Evaluación dietética por análisis químico y por cálculo aplicando tablas de composición de alimentos¹

MARINA FLORES² Y MARÍA TERESA MENCHÚ³
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Con el fin de evaluar los resultados de las encuestas dietéticas llevadas a cabo en Centro América y Panamá, aplicando tablas locales de composición de alimentos, se hizo un estudio comparativo entre los valores obtenidos por análisis químico y por cálculo dietético en muestras mixtas de alimentos. En toda el área se recolectaron 49 muestras mixtas para determinación química de su contenido de nutrientes. Además, se hizo el cálculo dietético de las cantidades de alimentos incluidas en las muestras mixtas en base a las tablas de composición de alimentos.

Los análisis químicos se llevaron a cabo en los laboratorios de la Wisconsin Alumni Research Foundation, Estados Unidos de América. Tanto para las determinaciones químicas como para los resultados dietéticos las calorías fueron obtenidas por cálculo.

La comparación de los resultados dietéticos y químicos reveló divergencias de poca magnitud para casi todos los países, salvo en el caso de las grasas. En lo referente a tiamina y riboflavina, las diferencias fueron altamente significativas únicamente en el estudio correspondiente a Panamá, siendo el lavado del arroz el posible causante de esa divergencia.

1 Esta investigación fue auspiciada por la "Advanced Research Projects Agency" (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 N° 298.

2 Jefe de la Sección de Investigaciones Dietéticas, División de Nutrición Aplicada del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

3 Asistente de Investigaciones Dietéticas de la misma Sección.

Publicación INCAP E-408

Recibido: 5-6-1968

En cuanto a vitamina C, sólo un país (Costa Rica) presentó valores químicos inferiores a los calculados, con diferencias altamente significativas. Se observó también un aumento en el contenido de hierro de las muestras analizadas químicamente esto era de esperar considerando la contaminación que ocurre durante su preparación, pero ello se observó únicamente en tres países. En lo concerniente a calcio, los valores calculados fueron más altos en los países donde existe un alto consumo de maíz, cereal que habitualmente es tratado con cal.

En general, teniendo en cuenta que las diferencias fueron de poca magnitud y en muchos casos ni siquiera las hubo, puede llegarse a la siguiente conclusión: los hallazgos de encuestas dietéticas en esta área geográfica, obtenidos mediante la aplicación de tablas de composición de alimentos, sí dan una estimación justa del consumo real, excepto por una sobrestimación en lo referente a grasas.

INTRODUCCION

En la ejecución de encuestas dietéticas, el cálculo del contenido de nutrientes a partir de tablas de composición de alimentos ha estado siempre sujeto a cierta crítica. La variabilidad natural del contenido de nutrientes en los diversos alimentos sugiere que los valores promedio de las tablas no son representativos y, por consiguiente, dan una estimación inexacta del valor nutritivo de las dietas. Por otra parte, en la mayoría de los casos la composición de los alimentos que aparecen en las tablas corresponde al que tienen en estado crudo; sin embargo, generalmente los alimentos se consumen después de someterse a cocción bajo diversas condiciones de temperatura, tiempo y exposición al aire. Por lo tanto, salvo en el caso de las frutas o de algunos vegetales, las pérdidas o los cambios que puedan ocurrir durante el proceso culinario constituyen causa de error en el cálculo de nutrientes.

Este problema se resuelve determinando el valor nutritivo por análisis directo en alícuotas compuestas de la mezcla de todos los alimentos consumidos. Obviamente, la aplicación de este complejo procedimiento como método de rutina resultaría impráctico; no obstante, la comparación experimental de los resultados obtenidos por ambos métodos permite conocer cuantitativamente el grado de error que puede cometerse en la determinación de los diferentes nutrientes si sólo se aplican las tablas de composición de alimentos. El presente trabajo se llevó a cabo con el fin de juzgar la bondad y limitación de las tablas de composición de alimentos, utilizando

como base el análisis químico directo de una serie de muestras mixtas de alimentos recolectadas en los seis países del Istmo Centroamericano.

MATERIAL Y METODOS

En cada uno de los países del área, y después de haber obtenido datos dietéticos en un total aproximado de 30 comunidades, se buscaron diferencias entre los patrones alimentarios existentes. Con este criterio se seleccionó de cada país un promedio de 8 comunidades para recolectar muestras mixtas (1) de las diferentes comidas del día.

