

## **Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral, con suplementos de origen animal y vegetal<sup>1</sup>**

**ROBERTO JARQUÍN<sup>2</sup>, PEDRO NORIEGA<sup>3</sup> Y RICARDO BRESSANI<sup>1</sup>**

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

### **RESUMEN**

Se da cuenta de un total de diez experimentos biológicos, efectuados en ratas, con el propósito de establecer las cantidades mínimas de varios concentrados proteicos necesarios para mejorar la calidad de la proteína de las harinas de trigo, blanca e integral. A partir del estudio de los resultados relativos al índice de eficiencia proteica, se llegó a la conclusión de que para mejorar el valor proteico de las harinas, blanca e integral, éstas deben ser enriquecidas con cualquiera de los siguientes suplementos en las cantidades señaladas: 12% y 10% de harina de torta de semilla de algodón; 6% y 4% de caseína; 10% y 6% de harina de frijol de soya; 10% y 6% de leche descremada, y 6% y 4% de levadura torula, respectivamente.

El efecto de estos complementos puede atribuirse a que todos ellos aportan lisina, aminoácido en que el trigo es deficiente, y mayores cantidades de proteína. Se constató un coeficiente de correlación positivo de 0.64, altamente significativo, entre el índice de utilización proteica y el contenido de lisina de los diferentes concentrados.

Las harinas integrales necesitaron el agregado del complemento en menor cantidad y produjeron mayores aumentos en peso y en el índice de

1. Este trabajo se llevó a cabo con asistencia financiera de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, Estados Unidos de América.
2. Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
3. Parte de los datos que se dan a conocer en esta publicación corresponden al trabajo de tesis presentado por el señor Noriega ante la Escuela Nacional de Agricultura de Guatemala, previo a optar al título de Perito Agrónomo. El señor Noriega llevó a cabo tales investigaciones en los laboratorios centrales del Instituto, como becario de la Institución.
4. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.  
Publicación INCAP E-361.  
Recibido 28-4-66.

## **Enriquecimiento de harinas de trigo, blanca e integral, con suplementos de origen animal y vegetal<sup>1</sup>**

**ROBERTO JARQUÍN<sup>2</sup>, PEDRO NORIEGA<sup>3</sup> Y RICARDO BRESSANI<sup>4</sup>**

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

### **RESUMEN**

Se da cuenta de un total de diez experimentos biológicos, efectuados en ratas, con el propósito de establecer las cantidades mínimas de varios concentrados proteicos necesarios para mejorar la calidad de la proteína de las harinas de trigo, blanca e integral. A partir del estudio de los resultados relativos al índice de eficiencia proteica, se llegó a la conclusión de que para mejorar el valor proteico de las harinas, blanca e integral, éstas deben ser enriquecidas con cualquiera de los siguientes suplementos en las cantidades señaladas: 12% y 10% de harina de torta de semilla de algodón; 6% y 4% de caseína; 10% y 6% de harina de frijol de soya; 10% y 6% de leche descremada, y 6% y 4% de levadura torula, respectivamente.

El efecto de estos complementos puede atribuirse a que todos ellos aportan lisina, aminoácido en que el trigo es deficiente, y mayores cantidades de proteína. Se constató un coeficiente de correlación positivo de 0.64, altamente significativo, entre el índice de utilización proteica y el contenido de lisina de los diferentes concentrados.

Las harinas integrales necesitaron el agregado del complemento en menor cantidad y produjeron mayores aumentos en peso y en el índice de

1. Este trabajo se llevó a cabo con asistencia financiera de la Fundación W. K. Kellogg, con sede en Battle Creek, Michigan, Estados Unidos de América.
2. Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
3. Parte de los datos que se dan a conocer en esta publicación corresponden al trabajo de tesis presentado por el señor Noriega ante la Escuela Nacional de Agricultura de Guatemala, previo a optar al título de Perito Agrónomo. El señor Noriega llevó a cabo tales investigaciones en los laboratorios centrales del Instituto, como becario de la Institución.
4. Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

Publicación INCAP E-361.

Recibido 28-4-66.

utilización proteica que las harinas blancas. Es muy probable que ello se deba a la superioridad nutricional de la harina integral sobre la harina blanca, que sufre algunas pérdidas durante el proceso de elaboración.

El agregado de gluten de trigo a las harinas no se tradujo en ninguna mejora, debido a que, al igual que la harina de trigo, esta proteína también es deficiente en lisina.

Las investigaciones realizadas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) sobre los hábitos dietéticos y el consumo de alimentos revelan que en las regiones rurales de Guatemala las tortillas preparadas a base de maíz tratado con hidróxido de calcio constituyen un alimento primordial y que en las zonas urbanas hay una tendencia pronunciada de substituir éstas por pan (1). Se ha observado, asimismo, que entre las familias del medio rural el consumo de alimentos a base de trigo, tales como pan y pastas, guarda relación directa con la situación económica de la familia. Este fenómeno es atribuible al hecho de que este tipo de alimentos es aún de alto costo en las áreas que no han sido urbanizadas, y por ello su acepción es mayor entre los grupos de nivel económico más elevado.

La mayoría de los cereales contienen proteínas de bajo valor biológico, ya que éstas carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales (2-5). Esto explica por qué las poblaciones que utilizan esos productos como parte básica de su dieta, y siendo esta última deficiente en cuanto a alimentos de origen animal, no satisfacen adecuadamente sus requerimientos dietéticos de proteínas (1). Por consiguiente, tanto la tortilla como el pan deben ser complementados con los aminoácidos limitantes en estos cereales a fin de que constituyan fuentes proteicas de buena calidad y mejoren la dieta de la población en general.

El presente estudio tuvo por finalidad determinar los niveles óptimos de enriquecimiento de las harinas de trigo, blanca e integral, con concentrados de origen animal y vegetal de alta calidad proteica.

## MATERIAL Y METODOS

Valiéndose de un diseño dietético fijo en todos los experimentos, se elaboraron dietas de 3.500 gramos cada una, en

las que las harinas de trigo formaban 76% del total, y el complemento proteico adicionado oscilaba entre 2 y 14%. Todas las dietas fueron suplementadas adecuadamente con los otros nutrientes esenciales y contenían 5% de aceite de semilla de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao y 4% de sales minerales (6) y almidón, hasta completar 100 g. de ración, cuya proporción disminuyó en orden inverso a la cantidad de suplemento proteico adicionado. La solución de vitaminas (7) se agregó a las dietas a razón de 4 ml. por cada 100 g. de ración. Las harinas de trigo utilizadas en el estudio, todas ellas procesadas en el país, se obtuvieron por las vías comerciales; tanto los concentrados proteicos como la levadura torula, la caseína, la harina de torta de semilla de algodón, la leche descremada y la harina de frijol de soya, eran todos productos importados.

Los ingredientes y las raciones empleadas en los experimentos se analizaron en duplicado para determinar su contenido de nitrógeno, usando para el caso el método Kjeldahl, con destilación según Hamilton y Simpson (8).

Los ensayos biológicos se llevaron a cabo en ratas Wistar recién destetadas de 25 días de edad, de la colonia animal del INCAP. En todos los experimentos los animales se distribuyeron de acuerdo a su sexo y peso, en 10 grupos de tres machos y tres hembras cada uno, obteniendo un peso promedio igual para cada grupo. Las ratas se alojaron en jaulas individuales de tela metálica, con fondos levantados, y en todos los ensayos se les suministró alimento y agua *ad libitum* por espacio de cuatro semanas.

Se mantuvo un registro semanal de aumento de peso, así como de ingesta del alimento, con el objeto de establecer el incremento de peso en gramos y la tasa de eficiencia de utilización de la proteína.

En todas las pruebas se usó como testigo una ración básica que contenía 76% de harina de trigo, blanca o integral, según el caso, sin ningún suplemento, y dos raciones enriquecidas con gluten de trigo a los niveles de 5% y de 8.75%, respectivamente, para comparar las respuestas de los animales a la ración basal suplementada con sus propias proteínas, con la producida por las harinas complementadas con los concen-

utilización proteica que las harinas blancas. Es muy probable que ello se deba a la superioridad nutricional de la harina integral sobre la harina blanca, que sufre algunas pérdidas durante el proceso de elaboración.

El agregado de gluten de trigo a las harinas no se tradujo en ninguna mejora, debido a que, al igual que la harina de trigo, esta proteína también es deficiente en lisina.

Las investigaciones realizadas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) sobre los hábitos dietéticos y el consumo de alimentos revelan que en las regiones rurales de Guatemala las tortillas preparadas a base de maíz tratado con hidróxido de calcio constituyen un alimento primordial y que en las zonas urbanas hay una tendencia pronunciada de substituir éstas por pan (1). Se ha observado, asimismo, que entre las familias del medio rural el consumo de alimentos a base de trigo, tales como pan y pastas, guarda relación directa con la situación económica de la familia. Este fenómeno es atribuible al hecho de que este tipo de alimentos es aún de alto costo en las áreas que no han sido urbanizadas, y por ello su acepción es mayor entre los grupos de nivel económico más elevado.

La mayoría de los cereales contienen proteínas de bajo valor biológico, ya que éstas carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales (2-5). Esto explica por qué las poblaciones que utilizan esos productos como parte básica de su dieta, y siendo esta última deficiente en cuanto a alimentos de origen animal, no satisfacen adecuadamente sus requerimientos dietéticos de proteínas (1). Por consiguiente, tanto la tortilla como el pan deben ser complementados con los aminoácidos limitantes en estos cereales a fin de que constituyan fuentes proteicas de buena calidad y mejoren la dieta de la población en general.

El presente estudio tuvo por finalidad determinar los niveles óptimos de enriquecimiento de las harinas de trigo, blanca e integral, con concentrados de origen animal y vegetal de alta calidad proteica.

## MATERIAL Y METODOS

Valiéndose de un diseño dietético fijo en todos los experimentos, se elaboraron dietas de 3.500 gramos cada una, en

las que las harinas de trigo formaban 76% del total, y el complemento proteico adicionado oscilaba entre 2 y 14%. Todas las dietas fueron suplementadas adecuadamente con los otros nutrientes esenciales y contenían 5% de aceite de semilla de algodón, 1% de aceite de hígado de bacalao y 4% de sales minerales (6) y almidón, hasta completar 100 g. de ración, cuya proporción disminuyó en orden inverso a la cantidad de suplemento proteico adicionado. La solución de vitaminas (7) se agregó a las dietas a razón de 4 ml. por cada 100 g. de ración. Las harinas de trigo utilizadas en el estudio, todas ellas procesadas en el país, se obtuvieron por las vías comerciales; tanto los concentrados proteicos como la levadura torula, la caseína, la harina de torta de semilla de algodón, la leche descremada y la harina de frijol de soya, eran todos productos importados.

Los ingredientes y las raciones empleadas en los experimentos se analizaron en duplicado para determinar su contenido de nitrógeno, usando para el caso el método Kjeldahl, con destilación según Hamilton y Simpson (8).

Los ensayos biológicos se llevaron a cabo en ratas Wistar recién destetadas de 25 días de edad, de la colonia animal del INCAP. En todos los experimentos los animales se distribuyeron de acuerdo a su sexo y peso, en 10 grupos de tres machos y tres hembras cada uno, obteniendo un peso promedio igual para cada grupo. Las ratas se alojaron en jaulas individuales de tela metálica, con fondos levantados, y en todos los ensayos se les suministró alimento y agua *ad libitum* por espacio de cuatro semanas.

Se mantuvo un registro semanal de aumento de peso, así como de ingesta del alimento, con el objeto de establecer el incremento de peso en gramos y la tasa de eficiencia de utilización de la proteína.

En todas las pruebas se usó como testigo una ración básica que contenía 76% de harina de trigo, blanca o integral, según el caso, sin ningún suplemento, y dos raciones enriquecidas con gluten de trigo a los niveles de 5% y de 8.75%, respectivamente, para comparar las respuestas de los animales a la ración basal suplementada con sus propias proteínas, con la producida por las harinas complementadas con los concen-

trados proteicos bajo estudio. Estas dos últimas dietas también fueron preparadas con el propósito de que sirvieran como control del nivel proteico, ya que, según se sabe, el índice de eficiencia de la proteína aumenta hasta cierto punto en función del nivel proteico de la dieta.

## RESULTADOS

Como lo revela el Cuadro N° 1, la proteína del trigo es deficiente en lisina, en comparación con los suplementos proteicos utilizados en este estudio, todos los cuales contienen de dos a cuatro veces más de este aminoácido.

CUADRO N° 1

CONTENIDO DE NITROGENO Y DE LISINA DE LOS DIFERENTES SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

SUPLEMENTO	Nitrógeno g./100 g.	Lisina mg./g. N
Harina de torta de semilla de algodón	7.83	225
Harina de frijol de soya	7.55	395
Levadura torula	6.66	493
Caseína	12.42	504
Leche descremada	5.11	496
Harina blanca de trigo	1.64	130
Harina integral de trigo	2.26	160
Gluten de trigo	12.44	109

Los valores promedio de lisina fueron obtenidos por medio de análisis microbiológicos efectuados en estos laboratorios.

