

COLABORACION ESPECIAL**CRITERIOS GENERALES DE ELABORACION Y UTILIZACION
DE TABLAS Y SISTEMAS DE DATOS DE COMPOSICION
DE LOS ALIMENTOS ***

Andreu Farran Codina (1), Josep Boatella Riera (1), Lluís Serra Majem (2), Lourdes Ribas (2), Magda Rafecas Martínez (1) y Rafael Codony Salcedo (1)

(1) Unidad de Nutrición y Bromatología, Departamento de Ciencias Fisiológicas Humanas y de la Nutrición, Universidad de Barcelona.
(2) Unidad de Medicina Preventiva, Departamento de Salud Pública y Legislación Sanitaria, División de Ciencias de la Salud, Universidad de Barcelona.

* Este trabajo ha recibido una ayuda de la Dirección General de Salud Pública de la Generalidad de Cataluña, a través de la Fundación Bosch Gimpera de la Universidad de Barcelona.

RESUMEN

El creciente interés hacia los temas de nutrición comunitaria y calidad nutricional de los alimentos ha originado una mayor demanda de información sobre la composición de los mismos. Ello ha comportado la aparición de numerosas tablas de composición de alimentos, al mismo tiempo que su utilización se ha generalizado. Sin embargo, muy a menudo no se conoce suficientemente cómo valorar y utilizar la información que contienen y no se interpretan correctamente los resultados obtenidos. Las tablas de composición de los alimentos (TCA) han de considerarse como sistemas de datos, no restringidos únicamente a la información tabulada, que intentan recoger las composiciones representativas de los alimentos más importantes de un ámbito concreto. La dificultad que esto supone a diferentes niveles (muestreo, técnicas analíticas, expresión de los datos, etc.) implica la asunción de un riesgo que el usuario debe tener en cuenta. Por otro lado, la misma aplicación de las TCA no está exenta de fuentes de variabilidad.

El presente trabajo pretende exponer de una manera general las principales consideraciones a tener en cuenta para un uso correcto de las TCA y de los sistemas informáticos desarrollados a tal efecto, así como en la interpretación de los resultados obtenidos en encuestas nutricionales.

Palabras clave: Tablas de composición de los alimentos. Nutrientes. Estudio de la composición de los alimentos. Epidemiología nutricional. Banco de datos sobre composición de los alimentos.

ABSTRACT**General Criteria of Elaboration and
Use of Food Composition Tables and
Food Data Systems**

The growing interest in the field of community nutrition and nutritional quality has originated a major demand on food composition information. This has made an increase in the number of food composition tables as well as in its applications. However, often the appropriate interpretation of the information obtained is misused. Food composition tables need to be considered as data systems, not only restricted to the tabulated information, that try to compile composition of most important representative food in the region. Difficulties arising from this method at different levels (sampling, analytical procedures, data presentation, etc.) make to the researcher the need to consider several risks. On the other hand, the application of food composition tables is subjected to many sources of variability.

The present work tries to make clear the main considerations in using food composition tables appropriately, as well as in managing software and interpreting results from food consumption studies.

Key words: Food composition tables. Nutrients. Food composition study. Nutrition epidemiology. Food data bank.

Correspondencia:
Andreu Farran Codina,
Unidad de Nutrición y Bromatología,
Facultad de Farmacia,
Avda. Joan XXIII s/n. 08028 Barcelona.

INTRODUCCION

La necesidad de evaluar el aporte de nutrientes a través de los alimentos que consumimos, requiere un conocimiento lo más

preciso posible acerca de su composición. De esta manera, es posible realizar estudios cuantitativos en nutrición humana para proporcionar dietas adecuadas a individuos o poblaciones y su aplicación en el tratamiento de enfermedades. Por otra parte, el creciente interés en la calidad nutricional de los alimentos hace imprescindible que las industrias y organismos estatales dispongan de este tipo de información (desarrollo de nuevos formulados, etiquetado nutricional, etc.).

