

PUBLICACIONES
CIENTIFICAS DEL

INSTITUTO DE NUTRICION DE
CENTRO AMERICA Y PANAMA

MONOGRAFIA N° 4

**MEZCLAS VEGETALES COMO FUENTES DE PROTEINA EN
LA ALIMENTACION HUMANA. DESARROLLO DE LA
INCAPARINA.**



GUATEMALA, MARZO DE 1961.

REIMPRESO DE LA
REVISTA DEL COLEGIO MEDICO DE GUATEMALA
Vol. 12 MARZO, 1961. Núm. 1

Mezclas Vegetales como Fuentes de Proteína en la Alimentación Humana. Desarrollo de la Incaparina.

CONTENIDO:

	Pág.
I. Introducción	1
II. El Problema Alimentario de Guatemala	4
III. El Uso de Proteínas Vegetales en la Alimentación Humana	9
IV. Evaluación Clínica	17
V. Evaluación Bioquímica	20
VI. Pruebas de Aceptabilidad y Estudios de su Producción en Escala Comercial ..	24
VII. Conclusiones y Recomendaciones	27

por

los siguientes miembros del
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

Doctor Nevin S. Scrimshaw, Director; señorita Marina Flores, Jefe de la Sección de Encuestas Dietéticas, División de Epidemiología; Doctor Ricardo Bressani, Jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos; Doctora Dorothy Wilson, Jefe del Proyecto de Estudio del Síndrome Pluricarencial de la Infancia de la División de Investigaciones Clínicas; Doctor Guillermo Arroyave, Jefe de la División de Química Fisiológica; Doctor Miguel A. Guzmán, Jefe de la División de Estadística y Documentación y Doctor Moisés Béhar, Director Adjunto y Jefe de la División de Investigaciones Clínicas.

Publicaciones Científicas del INCAP

Monografía No. 4

Mezclas Vegetales como Fuentes de Proteína en la Alimentación Humana. Desarrollo de la Incaparina *

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP),
GUATEMALA, C. A.

I. INTRODUCCION **

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), fue creado en febrero de 1946 con objetivos definidos:

«Ser una entidad técnica con el propósito de concentrar la atención sobre los problemas de la nutrición humana de los países miembros (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) y con el fin de coadyuvar de manera efectiva a su resolución». Esta labor la ha venido desarrollando mediante investigaciones sobre el estado de nutrición de los habitantes del área y la composición química de los alimentos de la región; llevando a conocimiento de la población, a través del adiestramiento del personal técnico encargado de las actividades educacionales y de la preparación de material educativo, las bases de una nutrición adecuada, y proporcionando asesoría técnica a los países miembros por medio de consultas directas, elaboración de informes y realización de programas de demostración.

Desde que el Instituto fue inaugurado formalmente en septiembre de 1949, se hizo cada vez más evidente que el problema nutricional de mayor gravedad y urgencia del istmo centroamericano lo constituye la desnutrición proteica del niño, desde el período del destete. Este influye sobre el creci-

miento y desarrollo de la gran mayoría de niños de la región con resultados fatales en muchos casos, ya que algunos de ellos mueren con el cuadro franco del Síndrome Pluricarenal de la Infancia (SPI o Kwashiorkor), o marasmo, o bien como resultado de procesos infecciosos que en niños bien nutridos no tendrían tales consecuencias.

Los trabajos del INCAP en relación con la malnutrición proteica fueron dados a conocer en el Symposium que el Instituto presentó con motivo del III Congreso Centroamericano de Pediatría y VII Congreso Nacional de Medicina que se celebraron en Guatemala a fines del año de 1956. En esa oportunidad, precisamente, se trató en detalle los aspectos clínicos, bioquímicos y patológicos del Síndrome Pluricarenal de la Infancia y, no menos importante, su epidemiología y prevención, así como las recomendaciones sugeridas para su tratamiento. Considerando la necesidad de dar a conocer la gravedad de este problema y con el fin de despertar el mayor interés posible en su solución, el INCAP solicitó la publicación de este trabajo en la *Revista del Colegio Médico de Guatemala* (7: 221-278, 1956) y luego lo preparó en forma de monografía que, bajo el título «Desnutrición Severa en la Infancia», hizo circular ampliamente en los países del área centroamericana y Panamá.

El INCAP había logrado enfocar la fase inicial del problema. Se conocía ya el síndrome en sus diversas manifestaciones, y era necesario entrar de lleno en la segunda fase de actividad: establecer las causas primordiales de la malnutrición proteica.

Los esfuerzos del Instituto en este sentido también se dieron a conocer aprovechando su participación en el IX Congreso Nacional de Medicina de Guatemala, en diciembre de 1958. El INCAP

* Symposium presentado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), como parte del programa desarrollado durante el XI Congreso Nacional de Medicina, celebrado en la Ciudad de Guatemala del 29 de noviembre al 3 de diciembre de 1960.

** Preparada especialmente para la publicación de este symposium por el Doctor Nevin S. Scrimshaw, Director del INCAP. Publicación INCAP E-256.

en esa ocasión de nuevo abordó el importante tema de la desnutrición proteica enfocándolo, esta vez, de manera global y tratando los diversos factores que influyen en la prevalencia del síndrome. La presentación de este segundo trabajo, publicado también en la *Revista del Colegio Médico de Guatemala* con el título «Factores Causales de la Desnutrición. ¿Pueden Controlarse?» (10: 248-261, 1959), fue posible gracias a la valiosa colaboración que tuvieron a bien prestar distinguidos expertos en los diferentes aspectos de orden médico, económico, cultural, antropológico, educacional, etc., discutidos en esa mesa redonda.

El problema de la malnutrición proteica había sido descrito en todos sus aspectos y se había logrado enfocar los factores causales del mismo. Era pues, preciso, encontrar el medio de solucionarlo.

Desde un principio el Instituto pudo apreciar que sus esfuerzos por ayudar a los países miembros a resolver este importante problema enfrentaban ciertos obstáculos que no le permitían desarrollar éstos en toda su magnitud, debido a que las fuentes convencionales de proteína de buena calidad son demasiado costosas para que las familias de bajos ingresos puedan consumirlas en cantidades adecuadas. Por otra parte, la producción, la distribución y el almacenaje de dichos productos involucran problemas de diversa índole y existen también prejuicios en lo que respecta al uso de tales alimentos en la dieta del niño, particularmente cuando éste enferma, que no pueden pasar desapercibidos. Este último punto, precisamente, tiene mucha importancia, ya que las diarreas infecciosas son muy comunes en los niños de edad preescolar y constituyen un factor primordial desencadenante en el desarrollo del SPI y del marasmo.

Teniendo en cuenta los factores aludidos, el INCAP aceptó el hecho de que la única forma práctica de solucionar este grave problema, sería el desarrollo de un nuevo alimento, de alto valor proteico, elaborado con base en los recursos agrícolas locales y a un precio que estuviese al alcance de las posibilidades económicas de los sectores de la población de menores recursos, por ser éstos precisamente los que mayor necesidad tienen de consumir un alimento con tales condiciones.

Fue con este objetivo en mente que el Instituto inició hace nueve años, los trabajos encaminados al desarrollo de un producto de la naturaleza propuesta. En la fase inicial de actividades, tuvo la suerte de contar con la valiosa colaboración y entusiasmo del Doctor Robert L. Squibb, que en esa

época prestara servicios en el Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala, como Jefe de Departamento de Zootecnia y Nutrición Animal. Sus estudios sobre el valor biológico de alimentos de cultivo local para uso en la elaboración de raciones para consumo animal fueron de gran ayuda en este sentido.

Justo es mencionar también que en este lapso de nueve años, han colaborado en el desarrollo del proyecto, no sólo el cuerpo de profesionales del INCAP, sino también el personal de las Secciones de Nutrición de los Países Miembros, en especial el Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública de Guatemala, así como otros Organismos Internacionales y de carácter privado.

Estos esfuerzos rindieron su primer resultado práctico en 1956, con la realización de las pruebas clínicas a que se sometió la primera de estas mezclas vegetales identificada como INCAP 8, con resultados muy satisfactorios que vinieron a comprobar por primera vez la posibilidad de alcanzar la meta que el INCAP se había propuesto. Desafortunadamente, una marcada disminución en la disponibilidad de uno de los ingredientes claves de esta fórmula, la harina de semilla de ajonjolí y, por consiguiente, su alza de precio, hicieron que a causa de su excesivo costo éste no fuese ya adecuado para las finalidades del proyecto. Sin embargo, ya para esa época el INCAP había logrado acumular suficiente información con base en la cual desarrolló una nueva fórmula en cuya elaboración se eliminaba el uso de este ingrediente substituyéndolo por otro que también satisface adecuadamente los requisitos biológicos establecidos.

En las secciones que siguen, varios miembros del cuerpo de profesionales del INCAP dan a conocer, en mayor detalle, los antecedentes y la historia completa del desarrollo, en esta Institución, de mezclas vegetales para consumo humano a las cuales se ha dado el nombre genérico INCAPARINA. Este nombre ya se ha aplicado a todas aquellas fórmulas desarrolladas por el INCAP que contienen más de 25% de proteína vegetal de calidad comparable a la de origen animal, adecuada no sólo para la alimentación de personas adultas, sino especialmente para la alimentación suplementaria y mixta de los grupos más vulnerables, como son los niños de edad preescolar y las madres embarazadas y lactantes.

Según lo revelan los datos que se dan a conocer en este trabajo, dichas mezclas vegetales representan, al parecer, un medio de importancia encaminado a solucionar el problema de la desnutrición

proteica y de gran significado futuro, no sólo para las poblaciones de la región centroamericana, sino también para otras áreas del mundo que enfrentan problemas semejantes y disponen de recursos similares.

Una vez llegue el momento en que el uso de la INCAPARINA sea una realidad en los Países Miembros, y se logre reducir así las altas tasas de morbilidad y mortalidad infantil atribuibles directa o indirectamente a la desnutrición proteica, el INCAP habrá satisfecho uno de sus más importantes propósitos.

II. El Problema Alimentario de Guatemala *

El hecho de que en Guatemala existe un gran problema nutricional ha sido ampliamente confirmado por las investigaciones llevadas a cabo a este respecto por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Sin embargo, para conocer la magnitud, profundidad y especificidad de ese problema se requiere un análisis detallado de la situación actual del país en lo que respecta al consumo y disponibilidad de los alimentos frente a las necesidades nutricionales de los pobladores.

Una fotografía censal del país muestra que de los 3.000,000 de habitantes con que éste cuenta, más del 54% son indígenas (1). Del resto de los pobladores el 75% viven en áreas rurales y, con pocas excepciones, al igual que los indígenas disponen de un presupuesto inadecuado para satisfacer sus necesidades básicas. Queda reducida así la población solamente a un 11% que habita en las zonas urbanas y que probablemente dispone de mejores posibilidades para cubrir satisfactoriamente sus necesidades.

Aproximadamente dos tercios de la población masculina se dedica a la agricultura, al menos en una época del año, pero en la gran mayoría de los casos la producción es limitada, ya que ésta cubre primordialmente sus propias demandas, dejando sólo un pequeño excedente para propósitos de mercado. Los métodos e implementos rudimentarios que se usan en las faenas agrícolas, principalmente, son los factores responsables de la poca producción. Los cultivos, por su parte, pueden clasificarse en dos grandes grupos, unos de importancia nutricional y otros de importancia monetaria, en los cuales descansa la economía nacional.

Si se consideran las cifras que figuran en el censo correspondiente al período de 1950 a 1955 (2), se obtienen promedios anuales de la producción de ciertos alimentos vitales tales como leche cuya producción fue de 40 millones de litros; hue-

vos 10 millones de docenas; carnes 1.097,000 quintales; frijol 595,000 quintales, y maíz, trigo y arroz, en conjunto, un total de 10.026,000 quintales al año. Estas cifras proporcionan una idea de la disponibilidad de dichos alimentos en forma global, pero no tienen ningún significado en lo que respecta a su disponibilidad por parte de cada una de las familias que integran el país.

Las encuestas alimentarias llevadas a cabo por el INCAP en diferentes regiones y grupos de población, han aportado datos en cuanto al consumo real de los pobladores. Aunque no se han cubierto todas las zonas del país, algunas áreas más densamente pobladas y de gran importancia socio-económica han sido investigadas (3-10).

CUADRO 1
CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTOS EN
GUATEMALA

Peso neto (gramos)/persona/día

<i>Alimentos</i>	<i>Tierras Altas</i>	<i>Tierras Bajas</i>	<i>Oriente</i>
Leche líquida	10	73	143
Huevos	4	7	5
Carnes	34	44	31
Frijoles	58	53	64
Verduras	61	46	78
Frutas	23	10	33
Musáceas	2	22	16
Raíces y Tubérculos	5	8	11
Cereales	494	344	297
Azúcares	47	73	53
Grasas	1	4	13

En el Cuadro 1 figuran las cifras promedio de consumo de alimentos correspondientes a tres zonas diferentes de Guatemala. Según se puede apreciar, aquellas comunidades que viven a más de 6,000 pies de altura en la parte noreste del de-

* Sección dictada por la señorita Marina Flores, Jefe de la Sección de Encuestas Dietéticas de la División de Epidemiología del INCAP.

partamento de Guatemala, se incluyen bajo la denominación «Tierras Altas», mientras que las familias que se estudiaron en las poblaciones de la zona sur del país, a menos de 1,000 pies de altura, se presentan bajo el título «Tierras Bajas». El término «Oriente» por su parte, comprende algunas poblaciones de los departamentos de Zacapa y Jutiapa, respectivamente. Como se puede observar, el consumo de productos de origen animal es sumamente limitado, siendo el consumo de cereales, por el contrario, elevado, en especial entre los pobladores de las Tierras Altas. No es necesario señalar que el maíz constituye el cereal principal y proporciona, casi en su totalidad, todos los nutrientes.