Los datos recogidos en el campo fueron sumariados por día para cada familia, y de la suma de esos totales se obtuvo el consumo promedio *per capita* de cada alimento. Obtenidas las cantidades promedio, se elaboró un menú típico de la comunidad, es decir, que fuese representativo de las preparaciones culinarias comunes entre esas familias. Con dicha información se reprodujo el menú utilizando alimentos de la misma región, los cuales fueron preparados por miembros de una o más de las familias que participaron en el estudio dietético.

La cantidad promedio de cada alimento, duplicada, se pesó en balanzas graduadas en gramos, antes y después de preparados. Luego los alimentos se enviaron al laboratorio central de cada país, donde se procedió a su estabilización.

Debido a que las cantidades promedio por persona se referían a los alimentos crudos, fue necesario calcular en cada preparación el equivalente en alimentos cocidos, aplicando los factores de conversión (crudo a cocido) obtenidos en los propios hogares. Dichas porciones se pesaron separadamente en balanzas más sensibles, se mezclaron y se homogeneizaron.

Siguiendo la técnica de Harris *et al.* (2), del homogeneizado se tomaron dos porciones de 400 gramos; a una se le agregó 100 g de solución de potasa alcohólica al 1% y 15 g de cloroformo, y a la otra, 25 g de ácido oxálico. Se envasaron en frascos de polietileno, los que fueron sellados herméticamente para su envío a los laboratorios de la Wisconsin Alumni Research Foundation, en Madison, Wisconsin, Estados Unidos, donde se determinó su contenido de humedad, ceniza, extracto

COMPARACION DEL CONTENIDO DE CALORIAS, PROTEINAS, GRASAS Y CARBOHIDRATOS DETERMINADO CON TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS (D) Y POR ANALISIS QUIMICO (Q) EN MUESTRAS MIXTAS DE DIETAS PROMEDIO

	CALORIAS		PROTEINAS, g		GRASAS, g		CARBOHIDRATOS, g	
	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.
Guatemala (10)	D	1640	53.0	10.1	23.3	7.2	319	39
	Q	1621	51.2	9.2	19.4	9.7	305	47
El Salvador (8)	D	1738	55.4	8.7	25.4	11.3*	332	55
	Q	1701	50.7	10.4	14.5	4.0	342	58
Honduras (7)	D	1321	44.6	9.4	29.3	12.3*	235	48
	Q	1446	43.6	8.2	13.9	9.5	287	71
Nicaragua (8)	D	1907	62.3	10.9	47.5	12.5*	323	69
	Q	1918	60.5	9.7	26.9	19.0	358	101
Costa Rica (8)	D	1905	50.7	8.6	51.6	14.6*	320	60
	Q	1985	57.3	10.7	32.5	15.1	366	67
Panamá (8)	D	2088	61.7	14.6	48.0	16.8**	358	71
	Q	2174	70.8	10.5	23.8	10.3	419	64

* Significativo al nivel del 5% de probabilidad.

** Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

Las cifras entre paréntesis representan el número de muestras.

etéreo, proteína, fibra cruda, tiamina, vitamina A y beta-carotenos, hierro, riboflavina y niacina, siguiendo para el caso las técnicas establecidas por la AOAC (3). Los carbohidratos fueron calculados por diferencia, y en el caso del ácido ascórbico y del calcio se aplicaron otras técnicas específicas (4, 5).

Los resultados —expresados por 100 g de muestra— sirvieron de base para calcular el contenido total de nutrientes en el menú de un día. Se calculó también el contenido de nutrientes de las cantidades de alimentos que formaban el menú, utilizando tablas de composición de alimentos (6-8).

RESULTADOS

Los Cuadros Nos. 1 a 4 ilustran la comparación de los resultados obtenidos por cálculo dietético y por determinaciones químicas. Muestran asimismo los promedios que para cada país se obtuvieron mediante ambos sistemas. Según se observa, las cifras —consideradas dentro de un margen de 10% de error— revelan que en muy pocos casos hubo diferencias entre los dos métodos utilizados para evaluar el contenido de nutrientes.

Los resultados que en lo referente a valores energéticos se obtuvieron en las muestras mixtas se presentan en el Cuadro Nº 1.

