

## **Ingesta de micronutrientes en las áreas rurales de Centro América y Panamá<sup>1,2</sup>**

MARINA FLORES<sup>3</sup>, MARÍA TERESA MENCHÚ<sup>4</sup>  
Y GUILLERMO ARROYAVE<sup>5</sup>

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

### **RESUMEN**

En 49 muestras mixtas de alimentos de diferentes dietas representativas del área rural de Centro América y Panamá, se determinó el contenido de minerales "traza" (Mg, Mn, Cu, Zn, K y Na) y de algunas microvitaminas (ácido fólico, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina B<sub>6</sub>). Al calcular el valor nutritivo de las dietas se encontró que más del 75% de las calorías provenían de hidratos de carbono, es decir, que las dietas eran muy ricas en cereales y pobres en alimentos de origen animal. En cuanto a su contenido de ácido fólico (0.019 a 0.183 mg) y vitamina B<sub>12</sub> (0.19 a 3.22 mcg) los resultados son inferiores a las cifras determinadas en dietas de grupos de población de nivel socioeconómico alto. Los análisis de vitamina B<sub>6</sub> acusaron valores de 1.09 a 2.14 mg por dieta promedio, cantidades suficientes para cubrir las recomendaciones establecidas. Como era de esperar, el contenido de Na y K de las dietas varió grandemente, dificultándose la evaluación de los hallazgos debido a la eficiencia del organismo para adaptarse a diferentes niveles de ingesta de estos minerales. Los valores para otros mine-

---

1 Esta investigación fue auspiciada por la Advanced Research Projects Agency<sup>7</sup> (Proyecto AGILE) por intermedio de la Sección de Nutrición de la Oficina de Investigaciones Internacionales (OIR) de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de los Estados Unidos de América, según Orden ARPA 580 del Programa No. 298.

2 Parte de este trabajo fue presentado en el Primer Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, celebrado en Caracas, Venezuela, del 19 al 4 de septiembre de 1968.

3 Jefe del Servicio de Investigaciones Dietéticas, División de Nutrición Aplicada del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

4 Asistente de Investigaciones Dietéticas del mismo Servicio.

5 Jefe de la División de Química Fisiológica del INCAP.

Publicación INCAP E-425

Recibido: 13-3-1969

rales traza se aproximaron a las cifras recomendadas, salvo en el caso del cobre, en que los resultados obtenidos fueron muy inferiores, no alcanzando siquiera un miligramo por dieta.

Las mayores deficiencias en las muestras sometidas a análisis fueron las de ácido fólico y vitamina B<sub>12</sub>, factores hematopoyéticos que, indudablemente, pueden tener implicaciones en la etiología de las anemias que se observan en la región centroamericana.

## INTRODUCCION

Hoy día se reconoce ampliamente la participación esencial de los micronutrientes, las vitaminas y los minerales traza en innumerables fases del metabolismo. Es, pues, de importancia fundamental conocer la ingesta diaria de estos micronutrientes en la dieta de consumo habitual de diferentes tipos de población. Considerando que ya se hacía sentir la necesidad de disponer de información a este respecto para el área de Centro América y Panamá, se aprovechó la encuesta nutricional que a nivel regional se llevó a cabo en el Istmo Centroamericano (1965-1967) para recolectar 49 muestras mixtas de alimentos para análisis químico. Las determinaciones incluyeron, además de los macronutrientes conocidos, los siguientes nutrientes traza: ácido fólico, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina B<sub>12</sub>, cobre, magnesio, manganeso, zinc, potasio y sodio. Algunos de estos nutrientes se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, y puesto que los requerimientos orgánicos de ellos son mínimos, se considera poco probable que existan deficiencias. Sin embargo, ciertos trastornos metabólicos, tales como las anemias, han sido relacionados con insuficiencias dietéticas de ácido fólico, vitamina B<sub>12</sub> y cobre; el consumo de dietas marginales en ciertos nutrientes también puede traducirse en estados de deficiencia secundaria bajo condiciones de pérdidas aumentadas o interferencias con la absorción, como sucede en el caso del magnesio y del zinc.