Al hacer el cálculo del valor nutritivo de los alimentos utilizados por las familias, se obtiene el reflejo de ese consumo en términos de calorías y nutrientes. Para poder evaluar el grado de adecuación de esas dietas, en el presente estudio se hizo una comparación entre las ingestas promedio y los requerimientos nutricionales, habiéndose obtenido los resultados que se presentan en el Cuadro 2 (2). Como lo indican las cifras ahí incluidas, los dos nutrientes que se originan primordialmente de los productos animales, o sea la vitamina A y la riboflavina, se presentan visiblemente deficientes en estas dietas. El grado satisfactorio que alcanza la ingesta de calorías, proteína total, calcio, tiamina y niacina, se debe al alto consumo de maíz. Sin embargo, las cifras promedio no dan una descripción de lo que realmente sucede entre las familias. Según lo demostró esta investigación, aún en comunidades bastante homogéneas, existen diferencias en los niveles de consumo debido a que pertenecen a diferentes grupos económicos. En otras palabras si bien algunas de esas cifras promedio muestran que las dietas son adecuadas, una gran parte de la población se encuentra muy por debajo de esos niveles de adecuación. Se agrega a ello el hecho de que estos resultados más o menos favorables se obtienen al estimar los alimentos disponibles para el total de la familia. No obstante, el cuadro resultante es muy diferente cuando se estudia la dieta de los diferentes miembros de esas mismas familias, sobre todo cuando se mide el consumo de los niños de edad preescolar. Como ejemplo de lo que sucede al investigar la dieta infantil, citaremos los resultados de una investigación realizada en la población de Amatitlán (11) que no representan un caso aislado, sino más bien el cuadro que una y otra vez se repite en cada comunidad rural. Las cifras resultantes del estudio dietético cuantitativo que se llevó a cabo en niños de edad preescolar de esa locali-

dad simultáneamente con el estudio de sus familias, se presenta en el Cuadro 3.

CUADRO 2

INGESTA DIARIA EXPRESADA EN PORCENTAJES DE REQUERIMIENTOS ENTRE POBLADORES DE GUATEMALA

<i>Nutrientes</i>	<i>Tierras Altas</i>	<i>Tierras Bajas</i>	<i>Oriente</i>
Calorías	111	92	99
Proteína Total	117	96	92
Calcio	136	94	82
Hierro	236	190	164
Vitamina A	61	48	25
Tiamina	134	96	103
Riboflavina	46	29	50
Niacina	122	97	89
Vitamina C	56	52	77

CUADRO 3

NIVELES DE CONSUMO EXPRESADOS EN PORCENTAJES DE LAS RECOMENDACIONES NUTRICIONALES ENTRE FAMILIAS Y NIÑOS PREESCOLARES DE AMATITLÁN

<i>Nutrientes</i>	<i>Familias (32 casos)</i>	<i>Niños (35 casos)</i>
Calorías	89	75
Proteína Total	99	63
Calcio	74	45
Hierro	171	99
Vitamina A	17	30
Tiamina	112	73
Riboflavina	39	49
Niacina	93	58
Vitamina C	42	63

Si se observan las cifras promedio de ingesta correspondientes a las familias, únicamente se aprecian deficiencias marcadas en vitamina A y riboflavina, mientras que entre los niños hay limitaciones en cuanto a la ingesta, de todos los nutrientes, con excepción de hierro. No se considera aquí la ingesta de vitamina C, ya que ésta varía grandemente de un día a otro y no constituye un problema nutricional si se tiene en cuenta que en la región existe abundancia de frutas tropicales. Por el contrario, en lo que respecta a las proteínas, éstas proceden casi en su totalidad del maíz y, por consiguiente, la proporción de proteína de origen animal de esas dietas es sumamente pequeña.

Para explicar ciertas diferencias entre los resultados correspondientes a las ingestas de ambos grupos, en el Cuadro 4 se puede observar lo que sucede en lo que a la distribución de alimentos en las familias investigadas en esa oportunidad concierne, dándose a conocer las cantidades de alimentos consumidas individualmente por los niños y por las familias. Esos promedios de alimentos señalan que la poca leche de que dispone la familia se destina a los preescolares, lo que también es el caso en lo referente a frutas y huevos, aunque el uso de éstos últimos es tan poco frecuente que las diferencias son poco apreciables entre la familia considerada globalmente y el niño. Por su parte, la ingesta familiar de calcio es más elevada, hecho que se debe al alto consumo de tortillas.

CUADRO 4

CONSUMO PROMEDIO INDIVIDUAL DE
ALIMENTOS EN AMATITLAN (1955)

Peso neto (gramos)/día

<i>Alimentos</i>	<i>Niño</i>	<i>Familia</i>
Leche y Productos	164	42
Huevos	4	3
Carnes	10	42
Leguminosas	20	73
Verduras	12	34
Frutas	50	22
Raíces y Tubérculos	2	5
Cereales	107	257
Azúcares	32	41
Grasas	3	7

Uno de los problemas que puede agravar aún más la condición nutricional existente lo constituyen las prácticas del destete de estos grupos de población, pues adolecen de graves defectos.

Por regla general, la madre, por las mismas condiciones precarias que la rodean, vive en constante temor de que el niño enferme y como única medida preventiva prolonga el período de la lactancia más allá del año. Cuando la leche materna ya no es suficiente ni siquiera para suplir las cantidades mínimas de nutrientes que el niño necesita, se introducen a la dieta infantil nuevos alimentos que ya no vienen a suplementar sino más bien a sustituir la alimentación materna. Surge entonces el problema, ya que los cereales son los únicos alimentos que están al alcance de la ma-

dre y los que ella juzga que pueden sustituir a la leche sin riesgo de que su consumo ocasione trastornos digestivos. Así, el niño después de los 9 ó 10 meses de edad, pasa de una dieta láctea a una dieta alta en carbohidratos y muy pobre en proteína, nutriente primordial para las demandas del crecimiento. Más tarde, si el niño enferma la madre, en su afán de cuidarlo, lo somete a una dieta líquida aún más drástica, a base de cocimientos y de atoles. Si estas bebidas proporcionaran al niño al menos parte de los nutrientes que con tanta urgencia necesita para recuperarse, el desenlace no sería fatal como desgraciadamente ocurre en la mayoría de estos casos.

De nuevo consideremos el grado de adecuación que alcanzan las dietas que reciben tales niños. Al situarnos en el caso de que estamos aplicando recomendaciones nutricionales muy elevadas para éstos, será más realístico hacer una comparación entre grupos de niños que viven bajo diferentes condiciones socio-económicas. Al calcular, por ejemplo, el consumo de algunos niños pertenecientes a las familias que se estudiaron en las Tierras Altas, con el de otros cuyas familias pertenecen a un nivel económico elevado, se observan marcadas divergencias. Así, en el Cuadro 5 se puede apreciar la diferencia existente entre ambos grupos al aplicar las mismas recomendaciones nutricionales. De nuevo, es en lo que respecta a vitamina A y riboflavina, además de vitamina C, donde se nota la mayor restricción.

CUADRO 5

INGESTA DIARIA EXPRESADA EN PORCENTAJES DE LAS RECOMENDACIONES NUTRICIONALES ENTRE PREESCOLARES DE GUATEMALA

(8 casos en cada grupo)

<i>Nutrientes</i>	<i>Alto Nivel Económico</i>	<i>Bajo Nivel Económico</i>
Calorías	133	73
Proteína Total	145	62
Proteína Animal	332	50
Vitamina A	413	47
Riboflavina	268	37
Niacina	146	77
Tiamina	176	86
Vitamina C	240	43

El análisis del cuadro bioquímico del suero sanguíneo viene a confirmar estos resultados dietéticos.

Sirva de ejemplo la situación referente a la vitamina A claramente ilustrada en la Figura 1, donde los niveles de esa vitamina en los niños investigados en Amatitlán se comparan con los correspondientes a otros grupos (12). Según se observa, en la última columna figuran los valores de los niños de nivel económico superior, cuyas dietas, según se indicó, fueron altamente satisfactorias, mientras que la primera columna corresponde a niños con síndrome pluricarencial de la infancia (SPI). La tercera columna representa un grupo de niños de un sector pobre de la Ciudad de Guatemala, el Barrio San Antonio, muy semejante al grupo investigado en Amatitlán, el cual está representado por la columna número 2. La cuarta columna finalmente, corresponde a niños del Centro Educativo Asistencial de esta Ciudad, y aun cuando la dieta es un poco superior a la de los niños de Amatitlán, semeja muy de cerca la situación prevalente entre los niños de bajo nivel económico.

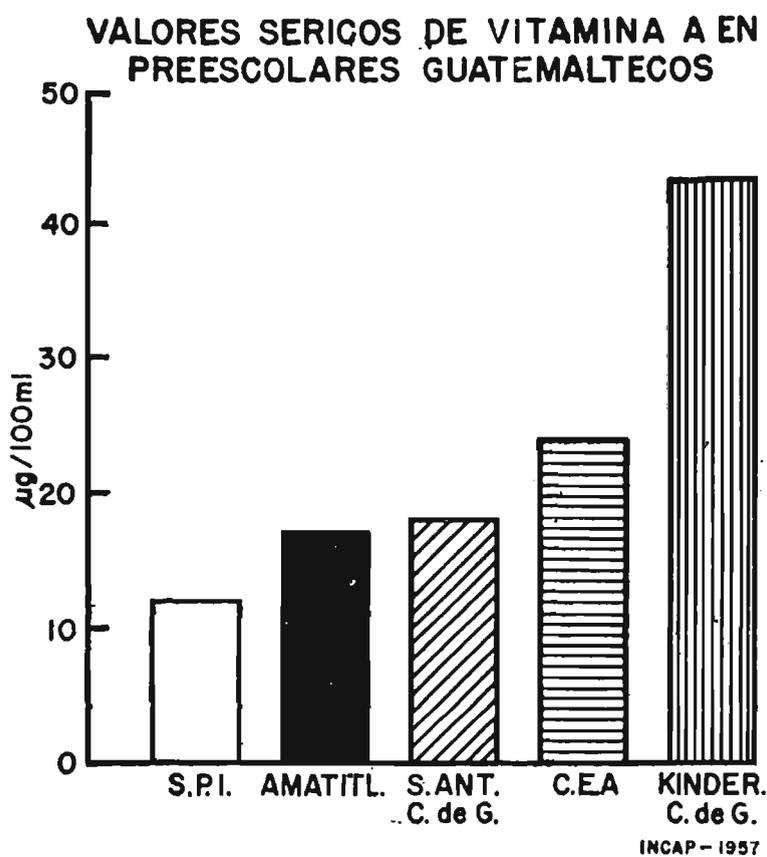


FIGURA 1

¿Cuál es la explicación lógica de por qué las dietas que consumen nuestros pobladores son tan deficientes? Esto bien podría ser un factor económico, uno de carácter social o aún más, un factor de orden educativo. La situación de Guatemala, sin embargo, ofrece otra explicación más real y de mayor gravedad que, por lo tanto, debemos tener muy en cuenta. Las cifras mencionadas al principio, referentes a la disponibilidad de alimentos, pueden ser utilizadas para apreciar teóricamente el estado nutricional del país. Conociendo el patrón dietético de la región rural y del

área urbana, así como los diversos grupos que integran la población del país, por sexo y edad, y la localización de éstas en los sectores urbanos y rurales, se estimaron los requerimientos nutricionales del país, expresándolos en términos alimentarios.

Con base en las necesidades teóricas establecidas para toda la República, se hizo un balance de la situación existente entre las demandas alimentarias y la producción promedio anual del país. A pesar de que se reconocen las limitaciones de las cifras estadísticas de la producción que en algunos casos bien pueden sobrepasar nuestros cálculos, y en otros ser muy inferiores a las cantidades reales, la Figura 2 proporciona un medio de orientación para enfocar globalmente el panorama agrícola de Guatemala. Esta figura, cabe señalar, fue preparada por un especialista en materia de Economía Agrícola, el Dr. Dubasi Schweng, (13) quien estudiando los requerimientos teóricos que con este propósito preparamos, analizó simultáneamente las cifras de producción del país. La figura revela deficiencias muy graves que amenazan agudizarse aún más con el aumento de la población.

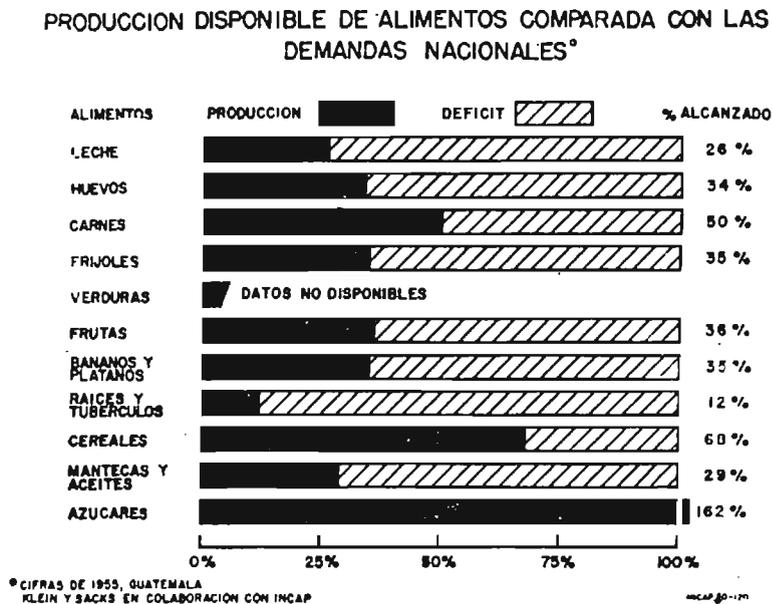


FIGURA 2

Aún aceptando el caso hipotético de que se alcanzara una mejora apreciable en cuanto a la situación económica que priva en todas las familias investigadas, esta figura nos demuestra la imposibilidad de que cada una de ellas pueda llegar a consumir una dieta adecuada. Una política agrícola nacional, científicamente planeada, podría incrementar sensiblemente la producción de leche y de carnes; éste, sin embargo, es un programa que indudablemente requiere mucho tiempo y dinero, aunque sabemos que se viene contemplando en la planificación económica del país desde el año de 1955. A pesar de ello, parece ser

que un plan más factible y de más rápida aplicación para contribuir a resolver el problema, es el de aumentar a la vez que utilizar los cereales y las semillas leguminosas que se producen en la ac-

tualidad, con el fin de elaborar mezclas vegetales como fuentes proteicas tales como las que se dan a conocer en la siguiente sección.

III. El Uso de Proteínas Vegetales en la Alimentación Humana *

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, y con base en las encuestas dietéticas realizadas por el INCAP (3-9), la dieta de los pobladores de las áreas rurales de Guatemala, consiste esencialmente de maíz y de frijol, alimentos que proporcionan más del 80% de su ingesta proteica diaria. El valor nutritivo de las proteínas que contienen estos dos alimentos deja mucho que desear, según lo revelan los datos del Cuadro 6 (14-16), donde se compara el valor proteico de la harina de masa de maíz, de la harina preparada con frijol cocido, de combinaciones de masa de maíz y frijol cocido, de la carne y de la leche. Para indicar el valor nutritivo de las proteínas de los diversos alimentos en esta comparación se hizo uso del índice de eficiencia proteica, el cual indica los gramos de aumento en peso/gramo de proteína consumida, según determinaciones llevadas a cabo en animales de laboratorio. Como se puede notar, los dos alimentos básicos de la dieta del medio rural de Guatemala, o sea la masa de maíz y el frijol, tienen un índice de eficiencia proteica sumamente bajo, más aún en el caso del frijol. La combinación de uno y otro alimento en las cantidades que las encuestas dietéticas llevadas a cabo por el INCAP revelaron ser de uso corriente, tiene un índice proteico superior al de los dos alimentos considerados individualmente, pero siempre inferior al de otros como la leche o la carne. Sin embargo, es posible obtener un índice de eficiencia proteica superior en una combinación de masa de maíz y frijol cocido, cuando la masa de maíz aporta el 50% de la proteína de la dieta y el frijol el otro 50%.