Esta información se encuentra disponible principalmente en las tablas de composición de los alimentos (TCA) o, más recientemente, en bases de datos informatizadas (tabla 1). Estas últimas han supuesto una mejora importante de la rapidez y exactitud en el uso de los datos. En ambas, los datos sobre composición de los alimentos han sido compilados y seleccionados siguiendo unos criterios que intentan asegurar la máxima representatividad respecto al conjunto formado por los alimentos más habituales en un país. Incluyen tam-

bién datos complementarios y toda la información necesaria para su correcta utilización.

La tarea de elaborar unas TCA es sumamente compleja. Ello es debido a la diversidad de alimentos consumidos y a la necesidad de controlar y limitar el sesgo que puede producirse en los datos, debido a diversas fuentes de variabilidad, las cuales se comentarán más adelante. Generalmente, son los organismos estatales o los dependientes de organizaciones internacionales los que llevan a cabo la tarea de elaborar tablas o bases de datos de composición de los alimentos. Las tablas pueden ser de ámbito nacional, regional o internacional¹. Lógicamente, cuanto más amplio sea el ámbito para el cual ha sido elaborada la TCA, más difícil resultará conseguir una representatividad adecuada de los datos tabulados respecto a los alimentos consumidos, sencillamente porque existirá una mayor heterogeneidad en los factores responsables de variaciones (prácticas de pro-

TABLA 1

Principales tablas de composición de uso nacional

U.S. Department of Agriculture Composition of foods. Raw, processed, prepared Agriculture Handbook No. 8. Sections 1-21. Washington DC: Government Printing Office, 1976-1990. Tomos publicados: "Baby foods" (1987), "Beef products" (1990), "Beverages" (1986), "Breakfast cereals" (1982), "Cereals, grains and pasta" (1989), "Dairy and egg products" (1976), "Fats foods" (1988), "Fats and oils" (1972), "Finfish and shellfish" (1987), "Fruits and fruit juices" (1982), "Lamb, veal and game" (1989), "Legumes and legume products" (1987), "Nuts and seeds" (1983), "Poultry" (1979), "Sausages and luncheon meats" (1980), "Snacks and sweets" (1991), "Soups, sauces and gravies" (1980), "Spices and herbs" (1977), "Vegetables: vegetable products" (1984), más dos suplementos anuales (1989 y 1990).

Holland B, Unwin ID, Buss DH. Supplements to McCance and Widdowson's The Composition of Foods. 4.^a ed. "Amino acids and fatty acids" (1980), "Immigrant foods" (1985), "Cereals and cereals products" (1988), "Milk products and eggs" (1989), "Vegetables, herbs and spices" (1991). Cambridge: Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1980-1991.

Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT. McCance and Widdowson's The composition of foods. 5.^a ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1991. Suplementos publicados: "Vegetable dishes" (1992), "Fruits and nuts" (1992).

Feimberg M, Favier JC, Ireland-Ripert J (1987-1991). Répertoire Général des Aliments. Paris: CIQUAL-FFN-Lavoisier, 1987-1993. Tomos publicados: "Les corps gras" (1987), "Les produits laitiers" (1987), "Table de composition des aliments" (1991), "Fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique" (1993).

Mataix J, Mañas M, Llopis J, Martínez de Victoria E. Tabla de composición de alimentos españoles.

Scherz H, Kloos G, Senser F, Souci, Fachman and Kraut's Food composition and nutrition tables. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlag GmbH, 1989.

Una relación completa de las FCA editadas hasta 1988 en todo el mundo se puede encontrar en:

Heintze D. International directory of food composition tables. Cambridge: INFOODS/Massachusetts Institute of Technology, 1988.

ducción, clima, hábitos culturales, etc.). Del mismo modo, la utilización de unas TCA fuera de su ámbito puede suponer que se cometan graves errores^{2,3}. Las Naciones Unidas y algunos organismos e instituciones de diferentes países han impulsado el establecimiento de un organismo para el fomento de la cooperación en esta área (International Network of Food Data Systems, INFOODS)^{4,5}. Una discusión extensa y clara sobre estos aspectos comentados puede encontrarse en el texto de Greenfield y Southgate⁶.