Los adelantos logrados en el terreno de la metodología química permiten en la actualidad determinar el contenido de micronutrientes en diversos alimentos, ya sea de origen vegetal o animal. En la mayoría de los casos, esas determinaciones se refieren a alimentos crudos y en forma individual. Sin embargo, teniendo en cuenta los cambios que pueden ocurrir en el contenido y disponibilidad de los nutrientes cuando

los alimentos son procesados y combinados, en el presente estudio tales determinaciones se hicieron en muestras mixtas de alimentos preparados.

La literatura sobre el tema cuenta con varios estudios acerca de los requerimientos humanos de micronutrientes para las diversas edades; con base en esa información se trató de evaluar los resultados obtenidos en las dietas analizadas.

## MATERIAL Y METODOS

Con el fin de que los datos fuesen representativos de las diversas regiones de Centro América y Panamá, se recolectaron, según se dijo, 49 muestras mixtas de diferentes dietas típicas. La descripción detallada de la forma en que éstas fueron obtenidas se dio a conocer en un artículo previo (1). Para su estabilización se siguió la técnica usual de Harris (2), agregando al homogeneizado de alimentos, ácido oxálico disuelto en agua destilada. Los análisis se hicieron en los laboratorios de la Wisconsin Alumni Research Foundation, Estados Unidos de América, y los minerales traza fueron determinados por las técnicas establecidas en esos laboratorios (3-7). En el caso del ácido fólico se aplicó el método de la AOAC (8), y para los otros nutrientes, métodos específicos de empleo rutinario en dicho laboratorio (9, 10). Todos los resultados fueron expresados en 100 gramos; luego se hizo el cálculo necesario para obtener el contenido total de la muestra, que equivale a una porción promedio de consumo individual diario. Debido a que el contenido calórico de las muestras mixtas varió grandemente, se consideró de importancia expresar el contenido de micronutrientes, no sólo por muestra promedio, sino también por 1.000 calorías.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Patrón dietético*

Según revelan los datos, todas las dietas, en general, son ricas en hidratos de carbono, por ser los cereales la base de la alimentación habitual, como sucede en otras regiones en vías de desarrollo. En las dietas analizadas la distribución de las calorías fue aproximadamente como sigue: 77% de hidratos

CUADRO N° 1  
ALIMENTOS INCLUIDOS EN MUESTRAS MIXTAS DE DIETAS  
PROMEDIO DE CENTRO AMERICA Y PANAMA  
(Cantidades en gramos de peso neto)

Alimentos	El		Honduras	Nicaragua	Costa	
	Guatemala	Salvador			Rica	Panamá
Leche líquida	60	83	76	95	221	86
Queso	6	22	21	34	4	1
Huevos	6	6	10	18	12	9
Carnes	49	23	23	29	43	59
Visceras	-	3	-	-	3	-
Pescados y mariscos	3	4	-	1	7	32
Leguminosas (frijoles)	36	47	55	104	43	35
Hojas verdes	4	-	-	0	2	-
Otras verduras	52	39	50	58	61	36
Frutas cítricas	0	5	18	78	8	48
Otras frutas	8	4	4	1	7	85
Musáceas	10	17	13	76	66	64
Raíces y tubérculos	5	4	11	12	45	83
Arroz	12	17	10	45	99	199
Avena	2	-	-	0	1	3
Trigo, productos	44	31	11	21	88	53
Tortilla de maíz con cal	473	472	245	140	29	-
Tortilla de maíz con ceniza	-	-	60	62	15	-
Tortilla de maíz pilado	-	-	-	-	-	30
Maíz, otros productos	0	4	3	27	2	13
Azúcar y mieles	36	23	13	42	56	38
Panela	13	14	16	6	33	12
Grasas	5	10	9	22	27	30
Café	6	4	9	9	10	8
Otras bebidas	1	1	2	13	-	21

de carbono, 11% de grasas y 12% de proteínas. Los alimentos que integraron las muestras se detallan en el Cuadro N° 1, donde constan también las cantidades promedio, por país. A pesar de que el número de muestras fue muy pequeño como para representar la dieta promedio de los diferentes grupos de población de cada país, sí reflejan en general el patrón alimentario que prevalece en el área.