Calorías

El valor calórico de los alimentos, determinado por cálculo dietético y por análisis químico, no mostró diferencias apreciables; más aún, en el caso de ciertas muestras las cifras fueron prácticamente iguales. Al estudiar los resultados individuales para cada comunidad, se observó que en Honduras, Costa Rica y Panamá los valores químicos tienden a ser ligeramente más altos que los calculados, pero las diferencias no son estadísticamente significativas.

Proteínas

Los valores determinados para proteínas no muestran diferencias de significado estadístico en ninguno de los países. Sin embargo, según se aprecia, los valores obtenidos por cálculo acusan una leve tendencia a ser superiores, a excepción de Costa Rica y Panamá, donde los valores químicos

fueron más altos y las diferencias de mayor magnitud. Esto es importante, ya que en los países donde el mayor aporte proteico proviene del consumo de maíz en forma de tortilla, las diferencias son muy pequeñas. En cambio, en Costa Rica y Panamá, donde el mayor aporte proteico proviene del arroz, las diferencias son mayores y los valores químicos más elevados.

Grasas

Según los resultados en todos los países, los valores para grasa calculados con tablas de composición tienden siempre a ser más altos que los determinados químicamente. En la mayoría de los casos el valor químico se encontró disminuido en un 40%, salvo en Guatemala, donde esa reducción fue de sólo 17%. Las discrepancias aumentan de acuerdo con el consumo de grasas, por lo que en lo concerniente a Panamá son altamente significativas desde el punto de vista estadístico.

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos se calculó, en ambos sistemas, a base de diferencia. Los resultados muestran variaciones muy pequeñas en Guatemala, El Salvador y Nicaragua, presentando los valores químicos una leve tendencia a ser más elevados, tendencia que se acentúa en los otros tres países. Esto se esperaba teniendo en cuenta las diferencias encontradas entre los valores correspondientes a grasas.

Minerales

En el Cuadro N° 2 se presentan, en forma comparativa, los resultados obtenidos para minerales, por cálculo dietético y por análisis químico, respectivamente.

Calcio

Los valores de calcio, establecidos por cálculo dietético en Guatemala, El Salvador y Honduras —países con un alto consumo de tortillas— son en todos los casos más altos que los determinados químicamente, siendo las diferencias significativas. En Costa Rica y Panamá, donde la fuente principal de calcio son los productos lácteos y no las tortillas, los valores químicos son ligeramente superiores a los determinados mediante las tablas de composición.

Fósforo

En el caso de este mineral, los resultados para todos los países, excepto El Salvador, muestran diferencias que no llegan a ser significativas. En Honduras y Panamá los valores dietéticos calculados por medio de las tablas de composición son mayores, y en los otros países sucede lo contrario, observándose que los valores químicos tienden a ser superiores.

Hierro

Los valores de hierro determinados químicamente fueron siempre más elevados que los obtenidos por cálculo, siendo las diferencias altamente significativas para Guatemala, El Salvador y Costa Rica. En Honduras las discrepancias en los resultados individuales son tan pequeñas que los promedios resultan ser iguales.

Vitaminas

La comparación de resultados referentes a las determinaciones de vitaminas del complejo B, las cuales se comentan seguidamente, figuran en el Cuadro N° 3.

Tiamina

En todos los países, salvo Panamá, carecen de significado estadístico las diferencias encontradas entre los valores resultantes al utilizar ambos sistemas. En general, sin embargo, las cifras obtenidas por cálculo muestran tendencia a ser más altas, lo que se esperaba debido a que la cocción induce a cierta destrucción de la vitamina. Sin embargo, esa destrucción debe ocurrir en un porcentaje muy bajo, puesto que, en algunos casos, los valores químicos aun excedieron ligeramente a los obtenidos por cálculo y, a veces, fueron exactamente iguales. Lo que es más, en el caso de Guatemala el valor promedio de la ingesta de tiamina, determinado por análisis químico, resultó ser mayor.

En Panamá todas las cifras determinadas por cálculo dietético sobrepasaron las obtenidas por análisis químico; incluso en dos muestras no se pudo detectar químicamente la presencia de tiamina, y las diferencias fueron altamente significativas.