El presente trabajo expone, en líneas generales, la metodología de elaboración de las TCA y su estructura, con especial referencia al origen de los datos que contienen. El objetivo es ofrecer al usuario de tablas de composición los criterios necesarios para utilizarlas correctamente. Este es también el objetivo de la segunda parte del trabajo, que trata de las aplicaciones informáticas desarrolladas para utilizar bases de datos de composición de los alimentos.

ELABORACION Y ESTRUCTURA DE LAS TCA

De forma resumida, los datos de composición se obtienen de los resultados analíticos procedentes de diversas fuentes. Cuando se trata de compilarlos y organizarlos en TCA surgen dificultades a diferentes niveles:

a.— Decidir el número y tipos de alimentos que deben incluirse en las TCA. Estos pueden variar considerablemente de un país a otro o de una época a otra, según el nivel de desarrollo, hábitos de consumo y características culturales⁷.

b.— Decidir los nutrientes y su modo de expresión según las necesidades del país donde se desarrollan las tablas^{2,7}.

c.— Limitar al máximo y acotar la variabilidad procedente de⁸:

- variaciones genéticas, ambientales, etc.

- métodos de producción
- procesado
- preparación culinaria
- obtención de datos analíticos (muestreo y análisis).

Aparte de las variaciones naturales propias, en el resto de aspectos pueden darse una gran cantidad de situaciones que aumenten la variabilidad: contaminaciones, diferencias en los métodos de producción, tipo de procesado o cocción utilizados (aunque se refieran a un mismo alimento), hábitos personales (adición de sal a la comida, distinción entre porción comestible/no comestible), diferencias entre métodos analíticos, etc.^{4,8}.

Sobre los dos primeros apartados se puede actuar de una manera efectiva realizando una selección adecuada y representativa de los alimentos a incluir en las TCA, haciendo partícipes a expertos de diferentes campos en su estructuración y sometiendo la TCA a un exámen y revisión continuados. Respecto al tercer apartado, las acciones no llegan a ser tan efectivas. Es inevitable que los alimentos que una población ingiere se vean sometidos a estas variaciones² y no puede pretenderse obtener para una TCA la composición exacta de un alimento. No obstante, sí que es posible, en líneas generales, obtener una composición representativa a través de^{3,7,8}:

a.— la cuantificación de las variaciones naturales de los alimentos

b.— la selección de datos obtenidos a través de técnicas analíticas validadas

c.— la realización de un muestreo adecuado, asegurándose que las muestras para análisis no han sufrido cambios en su composición por manipulación incorrecta

d.— una descripción exacta y clara del origen, tipo de muestra, procesado y cocción

e.— la inclusión de parámetros estadísticos que informen de la variabilidad en las muestras analizadas

Métodos de elaboración

Podemos distinguir tres métodos para elaborar unas TCA ^{6,9}:

1. Método directo. Todos los valores son el resultado de análisis realizados específicamente para la base de datos. El control sobre el muestreo, análisis y la calidad de los resultados permite obtener datos de una alta fiabilidad. La principal desventaja de este método es su alto coste en tiempo e infraestructura.
2. Método indirecto. Los datos provienen de diversas fuentes: literatura científica, datos no publicados de laboratorios públicos o privados, etc. El procesamiento de estos datos requiere un exámen muy riguroso de su calidad antes de que sean incluidos en una base de datos. Este método precisa una infraestructura menor, pero el escrutinio al que se han de someter los datos requiere mucho tiempo.
3. Método combinado. Es el utilizado mayoritariamente en la elaboración de bases de datos sobre la composición de los alimentos. Utiliza datos generados por un programa de análisis propio para alimentos de consumo frecuente, junto con datos externos para alimentos menos importantes. Es el método que mantiene una mejor relación calidad-coste.