La base del bajo valor nutritivo de las proteínas de la masa de maíz y del frijol reside principalmente en su contenido de aminoácidos esenciales. Según se sabe, las proteínas están compuestas por un total de 18 a 22 aminoácidos, los cuales se dividen en esenciales y no esenciales. Los primeros

porque el cuerpo no los puede sintetizar y, por lo tanto, necesita de una fuente exógena de ellos, y los no esenciales porque el organismo está capacitado para sintetizarlos de los esenciales y de otros compuestos orgánicos que se encuentran contenidos en los alimentos. El hombre necesita ocho aminoácidos esenciales, pero para que el organismo los utilice adecuadamente, éstos deben estar presentes no sólo en cantidades apropiadas sino también correctamente balanceadas. Estos dos factores contribuyen al valor proteico de los alimentos y, a la vez, ambos dependen de otros factores como son la disponibilidad fisiológica para el organismo, la digestibilidad de la proteína, y la presencia de otros nutrientes en la dieta. Con el fin de estimar el valor nutritivo de las proteínas de los alimentos, a partir de su contenido de aminoácidos esenciales, se han usado varios patrones tales como la combinación tipo de aminoácidos esenciales de la leche, de las proteínas del huevo y otros. Sin embargo, considerando que estos dos alimentos pueden contener cantidades excesivas de algunos de ellos, su uso como punto de referencia hace que muchos otros alimentos al parecer tengan un valor proteico inferior al que realmente tienen. Utilizando toda la información de que se dispone en lo que respecta a la nutrición y al metabolismo proteico, el Comité sobre Requerimientos de Proteínas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); preparó un patrón o combinación tipo de aminoácidos esenciales que sirve como índice del valor nutritivo de las proteínas de los alimentos (17). En el Cuadro 7 (14) se presentan el contenido de aminoácidos esenciales de la masa de maíz, del frijol, de una combinación de ambos alimentos, de la leche y de la Proteína de Referencia de la FAO (14, 17, 18). Según puede apreciarse, la masa de maíz adolece de cuatro deficiencias (identificadas con un asterisco) a saber, lisina, metionina, isoleucina y triptofano, y además contiene cantidades excesivas de leucina y fenilalanina. El frijol, por su parte, es deficiente en metionina, leucina y triptofano. En la combinación en que el

* Sección dictada por el Doctor Ricardo Bressani, Jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos del INCAP.

50% de la proteína de la dieta procede de la masa de maíz, y 50% del frijol, éste último compensa la deficiencia de lisina de la masa y elimina la de isoleucina, dando como resultado un mejor balance de aminoácidos, a pesar de que todavía existe cierta deficiencia en cuanto a metionina y a otros aminoácidos, aunque en menor grado. El contenido de aminoácidos esenciales de la leche es más alto en lo que concierne a varios de ellos del que establece la combinación tipo de la Proteína de Referencia de la FAO.

CUADRO 6

INDICE DE LA EFICIENCIA PROTEICA DE VARIOS ALIMENTOS

ALIMENTOS	Proteína en la Dieta %	Eficiencia *
Harina de masa de maíz	7.9	1.17
Harina de frijol cocido	8.0	0.33
Harina de frijol cocido	12.4	1.10
Masa + frijol (80 — 20) ¹	7.7	1.63
Masa + frijol (50 — 50) ²	7.7	1.90
Leche descremada	10.2	2.88
Leche descremada	16.3	2.07
Carne	11.2	1.49
Carne	14.3	2.21

¹ 80% de las proteínas de masa + 20% de las proteínas del frijol.
² 50% de las proteínas de masa + 50% de las proteínas del frijol.
 * Aumento en peso/proteína consumida.

A pesar de que el valor nutritivo de la combinación óptima entre maíz y frijol es un poco más alto, es imposible consumir ésta en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades proteicas del organismo, tanto cuantitativa como cualitativamente debido a tres razones: 1) a causa de su poca concentración en proteínas totales; 2) a la deficiencia de ciertos aminoácidos esenciales, y 3) a la escasa producción de estos alimentos, principalmente del frijol.

Un medio práctico y de importancia de suplir la proteína dietética necesaria en aquellas regiones donde la leche y otros productos alimenticios de origen animal son costosos y se producen en cantidades insuficientes, lo constituye el desarrollo de combinaciones adecuadas de proteínas de origen vegetal, que suministren los aminoácidos esencia-

les y no esenciales en las cantidades y proporciones requeridas, a la vez que una mayor cantidad de proteína (19, 20).

CUADRO 7

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES

(mg./g. N)

Aminoácidos	Masa	Frijol	Masa + Frijol ¹	Leche	Prot. Ref. FAO
Arginina	242	388	315	233	—
Histidina	249	242	246	168	—
Isoleucina	227*	350	288	407	270
Leucina	576	273	426	626	306
Lisina	139*	568	353	496	270
Metionina	195	125*	161*	213*	270
Cistina					
Fenilalanina	272	339	305	309	180
Treonina	228	332	280	294	180
Triptofano	29*	76*	52*	90	90
Valina	298	517	408	438	270

¹ 50% de proteína de masa + 50% de proteína de frijol.

Con este propósito en mente, el INCAP inició el desarrollo de mezclas vegetales de buena calidad y alto contenido proteico. Estas mezclas por sí solas constituyen alimentos casi «completos», ya que además de calidad y cantidad proteica, contienen cantidades adecuadas de otros nutrientes esenciales. En todo caso, éstas han sido elaboradas para que puedan utilizarse en la alimentación suplementaria y mixta de niños y adultos, en especial de preescolares, madres embarazadas y lactantes.

La primera mezcla vegetal desarrollada por el INCAP, la cual fuera objeto de amplios ensayos biológicos usando animales de experimentación y más tarde, en niños, se dio a conocer con el nombre Mezcla Vegetal INCAP 8 (19, 21, 22). Su composición se presenta en el Cuadro 8 donde según se observa, consiste de 50% de harina de masa de maíz, 35% de harina de ajonjolí, 9% de harina de torta de semilla de algodón, 3% de levadura torula y 3% de harina de kikuyo deshidratado. La masa de maíz contribuye con la mayor parte de los carbohidratos y una pequeña parte de proteína; el ajonjolí aporta proteína y grasa; la harina de algodón, proteína; la levadura, vitaminas del complejo B, y la harina de kikuyo deshidratado, carotenos. Esta mezcla contiene 25% de proteína cruda y la comparación de su patrón

de aminoácidos esenciales con la combinación tipo de la Proteína de Referencia de la FAO indica deficiencias en lisina, metionina y triptofano, respectivamente, siendo de 67% el valor nutritivo de las proteínas de dicha mezcla.

Los experimentos llevados a cabo en ratas y polluelos, indicaron que la mezcla induce crecimiento adecuado y tiene un alto índice de utilización del alimento (21, 22). Los resultados obtenidos en ratas se presentan en el Cuadro 9. Conviene señalar que la adición de 0.45% de lisina o la sustitución de parte del maíz con 9% de leche descremada en la mezcla, mejoró la eficiencia de utilización del alimento, pero no el crecimiento de las ratas. En cambio, cuando el nivel proteico de la Mezcla Vegetal INCAP 8 se redujo de 25% a 15% agregando almidón de maíz, la adición de lisina mejoró tanto la tasa de crecimiento de los animales como el índice de utilización del alimento. Este índice expresa los gramos de alimento necesarios para producir un gramo de aumento de peso en las ratas. En el Cuadro 10 se exponen los resultados representativos que se obtuvieron en los experimentos llevados a cabo con polluelos. En este caso, la adición de lisina mejoró la tasa de crecimiento de los pollos y el índice de utilización del alimento. Otros estudios efectuados más tarde, indicaron que el maicillo, el trigo sarraceno, el arroz y el maíz entero molido, podían reemplazar a la harina de masa de maíz de la mezcla sin alterar su valor nutritivo.

CUADRO 8

FORMULA DE LA MEZCLA VEGETAL
INCAP 8

Ingredientes	%
Harina de masa de maíz	50
Harina de ajonjolí *	35
Harina de algodón	9
Levadura torula	3
Harina de kikuyo	3

* con 33% de grasa.

En resumen, pues, los resultados obtenidos con la Mezcla Vegetal INCAP 8 demostraron que era factible desarrollar mezclas vegetales de buen valor nutritivo y alto contenido proteico. A pesar de que esta fórmula es de buen valor nutritivo se comprobó que no era suficientemente económica para Centro

América, considerando la escasez de cantidades adecuadas de ajonjolí de que se dispone en el área, semilla ésta que aumenta el costo del producto. Era pues, necesario elaborar una mezcla vegetal menos costosa que no contuviera ajonjolí. Con tal propósito y después de numerosas investigaciones se optó por seleccionar la harina de torta de semilla de algodón, teniendo en cuenta las siguientes razones: En primer término ésta ya había sido usada en pequeñas cantidades en la elaboración de fórmulas anteriores; en segundo lugar, esta harina es un producto que cuando se procesa adecuadamente tiene buen valor proteico suplementario, y finalmente existe una producción significativa de torta de semilla de algodón.

CUADRO 9

EXPERIMENTOS EN RATAS CON LA
MEZCLA VEGETAL INCAP 8

(12 ratas/grupo, 8 semanas, 25.2% proteína)

Prueba	Mezcla	Peso Promedio, g.		Eficiencia ***
		Inicial	Final	
2 A	8	44	223	2.71
2 B	8 +0.45% Lisina	44	230	2.14
2 C	8 Modifi- cada *	44	233	2.08
2 D	8 Modifi- cada * + 0.45% Lisina	44	232	1.90
2 E	8 Modifi- cada * con 9% Leche descre- mada **	44	236	2.29
2 F	8 Modifi- cada * con 9% Leche descre- mada ** + 0.45% Lisina	44	235	1.98

* Harina de algodón reemplazada por harina de ajonjolí adicional.
** Substituido por parte de la forma de masa de maíz.
*** Alimento consumido/aumento en peso.

Los trabajos experimentales que condujeron al desarrollo de la Mezcla Vegetal INCAP 9 se iniciaron así en el año de 1957, y desde ese entonces se ha logrado acumular gran cantidad de información (23-29).

En los primeros ensayos a este particular se tuvo como objetivo determinar si la harina de torta de semilla de algodón era de buen valor nutritivo y podía substituir al ajonjolí usado en la elaboración de la Mezcla Vegetal 8. En uno de los experimentos llevados a cabo en polluelos, cuyos resultados se dan a conocer en el Cuadro 11, esta harina de torta de semilla de algodón substituyó isoproteicamente

al ajonjolí. Según puede verse, el crecimiento de los pollos en el período de 35 días y el índice de eficiencia del alimento, indicaron que dicho producto sí podía substituir eficientemente a la harina de ajonjolí. Estos resultados también señalaron que desde el punto de vista nutricional, las proteínas de la torta de semilla de algodón eran mejores que las de la semilla de ajonjolí. Los hallazgos de un experimento llevado a cabo en ratas en proceso de crecimiento, se exponen gráficamente en la Figura No. 3. En este caso las dietas contenían 10% de proteína, indicándose en la parte inferior de la Figura, las cantidades de harina de ajonjolí y de algodón que se usaron en el ensayo. Las curvas, leyendo éstas desde la parte superior a la inferior, indican asimismo, el aumento de peso de las ratas en 28 días, al igual que los índices de eficiencia proteica y de utilización del alimento. Es evidente que a medida que la harina de torta de semilla de algodón reemplazaba a la harina de ajonjolí en las raciones experimentales, surgieron pequeñas diferencias en cuanto al crecimiento de los animales y en los que respecta al índice de utilización del alimento. Sin embargo, el índice de eficiencia proteica mejoró conforme la harina de algodón substituíó a la harina de ajonjolí, hecho que pone de manifiesto el valor proteico superior de la harina de algodón.

CUADRO 10

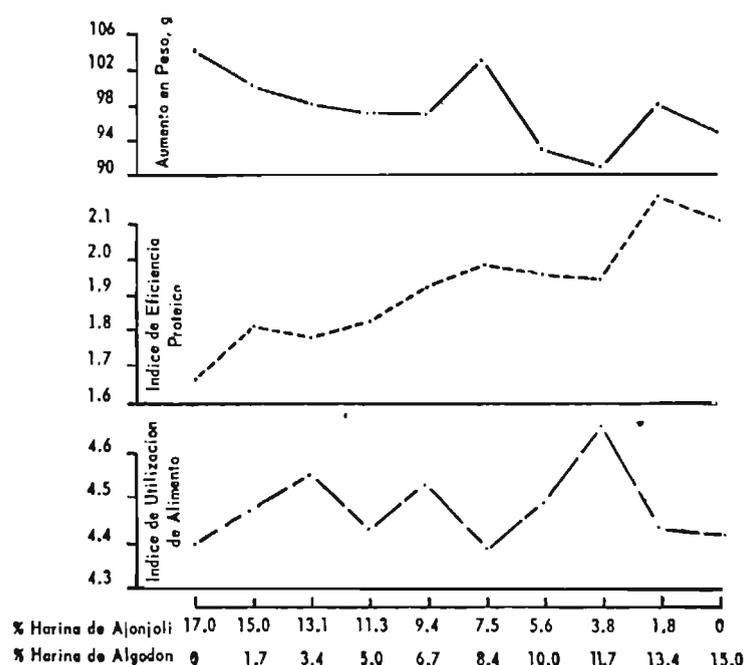
EXPERIMENTOS EN POLLOS CON LA
MEZCLA VEGETAL INCAP 8
(24 pollos/grupo, 5 semanas con 25% proteína)

MEZCLA ¹	Eficiencia *	Promedio Inicial	Peso Final g.
8	2.80	42	200
8 Modificada ²	2.84	42	217
8 + 0.2% Lisina	2.19	42	298
8 + 0.4% Lisina	2.05	42	369

¹ Suplementada con minerales y vitaminas según los requerimientos del pollo.
² Maíz entero molido substituido por forma de masa de maíz.
* Alimento consumido/aumento en peso.

