31). Sin embargo, la situación no es del todo comparable con el enriquecimiento vitamínico de los alimentos. Dentro del grado máximo concebible para el enriquecimiento con vitaminas, el

exceso de una o más vitaminas no tiene ningún efecto significativo sobre la utilización de las otras. En el caso de los aminoácidos, sin embargo, es más que claro que un exceso de cualquier aminoácido puede, en ciertas circunstancias, afectar al valor biológico de la proteína en una forma tan adversa como cualquier deficiencia relativa (32).

Esto no deja lugar a duda que es necesario tener mayores conocimientos de la interacción relativa de cada uno de los aminoácidos antes de que se pueda considerar seriamente el enriquecimiento de los alimentos con aminoácidos. Más aún, la incertidumbre de extrapolar de valores analíticos a la disponibilidad biológica en el ser humano, de nuevo constituye un grave obstáculo al usar el patrón de aminoácidos para determinar qué cantidad de un aminoácido dado se requiere para proporcionar un nivel óptimo. Con la evidencia cada vez mayor de que la proporción de aminoácidos de una dieta, es decir, el patrón de aminoácidos, es más importante que las cantidades absolutas, es de creer que la suplementación de aminoácidos en base a nuestros conocimientos actuales, aún constituye un procedimiento peligroso.

Por otra parte, es muy posible que, una vez se disponga de suficientes conocimientos, se encuentre práctico mejorar la calidad proteica de las dietas consumidas en regiones poco desarrolladas, con combinaciones adecuadas de los aminoácidos esenciales en los que éstas son deficientes. Es muy necesario que se realicen estudios sobre la practicabilidad de tal procedimiento. El INCAP ha iniciado recientemente una serie de estudios en los que se propone llevar las proteínas vegetales y las mezclas de proteína vegetal a las proporciones teóricamente deseables de los aminoácidos sugeridos por el patrón de aminoácidos de la proteína provisional de referencia. Esto se está llevando a la práctica mediante la adición sistemática de aminoácidos sintéticos, observando la retención de nitrógeno de cada combinación y comparando ésta con la de una cantidad igual de proteína de leche. Al agregar una pequeña

FIG. 2.—Patrón de aminoácidos de la proteína provisional y de la masa de maíz.

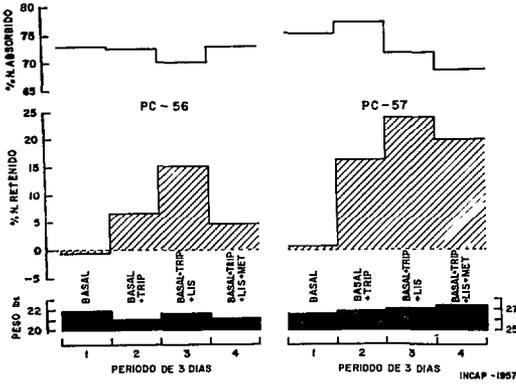


cantidad de glicina o de ácido glutámico, a la dieta básica, la sustitución de los aminoácidos puede hacerse sin cambiar las proporciones de los otros ingredientes, o sin alterar la cantidad total de nitrógeno administrado. Ya que las diferencias en los suplementos de aminoácidos no afectaron el apetito de los niños bajo estudio, y en vista de que la mayor parte de la dieta no sufrió cambio alguno, se estimó que un período de ajuste de un día era suficiente entre cada uno de los ensayos, de tres días de duración.

En las primeras dos pruebas se empleó maíz tratado con cal, administrado en forma de masa o de tortilla, debido a su importancia en la dieta básica de la América Central, y porque se sabe que el valor biológico de su proteína es relativamente inferior. En la Figura 2 se presenta la relación entre el contenido de aminoácidos de la masa de maíz comparada con el patrón provisional de aminoácidos. Se puede observar que los aminoácidos limitantes son, en el mismo orden, triptofano, lisina, metionina, valina e isoleucina.