Si tenemos en cuenta el modo en que se obtienen los datos, podemos distinguir entre:

Valores analíticos originales. Obtenidos a través de análisis con o sin el propósito de destinarlos a una TCA.

Valores imputados. Son estimaciones realizadas a partir de datos sobre la composición de un alimento similar o mediante el cálculo a partir de datos parciales o incompletos (por ejemplo, el cálculo de carbohidratos o fibra por diferencia).

Valores calculados. Obtenidos a partir de los datos de los componentes de una receta y los factores de corrección convenientes, procedentes de la literatura (pérdidas o ganancias hídricas durante la preparación culinaria, pérdidas vitamínicas, etc.). Como es obvio, este tipo de estimaciones son de fiabilidad limitada, pero puede considerarse suficiente para su utilización en el análisis de dietas.

Valores prestados. Obtenidos de otras TCA que no dan referencias acerca de la fuente original, lo cual es bastante frecuente en la actualidad.

Las TCA deben proporcionar la información sobre el método de elaboración de la tabla y obtención de los datos (referencias, fórmulas de cálculo utilizadas, recetas, factores, etc.), así como los criterios de calidad aplicados en la selección de los valores de diferentes fuentes ^{4,10}. Sólo de esta manera los usuarios podrán valorar convenientemente la adecuación de las tablas a sus necesidades.

Estructura y extensión de las tablas

Nutrientes. La elección de los nutrientes a incluir en una tabla debe hacerse a partir de las necesidades de los usuarios ² y teniendo en cuenta la existencia de métodos analíticos adecuados, la disponibilidad de datos analíticos o la viabilidad de los análisis que sea necesario realizar. Se han de definir inequívocamente los nutrientes para los que se expresan valores, evitando ambigüedades ¹¹. Así, por ejemplo, bajo el epígrafe "carbohidratos" hay que explicitar si se incluyen solo azúcares (monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos) y polisacáridos disponibles (dextrinas, almidón y glucógeno) ¹⁰ o si también se consideran otros compuestos (sorbitol y xilitol, ácido cítrico, ácido málico y ácido láctico) ¹².

Junto a una definición clara de los nutrientes es conveniente que se comenten las características de los métodos analíticos aceptados como válidos, la interpretación correcta de los valores obtenidos mediante es-

tos métodos y los procedimientos de cálculo que se han ejecutado hasta llegar a la expresión final. Así, la determinación de la fibra dietética puede hacerse empleando diferentes métodos. Sin embargo, la definición "fibra dietética" se basa en propiedades fisiológicas, las cuales no se pueden determinar químicamente^{10,13}. Esto conlleva que las diferencias entre resultados obtenidos a través de distintos métodos puedan ser importantes, ya que no se valora exactamente lo mismo.

Otro ejemplo ilustrativo lo encontramos en la determinación del contenido de proteínas. El método analítico más utilizado es la transformación del nitrógeno proteico en sal amónica y su valoración volumétrica (método de Kjeldahl). El contenido de proteínas puede calcularse multiplicando el valor de nitrógeno total por un factor de conversión determinado en investigaciones previas y que varía según el tipo de alimento. Las diferentes TCA no siempre utilizan los mismos factores de conversión⁹. Además, hay que tener en cuenta la existencia de compuestos no-proteicos que también contienen nitrógeno. Esto obliga a hacer una sustracción previa:

$$\text{Proteína} = (\text{N total} - \text{N no proteico}) \times \text{factor}$$

Puede encontrarse una discusión más detallada acerca de los nutrientes que incluyen las TCA y sus formas de expresión en Codony et al.¹⁴.