La siguiente fase en el desarrollo de la Mezcla Vegetal 9, consistió en determinar la combinación más eficiente entre las proteínas del maíz y las de la harina de algodón. Los resultados de un experimento realizado en polluelos (véase Cuadro 12) indican que las combinaciones óptimas entre

estos dos alimentos ocurren cuando la harina de algodón contribuye con el 75 a 85% de la proteína total de la ración, y el maíz con el 25 a 15% restante. En la Figura 4 se presentan también los resultados de un experimento similar al descrito el cual se llevó a cabo en ratas en proceso de crecimiento. En esta figura, las barras en la parte inferior representan la contribución proteica de ambos alimentos, es decir, de las harinas de torta de semilla de algodón y de maíz, respectivamente. La curva en la parte superior indica el aumento de peso que las ratas presentaron en el término de 28 días, mientras que las dos curvas que le siguen representan el índice de eficiencia proteica y de utilización del alimento, respectivamente. Como lo señala la curva, la proporción de 15 a 85% de la proteína del maíz y del algodón, indujo aumento de peso notándose, asimismo, que conforme la contribución proteica del maíz aumentaba en las dietas, el crecimiento de las ratas disminuía. Los índices de eficiencia proteica y de utilización del alimento se comportaron de manera similar a los cambios en cuanto a peso. Con base en estos experimentos se llegó a la conclusión de que un 15 a 25% de la proteína de la Mezcla Vegetal INCAP 9 debería proceder del maíz, aportando la harina de torta de semilla de algodón el 75 a 85% restante.

SUBSTITUCION DE LA HARINA DE AJONJOLI
POR HARINA DE ALGODON (RATAS)

INCAP 60-139

FIGURA 3

El patrón de aminoácidos esenciales del maíz, de la harina de algodón y de la combinación de 15 a 85% de las proteínas de estos dos productos, respectivamente, figuran en el Cuadro 13. Al comparar éste último con el Patrón de Referencia de la FAO se observan deficiencias menores en cuanto a

isoleucina y lisina, aminoácidos que contienen azufre (metionina y cistina), y triptofano. La única deficiencia que se puede comprobar experimentalmente es la del aminoácido lisina, cuando la proteína de la mezcla se administra en cantidades insuficientes. La adición de harina de torta de semilla de algodón al maíz dio por resultado un mejoramiento general del patrón de aminoácidos esenciales de este cereal, pero no llegó a corregir por completo las deficiencias de lisina y de triptofano. Las proporciones de aminoácidos en la mezcla de 15 a 85%, usando triptofano como punto de referencia, son similares a las de la combinación tipo de aminoácidos de la Proteína de Referencia de la FAO. Fue con base en los experimentos de que se ha dado cuenta en este trabajo, así como en los cálculos hechos en lo que a proteína y aminoácidos se refiere, que se llegó a diseñar la Mezcla Vegetal INCAP 9.

Cuadro también se presentan variaciones en cuanto a la composición de la mezcla. La fórmula de la Mezcla 9', es igual a la de la mezcla inicial, INCAP 9, con la excepción de que el maíz y el maicillo se utilizan en forma cruda. En las fórmulas 9A y 9B se suprimió el uso de harina de hojas deshidratadas agregando en cambio 1% de carbonato de calcio, vitamina A sintética y 1% más de maíz y de maicillo, respectivamente. Los cereales incluidos en la fórmula 9A se usan en forma cocida.

CUADRO 11
SUBSTITUCION DE LA HARINA DE AJONJOLI
POR HARINA DE ALGODON

(12 pollos/grupo, 5 semanas, proteína en dieta 20.4%)
(Peso inicial por grupo 48 g.)

Porcentaje en Dieta Harina de Ajonjolí	Harina de Algodón	Peso Final g.	Eficiencia *
34.00	0	235	2.97
30.00	3.43	225	3.08
26.25	6.75	253	2.86
22.50	10.07	260	2.84
18.75	13.30	283	2.86
15.00	16.71	244	3.46
11.25	20.03	312	2.86
7.50	23.35	336	2.71
3.75	26.67	342	2.58
0	30.00	337	2.69

* Alimento consumido/aumento en peso.

CUADRO 12
COMBINACION OPTIMA ENTRE LAS PROTEINAS DEL MAIZ Y LAS DE LA HARINA DE ALGODON
(10 pollos/grupo)

Origen de las Proteínas en las Dietas ¹		Aumento de Peso en 28 días, g.	Eficiencia *
Maíz	Harina de Algodón		
10.3	89.7	228	2.19
15.3	84.7	194	2.08
20.3	79.7	284	1.92
25.4	74.6	307	2.00

¹ Porcentaje de Proteína en la dieta, 22.5%.
* Alimento consumido/aumento en peso.

COMBINACION ENTRE LAS PROTEINAS DE MAIZ Y LAS DE HARINA DE ALGODON (RATAS)

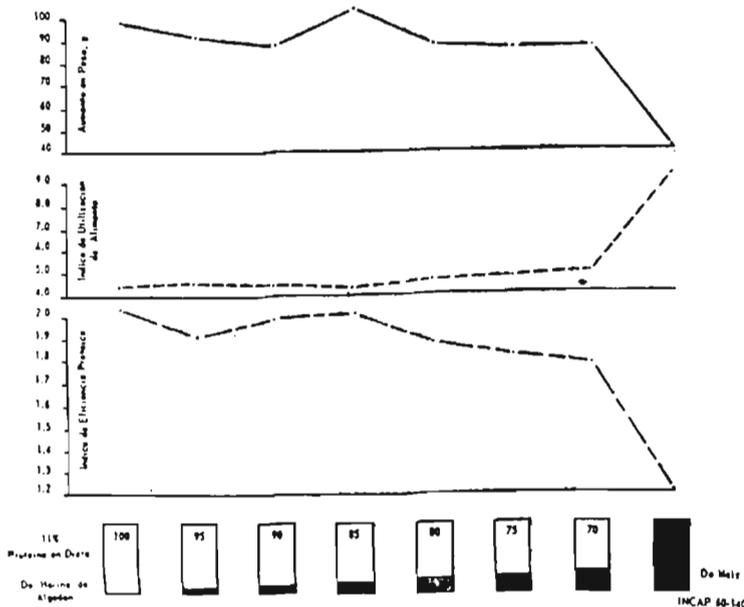


FIGURA 4

La combinación proteica escogida para esta fórmula es aquella en que el maíz proporciona 20% de la proteína de la mezcla y la harina de torta de semilla de algodón el 80%, lo que significa que el contenido máximo de proteína del producto final es de 26 a 28%. La fórmula inicial de la Mezcla Vegetal INCAP 9 fue la siguiente: 56% de harina de maíz, 38% de harina de torta de semilla de algodón, 3% de levadura torula y 3% de hojas deshidratadas. Después de numerosos experimentos, los resultados también indicaron que el maicillo podía reemplazar parte del maíz y, por razones de orden económico, la fórmula experimental de esta Mezcla Vegetal 9 se transformó como sigue: maíz molido 28%, maicillo (sorgo, mijo o millo) molido 28%, harina de torta de semilla de algodón 38%, levadura torula 3% y hojas deshidratadas 3% (véase Cuadro 14). En este

CUADRO 13

PATRON DE LOS AMINOACIDOS ESENCIALES

Amino-ácidos	Maíz	Harina de Algodón	Maíz + Harina Algodón ¹	Prot. Ref. FAO
Arginina	262	719	647	—
Histidina	231	113	132	—
Isoleucina	213*	231*	228*	270
Leucina	572	413	437	306
Lisina	126*	256*	235*	270
Metionina	189*	169*	172*	270
Cistina				
Fenilalanina	276	294	291	180
Treonina	214	294	281	180
Triptofano	32*	75*	68*	90
Valina	281	331	323	270

* Aminoácido limitante.
¹ 15% y 85% de proteínas de maíz y harina de algodón respectivamente.

CUADRO 14

FORMULAS DE LA MEZCLA VEGETAL
INCAP 9

Ingredientes %	9	9'	9A	9B
Maíz *	28	28	29	29
Maicillo *	28	28	29	29
Harina de algodón	38	38	38	38
Levadura de torula	3	3	3	3
Hojas deshidratadas	3	3	—	—
CaCO ₃	—	—	1	1
Vitamina A, U.I.	—	—	4500	4500

* 9, Masa de maíz o masa de maicillo.
9A Maíz y maicillo cocidos.
9', 9B Maíz y maicillo crudos.

La Mezcla Vegetal 9 fue luego sometida a extensa experimentación utilizando para el caso pollos, ratas, perros y cerdos. Los resultados representativos de los ensayos hechos en pollos se describen en el Cuadro 15. El crecimiento de las aves y el índice de eficiencia de utilización del alimento fueron similares en todos los casos en que la mezcla contenía 28% de maíz y 28% de maicillo, 56% de maíz o 56% de maicillo. La respuesta constituye el 82% de la que se obtuvo al alimentar a los pollos con un concentrado comercial que contiene proteína animal.

En la parte inferior de dicho Cuadro se detallan, asimismo, los resultados de un segundo experimento, los cuales destacan el mejoramiento obtenido por medio de la adición del aminoácido lisina. El agregado de metionina en cambio, no tuvo un efecto muy marcado. En el Cuadro 16 se dan a conocer los resultados obtenidos cuando el maíz y el maicillo se substituyeron por otros cereales, los cuales indican que sí es posible usar éstos en la mezcla sin que ello altere el valor nutritivo de esta última.

CUADRO 15

EXPERIMENTO REPRESENTATIVO EN
POLLOS CON LA MEZCLA VEGETAL
INCAP 9

(20 pollos/grupo, 35 días)

DIETA	Proteína en Dieta (%)	Peso Final g.	Eficiencia *
M.V. 9'	23.5	479 ¹	2.31
M.V. 9' con 56% maíz	23.8	460 ¹	2.25
M.V. 9' con 56% maicillo	24.1	479 ¹	2.27
"Ace-Hi"	23.9	587 ¹	2.01
M.V. 9'	23.0	310 ²	2.45
M.V. + 0.3% DL-Met	23.0	361 ²	2.26
M.V. + 0.2% L-Lis HCl	23.0	472 ²	2.14
M.V. + los dos A.A.	23.0	490 ²	2.04

¹ Peso inicial, 55 g.
² Peso inicial, 45 g.
* Alimento consumido/aumento en peso.

CUADRO 16

SUBSTITUCION DEL MAIZ AMARILLO Y
DEL MAICILLO EN LA MEZCLA VEGETAL
INCAP 9, POR OTROS CEREALES

(No. pollos/grupo, 17; peso inicial 45 g., 35 días)

Cereal en M.V. 9'	Proteína en Dieta %	Peso Final g.	Eficiencia *
Maíz amarillo	24.5	399	2.17
Harina de trigo	25.3	357	2.32
Cebada	25.9	420	2.27
Arroz blanco	24.7	426	2.30
Avena	24.7	383	2.30
Trigo entero	25.8	380	2.41

* Alimento consumido/aumento en peso.

Los hallazgos de otro experimento representativo llevado a cabo en ratas en proceso de crecimiento, se presentan en el Cuadro 17. Según lo demuestran cifras correspondientes a los niveles bajos de ingesta, la caseína es superior a la mezcla; sin embargo, cuando la proteína se encuentra presente a concentraciones adecuadas, las diferencias entre ambas proteínas se reducen en alto grado. En cambio, si el aumento de peso se usa como índice del valor nutritivo, los resultados son similares. A pesar de ello, el índice de eficiencia proteica señala que la caseína es superior, sobre todo al incluirse a niveles proteicos bajos. De acuerdo con los resultados obtenidos en ratas adultas depletadas de proteína (véase Cuadro 18) todas las variaciones de la mezcla produjeron crecimiento similar al que se obtuvo con la administración de leche.

CUADRO 17

EXPERIMENTO REPRESENTATIVO EN RATAS
(6 ratas/grupo, 21 días)

Proteína en Dieta %	Aumento en Peso Promedio, g.		Aumento en peso/ Proteína consumida	
	M.V. 9'	Caseína	M.V. 9'	Caseína
5	22	22	1.88	2.14
10	66	67	2.30	2.38
15	104	105	2.11	2.31
20	114	117	1.75	2.00
25	115	121	1.47	1.05

CUADRO 18

EXPERIMENTO REPRESENTATIVO CON MEZCLA VEGETAL INCAP 9 EN RATAS ADULTAS DEPLETADAS DE PROTEINA

(10% proteína en la dieta, 6 ratas/grupo)

MEZCLA	Aumento en Peso Promedio en 15 días, g.
M.V. 9' (56% Maíz)	63
M.V. 9' 28% Maíz + 28% Maicillo	61
M.V. 9' 56% Maicillo.	69
Leche descremada	66

El Cuadro 19, por su parte, ilustra los resultados obtenidos en cuanto al valor biológico de la Mezcla Vegetal 9 en ensayos realizados con perros jóvenes. Según se sabe, el valor biológico constituye una

indicación de la cantidad real de proteína retenida por el organismo del animal para fines de crecimiento, reparación de tejidos y desarrollo de otras funciones metabólicas. El valor biológico de la caseína es de 78%, mientras que el de la Mezcla Vegetal es de 74%, es decir, que sus valores son similares.

CUADRO 19

VALOR BIOLÓGICO DE LA MEZCLA VEGETAL INCAP 9 Y DE LA CASEINA

Perro No.	M.V. 9' Ingesta de Proteína g./K/día	V.B. ¹	Caseína Ingesta de Proteína g./K/día	V.B. ¹
7	3.52	76.3	3.81	78.1
8	3.29	71.0	3.92	73.4
9	4.04	76.0	4.02	78.4
11	4.48	70.7	4.43	82.1
Prom.	—	73.5	—	78.0

$$^1 \text{ V.B.} = \frac{\text{IN} - (\text{NF} - \text{NM}) - (\text{NU} - \text{NE})}{\text{IN} - (\text{NF} - \text{NM}) - (\text{NU} - \text{NE})} \times 100$$

V.B. = Valor biológico; IN = ingesta de nitrógeno; N.F. = nitrógeno fecal; N.M. = nitrógeno metabólico fecal; N.U. = nitrógeno urinario; N.E. = nitrógeno urinario endógeno.