Los resultados obtenidos al agregar los primeros tres de estos aminoácidos a la masa de maíz se ilustran en la Figura 3. Cuando la dieta de los niños se cambió, de una a base de leche a una isoproteica, consistente en su totalidad de maíz tratado con cal, suplementada con vitaminas y minerales, más un agregado de calorías en forma de azúcar, almidón y margarina, la retención de nitrógeno

FIG. 3.—Resultados del balance metabólico de nitrógeno en niños recuperados del SPI alimentados con masa de maíz suplementada con aminoácidos.



descendió ostensiblemente, como era de anticipar. Al agregar triptofano y lisina, sucesivamente, a fin de equiparar su contenido de aminoácidos totales al de la proteína provisional, se observaron aumentos significativos en la retención de nitrógeno. Sin embargo, cuando se agregó metionina, la retención de nitrógeno disminuyó en vez de aumentar.

En ese entonces uno de los niños resultó con varicela y se tuvieron que suspender en él los estudios de balance, pero el otro paciente no mostró mejoría con el agregado de valina; no fue sino hasta que se incluyó isoleucina en la dieta y la relación leucina-isoleucina se restauró que el balance se mejoró. Es posible que la cantidad de metionina adicionada haya tenido cierto efecto adverso sobre la relación leucina-isoleucina, y que si se hubiese agregado primero la isoleucina, los resultados pudieran haber sido distintos. Sólo la práctica de nuevos ensayos puede elucidar esta duda.

Los resultados obtenidos con la suplementación de aminoácidos, por cierto muy preliminares, se citan solamente para indicar que el método de balance de nitrógeno en la evaluación del agregado de aminoácidos parece ser eficaz en estos casos, para ilustrar los problemas de desequilibrio metabólico que surgen tan pronto como se emprende la suplementación de aminoácidos. Haciendo caso omiso de la explicación, el agregado de

metionina, en ambos casos, tuvo el efecto inesperado de disminuir en vez de aumentar la retención de nitrógeno.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos hasta la fecha en el desarrollo y ensayos de la Mezcla Vegetal INCAP 8, señalan que es factible elaborar una mezcla de bajo costo, compuesta de sólo proteínas vegetales, empleando ingredientes obtenibles localmente, para la alimentación suplementaria y mixta de niños lactantes y de pre-escolares, en las regiones poco desarrolladas. Es realmente satisfactorio constatar que el valor biológico de las proteínas de la Mezcla 8 parece aproximarse tanto al de la leche.

Sin embargo, tal mezcla no necesita ser equivalente, en su valor biológico, a la leche para ocupar un lugar de importancia en la prevención de la malnutrición proteica, y tampoco se requiere que ésta sea la mejor fórmula posible desde un punto de vista nutricional, pero sí debe ser eficaz a la vez que de bajo costo, de sabor agradable y de fácil transporte y almacenamiento.

Desde luego, es evidente que la fórmula puede ser mejorada, tanto desde el punto de vista nutricional como económico, por lo que tan pronto como se terminen los ensayos con la Mezcla 8, se iniciarán nuevos trabajos en este sentido. Es necesario poner a prueba determinadas modificaciones a fin de adaptar esta fórmula a otras regiones poco desarrolladas del mundo donde la disponibilidad y el costo de los ingredientes locales son distintos. Podría contemplarse la sustitución de todo o parte del maíz por maicillo o arroz. El uso del arroz en vez del maíz, teóricamente mejoraría el valor proteico de la mezcla y la haría más aceptable para las personas que subsisten a base de este producto. La disponibilidad de semilla de algodón de bajo contenido de gopisol, hace factible que las proporciones de este ingrediente puedan ser aumentadas considerablemente, o si fuese necesario, que éste se omita por completo. El hecho de que la suplementación de las dietas con aminoácidos sintéticos resulte ser

o no ser práctica y deseable, sólo podría ser determinado mediante estudios fundamentales que permitan obtener datos de los que no se dispone aún.

Es de esperar que los adelantos descritos puedan llevarse a cabo en el futuro en las regiones que más necesitan de ellos. Como se manifestara durante el Simposio sobre "Amino Acid Malnutrition" celebrado en la Universidad de Rutgers, New Jersey, en enero de 1957 (33), los programas que hoy día realizan la OMS, la FAO y el UNICEF, con la ayuda de fondos de la Fundación Rockefeller y del Consejo Nacional de Investigaciones de los E.U.A. (N.R.C.), han de

desempeñar un papel decisivo en el estímulo de las investigaciones científicas y aplicaciones prácticas necesarias.

RECONOCIMIENTO

Varias partes de este trabajo fueron financiadas con la subvención No. 981 de los Institutos Nacionales de Salud Pública de los Estados Unidos de América, y con fondos otorgados por el Consejo Nacional de Investigaciones (N.R.C.), por E. I. Du Pont de Nemours and Company, Inc., y por la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas.