La preparación de los alimentos varía de un país a otro, y en algunos de ellos el uso de alimentos procesados es más frecuente, por lo que en estos casos es necesario tomar en consideración la destrucción de ciertas vitaminas y su posible contaminación con minerales traza. Además, cabe subrayar que en estas dietas predominan los alimentos de origen vegetal y, según se sabe, el contenido de minerales de los vegetales está condicionado a la riqueza del suelo y a la estación del año; los hallazgos, por lo tanto, están sujetos a tales factores (11-13).

Los promedios correspondientes al contenido total de micronutrientes en la porción promedio de consumo diario se dan a conocer en el Cuadro N° 2, mientras que en el N° 3 dichos valores se expresan por 1.000 calorías.

CUADRO N° 2  
CONTENIDO PROMEDIO DE MICRONUTRIENTES EN MUESTRAS  
MIXTAS DE ALIMENTOS DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

Micronutrientes		El		Honduras (7)	Nicaragua (8)	Costa	
		Guatemala (10)*	Salvador (8)			Rica (8)	Panamá (8)
Acido fólico	(mg)	0.055	0.043	0.049	0.096	0.043	0.061
Vitamina B <sub>12</sub>	(mcg)	0.62	1.36	0.75	1.43	1.17	0.88
Vitamina B <sub>6</sub>	(mg)	1.46	1.54	1.09	1.29	2.14	1.29
Potasio	(g)	1.74	1.50	2.23	1.48	2.10	1.87
Sodio	(g)	1.90	1.91	2.20	3.28	2.98	4.65
Magnesio	(mg)	464	469	299	497	238	211
Cobre	(mg)	-	0.80	0.31	0.89	0.61	0.59
Zinc	(mg)	9.91	12.26	11.92	8.34	7.08	15.74
Manganeso	(mg)	1.93	-	2.08	2.60	2.28	1.75

\* Las cifras entre paréntesis significan el número de muestras.

CUADRO N° 3  
CONTENIDO DE MICRONUTRIENTES POR 1000 CALORIAS EN  
MUESTRAS MIXTAS DE ALIMENTOS DE CENTRO AMERICA  
Y PANAMA

Micronutrientes		El				Costa	
		Guatemala (10)*	Salvador (8)	Honduras (7)	Nicaragua (8)	Rica (8)	Panamá (8)
Acido fólico (mg)	$\bar{x}$	0.034	0.025	0.033	0.051	0.022	0.028
	D.E.	0.012	0.007	0.004	0.020	0.007	0.008
Vitamina B <sub>12</sub> (mcg)	$\bar{x}$	0.38	0.83	0.54	0.81	0.61	0.42
	D.E.	0.25	0.59	0.20	0.42	0.38	0.30
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	$\bar{x}$	0.90	0.92	0.77	0.72	1.07	0.60
	D.E.	0.16	0.18	0.09	0.22	0.20	0.08
Potasio (g)	$\bar{x}$	1.1	0.9	1.5	0.8	1.0	0.9
	D.E.	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2	0.3
Sodio (g)	$\bar{x}$	1.2	1.1	1.5	1.8	1.5	2.2
	D.E.	0.5	0.3	0.7	0.4	0.4	0.7
Magnesio (mg)	$\bar{x}$	284	278	207	270	120	98
	D.E.	40	30	16	54	22	20
Zinc (mg)	$\bar{x}$	6.2	7.2	8.3	4.6	3.6	7.6
	D.E.	1.9	1.4	0.9	2.4	0.7	4.1
Manganeso (mg)	$\bar{x}$	1.2	-	1.5	1.3	1.1	0.8
	D.E.	0.4	-	0.6	0.9	0.2	0.2
Cobre (mg)	$\bar{x}$	-	0.48	0.23	0.49	0.31	0.27
	D.E.	-	0.11	0.03	0.14	0.14	0.11

\* Las cifras entre paréntesis significan el número de muestras.