CUADRO N° 3

COMPARACION DEL CONTENIDO DE TIAMINA, RIBOFLAVINA Y NIACINA DETERMINADO CON TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS (D) Y POR ANALISIS QUIMICO (Q) EN MUESTRAS MIXTAS DE DIETAS PROMEDIO

	TIAMINA, mg		RIBOFLAVINA, mg		NIACINA, mg	
	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.
Guatemala (10)	D	0.79	0.14	0.58	0.17	1.18
	Q	0.98	0.25	0.61	0.15	1.92
El Salvador (8)	D	0.91	0.16	0.68	0.21	1.65
	Q	0.77	0.25	0.80	0.29	1.56
Honduras (7)	D	0.71	0.14	0.63	0.19*	1.56
	Q	0.63	0.16	0.90	0.25	0.78
Nicaragua (8)	D	1.04	0.21	0.98	0.35	2.41
	Q	0.91	0.18	0.88	0.32	2.71
Costa Rica (8)	D	0.77	0.12	0.92	0.23*	1.11*
	Q	0.70	0.17	1.27	0.27	4.17
Panamá (8)	D	0.94	0.19**	0.77	0.23**	2.23
	Q	0.45	0.31	0.41	0.15	3.22

* Significativo al nivel del 5% de probabilidad.

** Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

Las cifras entre paréntesis representan el número de muestras.

CUADRO N° 2

COMPARACION DEL CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO Y HIERRO DETERMINADO CON TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS (D) Y POR ANALISIS QUIMICO (Q) EN MUESTRAS MIXTAS DE DIETAS PROMEDIO

	CALCIO, mg		FOSFORO, mg		HIERRO, mg		
	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.	
Guatemala (10)	D	809	158**	1008	175	10.4	5.5**
	Q	604	108	1133	224	20.8	5.1
El Salvador (8)	D	951	193**	1100	181*	9.2	3.4**
	Q	640	118	1423	291	26.7	6.8
Honduras (7)	D	776	208*	923	224	13.0	6.2
	Q	560	151	887	217	12.6	3.3
Nicaragua (8)	D	871	432	1170	258	17.2	5.8
	Q	638	209	1459	301	21.9	9.3
Costa Rica (8)	D	554	123	912	93	14.4	1.5**
	Q	644	117	950	216	17.5	1.6
Panamá (8)	D	329	132	954	143	16.1	3.8
	Q	407	82	814	146	18.4	5.1

* Significativo al nivel del 5% de probabilidad.

** Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

Las cifras entre paréntesis representan el número de muestras.

Riboflavina

La comparación, en cada una de las muestras, de los valores obtenidos para riboflavina mediante análisis químico y aplicando las tablas de composición, revela situaciones diferentes para cada país, que varían según el patrón dietético. A excepción de Panamá, en los otros países la mayoría de valores calculados tienden a ser menores que los determinados por análisis químico, llegando las diferencias a ser significativas en Honduras y en Costa Rica.

En Panamá, por el contrario, los valores obtenidos por cálculo dietético son bastante más altos que los determinados químicamente, siendo la diferencia de alto significado estadístico.

Niacina

Las discrepancias entre los valores de niacina establecidos dietética y químicamente parecen seguir la misma tendencia que las cifras correspondientes a riboflavina. Los valores derivados del análisis químico son más elevados que los obtenidos mediante su cálculo dietético, pero las diferencias sólo son estadísticamente significativas para las muestras correspondientes a Costa Rica. De nuevo, Panamá se distingue de los otros países en el hecho de que los cálculos dietéticos son más altos que los químicos, aunque las diferencias no alcanzan grado de significación.

Las discrepancias observadas en cuanto a vitamina A y vitamina C al comparar los valores de las determinaciones químicas con los calculados con tablas de composición de alimentos, se aprecian en el Cuadro N° 4.

Vitamina A

Las cifras obtenidas por cálculo dietético incluyen no sólo los valores de beta-carotenos, sino también el contenido de vitamina A de los productos animales, mientras que en el caso de los valores determinados por análisis químico, en varias instancias únicamente se estableció el contenido de esta vitamina procedente de los beta-carotenos. A pesar de ello, los valores obtenidos por el cálculo dietético no siempre fueron superiores, ya que en un 40% del total de las muestras analizadas los valores químicos fueron más altos, aun cuando las diferencias no son significativas.