CUADRO N° 2

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON HARINA DE TORTA DE SEMILLA DE ALGODON\*

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de harina de algodón	9.03	21	0.92	9.57	60	1.85
2	2% de harina de algodón	9.44	33	1.40	10.97	65	1.72
3	4% de harina de algodón	10.63	34	1.28	11.53	93	1.94
4	6% de harina de algodón	11.75	50	1.54	11.68	89	2.01
5	8% de harina de algodón	12.62	64	1.62	13.36	131	2.02
6	10% de harina de algodón	13.41	89	1.85	13.94	144	2.10
7	12% de harina de algodón	14.03	114	1.96	14.65	138	2.04
8	14% de harina de algodón	14.05	114	1.99	16.17	152	1.90
9	5% de gluten de trigo	11.97	31	1.07	13.06	80	1.63
10	8.75% de gluten de trigo	14.25	46	1.12	15.25	90	1.54

\* Elaborada por Borgonovo Hnos., El Salvador, C. A.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 46 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 50 g.

trados proteicos bajo estudio. Estas dos últimas dietas también fueron preparadas con el propósito de que sirvieran como control del nivel proteico, ya que, según se sabe, el índice de eficiencia de la proteína aumenta hasta cierto punto en función del nivel proteico de la dieta.

## RESULTADOS

Como lo revela el Cuadro N° 1, la proteína del trigo es deficiente en lisina, en comparación con los suplementos proteicos utilizados en este estudio, todos los cuales contienen de dos a cuatro veces más de este aminoácido.

CUADRO N° 1

CONTENIDO DE NITROGENO Y DE LISINA DE LOS DIFERENTES SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

SUPLEMENTO	Nitrógeno g./100 g.	Lisina mg./g. N
Harina de torta de semilla de algodón	7.83	225
Harina de frijol de soya	7.55	395
Levadura torula	6.66	493
Caseína	12.42	504
Leche descremada	5.11	496
Harina blanca de trigo	1.64	130
Harina integral de trigo	2.26	160
Gluten de trigo	12.44	109

Los valores promedio de lisina fueron obtenidos por medio de análisis microbiológicos efectuados en estos laboratorios.

CUADRO N° 2

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON HARINA DE TORTA DE SEMILLA DE ALGODON \*

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de harina de algodón	9.03	21	0.92	9.57	60	1.85
2	2% de harina de algodón	9.44	33	1.40	10.97	65	1.72
3	4% de harina de algodón	10.63	34	1.28	11.53	93	1.94
4	6% de harina de algodón	11.75	50	1.54	11.68	89	2.01
5	8% de harina de algodón	12.62	64	1.62	13.36	131	2.02
6	10% de harina de algodón	13.41	69	1.85	13.94	144	2.10
7	12% de harina de algodón	14.03	114	1.96	14.65	138	2.04
8	14% de harina de algodón	14.05	114	1.99	16.17	152	1.90
9	5% de gluten de trigo	11.97	31	1.07	13.06	80	1.63
10	8.75% de gluten de trigo	14.25	46	1.12	15.25	90	1.54

\* Elaborada por Borgonovo Hnos., El Salvador, C. A.  
Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 46 g.  
Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 50 g.

### Suplementación con harina de torta de semilla de algodón

Los resultados del enriquecimiento de las harinas de trigo, blanca e integral, con diferentes cantidades de harina de torta de semilla de algodón se dan a conocer en el Cuadro N° 2. En el caso de la harina blanca, la complementación con 12% de harina de algodón produjo un aumento en peso y un índice de utilización proteica similares a los obtenidos con mayores adiciones. El agregado de gluten de trigo a cualquiera de los dos niveles, y a pesar de que contenía cantidades de proteína semejantes a las de las dietas con 8 y 14% de harina de algodón, respectivamente, no indujo el crecimiento ni el índice proteico producidos por la harina de torta de semilla de algodón.

Con respecto a la harina integral, puede observarse que el agregado de 10% de harina de semilla de algodón tuvo como resultado un crecimiento e índice de utilización proteica más o menos iguales que los obtenidos con mayores cantidades de ésta. Asimismo, en contraste con los animales testigo, la adición de gluten de trigo aumentó ligeramente su crecimiento, pero no mejoró su índice de utilización de la proteína.

### Suplementación con caseína

En el Cuadro N° 3 se presentan los resultados del enriquecimiento de las harinas, blanca e integral, con diferentes niveles de caseína. Los datos indican que 6% de caseína es la cantidad óptima a incorporar en la harina blanca, mientras que en el caso de harina integral, 4% de caseína es, al parecer, la cantidad óptima. El agregado de niveles mayores de caseína, a la harina blanca, produjo mejor crecimiento, pero esto no fue así en lo que respecta a la harina integral. Como en el experimento anterior, la adición de gluten de trigo, a pesar de su mayor aporte de proteína, no indujo mejoras significativas en la eficiencia proteica.

### Suplementación con harina de frijol de soya

El enriquecimiento, con varios niveles de harina de frijol de soya, de las dietas elaboradas con harinas de trigo, blanca e integral, produjo los efectos que se dan a conocer en el Cuadro N° 4. Estos señalan que 10 y 6% de harina de frijol de soya indujeron mejoras significativas en la utilización pro-

CUADRO N° 3

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON CASEINA

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de caseína	9.07	17	0.86	10.09	47	1.58
2	2% de caseína	10.85	61	1.91	11.38	112	2.34
3	4% de caseína	11.97	102	2.39	12.51	145	2.54
4	6% de caseína	13.53	145	2.62	13.55	158	2.44
5	8% de caseína	15.06	156	2.59	15.22	150	2.21
6	10% de caseína	18.60	161	2.20	16.51	157	2.12
7	12% de caseína	19.44	170	2.11	17.49	148	1.98
8	14% de caseína	20.00	172	2.16	18.87	161	1.83
9	5% de gluten de trigo	13.54	33	0.95	12.48	78	1.68
10	8.75% de gluten de trigo	13.74	38	1.16	14.44	94	1.62

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 42 g.  
Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 45 g.

### Suplementación con harina de torta de semilla de algodón

Los resultados del enriquecimiento de las harinas de trigo, blanca e integral, con diferentes cantidades de harina de torta de semilla de algodón se dan a conocer en el Cuadro N° 2. En el caso de la harina blanca, la complementación con 12% de harina de algodón produjo un aumento en peso y un índice de utilización proteica similares a los obtenidos con mayores adiciones. El agregado de gluten de trigo a cualquiera de los dos niveles, y a pesar de que contenía cantidades de proteína semejantes a las de las dietas con 8 y 14% de harina de algodón, respectivamente, no indujo el crecimiento ni el índice proteico producidos por la harina de torta de semilla de algodón.

Con respecto a la harina integral, puede observarse que el agregado de 10% de harina de semilla de algodón tuvo como resultado un crecimiento e índice de utilización proteica más o menos iguales que los obtenidos con mayores cantidades de ésta. Asimismo, en contraste con los animales testigo, la adición de gluten de trigo aumentó ligeramente su crecimiento, pero no mejoró su índice de utilización de la proteína.

### Suplementación con caseína

En el Cuadro N° 3 se presentan los resultados del enriquecimiento de las harinas, blanca e integral, con diferentes niveles de caseína. Los datos indican que 6% de caseína es la cantidad óptima a incorporar en la harina blanca, mientras que en el caso de harina integral, 4% de caseína es, al parecer, la cantidad óptima. El agregado de niveles mayores de caseína, a la harina blanca, produjo mejor crecimiento, pero esto no fue así en lo que respecta a la harina integral. Como en el experimento anterior, la adición de gluten de trigo, a pesar de su mayor aporte de proteína, no indujo mejoras significativas en la eficiencia proteica.

### Suplementación con harina de frijol de soya

El enriquecimiento, con varios niveles de harina de frijol de soya, de las dietas elaboradas con harinas de trigo, blanca e integral, produjo los efectos que se dan a conocer en el Cuadro N° 4. Estos señalan que 10 y 6% de harina de frijol de soya indujeron mejoras significativas en la utilización pro-

CUADRO N° 3

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON CASEINA

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de caseína	9.07	17	0.86	10.09	47	1.58
2	2% de caseína	10.85	61	1.91	11.38	112	2.34
3	4% de caseína	11.97	102	2.39	12.51	145	2.54
4	6% de caseína	13.53	145	2.62	13.55	158	2.44
5	8% de caseína	15.06	156	2.59	15.22	150	2.21
6	10% de caseína	18.00	161	2.20	16.51	157	2.12
7	12% de caseína	19.44	170	2.11	17.49	148	1.98
8	14% de caseína	20.00	172	2.16	18.87	161	1.83
9	5% de gluten de trigo	13.54	33	0.95	12.48	78	1.68
10	8.75% de gluten de trigo	13.74	38	1.16	14.44	94	1.62

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 42 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 45 g.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,  
CON HARINA DE FRIJOL DE SOYA

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de harina de frijol de soya	9.53	19	0.70	11.21	59	1.32
2	2% de harina de frijol de soya	10.18	33	1.10	12.53	93	1.65
3	4% de harina de frijol de soya	11.42	58	1.43	12.66	100	1.79
4	6% de harina de frijol de soya	12.32	79	1.66	13.32	125	1.89
5	8% de harina de frijol de soya	13.66	95	1.75	14.00	119	1.91
6	10% de harina de frijol de soya	14.07	127	2.01	14.80	139	1.95
7	12% de harina de frijol de soya	14.64	134	2.00	15.68	140	1.88
8	14% de harina de frijol de soya	15.32	141	2.05	16.56	141	1.80
9	5% de gluten de trigo	12.95	32	0.92	13.84	76	1.42
10	8.75% de gluten de trigo	15.59	43	0.94	16.61	93	1.35

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 52 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 50 g.

teica de la harina blanca y de la harina integral, respectivamente. El uso de mayores cantidades no mejoró el índice proteico, aunque sí se constató un ligero aumento en el peso de los animales. De nuevo el gluten de trigo que se incorporó para estudiar el efecto de la adición de mayores niveles proteicos no tuvo ningún resultado significativo en cuanto al aumento de la utilización de la proteína.

#### Suplementación con leche descremada

Los resultados de los experimentos con leche descremada se detallan en el Cuadro Nº 5. Puede observarse que el enriquecimiento, con 10 y 6% de ésta, respectivamente, mejoró la calidad de la proteína de ambas harinas (blanca e integral). Como en los casos anteriores, su incorporación a mayores niveles incrementó ligeramente el crecimiento de los animales, pero no tuvo ningún efecto sobre la utilización de la proteína. En este caso, el gluten de trigo tampoco se tradujo en mejoras significativas, a pesar de su mayor aporte en proteína.

#### Suplementación con levadura torula

En el Cuadro Nº 6 se detallan los resultados de estos estudios. Los datos revelan que el agregado de 6% de levadura torula mejoró la utilización de la proteína de la harina blanca, si bien 4% de ésta parece ser la cantidad más adecuada de incorporar en el caso de la harina integral. La adición de mayores niveles de torula a las raciones indujo leves aumentos de peso en los animales. Como ocurrió en los ensayos precedentes, el gluten de trigo no dio como resultado una mejora significativa de la utilización proteica.

## DISCUSION

Los resultados demuestran claramente que la adición de concentrados proteicos, tanto de origen vegetal como de origen animal, a una ración basal compuesta en su mayor parte de harina de trigo, blanca o integral, mejora su calidad proteica, lo cual confirma los hallazgos obtenidos por distintos investigadores (9, 10).

Por otra parte, estudios efectuados tanto en ratas (11) como en humanos (12) indican que la proteína de las harinas de trigo, blanca (13) e integral (14), son deficientes en el

EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL,  
CON HARINA DE FRIJOL DE SOYA

Ración N°	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de harina de frijol de soya	9.53	19	0.70	11.21	59	1.32
2	2% de harina de frijol de soya	10.18	33	1.10	12.53	93	1.65
3	4% de harina de frijol de soya	11.42	58	1.43	12.66	100	1.79
4	6% de harina de frijol de soya	12.32	79	1.66	13.32	125	1.89
5	8% de harina de frijol de soya	13.66	95	1.75	14.00	119	1.91
6	10% de harina de frijol de soya	14.07	127	2.01	14.80	139	1.95
7	12% de harina de frijol de soya	14.64	134	2.00	15.68	140	1.88
8	14% de harina de frijol de soya	15.32	141	2.05	16.56	141	1.80
9	5% de gluten de trigo	12.95	32	0.92	13.84	76	1.42
10	8.75% de gluten de trigo	15.59	43	0.94	16.61	93	1.35

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 52 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 50 g.

teica de la harina blanca y de la harina integral, respectivamente. El uso de mayores cantidades no mejoró el índice proteico, aunque sí se constató un ligero aumento en el peso de los animales. De nuevo el gluten de trigo que se incorporó para estudiar el efecto de la adición de mayores niveles proteicos no tuvo ningún resultado significativo en cuanto al aumento de la utilización de la proteína.

#### Suplementación con leche descremada

Los resultados de los experimentos con leche descremada se detallan en el Cuadro N° 5. Puede observarse que el enriquecimiento, con 10 y 6% de ésta, respectivamente, mejoró la calidad de la proteína de ambas harinas (blanca e integral). Como en los casos anteriores, su incorporación a mayores niveles incrementó ligeramente el crecimiento de los animales, pero no tuvo ningún efecto sobre la utilización de la proteína. En este caso, el gluten de trigo tampoco se tradujo en mejoras significativas, a pesar de su mayor aporte en proteína.

#### Suplementación con levadura torula

En el Cuadro N° 6 se detallan los resultados de estos estudios. Los datos revelan que el agregado de 6% de levadura torula mejoró la utilización de la proteína de la harina blanca, si bien 4% de ésta parece ser la cantidad más adecuada de incorporar en el caso de la harina integral. La adición de mayores niveles de torula a las raciones indujo leves aumentos de peso en los animales. Como ocurrió en los ensayos precedentes, el gluten de trigo no dio como resultado una mejora significativa de la utilización proteica.

## DISCUSION

Los resultados demuestran claramente que la adición de concentrados proteicos, tanto de origen vegetal como de origen animal, a una ración basal compuesta en su mayor parte de harina de trigo, blanca o integral, mejora su calidad proteica, lo cual confirma los hallazgos obtenidos por distintos investigadores (9, 10).