RESULTADOS REPRESENTATIVOS DE BALANCE NITROGENADO Y CRECIMIENTO DE CERDOS ALIMENTADOS CON M.V.9'

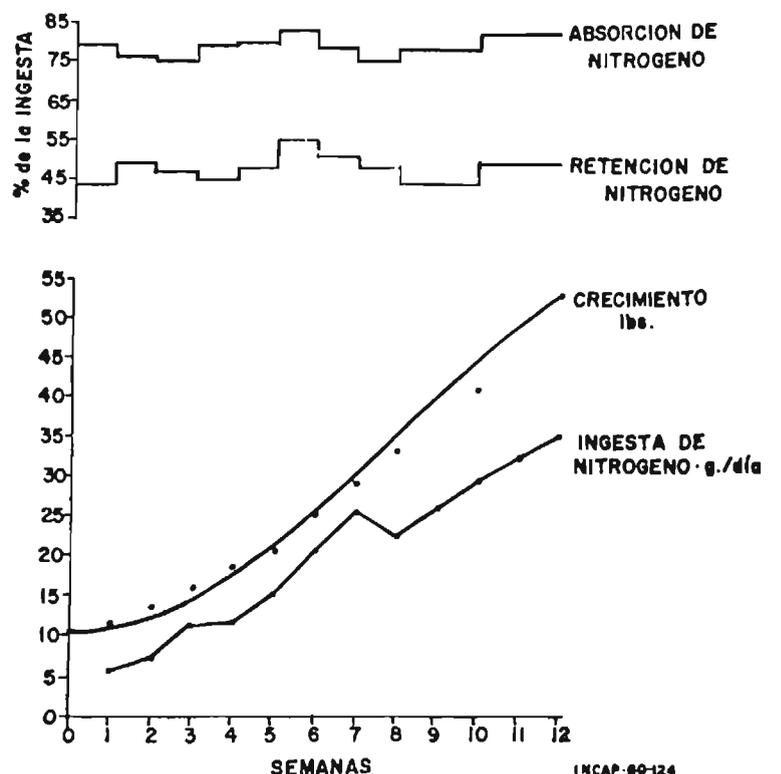


FIGURA 5

Finalmente en la Figura No. 5 se dan a conocer, en forma gráfica, datos del crecimiento y balance de nitrógeno correspondiente a cerdos alimentados exclusivamente con la Mezcla Vegetal INCAP 9. Según tales resultados, esta fórmula también es de buen valor nutritivo para estos animales, ya que producen buen crecimiento y retenciones de nitrógeno adecuadas.

Ya que los estudios analíticos y de experimentación en animales aquí descritos demostraban claramente que tales mezclas vegetales eran excelentes fuentes proteicas, se consideró justificable someter a prueba el uso de estas fórmulas en ensayos con seres humanos. Tales investigaciones serán pues, presentadas a continuación.

IV. Evaluación Clínica *

Considerando los resultados halagadores que se obtuvieron en los estudios analíticos y pruebas biológicas llevadas a cabo en animales de experimentación, se decidió iniciar la realización de estudios clínicos en niños.

Según se manifiesta en la Sección II, la mayoría de las madres centroamericanas acostumbran dar a sus hijos, en la época subsiguiente al destete, atoles que por lo general preparan de harina de masa de maíz o de almidón de yuca o de maicena, los cuales no tienen mayor valor nutritivo, excepto en cuanto a calorías. Por este motivo se estimó que si se lograra elaborar una preparación nutritiva de sabor agradable, que pudiese ser administrada en forma de atole, ésta podría ser de utilidad práctica para substituir a los atoles habituales. Para este propósito se acordó someter a una serie de pruebas las Mezclas Vegetales INCAP 8 y 9, desarrolladas por el INCAP.

Estas se administran esencialmente en forma de atole, agregando aproximadamente 100 g. de la harina a un litro de agua. La preparación se endulza al gusto con azúcar, pudiéndose añadir también sabores tales como canela, vainilla o anís, y luego se cuece por espacio de quince minutos. Además, si así se desea se le puede agregar grasa, tal como margarina, y sal.

Pruebas de Tolerancia y Aceptabilidad

Cuando se principiaron los estudios con la Mezcla Vegetal INCAP 8, no se sabía si el organismo del niño toleraría bien o no mezclas de este tipo, ya que era concebible que pudiesen producir trastornos digestivos o dejar un sabor residual desagradable. Afortunadamente, sin embargo, al ad-

ministrar esta Mezcla Vegetal a niños aparentemente normales, no surgió ninguno de estos problemas, ya que la Mezcla Vegetal 8 fue aceptada en igual forma que la leche, el arroz, el pan o las tortillas. Los niños toleraron la fórmula perfectamente cuando ésta se administró como fuente única de proteína, continuaron aumentando de peso y talla, y se mantuvieron contentos y activos aún después de largos períodos de consumo. Uno de ellos, con una fractura del fémur, recibió la Mezcla Vegetal en referencia durante varios meses, y se obtuvo una consolidación perfecta de la fractura.

En vista de tan favorables resultados, se dispuso poner este producto a prueba en niños parcialmente recuperados de Síndrome Pluricarencial de la Infancia (SPI). De nuevo, la tolerancia y aceptabilidad fueron buenas, y los resultados excelentes. Es más, hubo oportunidad de observar en uno de estos niños, parcialmente recuperado, la mejoría total de una úlcera de decúbito que medía 8×9 cm. y que llegaba hasta el periosteó del sacro. En la Figura 6, en la parte izquierda, se puede ver a este niño de dos años de edad, tres semanas después de haber ingresado al hospital con SPI agudo, período éste durante el cual recibió leche como tratamiento dietético inicial. Al término de las tres semanas se principió la administración de la Mezcla Vegetal, obteniéndose magníficos resultados según lo demuestra la fotografía del mismo niño que aparece a la derecha de esta misma figura y que se le tomó dos meses después.

Tanto la Mezcla Vegetal INCAP 8 como la 9, han confirmado hallazgos tan favorables como los descritos.

Pruebas Terapéuticas

Como una prueba más de la efectividad de estas mezclas, cinco niños con SPI agudo fueron tratados desde su ingreso al hospital con la fórmula INCAP 8, usándola como fuente única de proteína, y cinco con la mezcla 9**. En las figuras 7 y 8 se presentan dos casos tratados con estas Mezclas Ve-

* Sección dictada por la Doctora Dorothy L. Wilson, Jefe del Proyecto de Estudio del Síndrome Pluricarencial de la Infancia, División de Investigaciones Clínicas del INCAP.

** Tres de estos últimos casos estuvieron bajo estudio en el Servicio de Pediatría que funcionaba a cargo del Doctor Ernesto Cofiño, en el Hospital General de Guatemala.

PC-94

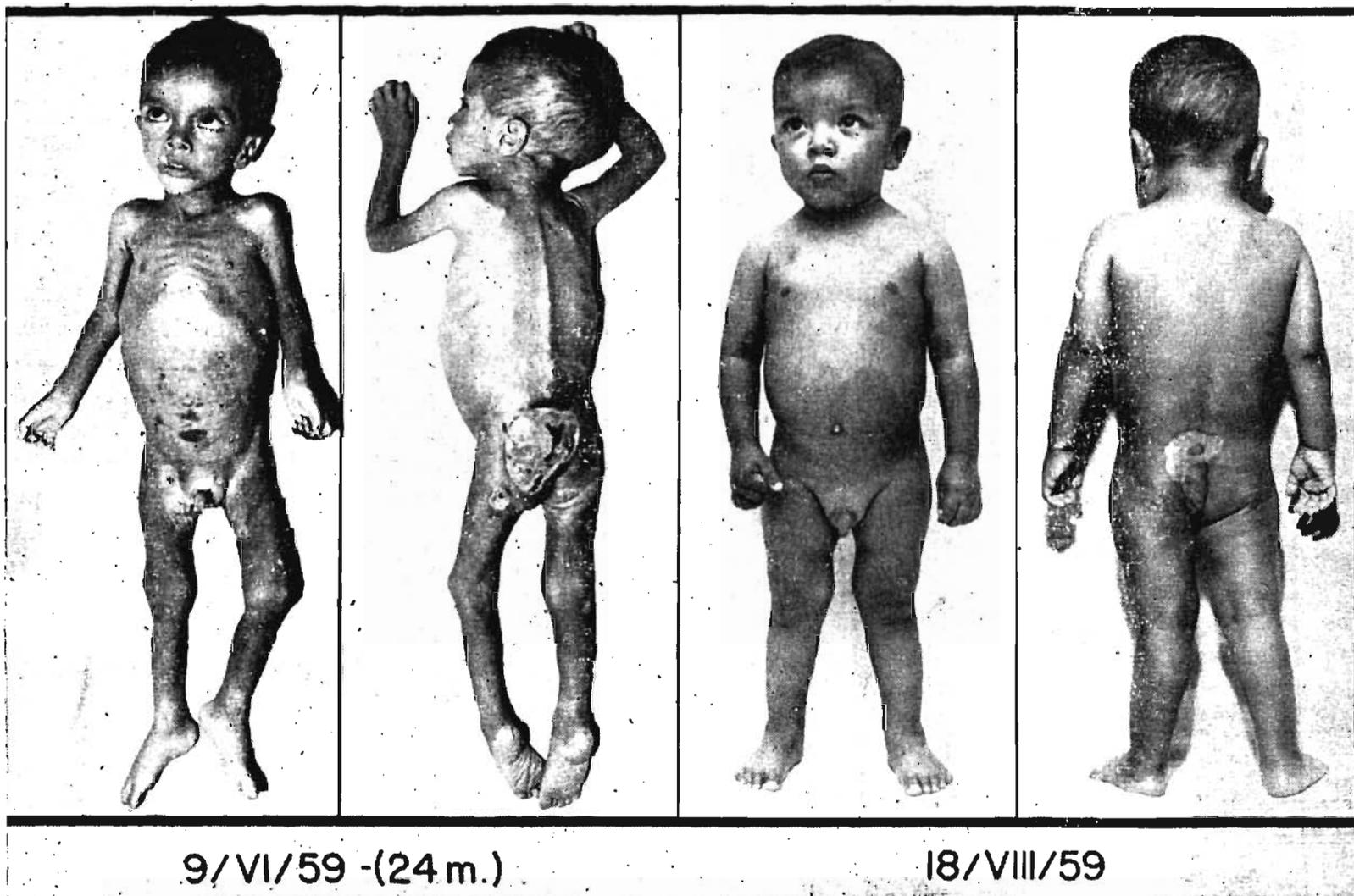


FIGURA 6

getales. La primera fotografía corresponde a un niño de 7 años de edad tomada a su ingreso y dos meses después de iniciada la terapia, y la segunda, a otro niño de 2 años, 8 meses, al momento de ingresar al hospital y a los cuatro meses y medio de estar sujeto a tratamiento. En este último caso la mejoría total, desde luego, se obtuvo mucho antes. En todos los casos la Mezcla Vegetal fue aceptada favorablemente, a excepción de un niño con SPI moderado que tuvo que ser alimentado por sonda gástrica. La recuperación fue satisfactoria en todos sus aspectos, exceptuando el hecho de que la regeneración de las proteínas séricas fue un poco más lenta.

Estudios de Balance de Nitrógeno

Para la realización de estos estudios, siete niños, de 1 a 4 años de edad, ya en grado avanzado de recuperación del SPI, fueron alimentados alternando la Mezcla Vegetal INCAP 8 con leche, a niveles de ingesta que variaban de 2 a 3 g. de proteína por kg. de peso corporal, por día. El nitrógeno del alimento, así como de las heces y orina se determinó por el método de Kjeldahl con el objeto de

medir la ingesta y la excreción nitrogenada. En el Cuadro 20 puede verse la ingesta, en gramos por kilogramo de peso, y la absorción y retención, expresadas en porcentajes de la ingesta, que se obtuvieron tanto con la dieta de leche como con la Mezcla Vegetal INCAP 8. Cuando la primera constituía la fuente proteica, la absorción y la retención del nitrógeno ingerido fueron, como promedio, de 81% y 20.5%, respectivamente, mientras que valores correspondientes obtenidos con la Mezcla Vegetal fueron de 72% y 19.1%. Por tanto, es evidente que a pesar de que la Mezcla Vegetal produjo una absorción de nitrógeno ligeramente inferior, la cantidad neta retenida no difiere significativamente de la que se obtuvo con la leche al administrar ésta al mismo nivel de ingesta proteica.

De igual modo la Mezcla Vegetal 9 se sometió a prueba alternándola con leche isoproteicamente, en 77 períodos de balance de nitrógeno efectuados con cada uno de estos alimentos. En el Cuadro 21 se suman los resultados de estos estudios que, de nuevo, indican que a pesar de que la absorción de nitrógeno obtenida con las Mezclas Ve-

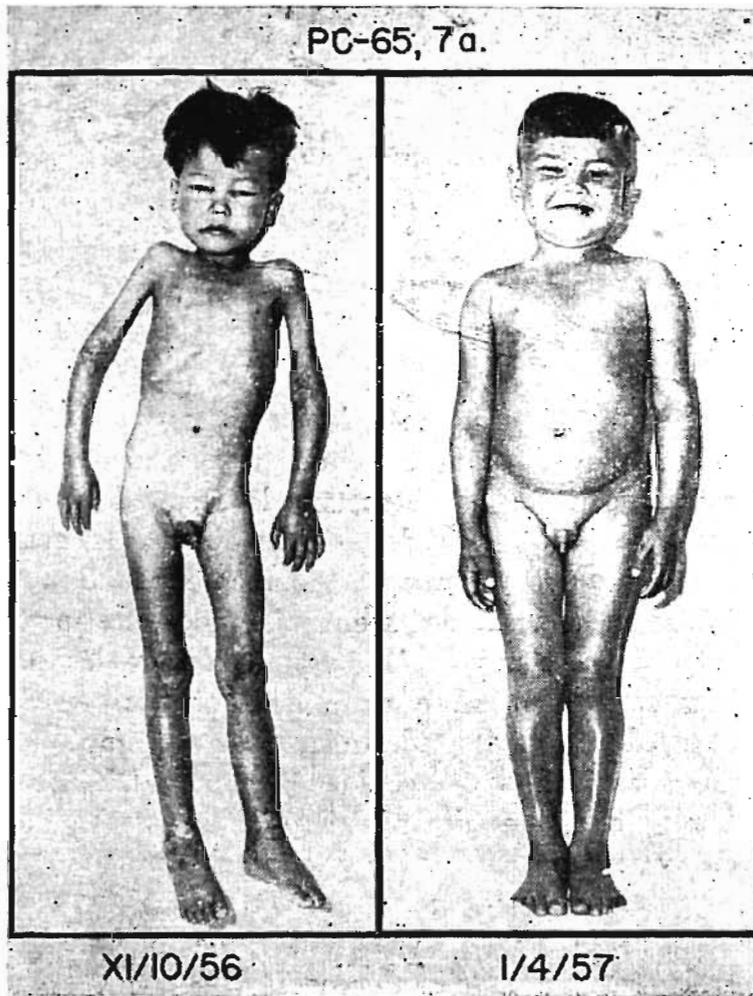


FIGURA 7

CUADRO 20

COMPARACION DE LA MEZCLA VEGETAL 8 Y LECHE EN NIÑOS

Clave PC	Leche			Mezcla Vegetal 8		
	I*	A**	R***	I*	A**	R***
48	2.5	87	0	2.3	73	11.3
23A	2.6	74	23.2	2.6	78	23.2
48	3.8	90	14.8	3.8	71	12.0
56	2.8	74	11.0	3.0	71	13.5
57	2.9	80	33.6	2.8	68	22.5
73	3.0	83	17.6	3.5	78	31.3
75	2.6	83	38.2	2.9	70	23.8
88	2.0	78	25.9	3.3	67	15.2
Prom.	2.8	81	20.5	3.0	72	19.1

* Ingesta en g./kg.