CUADRO N° 4

COMPARACION DEL CONTENIDO DE VITAMINAS A y C DETERMINADO CON TABLAS DE COMPOSICION DE ALIMENTOS (D) Y POR ANALISIS QUIMICO (Q) EN MUESTRAS MIXTAS DE DIETAS PROMEDIO

		Vitamina A, mg		Vitamina C, mg	
		$\bar{X}$	D. E.	$\bar{X}$	D. E.
Guatemala (10)	D	0.406	0.223	28	26
	Q	0.393	0.340	17	6
El Salvador (8)	D	0.181	0.090	22	22
	Q	0.123	0.141	26	9
Honduras (7)	D	0.221	0.106	31	20
	Q	0.375	0.224	39	18
Nicaragua (8)	D	0.460	0.240	78	84
	Q	0.361	0.211	39	11
Costa Rica (8)	D	0.562	0.301	46	14**
	Q	0.541	0.391	29	6
Panamá (8)	D	0.413	0.189	105	59*
	Q	0.368	0.220	52	39

* Significativo al nivel del 5% de probabilidad.

** Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

Las cifras entre paréntesis representan el número de muestras.

Vitamina C

En los países del área donde el consumo de vitamina C es bajo, oscilando entre 5 y 15 mg, los valores obtenidos por análisis químico fueron más elevados. En los otros países donde su consumo es mayor, los valores químicos fueron inferiores a los calculados; ello era de esperar dada la facilidad con que esta vitamina se destruye, a causa de su inestabilidad, durante toda su manipulación. Ilustra estas observaciones el caso de una población de Nicaragua, donde el alto consumo de jugo de naranja hizo que la cifra para vitamina C fuese muy elevada en los cálculos dietéticos, mientras que la obtenida por

análisis químico fue muy baja. Como puede verse, aun los valores promedio de todas las muestras analizadas químicamente son menores que los obtenidos por cálculo dietético; sin embargo, las diferencias alcanzan significado estadístico únicamente en Costa Rica y Panamá.

DISCUSION

Diversos investigadores (9-11) han comentado ampliamente el radio de cobertura y las limitaciones que tienen las diferentes tablas de composición de alimentos disponibles en la actualidad, ya sea locales o regionales. La mayoría de las veces, los valores dados en las tablas constituyen el promedio de análisis químicos efectuados en diversas muestras de alimentos. No obstante, en algunos casos el número de análisis es muy limitado como para considerarse representativo de valores de alimentos que se producen en una región determinada. Por otro lado, siempre existe el temor de incurrir en errores de consideración al utilizar los valores de alimentos crudos, ya que la manipulación, y en particular su cocción, pueden destruir parte del contenido de nutrientes.

En el caso de los resultados de 49 muestras mixtas recolectadas en todos los países del área centroamericana y en Panamá, los valores químicos notificados no sugieren los cambios drásticos que era de esperar. Se encontró que los resultados del cálculo dietético —aplicando las tablas de composición de alimentos— no se diferencian grandemente de los valores determinados por análisis químico. Hubo divergencias sólo en el caso de aquellos componentes alterados por la mano del hombre debido a las costumbres tradicionales y propias de cada cultura.

Las pequeñas diferencias constatadas en lo que respecta a calorías están fuera de discusión, ya que se calcularon aplicando a ambos resultados factores específicos dados por los laboratorios del Departamento de Agricultura (USDA) de los Estados Unidos de América (12). En otras palabras, el contenido de calorías de las muestras analizadas químicamente no se determinó por bomba calorimétrica, sino aplicando los valores energéticos acostumbrados para proteínas, grasa y carbohidratos.

En el caso de los carbohidratos, éstos fueron calculados por diferencia, tanto cuando se trató de obtener los valores químicos de las muestras de dietas como al aplicar los de las tablas de composición utilizadas para los cálculos dietéticos, dependiendo, claro está, de las variaciones en humedad, proteínas y grasa de cada muestra. En todo caso, las diferencias entre ambos métodos de estimación carecen de importancia. Cuando se trata de las grasas, en los cálculos dietéticos surge la dificultad de conocer exactamente la cantidad de grasa utilizada en la preparación y la distribución de las porciones del alimento, ya que gran parte de ella queda adherida a los recipientes, y, tal como se informa en otros estudios, es imposible determinarla (13-15).