Por otra parte, estudios efectuados tanto en ratas (11) como en humanos (12) indican que la proteína de las harinas de trigo, blanca (13) e integral (14), son deficientes en el

CUADRO Nº 5

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON LECHE DESCREMADA

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de leche descremada	0.61	26	0.98	9.92	53	1.54
2	2% de leche descremada	10.24	41	1.32	11.44	77	1.78
3	4% de leche descremada	11.01	55	1.60	12.61	104	1.82
4	6% de leche descremada	11.56	89	1.92	13.30	126	1.98
5	8% de leche descremada	12.20	110	2.06	13.51	133	2.00
6	10% de leche descremada	12.78	127	2.19	14.06	140	2.08
7	12% de leche descremada	13.45	128	2.18	14.25	152	2.13
8	14% de leche descremada	14.24	143	2.18	15.50	149	1.99
9	5% de gluten de trigo	13.52	48	1.14	13.81	84	1.53
10	8.75% de gluten de trigo	16.40	52	1.05	16.45	97	1.41

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 50 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 49 g.

CUADRO Nº 6

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON LEVADURA TORULA

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de levadura torula	0.2	18	0.82	9.19	60	1.81
2	2% de levadura torula	9.2	32	1.29	10.58	07	2.06
3	4% de levadura torula	10.5	56	1.72	11.72	121	2.17
4	6% de levadura torula	11.3	94	2.18	12.73	139	2.13
5	8% de levadura torula	12.8	114	2.18	13.13	158	2.29
6	10% de levadura torula	13.3	132	2.31	13.95	160	2.15
7	12% de levadura torula	14.3	146	2.25	14.53	149	2.14
8	14% de levadura torula	14.3	141	2.28	16.53	145	1.89
9	5% de gluten de trigo	12.5	38	1.02	12.71	81	1.61
10	8.75% de gluten de trigo	14.4	42	1.10	15.34	94	1.55

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 46 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 48 g.

CUADRO Nº 5

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON LECHE DESCREMADA

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de leche descremada	9.61	26	0.98	9.92	53	1.54
2	2% de leche descremada	10.24	41	1.32	11.44	77	1.78
3	4% de leche descremada	11.01	55	1.60	12.61	104	1.82
4	6% de leche descremada	11.56	89	1.92	13.30	126	1.98
5	8% de leche descremada	12.20	110	2.06	13.51	133	2.00
6	10% de leche descremada	12.78	127	2.19	14.06	140	2.08
7	12% de leche descremada	13.45	128	2.18	14.25	152	2.13
8	14% de leche descremada	14.24	143	2.18	15.50	149	1.99
9	5% de gluten de trigo	13.52	48	1.14	13.81	84	1.53
10	8.75% de gluten de trigo	16.40	52	1.05	16.45	97	1.41

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 50 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 49 g.

CUADRO Nº 6

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LAS HARINAS DE TRIGO, BLANCA E INTEGRAL, CON LEVADURA TORULA

Ración Nº	TRATAMIENTO	HARINA BLANCA			HARINA INTEGRAL		
		% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.	% de proteína de las dietas g.	Aumento de peso g.	Eficiencia proteica g.
1	0% de levadura torula	9.2	18	0.82	9.19	60	1.81
2	2% de levadura torula	9.2	32	1.29	10.58	97	2.06
3	4% de levadura torula	10.5	56	1.72	11.72	121	2.17
4	6% de levadura torula	11.3	94	2.18	12.73	139	2.13
5	8% de levadura torula	12.8	114	2.18	13.13	158	2.29
6	10% de levadura torula	13.3	132	2.31	13.95	160	2.15
7	12% de levadura torula	14.3	146	2.25	14.53	149	2.14
8	14% de levadura torula	14.3	141	2.28	16.53	145	1.89
9	5% de gluten de trigo	12.5	38	1.02	12.71	81	1.61
10	8.75% de gluten de trigo	14.4	42	1.10	15.34	94	1.55

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina blanca: 46 g.

Peso inicial de las ratas alimentadas con las dietas de harina integral: 48 g.

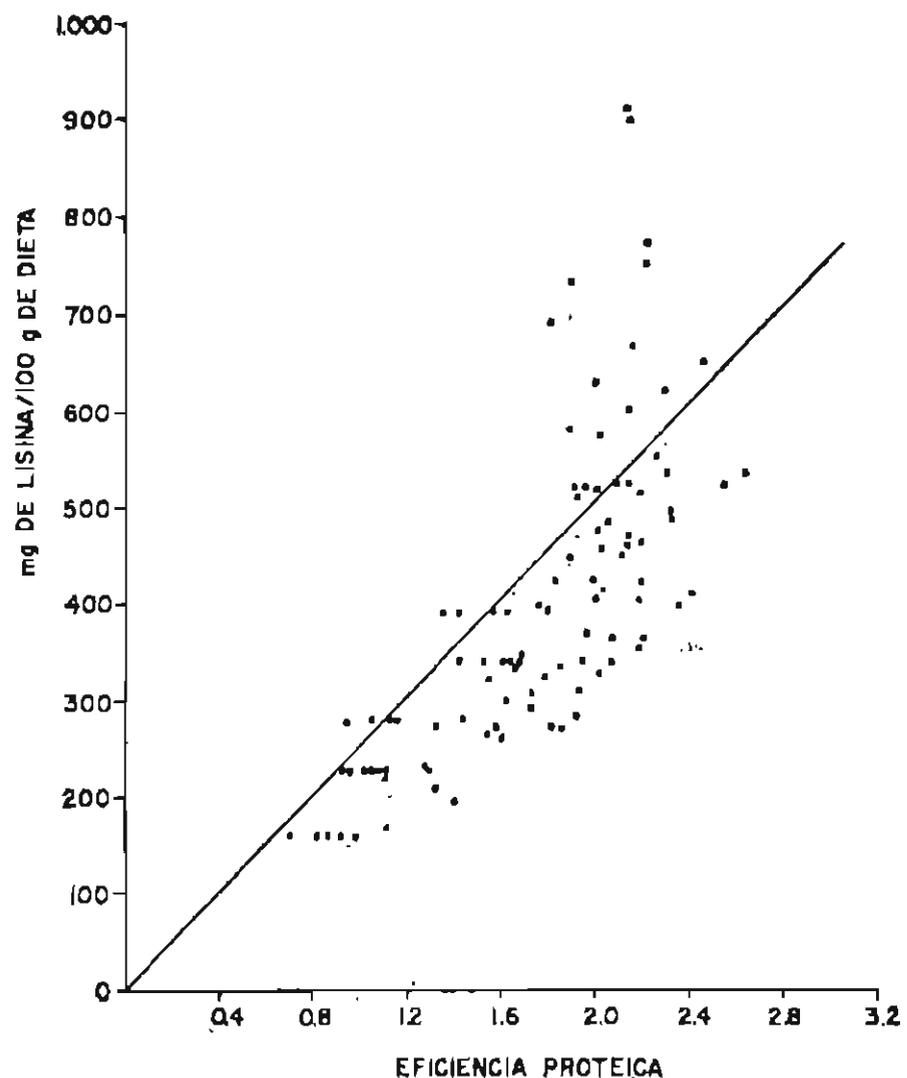
aminoácido lisina. Ya que los concentrados proteicos que se utilizaron en esta investigación son fuente relativamente buena de lisina, se puede llegar a la conclusión ya señalada por otros investigadores (15, 16) de que el efecto benéfico de los diferentes concentrados, en cuanto al mejoramiento del valor nutritivo de la proteína del trigo, se debe a que éstos aportan lisina. Una prueba más en favor de esta hipótesis la ofrecen los datos en la Fig. 1, donde se observa un coeficiente de co-

FIGURA 1

**CORRELACION ENTRE LA EFICIENCIA PROTEICA  
Y EL NIVEL DE LISINA EN LA DIETA**

$$r = 0.64$$

$$y = -71.068 + 281.88x$$



INCAP 66-115

relación significativo de 0.64, entre el índice de utilización proteica de la dieta enriquecida con las cantidades óptimas de los concentrados y el contenido de lisina de éstos. Además de suministrar lisina, los concentrados proteicos empleados contribuyen también con otros aminoácidos limitantes en la proteína del trigo, entre ellos treonina (11), y con mayores cantidades de proteína total.

El gluten de trigo, a pesar de su alto contenido de proteína, no fue un suplemento tan eficiente como cualquiera de los otros concentrados proteicos utilizados en este estudio. Ello se debe a que la proteína del gluten de trigo, a semejanza de la proteína de la harina de este cereal, es deficiente en el aminoácido lisina.

En general, el agregado de dichos concentrados produjo siempre un mayor peso final que las raciones usadas como testigo; a la vez, las dietas suplementadas acusaron una pronunciada tendencia a mejorar los índices de eficiencia de conversión del alimento y de utilización proteica. Estos hallazgos se explican fácilmente, ya que al incrementarse la cantidad de suplemento, la proteína total y la lisina de la ración aumentan también. Sin embargo, el crecimiento observado en los grupos de ratas alimentadas con las cantidades más altas de suplemento no guardó correlación con las mejoras en cuanto a eficiencia proteica, hecho indicativo de la relación inversa entre el nivel proteico de la dieta sobre el coeficiente de eficiencia de la proteína, documentado ampliamente por varios investigadores (17-19).

Según revelan los resultados, las harinas integrales de trigo superaron siempre en valor nutritivo a las harinas blancas, y requirieron menores cantidades de suplemento para rendir coeficientes de eficiencia proteica similares a los que se obtuvieron con la harina blanca. Estas diferencias pueden atribuirse a las pérdidas, tanto en proteína como en otros nutrientes, que las harinas blancas sufren durante su proceso de refinamiento (16) y que corrobora la superioridad nutritiva de las harinas integrales.

## SUMMARY

Several protein concentrates were studied in biological trials with rats to determine the minimum quantities that are necessary to improve the protein quality of white and whole wheat flours. Results indicated that

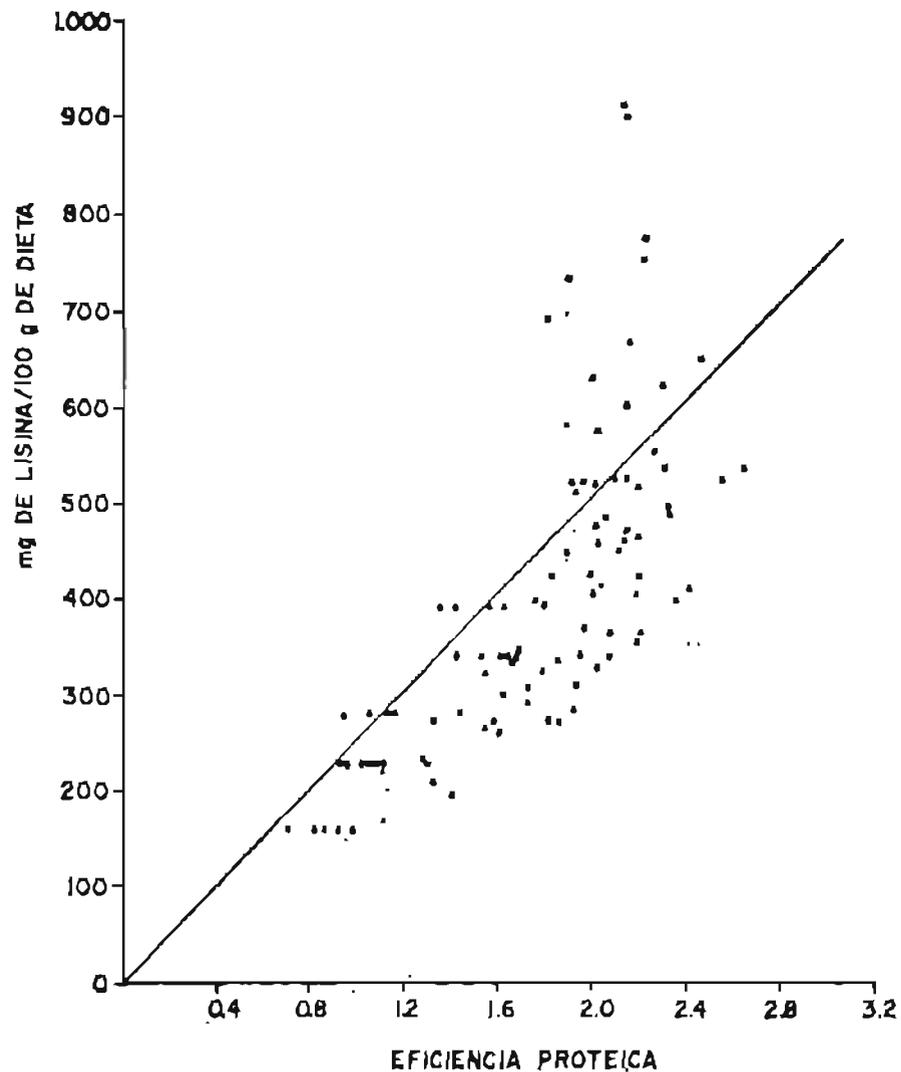
aminoácido lisina. Ya que los concentrados proteicos que se utilizaron en esta investigación son fuente relativamente buena de lisina, se puede llegar a la conclusión ya señalada por otros investigadores (15, 16) de que el efecto benéfico de los diferentes concentrados, en cuanto al mejoramiento del valor nutritivo de la proteína del trigo, se debe a que éstos aportan lisina. Una prueba más en favor de esta hipótesis la ofrecen los datos en la Fig. 1, donde se observa un coeficiente de co-

FIGURA 1

**CORRELACION ENTRE LA EFICIENCIA PROTEICA  
Y EL NIVEL DE LISINA EN LA DIETA**

$$r = 0.64$$

$$y = -71.068 + 281.58x$$



INCAP 66-115

relación significativo de 0.64, entre el índice de utilización proteica de la dieta enriquecida con las cantidades óptimas de los concentrados y el contenido de lisina de éstos. Además de suministrar lisina, los concentrados proteicos empleados contribuyen también con otros aminoácidos limitantes en la proteína del trigo, entre ellos treonina (11), y con mayores cantidades de proteína total.