** Absorción, % de ingesta.

*** Retención, % de ingesta.

getales era menor a la lograda con leche, las retenciones de éste no difirieron significativamente cuando se administró a niveles adecuados de ingesta proteica; pero como puede verse, a niveles

bajos, insuficientes para satisfacer las necesidades fisiológicas del niño, las retenciones obtenidas con leche son un poco mayores que las logradas con la Mezcla Vegetal. Sin embargo, aún así, los balances de nitrógeno son positivos con la Mezcla Vegetal 9 a todos los niveles administrados, lo que confirma que ésta puede considerarse como una fuente proteica de buena calidad.

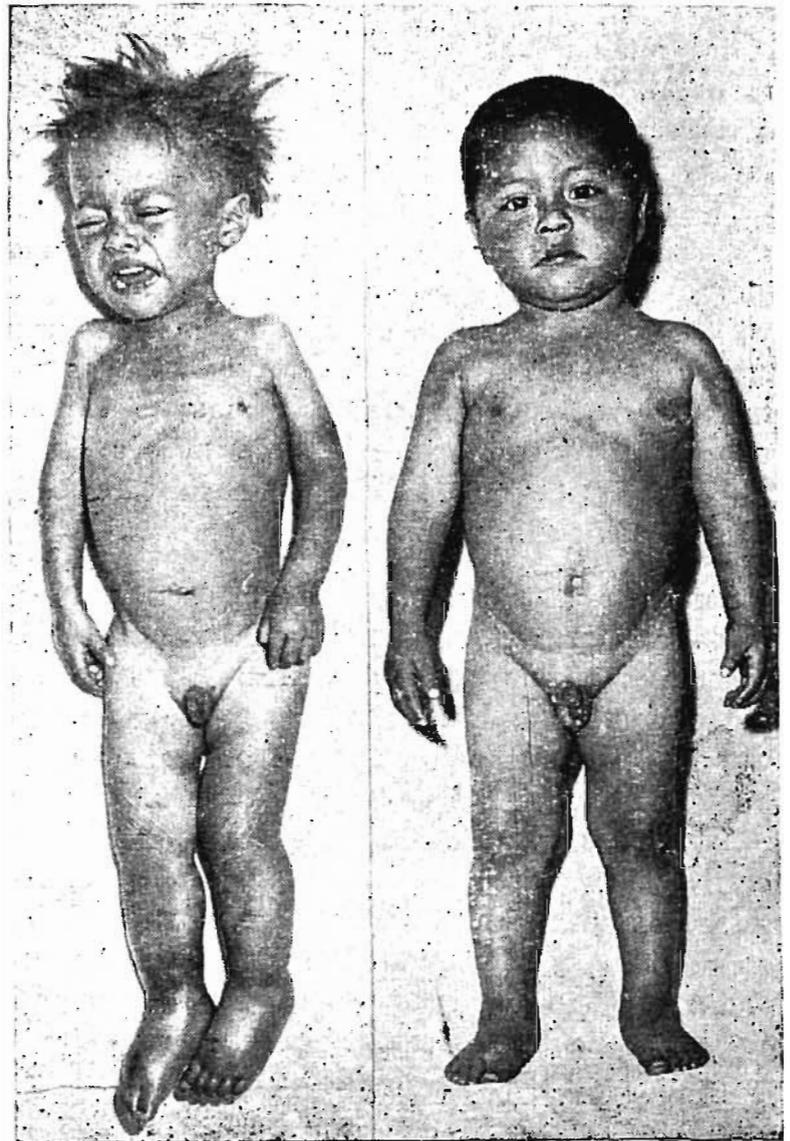


FIGURA 8

CUADRO 21

COMPARACION DE LA MEZCLA VEGETAL 9B Y LECHE EN NIÑOS

Proteína g./kg.	No. de niños	Período de Balance	Leche		Mezcla Vegetal	
			A*	R**	A*	R**
> 4.0	1	2	84.4	22.0	66.1	24.1
3.0 - 3.9	4	11	84.9	17.1	70.2	16.8
2.0 - 2.9	9	48	82.6	16.3	68.9	17.8
1.0 - 1.9	4	13	78.1	24.9	66.2	15.5
< 1.0	2	3	67.2	8.1	59.1	4.5

* Absorción, % de ingesta.

** Retención, % de ingesta.

V. Evaluación Bioquímica *

Los resultados de los estudios básicos llevados a cabo en animales de laboratorio, que condujeron al desarrollo de mezclas vegetales para la alimentación humana, fueron descritos en la Sección III de esta publicación. En la Sección precedente también se dieron a conocer las pruebas clínicas en niños a que se sometieron las fórmulas 8, 8A y 9. Usando estas mezclas como única fuente de proteína, tanto los resultados de estudios metabólicos en niños recuperados de malnutrición proteica severa, como los de pruebas terapéuticas en niños que padecían de SPI, fueron similares a los obtenidos al utilizar sólo leche.

Sin embargo, en el planeamiento de mezclas para la alimentación humana es indispensable aplicar tantos criterios como las circunstancias lo permiten y estén al alcance de los investigadores, ya que la finalidad que se persigue es evaluar la calidad y la inocuidad de tales alimentos. En consecuencia las tres Mezclas Vegetales elaboradas por el INCAP, es decir, las fórmulas 8, 8A y 9, han sido sometidas también a numerosos ensayos bioquímicos incluyendo, entre otras, pruebas encaminadas a determinar su efecto sobre la regeneración de las proteínas séricas. Para este propósito se realizaron ensayos terapéuticos en pacientes con SPI y se hizo un estudio de la distribución y concentración de los aminoácidos del plasma, antes y después de administrar una comida de prueba, en niños recuperados del síndrome que había estado recibiendo ya fuese leche o una de las Mezclas Vegetales bajo estudio.

Regeneración de las Proteínas Séricas en el SPI

Las proteínas séricas constituyen un índice útil y de fácil aplicación para evaluar bioquímicamente el grado de recuperación inicial de un niño que está siendo tratado por SPI. Desde el punto de vista práctico, su determinación, en estos casos, tiene el mismo significado que la albúmina, y un aumento marcado en la concentración de las proteínas séricas totales, constituye un signo de buen

pronóstico. El micrométodo de Lowry y Hunter (30) empleando una columna de densidades progresivas, permite la obtención de resultados en el término de una hora después de obtener la muestra de sangre, y necesita solamente de 5 a 10 milésimas de c.c. de suero. Usando este procedimiento, se comparó la regeneración de las proteínas séricas en un número de pacientes con SPI a los cuales se les administró dietas terapéuticas elaboradas con las Mezclas Vegetales INCAP 8, 8A y 9, a niveles de ingesta proteica que en cada niño variaron de 2 a 5 gramos de proteína por kilogramos de peso corporal por día. Estos casos fueron comparados con pacientes que estaban recibiendo leche a niveles de ingesta que no excedían los administrados a los niños tratados con la Mezcla Vegetal, y que generalmente fluctuaban entre 3 y 4 g. diarios de proteína por kilogramo de peso corporal. Los resultados de esta comparación pueden apreciarse gráficamente en la Figura 9.

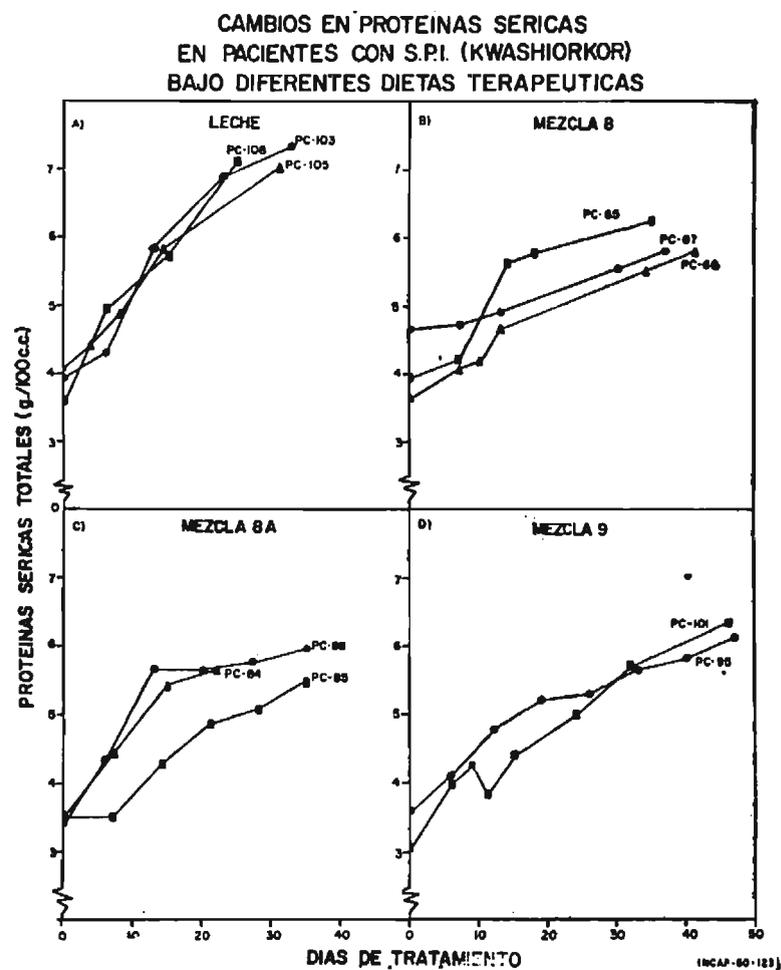


FIGURA 9

* Sección dictada por el Doctor Guillermo Arroyave, Jefe División de Química Fisiológica del INCAP.

Según se puede observar, el tratamiento con leche tuvo por resultado aumentos consistentes de las proteínas séricas totales, ya que los tres niños aumentaron alrededor de 3 g./100 cc. en un período aproximado de 4 semanas. Los casos tratados con las mezclas aludidas, por su parte, alcanzaron un nivel aproximado de 6 g./100 cc. en el término de 4 a 5 semanas de tratamiento. Al parecer, este nivel se logró independientemente de la concentración de proteínas séricas que el niño tenía inicialmente. Por ejemplo, el niño PC-67, quien al principiar el tratamiento presentaba el valor más alto, mostró el menor incremento.

Con base en estos resultados se puede concluir, que las Mezclas Vegetales INCAP 8 y 9 tienen un valor proteico suficientemente alto, para satisfacer los requerimientos elevados de nitrógeno de los niños que padecen de desnutrición proteica severa y para permitirles sintetizar proteínas plasmáticas.

Niveles de Aminoácidos Plasmáticos después de la Ingesta de una Proteína de Prueba

A continuación se describen los estudios sobre el efecto comparativo de una dieta láctea, de la Mezcla Vegetal 9 y de una dieta mixta de maíz y frijol sobre los aumentos de aminoácidos plasmáticos producidos en niños por una comida de prueba a base de leche. Observaciones preliminares hechas en nuestro laboratorio, en perros y en niños, indicaban que los aumentos de aminoácidos del plasma producidos por la ingestión de una proteína de prueba, estaban influenciados por el estado fisiológico del sujeto, el que a su vez parecía depender de la dieta consumida previamente. Al parecer, cuando esta prueba se efectúa después de que el sujeto ha estado recibiendo una proteína de valor nutricional pobre, por un tiempo más o menos largo, la respuesta se presenta disminuida.

En vista de estas observaciones preliminares se diseñaron dos experimentos con tres niños cada uno, con el objetivo específico de comparar la influencia de la alimentación previa, consistente en leche, Mezcla Vegetal INCAP 9 o una combinación de maíz y frijol, sobre la respuesta de los aminoácidos del plasma a una comida de prueba a base de leche.

Experimento No. 1 — En el primer experimento se usaron tres niños identificados como PC-97, PC-95 y PC-92, respectivamente. El primero de ellos, PC-97, tenía tres años ocho meses de edad y se mantuvo sujeto a una dieta de leche por un período de 6 semanas. El niño PC-95, de tres años siete meses de edad, recibió la Mezcla Vegetal 9 durante un período de tres meses y al tercero, el caso PC-92, de tres años y seis meses de edad, se le administró por

un período de 7 semanas, una dieta en que 50% de la proteína procedía del frijol y 50% del maíz. Los tres recibieron las respectivas dietas a niveles de ingesta que proporcionaban 2 g. de proteína y 90 calorías por kg. de peso corporal por día. En las primeras horas de la mañana del día en que se hizo la prueba y después de 16 horas de ayuno, se les tomó una muestra de sangre e inmediatamente después se les administró la comida de prueba, a base de leche descremada, en cantidad suficiente para proveer 2 g. de proteína por kg. de peso corporal en una sola toma. A las 2 horas y media después de recibida la comida de prueba, se les recolectó una segunda muestra de sangre. Los resultados de los análisis de aminoácidos plasmáticos se muestran en la Figura No. 10. Cada bloque de 3 columnas representa un aminoácido esencial, y la altura de la columna indica el aumento del nivel plasmático que se observó después de administrada la comida de prueba. Para fines comparativos, los aumentos de los aminoácidos del plasma que reveló el niño que había sido alimentado previamente con la dieta de leche (caso PC-97) se tomaron como 100% de aumento. La segunda y tercera columna muestran los cambios observados en el niño cuya alimentación anterior consistió en la Mezcla 9 y en el niño alimentado con maíz y frijol respectivamente.

EFFECTO DE LA DIETA PREVIA SOBRE LOS CAMBIOS EN AMINO ACIDOS PLASMATICOS* (PC-97 COMO 100%)

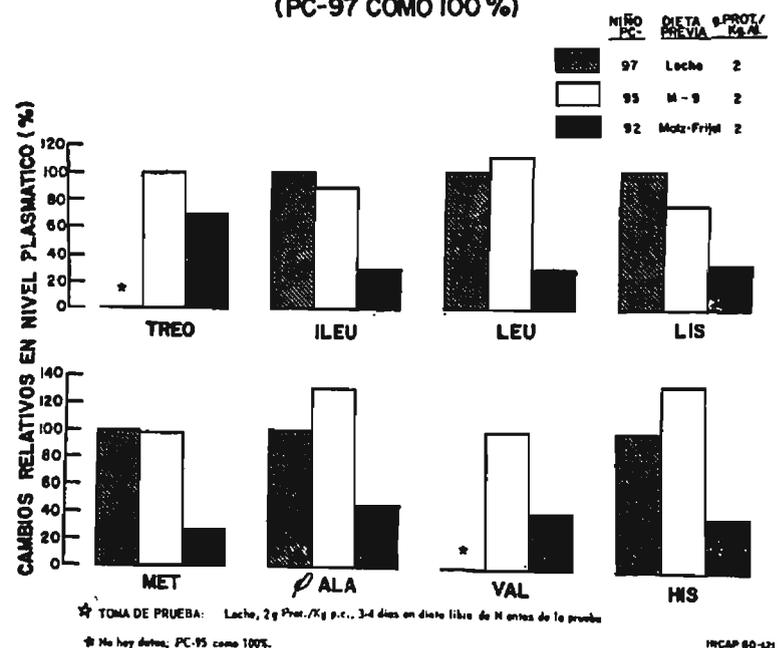


FIGURA 10

Examinando dicha figura se observa que el niño cuya dieta era a base de maíz y frijol, mostró aumentos consistentemente menores que los niños que recibieron leche o Mezcla Vegetal 9. También es de interés notar que el niño que recibió la dieta de leche y el que se alimentó con la Mezcla 9 presentaron respuestas muy similares.