Las diferencias en cuanto a valores de proteínas no tienen significado estadístico, pero sí fueron apreciables en los dos países donde el mayor aporte de la ingesta proteica proviene del arroz (Costa Rica y Panamá). Posiblemente, el porcentaje de humedad era inferior al calculado, con lo que se elevó el valor proteico, o bien la determinación química incluyó un porcentaje de nitrógeno no proteico que sí se descarta en el cálculo dietético al aplicar el factor específico 5.95, en vez de 6.25, para convertir nitrógeno a proteína.

En el caso de las determinaciones de minerales por análisis químico —que indudablemente son más fáciles de practicar que las de vitaminas— no se esperaba que hubiese diferencias muy grandes entre estos valores y los obtenidos aplicando las tablas de composición. Sin embargo, las situaciones ambientales influyen grandemente en las divergencias de los resultados. Se observó, por lo tanto, que las diferencias entre los valores químicos y los calculados para el calcio eran inapreciables en los pueblos donde la disponibilidad de cal es grande, mientras que en otras localidades las diferencias fueron más ostensibles. Los valores dados para la tortilla en las tablas de composición corresponden a muestras preparadas con un alto contenido de cal. Por consiguiente, las diferencias fueron mayores en las comunidades donde se utiliza poca cal para el cocimiento del maíz. De ahí que los valores promedio muestran diferencias de mayor magnitud en los países donde el consumo de tortilla es más alto.

Como ya se indicó, las diferencias en los valores de fósforo no son muy considerables, a excepción de El Salvador,

donde el valor químico resultó ser mayor que el obtenido por cálculo. Fue en este país donde se hizo más difícil conocer con exactitud el tratamiento del maíz para la elaboración de tortillas, siendo posible que se utilice una mayor proporción de ceniza.

Con respecto al hierro, no fueron sorprendentes las diferencias encontradas, ya que cabía esperarlas considerando la fácil contaminación de los alimentos durante su tratamiento culinario. Sin embargo, las discrepancias fueron altamente significativas sólo en tres países: Guatemala, El Salvador y Costa Rica. En el caso de los dos primeros el mayor aporte de hierro se derivó de la tortilla y del frijol; es probable que parte del maíz se hubiera tratado con ceniza y que, por lo tanto, esta última fuese la causa de tal diferencia. En Costa Rica el frijol y la panela aportaron los más altos porcentajes de hierro, existiendo así la posibilidad de que el contenido de hierro varíe grandemente.

El comportamiento de las cifras obtenidas en el laboratorio, en lo que respecta a las vitaminas del complejo B, induce a pensar en errores propios de los métodos (16), puesto que, al compararlos con los valores calculados con las tablas de composición, en su mayoría no presentan tendencia alguna, sino que tanto unos valores como otros oscilan sin dirección determinada. En cuanto a la tiamina, las diferencias no fueron significativas en los primeros cinco países (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica). No obstante, cabe señalar los posibles efectos del patrón dietético, en particular del alimento que representa el mayor aporte de estas vitaminas a la dieta. Tal es el caso de Panamá, donde las divergencias entre los valores obtenidos por los dos métodos fueron de mayor magnitud que en el resto de los países, siendo altamente significativas para tiamina y riboflavina. Solamente en este país se constataron valores químicos para estas vitaminas muy inferiores a los determinados por cálculo dietético. El arroz constituye la fuente principal de estas vitaminas en Panamá, y para el cálculo dietético se aplicó el contenido del arroz común, a pesar de que se conocía la existencia del programa de enriquecimiento de este cereal con vitaminas del complejo B, en el país. Aun así, los valores químicos de las muestras mixtas fueron más bajos. Es probable que en la práctica tradicional del lavado excesivo del arroz antes de

cocinarlo ocurra el arrastre de parte de las vitaminas agregadas. En los otros países donde no se sigue la práctica del lavado múltiple del arroz, las divergencias son menores.