El gluten de trigo, a pesar de su alto contenido de proteína, no fue un suplemento tan eficiente como cualquiera de los otros concentrados proteicos utilizados en este estudio. Ello se debe a que la proteína del gluten de trigo, a semejanza de la proteína de la harina de este cereal, es deficiente en el aminoácido lisina.

En general, el agregado de dichos concentrados produjo siempre un mayor peso final que las raciones usadas como testigo; a la vez, las dietas suplementadas acusaron una pronunciada tendencia a mejorar los índices de eficiencia de conversión del alimento y de utilización proteica. Estos hallazgos se explican fácilmente, ya que al incrementarse la cantidad de suplemento, la proteína total y la lisina de la ración aumentan también. Sin embargo, el crecimiento observado en los grupos de ratas alimentadas con las cantidades más altas de suplemento no guardó correlación con las mejoras en cuanto a eficiencia proteica, hecho indicativo de la relación inversa entre el nivel proteico de la dieta sobre el coeficiente de eficiencia de la proteína, documentado ampliamente por varios investigadores (17-19).

Según revelan los resultados, las harinas integrales de trigo superaron siempre en valor nutritivo a las harinas blancas, y requirieron menores cantidades de suplemento para rendir coeficientes de eficiencia proteica similares a los que se obtuvieron con la harina blanca. Estas diferencias pueden atribuirse a las pérdidas, tanto en proteína como en otros nutrientes, que las harinas blancas sufren durante su proceso de refinamiento (16) y que corrobora la superioridad nutritiva de las harinas integrales.

## SUMMARY

Several protein concentrates were studied in biological trials with rats to determine the minimum quantities that are necessary to improve the protein quality of white and whole wheat flours. Results indicated that

12 and 10% of cotton-seed flour, 6 and 4% casein, 10 and 6% soybean flour, 10 and 6% of skim milk flour, and 6 and 4% torula yeast added to white or whole wheat flour, respectively, resulted in higher weight gains and protein efficiency ratios. This effect is ascribed to the amounts of lysine afforded by the supplements as shown by a highly significant correlation coefficient of 0.64 between protein efficiency ratios and lysine content of the different supplements. In all cases whole wheat flour required lesser amounts of the supplements and produced better weight gains and protein efficiency ratios than white wheat flour, probable due to nutritional losses during processing of the latter. The addition of wheat gluten to the wheat flours had no effect on the variables studied.

## BIBLIOGRAFIA

- Flores, M.—Food patterns in Central America and Panama. En: *Tradition Science and Practice in Dietetics*. Proceedings of the 3rd International Congress of Dietetics, London, July 10-14, 1961. Yorkshire, Great Britain. Wm. Byles and Sons Ltd. of Bradford, 1961, p. 23-27.
- Bressani, R.; Scrimshaw, N. S.; Béhar, M., y Viteri, F.—Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. II. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a niveles intermedios de ingesta proteica, sobre la retención de nitrógeno de niños pequeños. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 259-269. (Publicaciones Científicas N° 59.)
- Scrimshaw, N. S.; Bressani, R.; Béhar, M., y Viteri, F.—Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. I. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a altos niveles de ingesta proteica, sobre la retención de nitrógeno de niños pequeños. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 247-258. (Publicaciones Científicas N° 59.)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *El maíz en la alimentación. Estudio sobre su valor nutritivo*. Roma, Italia, 1954. *FAO-Estudios sobre Nutrición N° 9*.
- Bressani, R.; Béhar, M.; Scrimshaw, N. S., y Wilson, D.—Suplementación de la harina de trigo con aminoácidos. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 328. (Publicaciones Científicas N° 59.)
- Hegsted, D. M.; Mills, R. C.; Elvehjem, C. A., y Hart, E. B.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
- Manna, L., y Hauge, S. M.—A possible relationship of vitamin B<sub>12</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
- Hamilton, L. F., and Simpson, S. G.—*Talbot's Quantitative Chemical Analysis*, 9th ed., New York, The McMillan Co., 1946.
- Westerman, B. D.; Oliver, B., and May, E.—Improving the nutritive value of flour. VI A comparison of the use of soya flour and wheat germ. *J. Nutrition*, 54: 225-236, 1954.
- Mauron, J., and Mottu, F.—Sweetened condensed vs. evaporated milk in improving the protein efficiency of wheat flour. *J. Agr. Food Chem.*, 10: 512-515, 1962.
- Rosenberg, H. R.; Rohdenburg, E. L., and Eckert, R. E.—Supplemental, J., and Vital, F.—Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 36-48, 1963.
- King, K. W.; Sebrell, W. H.; Severinghaus, E. L.; Storvick, W. O., with the cooperation of Bernadotte, J.; Delva, H.; Fougere, W.; Foucauld, J., and Vital, F.—Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 36-48, 1963.
- Light, R. F., and Frey, C. N.—The nutritive value of white and whole wheat breads. *Cereal Chem.*, 20: 645-660, 1943.
- Sure, B.—Influence of lysine, valine and threonine additions on the efficiency of the proteins of whole wheat. *Arch. Biochem. Biophys.*, 39: 463-464, 1952.
- Hutchison, J. B.; Moran, T., and Pace, J.—The nutritive value of bread protein as influenced by the level of protein intake, the level of supplementation with L-lysine and L-threonine, and the addition of egg and milk proteins. *Brit. J. Nutrition*, 13: 151-163, 1953.
- Moran, T.—Nutritional significance of recent work on wheat, flour and bread. *Nutrition Abstr. & Rev.*, 29: 1-16, 1959.
- Block, R. J., and Mitchell, H. H.—The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutrition Abstr. & Rev.*, 16: 249-278, 1946-47.
- Morrison, A. B., and Campbell, J. A.—Evaluation of protein in foods. V. Factors influencing the protein efficiency ratio of foods. *J. Nutrition*, 70: 112-118, 1960.
- Campbell, J. A.—*Methodology of Protein Evaluation. A Critical appraisal of Methods for Evaluation of Protein in Foods*. Pub. No. 21, Div. Food Tech. and Nutr., Faculty of Agricultural Sciences, American University of Beirut. Beirut, Lebanon, 1963.

12 and 10% of cotton-seed flour, 6 and 4% casein, 10 and 6% soybean flour, 10 and 6% of skim milk flour, and 6 and 4% torula yeast added to white or whole wheat flour, respectively, resulted in higher weight gains and protein efficiency ratios. This effect is ascribed to the amounts of lysine afforded by the supplements as shown by a highly significant correlation coefficient of 0.64 between protein efficiency ratios and lysine content of the different supplements. In all cases whole wheat flour required lesser amounts of the supplements and produced better weight gains and protein efficiency ratios than white wheat flour, probable due to nutritional loss during processing of the latter. The addition of wheat gluten to the wheat flours had no effect on the variables studied.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Flores, M.—Food patterns in Central America and Panama. En: *Tradition Science and Practice in Dietetics*. Proceedings of the 3rd International Congress of Dietetics, London, July 10-14, 1961. Yorkshire, Great Britain, Wm. Byles and Sons Ltd. of Bradford, 1961, p. 23-27.
2. Bressani, R.; Scrimshaw, N. S.; Béhar, M., y Viteri, F.—Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. II. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a niveles intermedios de ingesta proteica, sobre la retención de nitrógeno de niños pequeños. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 259-269. (Publicaciones Científicas N° 59.)
3. Scrimshaw, N. S.; Bressani, R.; Béhar, M., y Viteri, F.—Suplementación con aminoácidos de las proteínas de los cereales. I. Efecto de la suplementación con aminoácidos de la masa de maíz, a altos niveles de ingesta proteica, sobre la retención de nitrógeno de niños pequeños. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 247-258. (Publicaciones Científicas N° 59.)
4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *El maíz en la alimentación. Estudio sobre su valor nutritivo*. Roma, Italia, 1954. *FAO-Estudios sobre Nutrición N° 9*.
5. Bressani, R.; Béhar, M.; Scrimshaw, N. S., y Wilson, D.—Suplementación de la harina de trigo con aminoácidos. *Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Recopilación N° 4*, Washington, D. C., Oficina Sanitaria Panamericana, 1962, p. 328. (Publicaciones Científicas N° 59.)
6. Hegsted, D. M.; Mills, R. C.; Elvehjem, C. A., y Hart, E. B.—Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138: 459-466, 1941.
7. Manna, L., y Haug, S. M.—A possible relationship of vitamin B<sub>12</sub> to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
8. Hamilton, L. F., and Simpson, S. G.—*Talbot's Quantitative Chemical Analysis*, 9th ed., New York, The McMillan Co., 1946.
9. Westerman, B. D.; Oliver, B., and May, E.—Improving the nutritive value of flour. VI A comparison of the use of soya flour and wheat germ. *J. Nutrition*, 54: 225-236, 1954.
10. Mauron, J., and Mottu, F.—Sweetened condensed vs. evaporated milk in improving the protein efficiency of wheat flour. *J. Agr. Food Chem.*, 10: 512-515, 1962.
11. Rosenberg, H. R.; Rohdenburg, E. L., and Eckert, R. E.—Supplemental, J., and Vital, F.—Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 36-48, 1963.
12. King, K. W.; Sebrell, W. H.; Severinghaus, E. L.; Storvick, W. O., with the cooperation of Bernadotte, J.; Delva, H.; Fougere, W.; Foucauld, J., and Vital, F.—Lysine fortification of wheat bread fed to Haitian school children. *Am. J. Clin. Nutrition*, 12: 36-48, 1963.
13. Light, R. F., and Frey, C. N.—The nutritive value of white and whole wheat breads. *Cereal Chem.*, 20: 645-660, 1943.
14. Sure, B.—Influence of lysine, valine and threonine additions on the efficiency of the proteins of whole wheat. *Arch. Biochem. Biophys.*, 39: 463-464, 1952.
15. Hutchison, J. B.; Moran, T., and Pace, J.—The nutritive value of bread protein as influenced by the level of protein intake, the level of supplementation with L-lysine and L-threonine, and the addition of egg and milk proteins. *Brit. J. Nutrition*, 13: 151-163, 1953.
16. Moran, T.—Nutritional significance of recent work on wheat, flour and bread. *Nutrition Abstr. & Rev.*, 29: 1-16, 1959.
17. Block, R. J., and Mitchell, H. H.—The correlation of the aminoacid composition of proteins with their nutritive value. *Nutrition Abstr. & Rev.*, 16: 349-378, 1946-47.
18. Morrison, A. B., and Campbell, J. A.—Evaluation of protein in foods. V. Factors influencing the protein efficiency ratio of foods. *J. Nutrition*, 70: 112-118, 1960.
19. Campbell, J. A.—*Methodology of Protein Evaluation. A Critical appraisal of Methods for Evaluation of Protein in Foods*. Pub. No. 21, Div. Food Tech. and Nutr., Faculty of Agricultural Sciences, American University of Beirut, Beirut, Lebanon, 1963.

## Niveles de Colesterol Sérico en grupos de Población Centroamericana

### III. BAGACES, PROVINCIA DE GUANACASTE, COSTA RICA

#### INTERRELACIONES ENTRE VITAMINA A Y CAROTENOS Y LIPIDOS SERICOS

JOSÉ MÉNDEZ<sup>1</sup>, EMILIO BRICEÑO<sup>2</sup> Y MARINA FLORES<sup>3</sup>

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

#### RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en la población del Cantón Bagaces, provincia de Guanacaste, Costa Rica, que incluyó la recolección de muestras de sangre de 9 niños preescolares, 15 de edad escolar comprendidos entre 6 y 12 años y 10 adultos mayores de 20 años. Se determinó en el suero sanguíneo la concentración de vitamina A, carotenos, lípidos totales, colesterol y fósforo lipídico. Una encuesta alimentaria durante 7 días suministró información en cuanto a la ingesta de nutrientes, especialmente de grasa, ácidos grasos y colesterol, vitamina A y carotenos.

Se comprobó que existen correlaciones altamente significativas entre las diferentes fracciones de lípidos séricos, es decir, colesterol y fósforo lipídico y lípidos totales, así como entre vitamina A y las diferentes fracciones lipídicas del suero. La correlación entre carotenos y colesterol séricos alcanzó el nivel del 1% de probabilidad, mientras que las de caro-

<sup>1</sup> Jefe Asociado de la División de Química Fisiológica del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. El Dr. Méndez se encuentra actualmente en los Estados Unidos de América, colaborando en carácter de Profesor Visitante Adjunto con el Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos del Instituto Tecnológico de Massachusetts.

<sup>2</sup> En la época en que se llevó a cabo este trabajo el Dr. Briceño era Oficial Médico de la División de Nutrición Aplicada del INCAP.

<sup>3</sup> Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas de la misma División.  
Publicación INCAP E-363.

Recibido 27-5-66

tenos, por un lado, y lípidos totales y vitamina A, por el otro, únicamente alcanzaron significancia al nivel del 5% de probabilidad.

Los niveles séricos de colesterol y fósforo lipídico, aún bajos a juzgar por los estándares de poblaciones de nivel socio-económico alto, superaron los observados en la población rural de Guatemala. Se supone que estos niveles séricos son una consecuencia de la mayor ingesta total de grasa, así como de grasa de origen animal, de ácidos grasos hipercolesteremiantes y de colesterol dietético.