REFERENCIAS

- (1) Trowell, H. C.; Davies, J. N. P., y Dean, R. F. A.: *Kwashiorkor*. 1a. ed., Londres, Inglaterra: Edward Arnold Ltd., 1954.
- (2) Autret, M., y Béhar, M.: Síndrome policarenal infantil (kwashiorkor) y su prevención en la América Central. FAO, Estudios sobre Nutrición No. 13—Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia, marzo, 1955.
- (3) Waterlow, J. C., y Scrimshaw, N. S.: The concept of kwashiorkor from a public health point of view, *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 16:458, 1957. El concepto del síndrome pluricarenal de la infancia desde el punto de vista de la salud pública, *Bol. Of. San. Pan.*, 42:265, 1957.
- (4) Scrimshaw, N. S.; Béhar, M.; Arroyave, G.; Viteri, F., y Tejada, C.: Characteristics of kwashiorkor (síndrome pluricarenal de la infancia), *Fed. Proc.*, 15:977, 1956. Características del síndrome pluricarenal de la infancia (kwashiorkor), *Bol. Of. San. Pan.*, 41:274, 1956.
- (5) Scrimshaw, N. S.; Béhar, M.; Arroyave, G.; Tejada, C., y Viteri, F.: Kwashiorkor in children and its response to protein therapy, *Jour. Am. Med. Assoc.*, 164:555, 1957.
- (6) Scrimshaw, N. S.; Béhar, M.; Viteri, F.; Arroyave, G., y Tejada, C.: Epidemiology and prevention of severe protein malnutrition (kwashiorkor) in Central America, *Am. Jour. Pub. Health*, 47:53, 1957. Epidemiología y prevención de la malnutrición proteica severa (kwashiorkor) en la América Central, *Bol. Of. San. Pan.*, 42:317, 1957.
- (7) Protein Requirements: Report of the FAO Committee, Rome, Italy, 24-31 October, 1955. FAO Nutritional Studies No. 16, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1957.
- (8) Squibb, R. L.; Falla, A.; Fuentes, J. A., y Love, H. T.: Value of desmodium, pigeonpea fodder and Guatemalan and United States alfalfa meals in rations for baby chicks, *Poultry Science*, 29:482, 1950.
- (9) Squibb, R. L., y Wyld, M. K.: Further studies on the value of desmodium meal in the baby chick diet, *Poultry Science*, 29:586, 1950.
- (10) Squibb, R. L., y Salazar, E.: Value of corozo palm nut and sesame oil meal, bananas, A.P.F. and cow manure in rations for growing and fattening pigs, *Jour. Animal Science*, 10:545, 1951.
- (11) Squibb, R. L., y Wyld, M. K.: Effect of corozo palm nut oil meal in the baby chick diet, *Poultry Science*, 31:118, 1952.
- (12) Squibb, R. L.; Guzmán, M., y Scrimshaw, N. S.: Dehydrated desmodium, kikuyu grass, ramie and banana leaf forages as supplements of protein, riboflavin and carotenoids in chick rations, *Poultry Science*, 32:1078, 1953. Forrajes deshidratados de desmodio, grama kikuyu, ramio y hoja de banano como fuentes de suplementos de proteína, riboflavina y carotenoides en raciones para polluelos, *Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 180, 1955.
- (13) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá: Tercera edición de la tabla de composición de alimentos de Centro América y Panamá, *Suplemento No. 1 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*,