Con excepción de Panamá, las cifras que el análisis químico rindió para riboflavina y niacina fueron, en la mayoría de los casos, superiores a las calculadas, lo que indica que los valores señalados en las tablas de composición están por debajo de los valores reales. Las diferencias son significativas en Honduras y Costa Rica para riboflavina, y únicamente en Costa Rica, para niacina. Las principales fuentes de riboflavina en estos países son las carnes y los productos lácteos. En el caso de la niacina es probable que la diferencia se deba a que la harina empleada en la elaboración del pan esté enriquecida, y que el análisis disponible en la tabla no corresponda a pan elaborado con esta clase de harina.

En el caso de la vitamina A no puede señalarse como exacto ninguno de los dos métodos aplicados para obtener los valores de esta vitamina en la dieta, ya que, por un lado, las tablas de composición fácilmente pueden notificar valores más bajos que los verdaderos, y por el otro, hubo casos en que en las determinaciones químicas de esas muestras mixtas no se informó el valor total de vitamina A. Bien puede ser que las cifras altas obtenidas por análisis químico representen con mayor exactitud el valor de la ingesta (17), aunque siempre se enfrenta la limitación de determinar el valor de otros carotenoides.

Las cifras obtenidas por cálculo dietético para vitamina C pueden ser más fidedignas en lo que respecta a la ingesta real cuando se refiere a alimentos que se consumen crudos, dado que, a causa de la inestabilidad de esta vitamina, siempre es de esperar cierta destrucción durante el proceso de estabilización de la muestra. Por el contrario, tales cifras pueden aparecer más elevadas si los alimentos han sido sometidos a tiempos prolongados de almacenamiento y calentamiento. Este es precisamente el caso de Costa Rica, donde un alto porcentaje del aporte de vitamina C a la dieta proviene de los tubérculos que necesitan un tiempo prolongado de cocción.

Es pertinente mencionar, asimismo, que cuando los alimentos se mezclan pueden ocurrir cambios en su contenido de nutrientes por la formación de nuevos compuestos capaces

de interferir con la disponibilidad de esos nutrientes en los alimentos aislados.

El análisis comparativo entre el cálculo y las determinaciones químicas proporciona una base más precisa para juzgar adecuadamente el valor de los hallazgos de toda encuesta dietética. En términos generales, puede decirse que los resultados promedio de las encuestas realizadas en esta región de las Américas, aplicando las tablas locales de composición de alimentos, rinden una evaluación bastante exacta del consumo real de nutrientes, a excepción de las grasas. En estudios llevados a cabo en otras partes del mundo se ha encontrado también una sobrestimación de la ingesta real de grasas cuando los valores son calculados (18), debido a la imposibilidad de medir la grasa que no se consume y queda adherida a las paredes de los recipientes utilizados.

En el caso específico de las dietas de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua —donde la base de la alimentación habitual es la tortilla— se cometió un error de sobrestimación en cuanto a la ingesta de calcio calculado, al no conocerse con exactitud las prácticas culinarias aplicadas para el tratamiento del maíz. Otra observación que conviene señalar concierne a Panamá, país donde el arroz acusó valores muy bajos de tiamina y riboflavina a causa del tratamiento drástico a que dicho cereal se somete en el curso de su preparación.

Es importante señalar, finalmente, que de 72 comparaciones de cifras promedio, únicamente el 12% de ellas acusaron diferencias altamente significativas, lo que indica la adecuación del método de calcular la ingesta de nutrientes por medio de tablas de composición de alimentos. Este método, naturalmente, es más práctico que el análisis químico de muestras mixtas de las dietas en estudio.

SUMMARY

Dietetic evaluation by chemical analysis and calculation using food composition tables

With the purpose of evaluating the results of the dietary surveys conducted in Central America and Panama, by means of the application of local food composition tables, a comparative study between values obtained by chemical analysis and those obtained by dietary calculation was

undertaken in mixed food samples. For the entire area, 49 food composite samples were collected for chemical determination of their nutrient content. In addition, a dietary calculation was made of the food amounts included in the composite samples, based on the food composition tables. The chemical analyses were made in the laboratories of the Wisconsin Alumni Research Foundation. Calories were obtained by calculation, both for the chemical determinations and for the dietary results. The comparison between dietary and chemical results revealed slight divergences for almost all countries, except in the case of fats. With respect to thiamin and riboflavin, the differences were highly significant in the Panama study only, and it is possible that the multiple washing of rice is responsible for that divergence. As for vitamin C, only one country (Costa Rica) presented chemical values below those calculated, with highly significant differences.