Los estudios llevados a cabo por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en niños con desnutrición proteica, a su ingreso al hospital y durante el período de recuperación, han demostrado que los niveles de vitamina A y de otras fracciones lipídicas del suero, en particular el colesterol y los lípidos totales, aumentan significativamente durante las primeras semanas de tratamiento dietético adecuado (1). Este incremento ocurre con una disminución simultánea de estos mismos componentes en el hígado y un alza en las proteínas del suero, hecho que sugiere cierta asociación en su mecanismo de transporte.

Algunos trabajos nutricionales efectuados en los Estados Unidos de América en grupos de población normal (2-5) señalan una correlación positiva, altamente significativa, entre los niveles séricos de vitamina A y carotenos, y los de colesterol libre o total. Otros trabajos, sin embargo, han revelado una relación negativa entre la ingesta de vitamina A y los niveles de colesterol sérico (6).

En vista de los resultados obtenidos durante el tratamiento de niños con desnutrición proteica, ya citados (1), es de suponer que si el mecanismo de transporte es un factor limitante, la relación de la vitamina A con otros lípidos séricos podría comprobarse más efectivamente en grupos de población cuyo estado nutricional, aunque adecuado, se encuentra cercano al límite inferior de lo normal. Este es el sector de población en donde no existen excesos nutricionales, ni ocurren ingestas desproporcionadas de alguno de los componentes en cuestión que podrían obscurecer la asociación entre ellos.

El propósito primordial del presente trabajo fue, por consiguiente, estudiar la relación entre los niveles séricos de vitamina A y carotenos y los de lípidos totales, colesterol y

fósforo lipídico, en la población del Cantón de Bagaces, provincia de Guanacaste, Costa Rica. Un segundo objetivo fue el estudio de valiosa información sobre la colesterolemia y los niveles de otros lípidos séricos en otro sector de la población centroamericana.

## MATERIAL Y METODOS

Las características de la población del Cantón Bagaces han sido descritas en la encuesta clínico-nutricional que Flores y colaboradores (8) llevaron a cabo en ese pueblo, el cual está situado en la parte suroriente del país, a 150 metros aproximadamente sobre el nivel del mar. El estudio comprendió 20 familias seleccionadas al azar del total de 115 familias que integran el sector urbano de la población.

Para la determinación de los componentes séricos se obtuvieron muestras de sangre, por punción digital, de 9 preescolares, 15 alumnos comprendidos entre las edades de 6 y 12 años y 10 adultos mayores de 20 años.

La encuesta dietética se desarrolló empleando el procedimiento del registro diario de alimentos durante 7 días. El valor nutricional de la dieta se calculó usando los valores de la Tabla de Composición de Alimentos de Centro América y Panamá preparada por el INCAP (9) y el contenido de ácidos grasos y colesterol fue calculado de acuerdo con los valores de las Tablas de Hardinge y Crooks (10) y de Hayes y Rose (11).

Se hicieron mediciones de peso, talla y espesor del pliegue cutáneo en los tres grupos incluidos en la investigación, determinándose la presión sanguínea únicamente en el grupo de adultos. El espesor del pliegue cutáneo se midió con un calibre Harpenden-Edwards, en la parte posterior del brazo derecho (sobre el tríceps), a una distancia media entre el extremo de la apófisis acromial del omóplato y el extremo de la apófisis olecraneana del cúbito.

Los niveles de vitamina A y de carotenos del suero se establecieron valiéndose del método de Bessey y colaboradores (12), y los de colesterol, lípidos totales y fósforo lipídico, según las técnicas descritas en otros trabajos relativos a los niveles de lípidos séricos en la población centroamericana (13). Los procedimientos estadísticos se llevaron a cabo de acuerdo con Snedecor (14).

## RESULTADOS

El promedio del consumo diario de calorías y nutrientes por persona se presenta en el Cuadro N° 1. Según se observa, la ingesta calórica total fue de 1,594 calorías, cifra que, tomando en cuenta las características de la población y las recomendaciones nutricionales del INCAP (15), únicamente satisface el 83% de adecuación.

La ingesta de proteína total fue de 49.1 g., es decir, un 86% de la cantidad recomendada, de los cuales 18.0 g. eran de origen animal. La proporción de calorías derivadas de las proteínas alcanzó 12.3%.

El consumo de grasa fue de 34.5 g. (29.9 g. de origen animal), cifra que representa el 19.5% de las calorías totales. La ingesta de ácidos grasos saturados alcanzó 13.9 g. y la de ácidos grasos no saturados, 17.5 g., es decir, 7.9 y 9.9% de las calorías, respectivamente. De los ácidos grasos no saturados, 12.8 g. eran de ácido oleico y 3.2 g. de ácidos grasos polidesa-

CUADRO N° 1

PROMEDIO DE CONSUMO DIARIO DE CALORIAS Y NUTRIENTES, POR PERSONA, EN LA POBLACION DEL CANTON BAGACES, GUANACASTE, COSTA RICA

NUTRIENTES	Consumo	Calorias %
Calorías	1,594	100.0
Proteína animal, g.	18.0	4.5
Proteína vegetal, g	31.1	7.8
Grasa animal, g.	29.9	16.9
Grasa vegetal, g.	4.6	2.6
Hidratos de carbono, g.	271.9	68.2
Acidos grasos saturados, g.	13.9	7.9
Acidos grasos no saturados, g.	17.5	9.9
Acido oleico, g.	12.8	7.2
Acido polidesaturado, g.	3.2	1.8
Vitamina A, U. I.	960*	
Colesterol, mg.	133	

\* 75% de vitamina A preformada.

turados, que corresponden al 7.2 y 1.8% de las calorías, respectivamente.

El consumo de vitamina A fue de 960 U. I., de las cuales 75% era vitamina A preformada. La ingesta de colesterol fue de 133 mg.

En el Cuadro N° 2 se detallan las características antropométricas de los grupos estudiados. Los datos revelan que, en el caso de los niños, tanto el peso como la talla estuvieron por debajo del valor medio respectivo (50 percentilo) de los patrones adoptados por el INCAP (16). Lo mismo cabe decir en cuanto a los adultos, comparando los hallazgos de tales mediciones con los de patrones canadienses (17). El grosor del pliegue cutáneo también fue inferior al del promedio correspondiente a los patrones empleados. La presión sanguínea, sin embargo, se consideró dentro de los límites normales.

Los niveles séricos de lípidos totales, colesterol, fósforo lipídico, vitamina A y carotenos se dan a conocer en el Cuadro N° 3, pudiéndose apreciar que, en contraste con las poblaciones de países desarrollados (18), los niveles de colesterol y fósforo lipídico son bajos; pero al compararlos con la población rural indígena de Guatemala (13), tales valores resultan altos. Las concentraciones de vitamina A también parecen ser bajas, aunque los promedios no son menores de 15 mcg., cifra que se considera como el valor inferior de los límites normales (19). El análisis individual de los casos hizo manifiesto que en el grupo de preescolares, 4 de los 9 niños estudiados tenían valores por debajo de 15 mcg., aun cuando 3 acusaron niveles de 12.7, 14.0 y 14.6, siendo sólo uno de ellos de 5.1 mcg. En el grupo de escolares, 2 niños presentaron valores de 13.4 y 14.0 mcg., y en el grupo de adultos, únicamente se encontró un caso cuyo nivel era de 14.0 mcg. Las concentraciones séricas de carotenos fueron bajas.

Como lo señala el Cuadro N° 4, donde se presentan las correlaciones entre los lípidos séricos y los niveles de vitamina A y carotenos, todas las correlaciones posibles fueron positivas y significativas, salvo la correspondiente a fósforo lipídico y carotenos. Aun cuando este valor no alcanzó el nivel de significancia del 5%, su índice de probabilidad fue menor de 8%. Los coeficientes de correlación en lo que respecta a lípidos totales y carotenos, así como a vitamina A y

CUADRO Nº 2

CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE LA POBLACION ESTUDIADA EN EL CANTON BAGACES,  
GUANACASTE, COSTA RICA

	Preescolares (9)*		Escolares (15)*		Adultos (10)*	
	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.
Edad, años	2.0		8.8		37.3	
Peso, libras	23.9	4.6	51.9	9.6	112.2	23.7
Talla, cm.	81.8	8.4	126.0	8.6	159.0	7.9
Pliegue cutáneo, mm.	7.9	2.1	7.7	2.5	8.8	4.2
Presión arterial sistólica, mm.	—	—	—	—	116	15
Presión arterial diastólica, mm.	—	—	—	—	70	10

\* Los números entre paréntesis indican el número de casos.

$\bar{X}$  = promedio

D. E. = Desviación estándar.

CUADRO Nº 3

NIVELES SERICOS DE LIPIDOS, VITAMINA A Y CAROTENOS EN LA POBLACION DEL CANTON BAGACES,  
GUANACASTE, COSTA RICA

	Preescolares (9)*		Escolares (15)*		Adultos (10)*	
	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.
Colesterol, mg./100 ml.	137	14	138	25	167	28
Fósforo lipídico, mg./100 ml.	7.6	0.8	7.0	1.0	8.3	1.1
Lípidos totales, mg./100 ml.	651	48	660	110	812	97
Vitamina A, mcg./100 ml.	21.0	11.3	24.4	7.4	34.9	15.7
Carotenos, mcg./100 ml.	21.9	20.4	49.6	22.7	59.3	28.5

\* Los números entre paréntesis indican el número de casos.

$\bar{X}$  = promedio

D. E. = Desviación estándar.

carotenos, fueron significativos al nivel del 5%; los otros coeficientes sobrepasaron el nivel del 1% de probabilidad.

CUADRO Nº 4

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE NIVELES SERICOS DE LIPIDOS, VITAMINA A y CAROTENOS EN EL CANTON BAGACES, GUANACASTE, COSTA RICA

	Fósforo lipídico	Lípidos totales	Vit. A	Carotenos
Colesterol	0.67**	0.71**	0.51**	0.57**
Fósforo lipídico	—	0.80**	0.47**	0.31 <sup>ns</sup>
Lípidos totales	—	—	0.63**	0.40*
Vitamina A	—	—	—	0.42*

\* Significativo al nivel de 5% de probabilidad.

\*\* Significativo al nivel de 1% de probabilidad.

<sup>ns</sup> No significativo. Para ser significativo al nivel del 5% de probabilidad, se necesitaría que  $r$  fuese mayor de 0.344.

## DISCUSION

Los resultados de que se ha dado cuenta revelan una estrecha relación entre los niveles séricos de vitamina A y carotenos, por un lado, y los de lípidos totales, colesterol y fósforo lipídico, por el otro.

Algunos investigadores, entre ellos Bring y colaboradores (2), han notificado correlaciones significativas entre los niveles séricos de vitamina A y carotenos, vitamina A y colesterol, y carotenos y colesterol, en jóvenes de 15 a 16 años de edad, en 3 comunidades de Idaho, Estados Unidos de América. Hard y Esselbaugh (5) también encontraron correlación significativa entre los niveles séricos de carotenos y colesterol.

Estas asociaciones podrían explicarse en base al carácter lipídico de los componentes estudiados, y en el supuesto de que: 1) tienen alguna relación en cuanto a su metabolismo; 2) tienen un mecanismo común de transporte, y 3) los ali-

mentos de la dieta que aportan la vitamina A preformada son los que también contribuyen con grasa y colesterol.

Por una parte, los estudios en niños con desnutrición proteica (1) sugieren que al aumentar las proteínas séricas durante el tratamiento proteico, los niveles de vitamina A y colesterol del suero sanguíneo también aumentan, hecho éste que proporciona evidencia en favor de un mecanismo común de transporte.

Wood (21) ha demostrado que la administración de vitamina A a los pollos previene la hipercolesterolemia producida por el colesterol dietético, sugiriendo así cierta competencia en cuanto al mecanismo de transporte. Por otro lado, Collazo *et al.* (20) indican que las ratas alimentadas con dietas deficientes en vitamina A acusan una disminución considerable del colesterol sérico total, mientras que la administración de dosis excesivas de dicha vitamina se traduce en un aumento del colesterol sérico.

Existen otros trabajos llevados a cabo en animales de laboratorio que ponen en duda la existencia de una relación metabólica entre la vitamina A y el colesterol (7). Las diferencias señaladas entre los hallazgos de estudios en humanos y en animales de laboratorio han querido explicarse aduciendo características de especie, o bien a partir de diferencias entre estudios controlados en el laboratorio y los hechos en población abierta (7).

Los hallazgos en cuanto a los niveles de lípidos séricos indican que la población de Bagaces presenta niveles más elevados de colesterol y fósforo lipídico en el suero sanguíneo que la población rural indígena de Guatemala (13). Estos valores pueden ser el resultado de una mayor ingesta de grasa, tanto en cantidades absolutas como en su aporte de calorías, o bien de un consumo más alto de grasa de origen animal que suministra una proporción mayor de ácidos grasos hipercolesteremiantes. Otro factor de importancia es el hecho de que la ingesta de colesterol dietético es mayor en esta población.

## RECONOCIMIENTO

Este trabajo se llevó a cabo con ayuda financiera de la Nutrition Foundation Inc., Nueva York, N. Y. (Subvención N° 266) y con fondos adjudicados por los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos de América, Bethesda, Maryland (Subvención N° HE-02653).

## SUMMARY

Blood samples were obtained in the village of Cantón Bagaces, Province of Guanacaste, Costa Rica, C. A., from 9 pre-school children 15 school children aged between 6 and 12 years, and 10 adults. The serum concentration of vitamin A, carotene, total lipids, cholesterol, and lipid phosphorus was determined. A 7-day dietary survey furnished information on the daily intake of nutrients, and emphasis was placed on fat, fatty acids, cholesterol, vitamin A and carotene.