- "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 129, 1953.
- (14) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá: Suplemento de la tercera edición de la tabla de composición de alimentos de Centro América y Panamá, *Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 232, 1955.
- (15) Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá e Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala: Composición de forrajes y concentrados forrajeros del area centro-americana, *Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 227, 1955.
- (16) Squibb, R. L.; Méndez, J., y Scrimshaw, N. S.: Valor de las harinas de camote y achiote en raciones para aves de corral, *Turrialba*, 3:163, 1953.
- (17) Squibb, R. L.; Guzmán, M., y Scrimshaw, N. S.: Carotene and riboflavin retention and serum vitamin levels in vitamin A depleted rats fed four forage meals, achiote meal and African palm oil, *Turrialba*, 3:91, 1953. Retención de la carotina y de la riboflavina y niveles séricos de vitaminas en ratas carentes de vitamina A alimentadas con cuatro forrajes, achiote y aceite de palma africana, *Suplemento No. 1 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 62, 1953.
- (18) Illescas, R.: Chemical theory of the preparations of nixtamal; preliminary note, *Soc. Mex. Hist. Nat.*, 4:129, 1943.
- (19) Aguirre, F.; Robles, C. E., y Scrimshaw, N. S.: The nutritive value of Central American corns. II. Lysine and methionine content of 23 varieties in Guatemala, *Food Research*, 18:268, 1953. El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centro América. II. Contenido de lisina y metionina en 23 variedades de Guatemala, *Suplemento No. 1 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 89, 1953.
- (20) Aguirre, F.; Bressani, R., y Scrimshaw, N. S.: The nutritive value of Central American corns. III. Tryptophan, niacin, thiamine and riboflavin content of 23 varieties in Guatemala, *Food Research*, 18:273, 1953. El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centro América. III. Contenido de triptofano, niacina, tiamina y riboflavina en 23 variedades de Guatemala, *Suplemento No. 1 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 95, 1953.
- (21) Bressani, R.; Campos, A. A.; Squibb, R. L., y Scrimshaw, N. S.: The nutritive value of Central American corns. IV. The carotene content of 32 selections of Guatemalan corn, *Food Research*, 18:618, 1953. El valor nutritivo de las variedades de maíz cultivadas en Centro América. IV. El contenido de carotina de 32 selecciones de maíz guatemalteco, *Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 195, 1955.
- (22) Robinson, U.; Béhar, M.; Viteri, F.; Arroyave, G., y Scrimshaw, N. S.: Protein and fat balance studies in children recovering from kwashiorkor, *Jour. Trop. Pediat.*, 2:217, 1957. Estudios de balance metabólico de proteína y de grasa en niños en vía de recuperación del Síndrome Pluricarenal de la Infancia, *Suplemento No. 3 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 72, 1959.
- (23) Allison, J. B., y Wannemacher, Jr., R. W.: Repletion of depleted protein reserves in animals, *En "Amino Acid Malnutrition"*, ed. William H. Cole, XIII Annual Protein Conference, Rutgers University Press, p. 1, 1957.
- (24) Allison, J. B.: Dietary proteins. Their function in health and disease, *Jour. Agr. and Food Chem.*, 1:71, 1953.
- (25) Laguna, J., y Carpenter, K. J.: Raw versus processed corn in niacin-deficient diets, *Jour. Nutrition*, 45:21, 1951.
- (26) Cravioto, R. O.; Anderson, R. K.; Lockhart, E. E.; Miranda, F. de P.; y Harris, R. S.: Nutritive value of the Mexican tortilla, *Science*, 102:91, 1945.
- (27) Bressani, R.: Effect of lime-treatment on some characteristics of corn proteins, *Fed. Proc.*, 16:382, 1957. Efecto del tratamiento con cal sobre ciertas características de las proteínas del maíz, *Suplemento No. 3 de Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, p. 184, 1959.
- (28) Squibb, R. L.: Datos no publicados.
- (29) Human Protein Requirements and their Fulfillment in Practice: Proceedings of a Conference in Princeton, United States, 1955. Sponsored jointly by the Food and Agriculture Organization of the United Nations, the World Health Organization and the Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York. Ed. J. C. Waterlow y J. M. L. Stephen. Bristol, Inglaterra: John Wright and Sons, Ltd., 1957. 193 págs.

- (30) Sure, B.: Protein quality and supplementation. Relative nutritive values of proteins in foods and supplementary value of amino acids in pearled barley and peanut flour, *Jour. Agr. and Food Chem.*, 3:789, 1955.
- (31) Flodin, N. W.: Amino acids and proteins. Their place in human nutrition problems, *Jour. Agr. and Food Chem.*, 1:122, 1953.
- (32) Elvehjem, C. A.: The effects of amino acid imbalance on maintenance and growth, *En "Some Aspects of Amino Acid Supplementation"*, XII Annual Protein Conference, Rutgers University Press, p. 22, 1956.
- (33) Sebrell, Jr., W. H., y Hand, D. B.: Protein malnutrition as a world problem, *En "Amino Acid Malnutrition"*, ed. William H. Cole, XIII Annual Protein Conference, Rutgers University Press, p. 47, 1957.