An increase in the iron content of the samples that were chemically analyzed was also observed; this was to be expected, considering the contamination which takes place during their preparation, but this increase was only observed in three countries. With regard to calcium, the calculated values were higher in the countries where there is a high consumption of corn, which is habitually treated with lime. In general, and taking into account the fact that the differences were small and that in many cases there were none, the conclusion can be reached that the findings of dietary surveys in this geographical area, obtained from the application of food composition tables, do provide an accurate estimation of real consumption, with the exception of an over-estimation in connection with fats.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Wilson, C. S., A. E. Schaefer, W. J. Darby, E. B. Bridgforth, W. N. Pearson, G. F. Combs, E. C. Leatherwood, Jr., J. C. Greene, L. J. Teply, I. C. Plough, W. J. McGanity, D. B. Hand, Z. I. Kertesz & C. W. Woodruff.—A review of methods used in nutrition surveys conducted by the Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense (ICNND). *Am. J. Clin. Nutrition*, 15: 29-44, 1964.
- (2) Harris, R., F. K. C. Wang, Y. N. Wu, C. S. Tsao & L. Y. S. Loe.—The composition of Chinese foods. *J. Am. Dietet. Assoc.*, 25: 28-38, 1949.
- (3) Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*, 9th ed., Washington, D. C., 1960.
- (4) Roe, J. H. & C. A. Kuether.—The determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2, 4 dinitrophenylhydrazine derivative of dehydro-ascorbic acid. *J. Biol. Chem.*, 147: 399-407, 1944.
- (5) Ntailianas, 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.
- (6) Flores, M., Z. Flores, B. García & Y. Gularte.—Tabla de composición de alimentos de Centro América y Panamá. Cuarta edición.

- Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1960.
- (7) Wu Leung, Woot-Tsuen & M. Flores.—Food composition table for use in Latin America; a research project sponsored jointly by the Institute of Nutrition of Central America and Panama and the Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense National Institutes of Health. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, 1961.
 - (8) Watt, B. K. & A. L. Merrill with the assistance of R. K. Pecot, C. F. Adams, M. L. Orr & D. F. Miller.—Composition of foods; raw processed, prepared. Rev. December 1963. Washington, D. C., United States Department of Agriculture, 1963. Agriculture Handbook N^o 8.
 - (9) Widdowson, E. M. & R. A. McCance.—Food tables. Their scope and limitations. *Lancet*, 244: 230-232, 1943.
 - (10) Hunter, G., J. Kastelic & M. Ball.—Assessment of diets: analysis versus computation from food tables. *Canad. J. Res. (E)*, 26: 367-371, 1948.
 - (11) Harris, R. S.—Reliability of nutrient analysis and food tables. *Am. J. Clin. Nutrition*, 11(5): 377-381, 1962.
 - (12) Merrill, A. L. & B. K. Watt.—Energy value of foods; basis and derivation. United States Department of Agriculture, Washington, D. C., 1955. Agriculture Handbook N^o 74.
 - (13) Mickelsen, O., E. V. O. Miller, A. Keys & H. H. Mitchell.—The determination of fat and its relation to the calculated calorie value of diets. *J. Am. Dietet. Assc.*, 23: 952-956, 1947.
 - (14) Patterson, J. M. & E. W. McHenry.—Errors in the calculation of the nutritive value of food intake. 1. Comparison of calculated and determined amounts of calories, proteins and fat. *Canad. J. Pub. Health*, 32: 362-365, 1941. (cf. *Nut. Abst. Rev.*, 11: 458, 1941-42.)
 - (15) Toscani, V.—Comparison of analyzed with calculated diets. *Food Research*, 13: 187-192, 1948.
 - (16) Asenjo, C. F.—Variation in the nutritive values of foods. *Am. J. Clin. Nutrition*, 11: 368-376, 1962.
 - (17) Nageswara, Rao, C.—True vitamin A value of some vegetables. *J. Nutrition Dietetics (India)*, 4: 10-16, 1967.
 - (18) Whiting, M. G. & R. M. Leverton.—Reability of dietary appraisal: comparisons between laboratory analysis and calculation from tables of food values. *Am. J. Public Health*, 50: 815-823, 1960.