$\bar{x}$  = Promedio

D. E. = Desviación Estándar.

### Acido fólico

Se ha encontrado que la cantidad mínima de ácido fólico requerida por el adulto normal es de 0.05 miligramos al día aproximadamente (14). Sin embargo, en vista de la alta destrucción que esta vitamina sufre durante la cocción (15, 16) y por no conocerse con exactitud cuál es la absorción de las diferentes formas como se presenta en los alimentos, la recomendación dietética establecida es de 0.40 miligramos diarios. Los valores de ácido fólico determinados en cada una de las

muestras mixtas analizadas fueron sumamente bajos en todos los países, variando de 0.019 a 0.183 mg. Las muestras correspondientes a Nicaragua acusaron el contenido más alto, siendo de importancia señalar que éstas contenían una mayor proporción de frijol (205 g), alimento que se considera buena fuente de ácido fólico (17). Hay que tener en cuenta, además, que los valores que aquí se presentan corresponden al contenido de ácido fólico libre en alimentos preparados, combinados y estabilizados, de modo que las cifras corresponden al ácido fólico realmente ingerido por la población. Los resultados obtenidos al respecto son semejantes a los de dietas de sectores sociales pobres de los Estados Unidos (18) y a valores de ácido fólico libre determinados en dietas de Puerto Rico (19). En las poblaciones que consumen este tipo de dietas es han observado casos de anemia megaloblástica que responden a la administración oral de ácido fólico (20, 21). En la encuesta nutricional realizada en Centro América (22) se encontraron bajos valores séricos de folatos en grupos rurales, hallazgo que bien puede ser responsable, en parte, de la prevalencia de anemias en estos países. Las demandas de ácido fólico, según se sabe, aumentan en ciertos estados fisiológicos, por este motivo cabe la posibilidad de que los niveles marginales de ingesta que el estudio reveló sitúen a ciertos grupos de población, tales como la mujer embarazada, en condiciones críticas con respecto a este nutriente.

Las fuentes principales de ácido fólico son el hígado, el riñón y las hojas de color verde intenso (23). En algunas regiones rurales de Centro América el consumo de hojas verdes es apreciable durante la época lluviosa; en consecuencia, es probable que la ingesta de ácido fólico sufra cierta variación estacional.

### Vitamina B<sub>12</sub>

Es un hecho establecido que las fuentes de vitamina B<sub>12</sub> son los productos de origen animal, especialmente las carnes y las vísceras. Era, pues, de esperar los bajos valores de vitamina B<sub>12</sub> que acusaron las muestras mixtas sometidas a análisis, a causa de las cantidades mínimas en que dichos alimentos se consumen en la región. Mientras que los valores promedio del contenido de vitamina B<sub>12</sub> establecidos en dietas

de "alto costo" en los Estados Unidos es de alrededor de 31.1 microgramos, y en las dietas de "bajo costo" éstos oscilan entre 1.1 y 8.1 microgramos (14), las muestras centroamericanas analizadas incluidas en esta investigación solamente alcanzaron valores de 0.2 a 3.2 microgramos por día. La ingesta que para esta vitamina se recomienda es de 5 microgramos diarios para el adulto, asumiendo un 30% de absorción. Sin embargo, para ingestas menores el porcentaje de absorción puede ser mayor; así, de una ingesta de 0.5 microgramos se absorbe hasta un 70% (14). En consecuencia, es probable que el porcentaje de absorción de vitamina B<sub>12</sub> en el caso de poblaciones con dietas como las investigadas sea también relativamente alto.