Highly significant positive correlations were found between the serum concentration of cholesterol, lipid phosphorus and total lipids, as well as between serum vitamin A and the different serum lipid fractions. The correlation between serum carotene and cholesterol reached the 1% level of probability, whereas those between serum carotene and total lipids or vitamin A, were significant only at the 5% level of probability.

The serum cholesterol and lipid phosphorus levels in the population examined, although low by the standards of higher income populations, were higher than those found among rural Guatemalan Indians. It is assumed that these levels are a consequence of a greater intake of total dietary fat, fat of animal origin, hypercholesteremic fatty acids and/or dietary cholesterol.

## BIBLIOGRAFIA

1. Arroyave, G.; Wilson, D.; Méndez, J.; Béhar, M., and Scrimshaw, N. S.—Serum and liver vitamin A and lipids in children with severe protein malnutrition. *Am. J. Clin. Nutrition*, 9: 180-185, 1961.
2. Bring, S. V.; Warnick, K. P., and Woods, E.—Nutritional status of school children 15 and 16 years of age in three Idaho communities: blood biochemical tests. *J. Nutrition*, 57: 29-45, 1955.
3. Babcock, M. J.; Clayton, M. M.; Foster, W. D.; Lojkin, M. E.; Tucker, R. E.; vanLandingham, A. H., and Young, C. M.—Cooperative nutritional status studies in the northeast region, VI. Correlations. *W. Va. Agric. Exper. Station Bull.* 361T., 1953.
4. Storvick, C. A.; Hathaway, M. L., and Nitchals, R. M.—Nutritional studies of selected population groups in Oregon. 2. Biochemical tests on the blood of native born and reared school children in two regions. *Milbank Mem. Fund. Quaterly*, 29: 255-272, 1951.

5. Hard, M. M., and Esselbaugh, N. C.—Nutritional status of adolescent children. IV. Cholesterol relationships. *Am. J. Clin. Nutrition*, 8: 346-352, 1960.
6. Wilcox, E. B.; Galloway, L. S.; Wood, P., and Mangelson, F. L.—Children with and without rheumatic fever. III. Blood serum vitamins and phosphatase data. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 30: 1231-1238, 1954.
7. Bring, S. V.; Ricard, C. A., and Zaehring, M. V.—Relationship between cholesterol and vitamin A metabolism in rats fed at different levels of vitamin A. *J. Nutrition*, 85: 400-406, 1965.
8. Flores, M.; Briccño, E., y Flores, Z.—Resultados de una encuesta nutricional en el Cantón de Bagaces, provincia de Guanacaste, Costa Rica. *Bol. Of. San. Pan.*, 55: 405-415, 1963.
9. Flores, M.; Flores, Z.; García, B., y Gularte, Y.—Tabla de Composición de Alimentos de Centro América y Panamá. Cuarta edición. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1960.
10. Hardinge, M. G., and Crooks, H.—Fatty acid composition of food fats. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 34: 1065-1071, 1958.
11. Hayes, O. B., and Rose, G.—Supplementary food composition table. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 33: 26-29, 1957.
12. Bessey, O. A.; Lowry, O. H.; Broek, M. J., and López, J. A.—The determination of vitamin A and carotene in small quantities of blood serum. *J. Biol. Chem.*, 166: 177-188, 1946.
13. Méndez, J.; Tejada, C., and Flores, M.—Serum lipid levels among rural Guatemalan Indians. *Am. J. Clin. Nutrition*, 10: 403-409, 1962.
14. Snedecor, G. W.—*Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology*, 5th ed. Ames, Iowa, The Iowa State College Press, 1956.
15. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.—Recomendaciones nutricionales para las poblaciones de Centro América y Panamá. *Bol. Of. San. Pan.* (Suplemento N° 1), p. 119-129, 1953.
16. Jackson, R. L., and Kelly, H. G.—Growth charts for use in pediatric practice. *J. Pediat.*, 27: 215-229, 1945.
17. Pett, L. B., and Ogilvie, G. F.—The Canadian weight-height survey. En: *Body Measurements and Human Nutrition*, ed. by J. Brozek. Wayne University Press, Detroit, Michigan, 1956, p. 67-78.
18. Mann, G. V.; Muñoz, J. A., and Scrimshaw, N. S.—The serum lipoprotein and cholesterol concentrations of Central and North Americans with different dietary habits. *Am. J. Med.*, 19: 25-32, 1955.
19. Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense. *Manual for Nutrition Surveys*, 2nd ed., Bethesda, Md., 1963.
20. Collazo, J. A.; Torres, I., and Sánchez-Rodríguez.—Das A-vitamin und der Cholesterinstoffwechsel. *Klin. Wochenschr.*, 13: 1678-1682, 1934.
21. Wood, J. D.—Dietary marine fish oils and cholesterol metabolism. 2. The effect of vitamin A and linged liver oil components on the serum cholesterol levels in chicks. *Canad. J. Biochem.*, 38: 879-887, 1960.

## Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano

### I. Evaluación Nutricional de la Dieta de Preescolares en tres Comunidades Rurales de Guatemala<sup>1</sup>.

J. EDGAR BRAHAM<sup>2</sup>, MARINA FLORES<sup>3</sup>, LUIZ G. ELÍAS<sup>4</sup>,  
SILVIA DE ZAGHI<sup>4</sup> Y RICARDO BRESSANI<sup>5</sup>  
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, C. A.

#### RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con el objeto de evaluar, desde los puntos de vista dietético, químico y biológico, la dieta de niños preescolares de tres comunidades rurales del altiplano de Guatemala: Santa Catarina Barahona, Santa María Cauqué y Santa Cruz Balanyá. Las investigaciones dietéticas consistieron en encuestas efectuadas por el método de cuestionario y por el método de peso directo de los alimentos; los estudios químicos, en la determinación de los diferentes nutrientes, y los ensayos biológicos, realizados en ratas en proceso de crecimiento, en la determinación de este parámetro, del índice de eficiencia proteica y de la composición del suero sanguíneo, hígado, huesos y carcás del animal. En general, los tres métodos de evaluación mostraron una correlación bastante estrecha, indicativa de que la dieta de Santa Catarina Barahona era la de mejor valor nutricional, seguida en orden descendente por la de Santa María Cauqué y, por último, la de Santa Cruz Balanyá; sin embargo, ninguna de las tres era nutricionalmente adecuada.

1 Esta investigación se llevó a cabo con ayuda financiera del Consejo Nacional de Investigaciones (NRC) (Subvención No. RF-NRC-1), y de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de América (Subvención No. A-981).

2 Jefe Asistente de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

3 Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas, División de Nutrición Aplicada del INCAP.

4 Científicos de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto.

5 Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-364

Recibido: 3-2-1969

## INTRODUCCION

Los diversos estudios dietéticos realizados en diferentes sectores de la población rural guatemalteca han revelado que la dieta de consumo regular es deficiente principalmente en proteína total, vitamina A y riboflavina, además de serlo también en proteína de origen animal (1). Como lo han señalado estudios previos en este campo, el alimento básico de los pobladores es el maíz tratado con hidróxido de calcio, el cual consumen en forma de tortillas (2). Generalmente, el maíz blanco se utiliza en un grado mayor que el amarillo, con el consiguiente déficit en la ingesta de carotenos, que es la forma usual de consumo de vitamina A. El segundo alimento de importancia desde el punto de vista de la proteína es el frijol negro (*Phaseolus vulgaris*), que, juntamente con el maíz, aportan un alto porcentaje de la proteína total (3).

El trabajo que aquí se describe se llevó a cabo con el propósito de estudiar desde el ángulo químico, y por medio de ensayos biológicos, las dietas del niño preescolar de tres comunidades rurales del altiplano de Guatemala, las cuales habían sido ya estudiadas por encuestas nutricionales.

## MATERIAL Y METODOS

### *Comunidades*

Se seleccionaron tres pueblos indígenas del departamento de Sacatepéquez: Santa María Cauqué, Santa Cruz Balanyá y Santa Catarina Barahona, situados en la región montañosa del país, a una altura aproximada de 2,000 metros sobre el nivel del mar. De estructura sociocultural muy similar, su economía depende fundamentalmente de la producción de maíz. La ocupación principal de los hombres es la agricultura y las mujeres se dedican a menesteres caseros y a la fabricación de textiles con telares primitivos; también recogen leña en los bosques, ya que ésta es el combustible principal en los hogares. Los niños de edad preescolar permanecen todo el tiempo con su madre y no se ciñen a ningún horario fijo de alimentación. La incidencia de diarrea entre ellos es bastante alta, lo que constituye un problema serio resultante de la falta de prácticas sanitarias adecuadas y, probablemente, también, de un estado nutricional deficiente.

### *Estudios dietéticos*

Previo a la investigación se llevó a cabo una serie de estudios dietéticos con el objeto de determinar las dietas habituales en cada comunidad. El consumo de alimentos de los preescolares se estimó simultáneamente con el consumo familiar total en un grupo de 30 familias seleccionadas al azar y representativas de toda la comunidad. Se usó para el caso una combinación del método de "cuestionario" y el de "peso directo" de los alimentos consumidos, durante un período de tres días para cada familia. La ingesta de alimentos se determinó así en 30 niños con edades comprendidas entre uno y cinco años.

La cantidad de nutrientes ingerida por los niños fue calculada de acuerdo a la Tabla de Composición de Alimentos de Centro América y Panamá elaborada por el INCAP (4), y el contenido de aminoácidos esenciales se estimó utilizando las tablas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (5). Al finalizar la encuesta se promediaron los resultados a modo de obtener la ingesta de nutrientes por niño y por día, para cada una de las comunidades.

### *Preparación de las muestras con propósitos de análisis*

En cada uno de los pueblos sometidos a estudio se escogió una ama de casa que previamente había dado muestras de plena colaboración, para que preparase un menú a base de los alimentos que la encuesta dietética había revelado eran consumidos como promedio diario por los niños de la comunidad. Con el objeto de obtener suficiente dieta para los estudios biológicos, la cantidad de cada alimento que constituía el promedio de ingesta del preescolar se multiplicó 50 veces o más y fue preparado de acuerdo a las costumbres nativas. Estas muestras inmediatamente después de preparadas se transportaron en recipientes de vidrio individual a los laboratorios centrales del INCAP, llegando todavía calientes, ya que el tiempo de transporte fue aproximadamente una hora. Luego fueron mezclados en las proporciones indicadas, homogenizados y deshidratados en un horno de aire caliente cuya temperatura no excedía de 80°C. Seguidamente se molió la dieta y se almacenó a 4°C, utilizándose el material ya seco para los estudios químicos y biológicos pertinentes.

### *Estudios de composición química*

La determinación de la composición química de las dietas, mezcladas según el detalle anterior, se hizo utilizando los métodos de análisis de la A.O.A.C. (6).

Los aminoácidos fueron determinados por técnicas microbiológicas (7) con medios Difco, y el contenido de niacina se estableció por el método microbiológico de la Farmacopea de los Estados Unidos de América (8).

### *Ensayos biológicos*

Se usaron ratas Wistar de la colonia animal del INCAP, de 21 a 22 días de edad. Para el desarrollo de los diferentes experimentos, los animales se distribuyeron, según su peso, en grupos homogéneos, alojándose en jaulas individuales de alambre con fondo levadizo de tela metálica. Los animales tenían agua disponible durante el tiempo que duró el estudio. Las dietas deshidratadas se administraron *ad libitum* sin la adición de ningún suplemento vitamínico, mineral o fuente adicional de calorías.

Para los estudios de crecimiento se emplearon 8 ratas por grupo, 4 hembras y 4 machos, por un período experimental de 6 u 8 semanas; en el caso de las determinaciones de eficiencia proteica el período de estudio fue de 4 semanas. Al final de las 6 u 8 semanas, todos los animales fueron sacrificados usando cloroformo, e inmediatamente decapitados, recojiéndose la sangre en tubos de ensayo con y sin oxalato de potasio. Se determinó hemoglobina por el método de Cannan (9); el hematocrito, por el método de Wintrobe (10); proteínas totales, por el procedimiento de Lowry y Hunter (11); albúmina, por la técnica de Lowry y colaboradores (12), y nitrógeno de urea según el método de Gentzkov y Mosen (13).

El resto del animal fue eviscerado separándose el hígado, el bazo, los riñones y el corazón de cada rata. Se pesaron los órganos, analizando el hígado para determinar su contenido de proteínas, ceniza, grasa y humedad, según lo establecen los métodos de análisis de la A.O.A.C. (6). De cada animal se disecaron los dos fémures y se prepararon y analizaron de acuerdo a la técnica descrita por Braham y colaboradores (14). Finalmente, el carcás fue analizado en su totalidad para establecer su contenido de humedad, grasa y proteínas.