Experimento No. 2 — Con el objeto de confirmar estas observaciones se sometió a estudio otro grupo de tres niños, de acuerdo con un plan muy parecido al detallado en párrafos anteriores. La Figura No. 11 ilustra los resultados de este segundo experimento. El caso PC-103, un niño de tres años cuatro meses de edad, recibió una dieta en que la Mezcla Vegetal 9 era la única fuente proteica por un período de 6 semanas y a un nivel de ingesta de 2 g. de proteína y 90 calorías por kg. de peso corporal por día. Al niño PC-101, que tenía seis años dos meses de edad, se le administró durante 7 semanas una dieta de leche al mismo nivel de ingesta proteica y calórica. Finalmente, el caso PC-102, niño de 5 años 10 meses de edad, fue alimentado con una dieta de maíz y frijol igual a la que se usó en el Experimento No. 1, como fuente única de proteína y a un nivel de ingesta de 2 g. de proteína y 100 calorías por kg. de peso corporal por día.

mente alimentado con maíz y frijol, fueron marcadamente inferiores a los que se observaron tanto en el caso cuya dieta previa fue la Mezcla 9 como el que se alimentó con leche.

Con el objeto de interpretar mejor las diferencias observadas en los aumentos de aminoácidos plasmáticos, se deben considerar ciertos hechos ya conocidos. Primero, las tres dietas utilizadas en este estudio, es decir, leche, Mezcla Vegetal INCAP 9 y maíz y frijol, poseen sus propias características en cuanto a calidad proteica, características que se hacen evidentes determinando su efecto sobre la promoción de crecimiento en los animales, así como sobre la retención de nitrógeno. De acuerdo con los criterios anteriores, la leche y la Mezcla 9 demuestran tener una calidad proteica similar, mientras que la combinación de maíz y frijol es inferior en este particular (véase Sección III). Ya sea que estas diferencias se deban a digestibilidad, a variabilidad en cuanto a utilización de aminoácidos o a alguna otra causa, los resultados que aquí se presentan demuestran que, al parecer, el valor relativo de estas tres dietas al ser administradas a niños, se refleja fielmente en la magnitud de los aumentos de aminoácidos plasmáticos que se observan después de administrar una comida de prueba común. Los Experimentos Nos. 1 y 2 son muy consistentes en este sentido.

Longenecker y Hause (31), como resultado de sus experimentaciones con perros, han postulado que un factor determinante de los niveles de aminoácidos plasmáticos en el período post-absortivo después de una comida de prueba, es la velocidad a la cual los tejidos toman del plasma estos aminoácidos y que esta velocidad es proporcional a los requerimientos del organismo por los aminoácidos específicos. Con base en esta hipótesis, es posible especular, por consiguiente, que la administración de una dieta de maíz y frijol por períodos relativamente largos, produce un «stress» en el estado de nutrición proteica del organismo. Ello da por resultado un aumento de la demanda de los tejidos por los aminoácidos esenciales, en contraste a lo que sucede cuando la dieta previa administrada al niño ha sido leche o Mezcla 9.

En resumen, estos estudios tuvieron como propósito comparar la velocidad de regeneración de las proteínas séricas totales en once niños con SPI, tratados con las Mezclas Vegetales INCAP 8, 8A ó 9, o bien sólo con leche. Los resultados hacen aparente el hecho de que aún cuando estas Mezclas Vegetales no producen niveles proteicos plasmáticos tan altos como la leche en el mismo período de tratamiento, son de calidad adecuada para

EFFECTO DE LA DIETA PREVIA SOBRE LOS CAMBIOS EN AMINO ACIDOS PLASMATICOS DESPUES DE UNA TOMA DE LECHE*

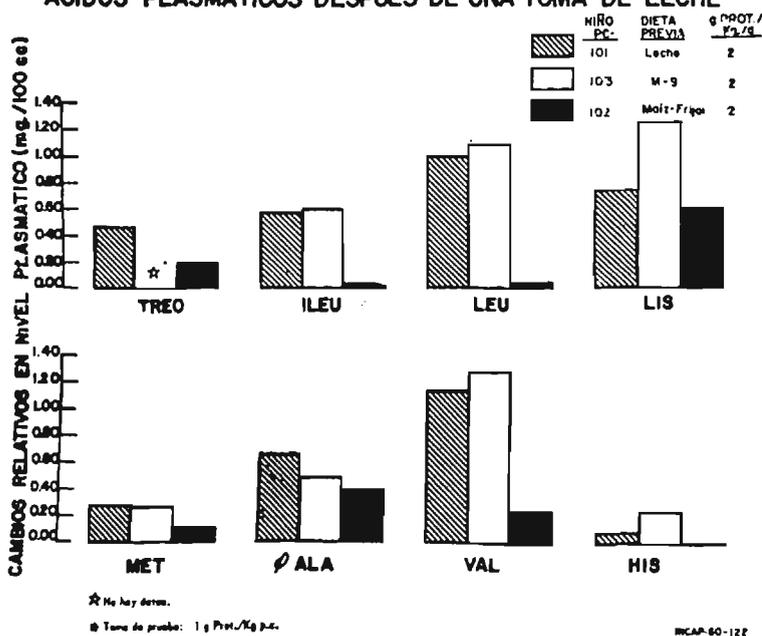


FIGURA 11

Los tres niños recibieron la misma dosis de prueba de leche, calculada para proveer 1 g. de proteína por kg. de peso en una sola toma. El caso PC-102 rehusó una pequeña porción de esta dosis, de manera que su ingesta real fue de 0.86 g. de proteína por kg. de peso corporal. La primera columna de cada bloque, en la Figura No. 11 representa los aumentos de aminoácidos del plasma en el niño cuya dieta previa fue sólo leche; la segunda columna corresponde a los aumentos observados en el niño que anteriormente se había alimentado con la Mezcla Vegetal 9, y la tercera, al niño cuya alimentación anterior fue la dieta a base de maíz y frijol. Los resultados confirman claramente los obtenidos en el experimento inicial. De nuevo los aumentos que presentó el niño PC-102, previa-

permitir la regeneración satisfactoria de las proteínas séricas. En el curso de estos experimentos también se estudiaron los cambios en aminoácidos plasmáticos, después de administrar una comida proteica de prueba, en seis niños que habían sido alimentados previamente con leche, con la Mezcla 9 o con una combinación de maíz y frijol. Según se observó, el aumento en los niveles de aminoácidos del plasma que siguió a la comida de prueba fue esencialmente el mismo cuando los

niños habían sido alimentados previamente con leche o con la Mezcla Vegetal 9, niveles éstos que en ambos grupos fueron mucho más altos que los que revelaron los niños alimentados previamente con maíz y frijol. Aparentemente, esta diferencia en respuesta a la comida de prueba de leche, guarda relación directa con el valor proteico de la dieta administrada previamente al niño, y de nuevo ilustra la similaridad en cuanto a calidad proteica entre la Mezcla Vegetal INCAP 9 y la leche.

VI. Pruebas de Aceptabilidad y Estudios de su Producción en Escala Comercial *

El nombre genérico INCAPARINA identifica las Mezclas Vegetales 8 y 9 desarrolladas por el INCAP, aptas para consumo humano y cuyas fórmulas se presentan en los Cuadros 8 y 14 (véase Sección III). Entre las variantes de la INCAPARINA, la fórmula identificada como 9B se consideró como la más adecuada para propósitos de producción comercial. Según se puede notar, en ésta se utilizan como ingredientes maíz y maicillo en forma cruda, los cuales se mezclan agregando luego vitamina A sintética en vez de harina de hojas deshidratadas que se usa en las fórmulas 9 y 9'.

La composición química de la Mezcla Vegetal aludida, INCAP 9B, se detalla en el Cuadro 22 e indica que su contenido de proteínas es alto (27.5%), tiene poca fibra cruda (2.4%) y, además, como alimento suplementario proporciona regular cantidad de calorías. El contenido promedio de vitaminas de la Mezcla Vegetal INCAP 9B es satisfactorio (véase Cuadro 23), ya que por 100 gramos de mezcla, ésta contiene: 2.1 mg. de tiamina, 0.9 mg. de riboflavina, 7.8 mg. de niacina y 4500 U.I. de vitamina A. La fórmula incluye, además, 6.2 mg. de hierro, 500 mg. de calcio y 700 mg. de fósforo. Los resultados preliminares de estudios especiales de conservación del producto, que recientemente llegaron a feliz conclusión, revelan que el valor nutritivo de la fórmula se mantiene durante períodos relativamente largos de almacenaje y bajo diferentes condiciones ambientales.

Por otra parte, los ensayos biológicos realizados en diferentes especies de animales, con muy buenos resultados, indican claramente que es posible combinar proteínas de origen vegetal para producir alimentos de valor biológico elevado. Asimismo, las pruebas clínicas y bioquímicas a que se sometieron estas Mezclas Vegetales hacen evidente su efectividad en el tratamiento del síndrome pluri-carencial de la infancia, y demuestran la buena

aceptación que éstas tienen como alimento, bajo condiciones de hospital. En los casos de SPI notificados en las Secciones anteriores, el tratamiento establecido consistió precisamente en asegurar el consumo de una dieta proteica de buena calidad, establecida sobre bases cuantitativas y según las necesidades de cada caso.

CUADRO 22

COMPOSICION QUIMICA DE LA MEZCLA VEGETAL INCAP 9B

(g. por 100 g. de Mezcla)

Humedad	7.6
Proteína	27.5
Grasa	4.2
Ceniza	3.5
Fibra cruda	2.4
Carbohidratos	54.8
100 g. de Mezcla proporcionan 370 calorías.	

CUADRO 23

CONTENIDO PROMEDIO DE VITAMINAS Y MINERALES POR 100 g. DE MEZCLA VEGETAL INCAP 9B

Tiamina	2.1 mg.
Riboflavina	0.9 mg.
Niacina	7.8 mg.
Vitamina A	4500 U.I.
Hierro	6.2 mg.
Calcio	500 mg.
Fósforo	700 mg.

* Sección dictada por el Doctor Miguel A. Guzmán, Jefe de División de Estadística y Documentación del INCAP.

Aún cuando se puede decir que la tolerancia y aceptabilidad de la INCAPARINA bajo las condiciones de hospital descritas fueron del todo satisfactorias, esta evidencia no era suficiente para garantizar que el producto habría de satisfacer el propósito fundamental para el cual fuera concebido, esto es, el de lograr su consumo generalizado por parte de las clases necesitadas, de modo que actuase como factor efectivo en la prevención de la malnutrición, reduciendo, y aún eliminando, los casos de desnutrición severa tan frecuentes en nuestro medio. Para establecer si la INCAPARINA era capaz de lograr este objetivo, era pues necesario determinar si el producto tendría una acogida favorable por parte de la población general bajo las condiciones ordinarias de la vida diaria.

Con este propósito en mente y con la colaboración del Centro de Salud de la Ciudad de Amatitlán y del Departamento de Nutrición de la Dirección General de Sanidad Pública de Guatemala, se iniciaron estudios de aceptabilidad de INCAPARINA en esa comunidad, seleccionando para el caso 12 familias que tenían niños menores de 5 años y que asistían con regularidad al Centro de Salud. Para principiar, a cada una de estas familias se les proporcionó suficiente INCAPARINA para que sus niños pudieran consumirla por un período de 17 semanas, y se les instruyó en cuanto a la manera recomendada para preparar el producto. En este primer ensayo los resultados en cuanto a la aceptación de la INCAPARINA fueron muy halagadores, encontrándose que 21 de los 28 niños incluidos en el estudio consumieron 2 ó más vasos diarios de atole preparado con la Mezcla Vegetal aludida.

En vista de lo expuesto, se consideró oportuno ampliar los ensayos, aprovechando para el caso la colaboración de los Centros de Salud de Zacapa y Quezaltenango, e incluyendo un grupo distinto de familias de la población de Amatitlán. Esta vez la prueba tuvo una duración aproximada de 18 semanas. La selección de familias se hizo al azar, sin tratar en forma alguna de incluir en el experimento aquellas que en el pasado habían demostrado interés especial por el producto en sus visitas al Centro de Salud; en este ensayo se incluyó además un grupo de familias de una finca de propiedad privada situada en la zona de Escuintla, que no estaban bajo la influencia directa de un Centro de Salud. Los resultados obtenidos en dicha oportunidad se presentan en el Cuadro 24 y, como puede apreciarse, éstos fueron satisfactorios desde todo punto de vista. En general la aceptabilidad de la INCAPARINA fue buena desde un principio en todas las comunidades en que ésta se sometió a prueba, y hacia el final del experimento, la ma-

yoría de los participantes la habían aceptado como parte de su dieta regular diaria, y expresado el deseo de comprarla cuando ya estuviese disponible en el mercado.

CUADRO 24

ACEPTACION DE LA MEZCLA VEGETAL
INCAP 9B EN GUATEMALA

Lugar	Promedio de niños	Duración semanas	% que consumió 2 ó más vasos/día
Amatitlán I	28	17	74.2
Amatitlán II	21	15	92.1
Escuintla	24	17	65.6
Zacapa	26	19	65.1
Quezaltenango	51	18	89.5

Los resultados de las pruebas en cuanto a la aceptabilidad de la INCAPARINA que se han descrito hasta el momento, revelaban claramente que el producto sería consumido por la población al proporcionárseles éste en forma gratuita, y también sugerían que la población estaba dispuesta a adquirirlo en el mercado común. La evidencia en cuanto a éste último aspecto, sin embargo, era puramente subjetiva, por lo que se consideró necesario iniciar ensayos de mercado del producto.