Los hallazgos bioquímicos de la encuesta nutricional no revelan deficiencia de esta vitamina en el suero sanguíneo. En el caso de Guatemala, por ejemplo, únicamente se encontraron valores bajos en el 2% de la población, a pesar de que las muestras mixtas de este país mostraron el contenido más bajo de vitamina B<sub>12</sub>. No obstante, ciertos estudios en ratas han aportado pruebas de que los niveles séricos no siempre reflejan el grado de deficiencia del animal, sino más bien es en la concentración hepática donde ésta se manifiesta (24). En el caso de grupos vulnerables como adolescentes y madres embarazadas, en los cuales los requerimientos aumentan, las ingestas deficientes constatadas podrían adquirir un nivel crítico.

En el área investigada existen grupos de población rural que prácticamente no consumen productos de origen animal, lo que resulta, en efecto, en dietas de tipo vegetariano. La presencia de anemias y de algunas anormalidades del sistema nervioso ha sido relacionada con dietas vegetarianas (25).

#### *Vitamina B<sub>6</sub>*

La vitamina B<sub>6</sub> abunda en la naturaleza en sus tres formas diferentes: piridoxina, piridoxal y piridoxamina. Se encuentra en casi todos los alimentos, siendo además bastante estable (26), por lo que no es de esperar deficiencias de esta vitamina aun en dietas pobres. La importancia de la vitamina B<sub>6</sub> radica en su participación como coenzima, en una serie de reacciones del metabolismo de los aminoácidos; de ahí que la cantidad de proteína ingerida determine las necesidades de esta

vitamina. En las muestras mixtas analizadas se encontraron valores suficientes para cubrir los niveles requeridos de acuerdo a las ingestas proteínicas correspondientes. Las muestras de Costa Rica acusaron las concentraciones más altas  $\bar{X}$  2.1 miligramos; en las de El Salvador y Guatemala éstas fueron de  $\bar{X}$  1.5 miligramos. Es posible que en el primer país ello se deba al alto consumo de panela o melazas, y en los otros dos al de maíz entero; los alimentos citados son fuentes importantes de esta vitamina.

#### *Sodio y potasio*

En condiciones normales de salud la cantidad de estos minerales en cualquier tipo de dieta es suficiente para cubrir las necesidades del organismo. Las determinaciones de sodio y potasio realizadas en las muestras mixtas de alimentos indicaron un contenido de sodio de 1.1 a 7.4 gramos, siendo el de potasio de 0.5 a 3.5 gramos. Si se compara el contenido de sodio en las diferentes muestras, se observa que los valores correspondientes a Nicaragua y Panamá son más altos; y es en estos países donde la temperatura ambiental se eleva a más de 30°C, por lo que las necesidades, evidentemente, son mayores. No existe información cuantitativa acerca del grado de sudoración en las poblaciones rurales de la región centroamericana, sobre todo en relación a la actividad física, desconociéndose las pérdidas que ocurren por ese medio y, en consecuencia, las necesidades orgánicas de sodio. Sin embargo, se sabe que las poblaciones adaptan el consumo de estos iones con gran eficiencia y en forma natural, a variaciones en las necesidades ocasionadas por factores ambientales.

#### *Magnesio*

El magnesio es cofactor esencial en los sistemas enzimáticos relacionados con la transferencia de los grupos fosfato y en algunas otras reacciones del metabolismo general. Mediante técnicas de balance se ha estimado el requerimiento de magnesio para adultos sanos en cifras que fluctúan entre 200 y 300 miligramos al día (27). Este requerimiento está relacionado con la ingesta de proteínas, calcio y vitamina D (28) y puede aumentar también por factores ambientales, como sucede en áreas muy cálidas, donde la pérdida por sudoración es mayor (29). Según se estableció en el presente caso,

el contenido de magnesio de las porciones de alimentos analizadas supera o se aproxima a las ingestas que el Consejo Nacional de Investigaciones de los Estados Unidos (NRC) recomienda para el adulto (14) y que son 350 mg diarios para el hombre y 300 mg para la mujer.

Solamente en Costa Rica y Panamá se encontraron cifras inferiores a las recomendadas. A pesar de ello, hay que hacer notar que nunca se ha descrito una deficiencia espontánea de magnesio de origen dietético en grupos de población. Esta únicamente se ha encontrado como consecuencia de ciertos trastornos patológicos, en los cuales las pérdidas de este mineral son anormales (30).