No-nutrientes. Son componentes naturales, ingredientes añadidos o contaminantes de los alimentos que no tienen una función nutricional conocida, pero con efecto (posible o reconocido) tóxico, alergénico, carcinogénico, farmacológico o sobre la disponibilidad de algunos nutrientes. Tradicionalmente las bases de datos de composición de los alimentos solo han incluido datos de nutrientes, pero la necesidad de monitorizar la exposición de la población a estos compuestos ha impulsado su inclusión en las bases de datos de algunos países (Dinamarca, Finlandia, Reino Unido y Holanda en Europa)¹⁵.

Alimentos. No es posible abarcar todos los alimentos que se consumen en un país

dentro de unas TCA⁴. La complejidad y el coste de realización de unas TCA impone una racionalización en base a prioridades, también cuando hay que escoger los alimentos a incluir. Sin embargo, cubriendo 200 ó 300 alimentos diferentes se puede abarcar un 90% del consumo propio de un país desarrollado⁶. Las prioridades pueden establecerse sobre los grupos en los cuales se reúnan los alimentos, teniendo en cuenta los problemas de salud pública relacionados con la nutrición, los patrones de consumo, la tecnología agroalimentaria y el comercio y la economía del país. Esta estrategia es muy útil, ya que los grupos pueden formarse según las características del país (tipos de alimentos, hábitos de consumo, etc.) (tabla 2). Por otro lado, es muy probable que los alimentos de un mismo grupo compartan las mismas fuentes de datos y presenten problemas similares de información, recolección de datos y escrutinio o en el muestreo y análisis.

La presentación de los alimentos en la tabla ha de facilitar la búsqueda e identificación correcta. Por lo tanto, ha de incluirse toda la información necesaria para asistir al usuario en el manejo de los datos. Será necesario adjudicar un código a cada alimento, describirlo de la manera más precisa posible (nombre común y alternativos, nombre científico, parte anatómica, tipo de porción analizada, origen y año de comercialización, técnicas de procesado y preparación culinaria, descripción física breve, tipo de envase de presentación y otros descriptores especiales tales como "bajo contenido en sal" o "sin azúcar") y, por último, incluir un índice que permita buscar los alimentos, utilizando más de un descriptor y que contenga contrarreferencias. Algunas TCA incluyen también el nombre en otros idiomas para cada alimento^{6,12} o solo en caso de que también sea utilizado en el país^{12,18}.

Actualmente, se están desarrollando sistemas descriptivos estructurados que permiten una identificación sin ambigüedades para posibilitar el intercambio de datos entre TCA de distintos países^{11,19,20}. El sistema LANGUAL (Langua Alimentaria), desarrollado en Estados

Unidos, se basa en un tesoro de términos estandarizados y organizados en aspectos descriptivos ("factores" o "facetas"). A cada término

le corresponde un código. A través de este sistema se realiza una descripción minuciosa de cada alimento (tabla 3)¹¹.

TABLA 2
Grupos de alimentos

<i>Moreiras et al.</i> ¹⁶	<i>Feinberg et al.</i> ¹⁷
<ul style="list-style-type: none"> — Cereales y derivados — Leche y derivados — Huevos — Azúcares — Aceites y grasas — Verduras y hortalizas — Leguminosas — Frutas — Carnes y productos cárnicos — Pescados — Bebidas — Varios — Platos precocinados 	<ul style="list-style-type: none"> — Cereales y derivados — Productos lácteos — Quesos — Huevos y derivados — Grasas y aceites — Carnes — Volatería y caza — Vísceras — Charcutería — Pescados y batracios — Crustáceos y moluscos — Verduras frescas — Legumbres y féculas — Frutas — Almendras, nueces y granos — Azúcares y derivados — Bebidas — Platos compuestos — Condimentos y salsas
n = 14 231 alimentos	n = 19 572 alimentos

TABLA 3
Factores considerados en el código descriptivo LANGUAL¹¹

<i>Factores principales</i>
Tipo de alimento
Ingrediente principal
Partida utilizada
Estado físico
Tratamiento térmico
Método de cocción
Tratamientos tecnológicos
Conservación
Medio de acondicionamiento
Usuarios
Particularidades
<i>Factores secundarios</i>
Recipiente o embalaje
Superficie de contacto
Lugar de muestreo
Origen geográfico
Almacenamiento
Período de producción

Expresión de los datos y convenciones

La expresión de los datos ha de considerarse según unos criterios de coherencia y, como se ha señalado en otros apartados, utilidad para el usuario de las TCA.