Fue así como en la población de Palín se desarrolló una prueba piloto, trabajo que se llevó a cabo por medio de una compañía distribuidora comercial y con asistencia del Centro de Salud de esa localidad, sin más propaganda comercial que las recomendaciones hechas de palabra en el mencionado Centro y por los maestros de escuelas de la población. El producto se puso a la venta en sobres plásticos que contenían 75 g. de INCAPARINA cada una, al precio de 3 cts. de Quetzal por unidad. A las dos o tres semanas de haberse iniciado este ensayo, las ventas se estabilizaron indicando un potencial de 1,200 sobres por semana.

Con base en los prometedores resultados que se han indicado, se procedió a realizar un ensayo de distribución comercial más extensa. Esta vez la producción se inició en mayor escala en una planta piloto formal con el propósito de ampliar la distribución de INCAPARINA a todas aquellas comunidades de la República de Guatemala en las cuales funcionan Centros de Salud o Unidades Sanitarias, que pudiesen servir para recomendar el uso del producto por parte de las familias económicamente más necesitadas. De acuerdo con los resultados del ensayo piloto efectuado en Palín, la produc-

ción debería alcanzar un promedio de 15 toneladas diarias, si es que las necesidades de este segundo ensayo habían de satisfacerse. Sin embargo, la firma industrial distribuidora informó que no estaba preparada para alcanzar esta cifra de producción, pero que sí podría iniciar la distribución en un número menor de comunidades hasta donde se les permitiera su meta de producción diaria, estimada en 10,000 sobres de 75 g. o sea aproximadamente un quinto de la producción necesaria para cubrir todas las localidades que originalmente se proyectó incluir en el ensayo. La producción real nunca alcanzó la cifra esperada, estabilizándose en un total de 5,000 sobres diarios con la que únicamente se pudo cubrir en forma parcial, las Ciudades de Guatemala y Quezaltenango, así como algunos puntos intermedios en la carretera que une estas dos ciudades. A pesar de que los planes del INCAP contemplaban una amplia propaganda comercial, ésta

no se llevó a cabo ya que la producción de INCAPARINA no alcanzó en ningún momento el nivel deseado. El ensayo se llevó a cabo del 22 de marzo al 30 de septiembre de 1960, y no obstante que todavía no es posible establecer con exactitud el potencial del mercado de INCAPARINA en la República, sí se puede decir que la totalidad de la producción se vendió con prontitud durante todo el tiempo que cubrió esta prueba.

En la actualidad, ya se están llevando a cabo las gestiones necesarias para permitir la producción comercial y, por ende, la disponibilidad de la INCAPARINA en el mercado corriente, no sólo en Guatemala sino también en el Salvador, Honduras y Nicaragua, respectivamente, países en que los ensayos de aceptabilidad similares a los realizados en Guatemala, han rendido resultados igualmente satisfactorios.

VII. Conclusiones y Recomendaciones *

Los estudios llevados a cabo por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), han demostrado en forma concluyente que la deficiencia dietética cuantitativa o cualitativa de proteínas, constituye uno de los más graves problemas de salud pública en el área de Centro América y Panamá.

Esta deficiencia se manifiesta en forma evidente y dramática en niños de edad preescolar en los que es responsable del desarrollo del síndrome pluricarencial de la infancia (SPI). En forma menos obvia pero, no menos importante, contribuye a la alta mortalidad que se presenta en los niños de este grupo de edad (32). La deficiencia proteica es un factor determinante de la muerte de estos niños, no sólo en aquellos casos que mueren con manifestaciones francas de deficiencia, sino en una gran proporción de defunciones debidas a procesos infecciosos que habitualmente no son fatales en niños bien nutridos. La tasa de mortalidad entre los niños de 1 a 4 años de edad en Guatemala, es alrededor de 40 veces mayor de la que en la actualidad se observa en Estados Unidos de América o en los países de Europa Occidental, y esta diferencia es mucho mayor de la que existe entre las tasas de mortalidad correspondientes a cualquier otro grupo de edad, siendo indudable que la deficiencia proteica es una de las razones principales de esta diferencia.

Por otro lado, y también de enorme importancia práctica, es el hecho de que las deficiencias nutricionales tienen como resultado un retraso en el crecimiento y desarrollo de los niños que sobreviven a este período crítico. Siempre se había sospechado, aun cuando no había sido posible aportar evidencia científica, que este retraso también afecta el desarrollo mental. Estudios recientes realizados por el grupo de investigadores del Hospital Infantil de México (33), tienden a confirmar esta hipótesis. Tales autores han encontrado que el desarrollo mental de grupo de niños

mexicanos del área rural, está directamente relacionado con su crecimiento pondero-estatural. Si tales hallazgos se confirman, es evidente la gran importancia práctica de esta implicación.

La situación en general es menos seria en cuanto a los niños mayores y personas adultas, pero es también posible que ciertos grupos de esta población, en particular las mujeres embarazadas y las madres lactantes, estén siendo afectadas por deficiencias nutricionales. Sin considerar el daño que sufren las propias madres, más difícil de evaluar, el peso promedio de nuestros niños al nacer es generalmente inferior al que se notifica como normal en otras regiones del mundo. Además, se observa una alta proporción de niños que, de acuerdo con la clasificación internacional establecida a este respecto, deberían considerarse como prematuros por su peso y que, sin embargo, no muestran clínicamente las características de un niño prematuro (34). En realidad, éstos deben considerarse como niños a término, pero con un crecimiento deficiente que posiblemente tenga relación con las deficiencias nutricionales de que adolece la madre.

No hay pues, duda alguna de que el problema de la desnutrición existe y de que éste es muy serio. Al analizar los factores responsables del mismo, es fácil darse cuenta de su complejidad. Estos fueron ampliamente comentados en un Symposium que como parte del programa del IX Congreso Nacional de Medicina de Guatemala, se celebró hace 2 años (35) y no insistiremos sobre ellos en esta oportunidad. Bástenos señalar que en este problema están involucrados factores de orden cultural, económico y de producción y disponibilidad de alimentos, así como factores puramente médicos relacionados con aspectos de saneamiento ambiental y escasez de servicios de medicina preventiva adecuados. La disponibilidad insuficiente de alimentos, en particular de aquellos que son fuente de proteínas de alto valor biológico y que fueron discutidos ampliamente en la segunda sección de este trabajo, es sin duda alguna uno de los factores fundamentales. Desafortunadamente, el análisis de los datos estadísticos demuestra que en los úl-

* Sección dictada por el Doctor Moisés Behar Director Adjunto y Jefe de la División de Investigaciones Clínicas del INCAP.

timos años no ha habido ninguna tendencia a que esta situación mejore; por el contrario, se ha observado un incremento de la población mayor que el de la producción de alimentos y, como consecuencia, la disponibilidad *per capita* ha disminuido aún más.

Una solución permanente y definitiva del problema es, por tanto, tarea ardua y complicada que no es estrictamente de naturaleza médica, sino más bien incluye medidas educacionales, económicas y agrícolas en cuya aplicación deben participar todas las fuerzas vivas del país. Pero es también cierto que los conocimientos técnicos de que actualmente disponemos nos permiten planear mejor el uso de nuestros limitados recursos bajo las condiciones existentes. En el caso de Guatemala, la disponibilidad de un producto alimenticio, nutricionalmente adecuado, que pueda ser usado especialmente para la alimentación de niños pequeños, tomando en consideración los hábitos dietéticos de la población y a un costo al alcance de las familias que más lo necesitan, puede contribuir de manera muy significativa a la solución del problema.

Mucho se ha comentado el hecho de que la malnutrición, cuando afecta en forma crónica a un gran sector de la población, constituye parte de un círculo vicioso, ya que como resultado de ello, la capacidad de producción y, por consiguiente, el nivel económico de la población se mantienen bajos, lo que a su vez, impide que se resuelvan las deficiencias educativas y nutricionales. Es pues de esperar, que la disponibilidad de un producto como la INCAPARINA, llegue a representar una de las formas de romper este círculo vicioso y promover la mejoría del bienestar general de la población, que a la larga proporcione un medio de solucionar de manera permanente el problema de la malnutrición.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Sociedad Protectora del Niño por haber permitido el uso de sus facilidades hospitalarias, sin las cuales los estudios en los niños aquí descritos hubieran sido sumamente difíciles.

REFERENCIAS

1. Guatemala. Dirección General de Estadística. Guatemala en Cifras, 1955.
2. Guatemala. Dirección General de Estadística. Sexto Censo de Población. República de Guatemala, abril 18, 1950.
3. Flores, M. y E. Reh.: Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. IV Santa María Cauqué. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, p. 163-173, 1955.
4. Flores, M. y E. Reh.: Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Magdalena Milpas Altas. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, p. 90-128, 1955.
5. Flores, M. y E. Reh.: Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. II. Santo Domingo Xenacoj. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, p. 129-148, 1955.
6. Flores, M., Z. Flores y B. Meneses: Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. IX. Santa Catarina Barahona. Arch. Venezol. Nutrición, 8: 57-82, 1957.
7. Reh, E., A. Castellanos y Y. Bravo de Rueda: Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. VI. Estudios de la dieta y de las condiciones de vida existentes entre los trabajadores de una plantación azucarera de Guatemala. Bol. Ofic. San. Panam., 37: 32-52, 1954.
8. Flores, M., B. Meneses, Z. Flores y M. de León: Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. VII. Hacienda Chocóla. Bol. Ofic. San. Panam., 40: 504-520, 1956.
9. Flores, M., B. García, C. Sáenz y A. de Sierra: Estudios de hábitos dietéticos en Guatemala. X. «La Fragua», Departamento de Zacapa. (En preparación).
10. Flores, M.: Datos inéditos.
11. Flores, M. y B. García: The nutritional status of children of pre-school age in the Guatemalan community of Amatitlán. I. Comparison of family and child diets. Brit. J. Nutrition, 14: 207-215, 1960.
12. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Datos inéditos.
13. Schweng, L. D.: El abastecimiento de alimentos en la República de Guatemala. Informe presentado a la Misión de Economía y Finanzas de Klein & Saks, auspiciado por ICA, febrero de 1957.
14. Bressani, R., A. T. Valiente y C. E. Tejada: The growth-promoting value of several combinations of lime-treated corn with cooked black beans. (En preparación).
15. Bressani, R., E. Marengo y A. T. Valiente: Enrichment of lime-treated corn flour with animal and vegetable proteins and with amino acids. Abstracts, Fifth International Congress on Nutrition, September 1-7, 1960. Washington, D. C. p. 59.

16. Bressani, R.: Optimum levels of amino acid supplementation for lime-treated corn. *Fed. Proc.*, 19(1) Part I: 320, 1960.
17. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Protein requirements; report of the FAO Committee, Rome, Italy, 24-31 Oct. 1955. Rome, Food and Agriculture Organization, 1957.
18. Orr, M. L. y B. K. Watt: Amino acid content of foods. Washington, D. C., U.S. Department of Agriculture, 1957. 41 p. Home Economics Research Report No. 4.
19. Scrimshaw, N. S., R. L. Squibb, R. Bressani, M. Béhar, F. Viteri y G. Arroyave. Vegetable protein mixtures for the feeding of infants and young children. En: *Amino Acid Malnutrition*, editado por W. H. Cole, XIII Annual Protein Conference, New Brunswick, N. J., Rutgers University Press, 1957, p. 28-46.
20. Béhar, M., R. Bressani y N. S. Scrimshaw: Treatment and prevention of kwashiorkor. En: *World Review of Nutrition and Dietetics*, Vol. I. London, Pitman Medical Publishing Co. Ltd., 1959, p. 75-101.
21. Squibb, R. L., M. K. Wyld, N. S. Scrimshaw y R. Bressani: All-vegetable protein mixtures for human feeding. I. Use of rats and baby chicks for evaluating corn-based vegetable mixtures. *J. Nutrition*, 69: 343-450, 1959.
22. Bressani, R., A. Aguirre y N. S. Scrimshaw: All-vegetable protein mixtures for human feeding. II. The nutritive value of corn, sorghum, rice and buckwheat substituted for lime-treated corn in INCAP Vegetable Mixture Eight. *J. Nutrition*, 69: 351-355, 1959.
23. Bressani, R., L. G. Elías, A. Aguirre y N. S. Scrimshaw: All-vegetable protein mixtures for human feeding. III. Development of INCAP Vegetable Mixture No. 9. *J. Nutrition*. (En prensa).
24. Bressani, R., A. Aguirre, L. G. Elías, R. Arroyave, R. Jarquín y N. S. Scrimshaw: All-vegetable protein mixtures for human feeding. IV. Biological testing of INCAP Vegetable Mixture 9 in chicks. *J. Nutrition*. (En prensa).
25. Bressani, R. y N. S. Scrimshaw: The development of INCAP Vegetable Mixtures. I. Basic animal studies. Trabajo presentado ante la Conferencia sobre Malnutrición Proteica celebrada en Washington, D. C., del 21 al 24 de agosto de 1960, bajo los auspicios del Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC).
26. Bressani, R.: Biological value of cottonseed flour in combination with various cereal proteins. Trabajo presentado ante la Conferencia sobre Proteínas de Semilla de Algodón para Consumo Humano y Animal, celebrada en Nueva Orleans, La., del 14 al 16 de noviembre de 1960.
27. Bressani, R. y L. G. Elías: All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. Biological testing of INCAP Vegetable Mixture 9 in rats. (En preparación).
28. Bressani, R., L. G. Elías y R. Jarquín: All-vegetable protein mixture for human feeding. VIII. Biological testing in dogs and swine. (En preparación).
29. Bressani, R. y L. G. Elías: All-vegetable protein mixtures for human feeding. VII. Amino acid supplementation of Vegetable Mixture 9. (En preparación).
30. Lowry, O. H. y T. H. Hunter: The determination of serum protein concentration with a gradient tube. *J. Biol. Chem.*, 159: 465-474, 1945.
31. Longenecker, J. B. y N. L. Hause: Relationship between plasma amino acids and composition of the ingested protein. *Arch. Biochem. Biophys.*, 84: 46-59, 1959.
32. Béhar, M., W. Ascoli y N. S. Scrimshaw: Estudio sobre las causas de defunción de los niños en cuatro poblaciones rurales de Guatemala. *Bol. Ofic. San. Panam.*, 45: 412-420, 1958.
33. Ramos Galván, R., J. L. Pérez Navarrete y J. Cravioto M.: Algunos aspectos de crecimiento y desarrollo en el niño mexicano. *Bol. Med. Hosp. Infantil México*, 17: 455-474, 1960.
34. Montiel H., R.: Consideraciones sobre algunos aspectos de recién nacidos prematuros. *Rev. Col. Méd. Guatemala*, 11: 166-174, 1960.
35. Pérez Avendaño, C., ed.: Factores causales de la desnutrición. ¿Pueden controlarse? *Rev. Col. Méd. Guatemala*, 10: 248-261, 1959.