### Cobre

El cobre se encuentra en casi todos los alimentos y su contenido varía según la riqueza del suelo, lo que también sucede en el caso de los otros minerales. El contenido de cobre determinado en dietas de otros países fluctúa de 2 a 5 miligramos (31), y se ha considerado que una ingesta de 2.5 miligramos por día mantiene un equilibrio adecuado en los adultos sanos (14). En estudios realizados en niños cuya ingesta de proteínas es alta, han podido establecer niveles de 2 a 3 miligramos diarios (32, 33). La alta concentración de cobre en el hígado del recién nacido, que es de 5 a 10 veces mayor que en el adulto (34), podría significar requerimientos más elevados de este mineral en la mujer embarazada, y un mayor riesgo de deficiencia en este grupo de población.

Con base en los resultados de las muestras sometidas a análisis, puede decirse que las dietas de la región son deficientes en cobre, ya que los valores obtenidos no alcanzan un miligramo, oscilando las cifras promedio entre 0.31 y 0.89 mg para los diferentes países.

### Zinc

Las dietas mixtas que incluyen frutas, hojas verdes, cereales integrales y carnes magras aportan alrededor de 10 a 15 miligramos diarios de zinc, lo cual se considera como una ingesta adecuada (14). En comparación con estos valores, las dietas de Costa Rica y Nicaragua demostraron ser relativamente bajas en zinc. La dieta de Panamá acusó los valores

más altos, probablemente debido al mayor consumo de carnes y pescado, alimentos que se reconocen como fuentes importantes de este mineral.

### Manganeso

Todos los alimentos, tanto de origen animal como vegetal, contienen manganeso en cantidades que oscilan entre 0.5 y 4.0 miligramos por 100 gramos de porción comestible, siendo los más ricos los cereales enteros y las leguminosas secas (35). Los requerimientos de manganeso aún no han sido establecidos, pero mediante estudios de balance se ha encontrado que los niños de 2 a 9 años de edad, con ingestas de 3 a 9 miligramos, mantienen un balance positivo (36). Lang encontró ingesta de 7.07 miligramos por día en hombres jóvenes con dietas vegetarianas de ingesta proteica baja, esto es, 0.45/kg de peso corporal (37). Sin embargo, se ha informado que la ingesta de proteína no es el factor determinante en los requerimientos de este mineral, sino la procedencia y el consumo total de calorías. Por ejemplo, ha podido establecerse que cuando el 50% de las calorías proceden del trigo, las necesidades de manganeso varían de 2.2 a 2.7 miligramos por día (38). En tres de los países incluidos en este estudio el valor promedio de las muestras fue inferior a estas cifras; tales diferencias no son notables, por lo que bien puede ser que carezcan de importancia.

## COMENTARIO GENERAL

Al igual de lo que sucede en muchas áreas subdesarrolladas, la prevalencia de la desnutrición en Centro América y Panamá es elevada en comparación con la que acusan países de alto nivel económico. En estos casos de desnutrición, la cantidad de minerales disponible para el metabolismo celular se encuentra disminuida porque la dieta es pobre, y también a causa de la mala absorción. Esto se agrava con los trastornos gastrointestinales, que producen grandes pérdidas de esos elementos.

Existe cierta interrelación y equilibrio entre algunos minerales como calcio, fósforo y magnesio; o cobre, hierro y cobalto. Por el contrario, se han notificado ciertos casos de anta-

gonismo entre estos elementos, hecho que debe tenerse en cuenta no sólo en la dieta, sino principalmente en la administración de suplementos minerales (39, 40)

#### SUMMARY

##### Intake of trace minerals and microvitamins in rural areas of Central America and Panama

In 49 food composite samples of various diets representative of different rural areas in Central America and Panama, the content of trace minerals (Mg, Mn, Cu, Zn, K and Na), and likewise the content of certain microvitamins (folic acid, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin B<sub>6</sub>), was determined. When the nutritive value of the diets was calculated, it was found that more than 75% of the calories came from carbohydrates, that is, they were diets very rich in cereals and poor in animal origin foods.