## RESULTADOS

### *Estudios dietéticos*

El consumo de alimentos de cada una de las comunidades que abarcó el estudio se detalla en los Cuadros Nos. 1 a 3. El porcentaje de las recomendaciones nutricionales establecidas para los principales nutrientes, cubierto por la ingesta promedio, se da a conocer al pie de los mismos Cuadros. Según revelan las cifras, hubo notorias diferencias para la mayoría de los nutrientes, de un pueblo a otro. La distribución de las calorías en las dietas estudiadas de acuerdo a su fuente de origen indica que los carbohidratos aportan 77.9, 81.6 y 82.1% de las calorías totales en Santa Catarina Barahona, Santa María Cauqué y Santa Cruz Balanyá, respectivamente. Las grasas suministran únicamente 12.1, 8.5 y 8.6% en los tres pueblos, en el mismo orden, y la proteína, 11.2, 11.0 y 10.5%. De estos últimos valores, las proteínas de origen vegetal proporcionan 8.9, 9.6 y 9.6% en los tres pueblos, respectivamente. Por consiguiente, el consumo de proteína animal es muy bajo en estas poblaciones, siendo la dieta de Santa Cruz Balanyá la más pobre en este sentido. Las cantidades calculadas de aminoácidos en las dietas examinadas, utilizando para comparación la proteína del huevo, figuran en el Cuadro N° 4. Los datos revelan que las mayores deficiencias se presentaron en los valores de triptofano y de aminoácidos azufrados, siendo de nuevo la dieta de Santa Cruz Balanyá la más deficiente a este respecto y la que acusó la menor puntuación proteica, usando como base de cálculo el contenido de triptofano de la dieta y el patrón de 90 mg de este aminoácido en la proteína de referencia (FAO, 1957).

### *Estudios químicos*

El análisis proximal de las dietas deshidratadas de las tres comunidades consta en el Cuadro N° 5. Aun cuando dichas dietas contienen distintos porcentajes de agua, la de Santa Cruz Balanyá tuvo la menor concentración de grasa y fue también ligeramente inferior en cuanto a concentración proteica. El contenido de aminoácidos esenciales se muestra en el Cuadro N° 4. Las cifras indican que los aminoácidos presentes en menores cantidades fueron el triptofano y los ami-

CUADRO Nº 1

CONSUMO COTIDIANO PROMEDIO DE ALIMENTOS Y NUTRIENTES DE 30 NIÑOS EN SANTA CATARINA BARAHONA

Alimentos por niño	Canti- dad	Calo- rías	Pro- teínas	Calcio	Hierro	Actividad de vita- mina A	Tia- mina	Ribo- fla- vina		Actividad de vita- mina C
								mg	mg	
Productos lácteos <sup>1</sup>	47	31	1.56	74	0.1	0.019	0.01	0.10	0.01	1
Huevos	5	8	0.56	3	0.2	0.017	0.01	0.02	0.00	0
Carne	9	11	1.67	5	1.2	0.007	0.01	0.02	0.41	0
Frijoles negros	10	17	2.25	15	0.7	0.000	0.05	0.01	0.24	0
Vegetales frescos	41	19	0.96	26	0.6	0.259	0.05	0.04	0.38	18
Frutas	17	8	0.11	4	0.1	0.017	0.01	0.00	0.06	8
Bananos	14	15	0.16	1	0.0	0.010	0.00	0.00	0.09	2
Raíces y tubérculos	3	2	0.06	0	0.0	0.000	0.00	0.00	0.05	1
Maíz (cortilla)	119	429	10.75	204	2.9	0.051	0.19	0.08	1.95	0
Azúcares	21	83	0.09	11	0.6	0.001	0.01	0.01	0.05	0
Grasas	1	9	0.00	0	0.0	--	0.00	0.00	0.00	0
Café y otros	-	26	0.74	6	0.4	--	0.00	0.00	1.36	0
TOTAL		678	18.95	349	6.8	0.381	0.34	0.28	6.60	30
Porcentaje de adecuación		56	46	35	96	61	54	27	76	79

<sup>1</sup>Expresados en términos de leche líquida.

CUADRO Nº 2

CONSUMO COTIDIANO PROMEDIO DE ALIMENTOS Y NUTRIENTES DE 29 NIÑOS EN SANTA MARIA CAUQUE

Alimentos por niño	Canti- dad	Calo- rías	Proteí- nas	Calcio	Hierro	Actividad de vita- mina A	Tia- mina	Ribo- fla- vina		Actividad de vita- mina C
								mg	mg	
Productos lácteos*	5	3	0.16	9	0.0	0.001	0.00	0.01	0.00	0
Huevos	4	6	0.45	2	0.1	0.014	0.00	0.02	0.00	0
Carne	14	22	2.55	1	1.7	0.001	0.02	0.02	0.68	0
Frijoles negros	20	71	4.22	78	1.3	0.001	0.10	0.03	0.41	1
Vegetales frescos	33	14	0.67	14	0.4	0.181	0.02	0.03	0.26	13
Frutas	5	2	0.02	0	0.0	0.008	0.00	0.00	0.01	2
Bananos	12	12	0.14	1	0.1	0.005	0.00	0.01	0.09	1
Raíces y tubérculos	4	3	0.08	0	0.0	0.000	0.00	0.00	0.06	1
Maíz (cortilla)	178	634	16.23	354	4.1	0.092	0.33	0.12	3.02	0
Azúcares	34	123	0.16	20	1.1	0.002	0.01	0.02	0.08	1
Grasas	1	9	0.00	0	0.0	--	0.00	0.00	0.00	0
Café y otros	-	14	0.42	3	0.2	0.000	0.00	0.00	0.78	-
TOTAL		913	25.10	432	9.0	0.307	0.68	0.26	5.39	19
Porcentaje de adecuación		70	56	43	122	46	70	24	82	45

\*Expresados en términos de leche líquida.

Alimentos por niño	Canti- dades	Calo- rías	Pro- teínas	Calcio mg	Hierro mg	Actividad de vita- mina A		Tia- mina mg	Ribo- fla- vina mg	Niacina mg	Actividad de vita- mina C
						g	mg				
Productos lácteos*	13	11	0.43	20	0.0	0.010	0.00	0.00	0.03	0.00	0
Huevos	3	5	0.34	2	0.1	0.010	0.00	0.00	0.01	0.00	0
Carne	6	7	1.16	1	0.8	0.000	0.00	0.00	0.01	0.33	0
Frijoles negros	10	36	2.12	15	0.7	0.000	0.05	0.01	0.01	0.22	0
Vegetales frescos	46	21	1.41	44	2.1	0.363	0.06	0.05	0.05	0.45	28
Frutas	16	6	0.09	1	0.1	0.008	0.00	0.00	0.00	0.05	1
Bananos	4	4	0.05	0	0.0	0.002	0.00	0.00	0.00	0.03	0
Raíces y tubérculos	1	1	0.02	0	0.0	0.000	0.00	0.00	0.00	0.02	0
Maíz (tortilla)	174	616	15.77	395	4.1	0.119	0.34	0.13	0.13	2.93	0
Azúcares	29	105	0.14	17	0.9	0.001	0.01	0.02	0.02	0.07	1
Grasas	1	9	0.00	0	0.0	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Café y otros	--	16	0.43	3	0.2	0.000	0.00	0.00	0.00	0.79	--
TOTAL		837	21.96	498	9.0	0.513	0.46	0.26	0.26	4.89	30
Porcentaje de adecuación.		64	50	50	122	77	68	24	75	75	73

\*Expresados en términos de leche líquida.

noácidos azufrados totales, corroborando así los resultados de los estudios dietéticos, cuya interpretación se hizo con base en tablas de composición de alimentos. Las elevadas cifras de leucina reflejan el alto contenido de maíz de las dietas. La concentración de nitrógeno para cada dieta difirió ligeramente (Cuadro N° 5) debido a que se usaron diferentes muestras para hacer los análisis que se indican en el mismo Cuadro.

#### Estudios biológicos

Los hallazgos en lo referente a tasa de crecimiento e índice de eficiencia proteica (IEP) de las ratas alimentadas con las tres dietas se dan a conocer en el Cuadro N° 6, comparados con los resultantes de la administración de caseína. En concordancia con los datos químicos y dietéticos ya indicados, el índice de eficiencia proteica de la dieta de Santa Cruz Balanyá fue muy bajo, mientras que la dieta de Santa Catarina Barahona acusó un PER superior; en cambio, la dieta de Santa María Cauqué mostró un valor intermedio entre las dietas de las otras dos comunidades. Sin embargo, el peso final de los animales alimentados con cualquiera de las tres dietas utilizadas no alcanzó, en ningún caso, el de las ratas que recibieron caseína.

El peso de los órganos de las ratas alimentadas con las dietas de consumo habitual en las tres comunidades, y con caseína, se dan a conocer en el Cuadro N° 7. De acuerdo a los resultados, se observa que cuando los animales recibieron la dieta a base de caseína, las diferencias son significativamente mayores ( $P < 0.01$ ) en lo que respecta a los órganos analizados, es decir, hígado, riñones, corazón y bazo. En el Cuadro N° 8 se presentan los valores sanguíneos obtenidos con las diferentes dietas, en contraste con los valores séricos determinados en los animales que consumieron la dieta de caseína. Según se observa, la concentración de proteína fue significativamente más alta en las ratas alimentadas con la dieta de Santa María Cauqué, y menor en aquellas cuyas dietas fueron las de las otras dos poblaciones. Los valores de albúmina fueron significativamente menores en los animales a los que se administró la dieta de Santa Catarina Barahona, y los correspondientes a nitrógeno de urea, significativamente más altos en todas las ratas cuya alimentación se hizo a base de

## CUADRO Nº 4

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DE LAS DIETAS PROMEDIO DE LOS NIÑOS EN LAS TRES POBLACIONES  
(expresado en mg/g N)

Aminoácidos	Santa Catarina Barahona (1)	(2)	Santa María Cauqué (1)	(2)	Santa Cruz Balanyá (1)	(2)	Proteína del huevo
Triptofano	57	59	52	54	47	60	103
Treonina	221	118	221	101	211	201	311
Isoleucina	298	151	297	137	290	262	415
Leucina	472	564	489	522	531	552	550
Lisina	300	296	296	290	259	262	400
Arginina	-	120	-	116	-	109	-
Histidina	-	188	-	112	-	178	-
Aminoácidos sulfurados:							
Metionina	127	76	122	65	116	63	196
TOTAL	192	114	184	97	171	104	342
Fenilalanina	277	300	272	109	256	277	361
Tirosina	233	160	229	126	227	125	269
Valina	333	146	334	134	320	143	464
Nitrógeno, %	-	1.82	-	2.02	-	1.91	
Puntuación proteica, %	63		58		52		100

(1) Por cálculo.

(2) Por análisis.

## CUADRO Nº 5

## COMPOSICION QUIMICA DE LAS DIETAS DE LAS TRES POBLACIONES RURALES DE GUATEMALA

(expresada en g/100 g)

Dieta	Humedad	Grasa	Fibra cruda	Nitrógeno	Proteína	Ceniza	Niacina
Sta. María Cauqué*	4.8	4.8	2.5	1.97	12.3	3.0	1.63
Sta. Cruz Balanyá**	7.3	3.5	2.4	1.83	11.5	2.5	2.06
Sta. Catarina Barahona <sup>†</sup>	7.6	4.8	2.7	1.92	11.9	3.0	2.72

\* Promedio de 6 muestras.

\*\* Promedio de 3 muestras.

† Promedio de 19 muestras.

Dieta	Sexo	Peso final (6 semanas) g	IEP* (4 semanas)
Santa Cruz Balanyá	Hembra	102	1.18
" "	Macho	88	1.08
Santa María Cauqué	Hembra	100	1.27
" "	Macho	102	1.37
Santa Catarina Barahona	Hembra	126	1.58
" "	Macho	122	1.71
Caseína	Hembra	192	---**
"	Macho	235	---**

\*IEP = Índice de Eficiencia Proteica: g de aumento de peso/g de proteína consumida.

\*\*No se determinó.

las dietas de las tres poblaciones. En cuanto a las determinaciones en sangre total, la hemoglobina fue significativamente más baja en los animales alimentados con las dietas de Santa Cruz Balanyá y Santa Catarina Barahona, mientras que las ratas que recibieron la dieta de Santa María Cauqué y la de Santa Catarina Barahona mostraron valores del hematocrito significativamente inferiores.

En el Cuadro Nº 9 se detalla la composición química del hígado y del carcás de los animales incluidos en estos ensayos. Salta a la vista que la composición del hígado de las ratas que recibieron la dieta de Santa Catarina Barahona acusó diferencias significativamente menores en cuanto a humedad y contenido proteico, y valores significativamente elevados en lo referente al contenido de grasa en el caso de aquellas cuyas dietas fueron las de Santa Cruz Balanyá y Santa Catarina Barahona. La composición del carcás también reveló diferencias mayores de significado estadístico, en lo que concierne a humedad, cuando se utilizó la dieta de Santa Catarina Barahona, y menores con las dietas de Santa Cruz Balanyá y Santa María Cauqué; el contenido de grasa fue de menor importancia estadística para las dietas de Santa María Cauqué y Santa Catarina Barahona.

Los resultados del análisis químico de los huesos de las ratas se describen en el Cuadro Nº 10, observándose que el contenido de humedad fue mucho más alto ( $P < 0.01$ ), y el de ceniza significativamente menor en los grupos alimentados con las dietas de cualquiera de las tres poblaciones. El contenido de proteína alcanzó valores significativamente mayores en las ratas que consumieron las dietas de Santa Cruz Balanyá y Santa María Cauqué, y de menor importancia estadística en el caso de aquellas cuya dieta fue la de Santa Catarina Barahona. El contenido de calcio fue significativamente mayor en los animales que recibieron las dietas de Santa María Cauqué y Santa Catarina Barahona, y el fósforo alcanzó valores más altos, de significado estadístico, en aquellas alimentadas con la dieta de Santa Catarina Barahona.

El contenido de grasa no acusó diferencias significativas debido a la gran variación que, a juzgar por la magnitud de la desviación estándar, se constató dentro de los diversos grupos.