The folic acid (0.019 - 0.183 mg) and vitamin B<sub>12</sub> (0.19 - 3.22 mcg) results are lower than the levels found in the diets of population groups with a high socio-economic status. The vitamin B<sub>6</sub> analyses showed values between 1.09 and 2.14 mg per average diet, said amounts covering the established recommendations. The Na and K content of the diets varied greatly, as expected, and the evaluation of results was rendered difficult by the efficiency of the organisms in adapting to different levels of intake of these minerals. The values encountered for other mineral traces are close to the recommended figures, excepting copper, for which results are considerably lower, amounting to less than one mg per diet.

The major deficiencies encountered in the analyzed samples were in folic acid and vitamin B<sub>12</sub>, and these hematopoietic factors are probably involved in the etiology of the anemias found in the Central American area.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Flores, M & M T Menchu—Evaluación dietética por análisis químico y por cálculo aplicando tablas de composición de alimentos Arch Latinoamer Nutr, 18 283-300, 1968
- (2) Harris, R S, F K C Wang, Y H Wu, C S Tsao & L Y S Loe—The composition of Chinese foods J Am Dietet Assoc, 25 28-38, 1949
- (3) Ntalianas, H A & R M Whitney—Calcein as an indicator for the determination of total calcium and magnesium and calcium alone in the same aliquot of milk J Dairy Sci, 47 19-27, 1964
- (4) Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 10th ed Washington, D C, 1965, p 98
- (5) Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 10th ed Washington, D C, 1965, p 359

- (6) Sandell, E B—Colorimetric Determination of Traces of Metals, 3rd ed rev & enl New York, Interscience Publishers, Inc, 1959, p 963
- (7) Sandell, E B—Colorimetric Determination of Traces of Metals, 3rd ed rev & enl New York, Interscience Publishers, Inc, 1959, p 608
- (8) Association of Official Agricultural Chemists Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 9th ed Washington, D C, 1960
- (9) The Pharmacopeia of the United States of America 17th rev, New York, N Y, USP, 1965
- (10) Atkin, L, A S Schultz, W L Williams & C N Frey—Yeast microbiological methods for determination of vitamins Pyridoxine Ind Eng Chem, Anal Ed, 15 141-144, 1943
- (11) Schroeder, H A, A P Nason, I H Tipton & J J Balassa—Essential trace metals in man copper J Chron Dis, 19 1007-1034, 1966
- (12) Hodgson, J F, R M Leach Jr & W H Allaway—Micronutrients in soils and plants in relation to animal nutrition J Agric Food Chem, 10 171-174, 1962
- (13) Berger, K C—Micronutrient deficiencies in the United States J Agric Food Chem, 10 178-181, 1962
- (14) National Academy of Sciences, National Research Council Recommended Dietary Allowances 7th Rev Ed Washington, D C, 1968
- (15) Nauman, J L & F A Oski—The folic acid content of milk revised figures based on an improved assay method Pediatrics, 34 274-276, 1964
- (16) Banerjee, D K & J B Chatterjee—Folic acid activity of Indian dietary articles and the effect of cooking on it Food Technol, 18 1081-1083, 1964
- (17) Sebrell, W H, Jr & R S Harris, Eds—The vitamins - Chemistry, Physiology, Pathology New York, Academic Press, Inc, 1952 v 2
- (18) Mangay Chung, A S, W N Pearson, W J Darby, O N Miller & G A Goldsmith—Folic acid, vitamin B<sub>6</sub>, Pantothenic acid and vitamin B<sub>12</sub> in human dietaries Am J Clin Nutr, 9 573-582, 1961
- (19) Santini, R, F M Berger, G Berdasco, T Sheehy, J Aviles & I Dávila—Folic acid activity in Puerto Rican foods J Am Dietet Assoc, 41 562-567, 1962
- (20) Woodruff, C W, J C Peterson & W J Darby—Citrovorum factor and folic acid in treatment of megaloblastic anemia in infancy Proc Soc Exper Biol Med, 77 16-19, 1951
- (21) Gough, K R, A E Read, C F McCarthy & A H Waters—Megaloblastic anaemia due to nutritional deficiency of folic acid Quart J Med, 32 243-256, 1963
- (22) INCAP-OIR Informe de la encuesta nutricional realizada en Centro América y Panamá En prensa
- (23) Burton, B T—Nutrición humana Washington, D C, Oficina Panamericana de la Salud, 1966 p 115 Publicación Científica No 146
- (24) Spector, I & J Metz—Folate and vitamin B<sub>12</sub> metabolism in weanling rats given a maize diet I Folate and vitamin B<sub>12</sub> concentrations in liver and serum Amer J Clin Nutr, 19 187-193, 1966

- (25) Habib, G. G.—Nutritional vitamin B<sub>12</sub> deficiency among Hindus. *Trop. geogr. Med.*, 16: 206-215, 1964.
- (26) Page, E. & F. M. Hanning.—Retention after storage and cooking Vitamin B<sub>6</sub> and niacin in potatoes. *J. Amer. Dietet. Assoc.*, 42: 42-45, 1963.
- (27) Jones, J. E., R. Manalo & E. B. Flink.—Magnesium requirements in adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 20: 632-635, 1967.
- (28) Heaton, F. W., A. Hodgkinson & G. A. Rose.—Observations on the relation between calcium and magnesium metabolism in man. *Clin. Sci.*, 27: 31-40, 1964.
- (29) Consolazio, C. F., L. O. Matoush, R. A. Nelson, R. S. Harding & J. E. Canham.—Excretion of sodium, potassium, magnesium and iron in human sweat and the relation of each to balance and requirements. *J. Nutrition*, 79: 407-415, 1963.
- (30) Shils, M. E.—Experimental human magnesium depletion. I. Clinical observations and blood chemistry alterations. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 15: 133-143, 1964.
- (31) Cartwright, G. E.—Copper metabolism in human subjects. In: *Copper Metabolism; a Symposium on animal, plant and soil relationships*. W. D. McElroy and B. Glass (Eds.). Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1950. p. 274-314.
- (32) Pavlova, L. B.—Cu and Fe in the rations of children in a camp for pioneers and their blood picture. *Vop. Pitan*, 23: 77-78, 1964. (c. f. *Nutr. Abts. Rev.* 35: 460, item 2627, 1965.)
- (33) Vorob'eva, A. I.—Cu in the diet of children in Tomsk. *Vop. Pitan*, 24: 81, 1965. (c. f. *Nutr. Abst. Revs.*, 35: 1043, item 6088, 1965.)
- (34) Cartwright, G. E. & M. M. Wintrobe.—The question of copper deficiency in man. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 15: 94-110, 1964.
- (35) Underwood, E. J.—Trace elements in human and animal nutrition. New York, Academic Press, Inc., 1956. p. 233-264.
- (36) Vorob'eva, A. I.—Mn balance in children of 2 and 9 years. *Vop. Pitan*, 24: 78-79, 1965. (c. f. *Nutr. Abst. Revs.*, 35: 1044, item 6093, 1965.)
- (37) Lang, V. M., B. B. North & L. M. Morse.—Manganese metabolism in college men consuming vegetarian diets. *J. Nutrition*, 85: 132-138, 1965.
- (38) North, B. B., J. M. Leichsenring & L. M. Norris.—Manganese metabolism in college women. *J. Nutrition*, 72: 217-223, 1960.
- (39) Morrison, A. B. & J. A. Campbell.—Trace elements in human nutrition. *Canad. Med. Assoc. J.*, 88: 523-527, 1963.
- (40) Spencer, H., V. Vankinscott, I. Levin & J. Samachson.—Zinc-65, metabolism during low and high calcium intake in man. *J. Nutrition*, 86: 169-177, 1965.