CUADRO Nº 7

PESO DE LOS ORGANOS DE RATAS ALIMENTADAS CON LAS DIETAS DE TRES POBLACIONES RURALES DE GUATEMALA Y CON CASEINA

Dieta	Sexo	Hígado		Corazón		Riñones		Bazo	
		g**	D.E.	g**	D.E.	g**	D.E.	g**	D.E.
Santa Cruz Balanyá	Hembras	6.60	0.89	0.64	0.10	1.17	0.12	0.34	0.05
	Machos	5.65	0.57	0.58	0.06	1.10	0.09	0.24	0.01
Santa María Cauqué	Hembras	6.06	0.67	0.63	0.04	1.13	0.06	0.33	0.04
	Machos	5.62	0.93	0.59	0.03	1.20	0.17	0.30	0.10
Santa Catarina Barahona	Hembras	6.86	1.07	0.65	0.07	1.16	0.16	0.38	0.17
	Machos	7.62	0.30	0.65	0.01	1.28	0.04	0.34	0.04
Caseína	Hembras	9.02	0.65	0.84	0.10	1.72	0.15	0.57	0.06
	Machos	13.59	2.92	1.12	0.12	2.14	0.21	0.70	0.07

\*\* Diferencias entre dietas, altamente significativas (  $P < 0.01$  ).

D.E. = Desviación Estándar.

Menores diferencias significativas: hígado, 1.59 g; riñones, 0.17 g; corazón, 0.11 g, y bazo, 0.07 g.

CUADRO Nº 8

VALORES SANGUINEOS DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS DE LAS TRES POBLACIONES RURALES DE GUATEMALA

Dieta	Sexo	Suero sanguíneo				Sangre total					
		Proteína g%**	Albúmina g%**	N de urea mg%**	D.E.	Hemoglobina g%**	Hematocrito %**	D.E.	D.E.		
Santa Cruz Balanyá	H	5.71	0.35	3.19	0.20	15.4	3.1	13.6	1.0	51	5
	M	5.20	0.18	2.98	0.23	16.7	1.4	13.1	1.1	54	3
Santa María Cauqué	H	8.03	1.52	3.89	0.23	21.7	4.7	13.9	2.1	45	2
	M	7.53	0.26	3.91	0.21	22.3	8.4	14.0	2.8	45	4
Santa Catarina Barahona	H	6.06	0.67	2.83	0.17	22.5	5.0	12.7	0.8	36	11
	M	5.46	0.30	2.58	0.29	23.0	3.9	12.5	0.6	36	2
Caseína	H	7.04	0.34	3.43	0.21	13.1	3.5	14.8	0.6	56	7
	M	6.88	0.51	3.04	0.26	11.6	5.9	14.2	0.6	53	6

\*\* Diferencias entre dietas, altamente significativas (  $P < 0.01$  ).

Menores diferencias significativas: proteína, 0.13 g; albúmina, 0.24 g; nitrógeno de urea, 2.8 mg; hemoglobina, 0.7 g y hematocrito, 4%.

H : hembras.

M = machos.

CUADRO Nº 9

COMPOSICION DEL HIGADO Y DEL CARCAS DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS DE LAS TRES POBLACIONES RURALES DE GUATEMALA, Y CON CASEINA

Dieta	Sexo	Hígado, %		Proteína**		Húmedad		Carcás, %					
		̄	D.E.	̄	D.E.	̄	D.E.	̄	D.E.				
Santa Cruz Balanyá	H	73.4 <sup>†</sup>	0.8	12.24 <sup>†</sup>	3.07	69.43 <sup>†</sup>	8.27	37.5 <sup>†</sup>	3.8	35.79 <sup>†</sup>	2.4	79.52 <sup>†</sup>	2.35
	M	73.0	1.9	10.73	1.20	63.73	3.92	42.3	3.0	51.26	4.38	86.60	1.21
Santa María Cauqué	H	71.4	1.7	11.02	2.32	62.88	4.78	35.5	2.2	30.78	5.66	81.27	4.44
	M	72.0	0.5	9.34	2.13	63.35	3.51	33.6	1.8	25.09	3.97	84.80	7.86
Santa Catarina Barahona	H	69.5	1.4	12.18	5.60	46.78	3.92	59.2	2.5	34.80	6.50	79.05	5.19
	M	71.0	1.0	11.55	7.30	46.44	4.62	59.5	5.2	40.26	4.00	79.10	1.10
Caseína	H	73.9	1.6	8.03	2.08	73.87	9.38	57.8	6.7	23.45	9.60	85.42	2.03
	M	70.4	3.0	8.32	2.12	56.92	5.56	51.3	2.5	49.92	11.36	86.71	2.07

<sup>†</sup>Porcentaje en base seca.

\*\*Porcentaje en base seca y desengrasada.

<sup>†</sup>Diferencias entre dietas altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Menores diferencias significativas - para el hígado: humedad, 1.8 g; grasa, 3.52 g, y proteína 6.75 g.

Para el carcás: humedad, 3.3 g; grasa, 9.31 g, y proteína, 3.06 g.

H = hembras

M = machos

CUADRO Nº 10

COMPOSICION QUIMICA DE LOS MUECOS DE RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS DE LAS TRES POBLACIONES RURALES DE GUATEMALA

Dieta	Sexo	Húmedad		Grasa <sup>1</sup>		Proteína <sup>2</sup>		Ceniza <sup>2</sup>		% de ceniza <sup>3</sup>			
		%	D.E.	%	D.E.	%	D.E.	%	D.E.	Calcio	Fósforo		
Santa Cruz Balanyá	H	44.1 <sup>**</sup>	1.8	1.7	0.9	18.8 <sup>**</sup>	3.2	49.8 <sup>**</sup>	2.0	21.4 <sup>**</sup>	2.2	9.2 <sup>**</sup>	3.6
	M	46.6	4.5	9.2	7.2	38.5	2.5	46.7	4.2	21.1	2.6	14.7	4.0
Santa María Cauqué	H	56.0	2.0	5.8	2.4	54.5	3.1	31.9	2.5	26.6	1.3	14.8	2.7
	M	59.0	2.5	7.5	3.2	54.1	5.2	27.8	4.0	21.0	7.1	10.6	1.4
Santa Catarina Barahona	H	47.8	1.7	4.1	1.5	21.1	0.7	25.8	1.0	33.8	3.8	15.6	1.6
	M	51.6	1.1	4.7	0.8	20.7	0.8	24.4	0.7	31.3	6.2	13.7	1.5
Caseína	H	36.0	2.6	1.4	1.6	29.0	1.8	60.3	7.3	19.6	2.7	10.6	1.0
	M	38.3	5.7	7.4	8.8	33.3	1.8	59.0	5.7	20.0	3.5	10.7	2.1

<sup>1</sup> Base seca.

<sup>2</sup> Base seca y desengrasada.

<sup>3</sup> En base a 100 g de ceniza.

\*\* Diferencias entre dietas, altamente significativas ( $P < 0.01$ ).

Menores diferencias significativas: humedad, 2.4 g; ceniza, 3.2 g; proteína, 2.7 g; calcio, 3.2%, y fósforo, 2.7%.

H = hembra.

M = macho.

En general, los resultados de todas las determinaciones confirman el hecho de que los animales alimentados con la dieta de Santa Cruz Balanyá mostraron los parámetros menores en la mayoría de las determinaciones, y la mayor concentración de grasa en el hígado. Es de señalar, sin embargo, que los valores de hemoglobina y del hematocrito fueron más altos en las ratas que consumieron la dieta de dicha comunidad que en las que recibieron la de Santa Catarina Barahona; ello refleja la menor ingesta de hierro en esta última comunidad en contraste con las otras dos.

### DISCUSION

Los resultados que aquí se presentan en lo que respecta a datos dietéticos, químicos y biológicos de las dietas de las tres comunidades que integraron la investigación muestran una relación bastante estrecha. Según los tres procedimientos empleados para su evaluación, la dieta de Santa Cruz Balanyá demostró ser la de menor calidad nutricional, salvo en su contenido de hierro, mientras que la de Santa Catarina Barahona se reveló como la de mejor calidad, ocupando la dieta de Santa María Cauqué una posición intermedia. En lo referente al contenido de aminoácidos, se encontró poca relación entre los valores calculados y los obtenidos por análisis con algunas excepciones. Los valores obtenidos por análisis fueron en general un poco más bajos. La comparación de su patrón de aminoácidos con el patrón de la proteína del huevo hizo manifiesto que las tres dietas eran deficientes en triptofano, metionina y lisina. Este hallazgo, sin embargo, debe ser confirmado mediante nuevos estudios. Es muy probable que la lisina y el triptofano sean los aminoácidos deficientes, ya que las dietas analizadas contienen cantidades altas de maíz, cereal que, según se sabe, es deficiente en esos dos aminoácidos (15).

Los ensayos biológicos incluyeron una variedad relativamente apreciable de determinaciones, con miras a estudiar aquellos parámetros que se estima pueden ser de utilidad en la evaluación de dietas humanas. En diversas situaciones la variación encontrada fue relativamente alta, lo que podría explicarse en base a que la concentración proteica de las dietas

era baja. A medida que se profundiza en los aspectos de evaluación de las dietas se hace evidente que, en muchos casos, la simple medición del crecimiento en animales de experimentación no proporciona una evaluación exacta de la calidad nutricional de una dieta. De igual manera, el peso de los órganos es aparentemente el reflejo del peso de la rata, ya que si dichos resultados se expresan en términos de porcentaje del peso total del animal, las diferencias se reducen. Esto, sin embargo, podría ser debido a que las dietas eran bajas en cantidad y calidad de proteína y contenían niveles reducidos de riboflavina (16, 17).

Como han informado Braham y colaboradores (14), puede ser que la composición del hueso refleje deficiencias de ciertos aminoácidos, sobre todo de lisina; en la misma forma la deficiencia o desbalance de aminoácidos es capaz de alterar la composición química del hígado, sobre todo en lo que a su contenido de grasa se refiere (18).

Estas determinaciones son de utilidad en la evaluación de dietas humanas, puesto que el estudio dietético revela únicamente las cantidades de nutrientes presentes en las mismas. Desafortunadamente, esa presencia no implica necesariamente su utilización, la que sólo puede determinarse a través de ensayos biológicos.

### SUMMARY

Improvement of the nutritive value of diets for human consumption

- I. Nutritional evaluation of the diet of preschool children of three rural communities of Guatemala.

A study was carried out to evaluate, from the dietetic, chemical and biological points of view, the diet of three rural communities in the highlands of Guatemala. The dietary studies consisted of surveys conducted by the questionnaire and direct weighing methods; the chemical studies dealt with the determination of the different nutrients by standard techniques, and the biological studies were done in growing rats to determine growth rate, protein efficiency ratio, organ weight, and chemical composition of the blood, liver, bones and carcass of the experimental animals. In general, the three methods of evaluation revealed a close correlation, the diet of Santa Cruz Balanyá showing the lowest nutritional values, the diet of Santa Catarina Barahona the highest, and the diet of Santa María Cauqué an intermediate value. None of the diets were adequate in their content of good quality protein.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Flores, M. & B. García.—The nutritional status of children of pre-school age in the Guatemalan community of Amatitlán. 1. Comparison of family and child diets. *Brit. J. Nutr.*, 14: 207-215, 1960.
- (2) Bressani, R., R. Paz y Paz & N. S. Scrimshaw.—Corn nutrient losses. Chemical changes in corn during preparation of tortillas. *J. Agric. Food Chem.*, 6: 770-774, 1958.
- (3) Tandon, O. B., R. Bressani, N. S. Scrimshaw & F. Le Beau.—Nutritive value of beans. Nutrients in Central American beans. *J. Agric. Food Chem.*, 5: 137-142, 1957.
- (4) Flores, M., Z. Flores, B. García & Y. Galarte.—Tabla de composición de alimentos de Centro América y Panamá. 4<sup>a</sup> ed. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1960.
- (5) Orr, M. L. & B. K. Watt.—Amino acid content of foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957. Home Economics Research Report No. 4.
- (6) Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*, 9th ed., Washington, D. C., 1960.
- (7) Bressani, R. & B. Ríos.—The chemical and essential amino acid composition of twenty-five selections of grain sorghum. *Cereal Chem.*, 39: 50-58, 1962.
- (8) *The Pharmacopeia of the United States of America*. XIII Revision, 1947, p. 669-671.
- (9) Cannan, R. K.—Proposal for a certified standard for use in hemoglobinometry. *Clin. Chem.*, 4: 246-251, 1958.
- (10) Wintrobe, M. M.—*Clinical hematology*. 3rd. ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1951.
- (11) Lowry, O. H. & T. H. Hunter.—The determination of serum protein concentration with a gradient tube. *J. Biol. Chem.*, 159: 465-474, 1945.
- (12) Lowry, O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr & R. J. Randall.—Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275, 1951.
- (13) Gentzkow, C. J. & J. M. Mosen.—An accurate method for the determination of blood urea nitrogen by direct nesslerization. *J. Biol. Chem.*, 143: 531-544, 1942.
- (14) Braham, J. E., C. Tejada, M. A. Guzmán & R. Bressani.—Chemical and histological changes in the femurs of chicks fed lysine-deficient diets. *J. Nutrition*, 74: 363-375, 1961.
- (15) Singal, S. A., S. J. Hazan, V. P. Sydenstricker & J. M. Littlejohn.—The production of fatty livers in rats on threonine- and lysine-deficient diets. *J. Biol. Chem.*, 200: 867-874, 1953.
- (16) Mookerjee, S. & W. W. Hawkins.—Some anabolic aspects of protein metabolism in riboflavin deficiency in the rat. *Brit. J. Nutr.*, 14: 231-246, 1960.
- (17) Tagle, M. A. & G. Donoso.—Long-term effects of feeding rats on casein and gluten diets of the same protein value. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 17: 295-310, 1967.
- (18) Bressani, R., L. G. Elías & E. Braham.—Suplementación, con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 123-134, 1968.