Significación de las cifras. El número de dígitos significativos que se expresen ha de tener en cuenta la precisión de los métodos analíticos, la significación nutricional, los hábitos de consumo de la población y la variación natural del contenido en nutrientes. Así, por ejemplo, sería incorrecto proporcionar cifras más pequeñas que el margen de variación natural para un componente determinado. Pero, por otro lado, un consumo muy importante de un determinado alimento puede justificar el uso de cifras con más dígitos, siempre que la precisión del método analítico lo permita¹⁰.

Parámetros estadísticos. Aunque pocas tablas proporcionan información acerca de la variabilidad de las muestras consideradas para obtener los valores de las tablas^{12,21,22,23,24}, esta información es imprescindible para realizar una comparación correcta de los valores procedentes de diferentes tablas. Los datos que deben proporcionarse son el valor medio, la desviación estándar, el intervalo de variación y el número de muestras consideradas en los cálculos, señalándose también los cálculos realizados para determinarlos.

Valores. Para los diferentes tipos de valores, Greenfield y Southgate (1992) dan las siguientes recomendaciones:

a.— Valores analíticos. Deben estar cuidadosamente documentados y, a ser posible, incluirse la referencia o método analítico utilizado. En el caso que el constituyente este presente, pero en cantidades que no se pueden cuantificar adecuadamente o sin significación nutricional, se utilizará la expresión "trazas". Es preferible que la TCA proporcione estos límites para cada nutriente.

b.— Valores cero. Debe usarse cuando el método analítico no detecte el constituyente, esto es, cuando la cantidad esté por debajo del límite de detección del método. Es preferible no usar el valor cero para las cantidades "traza", aunque puede hacerse si no hay mejor opción. Algunos autores diferencian entre "valor por debajo del límite de detección" (que fijan en 1/3 del límite de detección) y "valor cero"²⁵.

c.— Valores imputados y valores calculados. Debe señalarse adecuadamente su origen, así como toda la información sobre su justificación o los procesos de cálculo realizados.

d.— Valores desconocidos. Nunca debe asignarse el valor cero a los valores desconocidos. Las tablas han de identificarlos como tales, e incluir las recomendaciones convenientes para la asignación de valores, así como el tanto por ciento de valores desconocidos para cada nutriente. La cantidad de valores desconocidos en unas TCA ha de

procurarse que sea el mínimo posible^{10,26}, siendo uno de los indicadores de su calidad.

Adecuación de los métodos analíticos actuales

Para utilizar convenientemente una TCA es necesario tener alguna noción acerca de las limitaciones y características de los métodos analíticos considerados. Estas nociones serán muy útiles cuando se procesen los datos a través de las TCA y se interpreten los resultados.

En la elaboración de las TCA la elección de los métodos analíticos es crucial, y debe hacerse con toda la minuciosidad posible. Los criterios que se utilizan se basan en las características de los métodos:

- Confianza en el método (validez), concretamente: aplicabilidad, especificidad, exactitud, precisión, detectabilidad, reproducibilidad, repetibilidad, sensibilidad.
- Practicabilidad del método: rapidez, coste, habilidades técnicas requeridas y seguridad en el laboratorio.

Estamos aún muy lejos de una situación óptima en la que se disponga de métodos fiables para todos los constituyentes o, al menos, la mayoría (tabla 4). Especialmente necesarios son los ensayos interlaboratorios, que permitan evaluar la repetibilidad y reproducibilidad de los métodos analíticos. Estos permiten conocer el error sistemático cometido al aplicar el método. Una vez se conoce la variabilidad en los datos introducidos por la realización del método, será posible evaluar la variabilidad natural del alimento^{4,8}.

APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE DATOS

Los datos sobre composición de los alimentos se utilizan principalmente para valorar y planificar la ingesta de nutrientes a

TABLA 4

Disponibilidad de métodos de análisis de nutrientes (sin tener en cuenta su coste económico)⁶

<i>Adecuación de los métodos</i>	<i>Buena</i>	<i>Adecuada</i>	<i>No adecuada para todos los alimentos</i>	<i>Falta</i>
Agua	Agua			
Compuestos nitrogenados	Nitrógeno total la mayoría de aminoácidos	Algunos aminoácidos	Proteína	Nitrógeno no-proteico
Compuestos lipídicos	Ac. grasos <i>cis</i>	Esteroles	Lípidos totales Triglicéridos Ac. grasos <i>trans</i> . Otros compuestos lipídicos	
Carbohidratos	Azúcares individuales	Almidón Fibra dietética		
Energía	Energía (cruda)	Energía (calculada)	Energía (metabólica)	
Minerales	Ca, Cu, Mg, Zn, P, Na, K, Fe (total)	Se, Mn, F	As, Cr, I, Si, Sn, Va	Fe hemo, Fe no-hemo, Co, Mo
Vitaminas	Tiamina Riboflavina Niacina	Vitamina C Retinol Biotina Acido Fólico Vitamina B ₆	Carotenos Vitamina B ₁₂ Vitamina E Vitamina D Acido pantoténico	Vitamina K

nivel individual o de grupos. Esto puede comprender la prescripción de dietas terapéuticas, la planificación de dietas para colectividades, la valoración de la ingesta de nutrientes con el fin de establecer los objetivos en la política de alimentación, establecimiento de regulaciones legales, etc. Hay que precisar que su utilización óptima se encuentra en los estudios sobre poblaciones, ya que a nivel individual puede requerirse una precisión más alta de la que se puede obtener utilizando una TCA^{27,28}.

El término "base de datos" se utilizará en el texto para nombrar al conjunto de datos sobre la composición de un número limitado de alimentos. Para referirnos a la aplicación informática diseñada para utilizar una base de datos usaremos la expresión "sistema de datos" (o más exactamente "sistema informático de datos"). Es el equivalente informático de unas TCA, pero incluye algoritmos que realizan diversas operaciones (cálculos, búsqueda y selección, etc.). Un sistema de datos

contiene otros datos que no se refieren a la composición de los alimentos (diccionario, códigos, recetas, procedimientos de cálculo o búsqueda, factores de conversión, etc.) pero que pueden afectar al resultado de la aplicación del sistema. Por lo que se refiere a las consideraciones que se expondrán a continuación, pueden aplicarse tanto a TCA como a sistemas de datos, si no se especifica lo contrario.

Como se ha remarcado en apartados anteriores, la utilización de las TCA no debe limitarse a la simple extracción de datos. Para poder deducir conclusiones correctas hay que conocer las limitaciones que el uso de TCA conlleva, así como el significado de la información que contiene^{4,8,28,29}. Tanto en sistemas de datos como en TCA estas limitaciones tienen su origen en:

a.— La variabilidad en la composición de los alimentos.

b.— El número limitado de alimentos.

- c.— El número limitado de nutrientes.
- d.— Las limitaciones de los métodos para determinar la ingesta de alimentos.
- e.— Los errores asociados al uso de la TCA (tabla 5).

Aplicación en el análisis de la ingesta de nutrientes

El error asociado al uso de las TCA en encuestas nutricionales puede descomponerse en^{26,30}:

1. Errores asociados a los datos contenidos en las tablas o bases de datos.
2. Errores en la asignación de valores a datos desconocidos, determinado por el número de valores desconocidos de la base de datos y la operación de asignación de valores.
3. Errores en la codificación de los alimentos. Se entiende por codificación la operación de establecer la correspondencia entre un alimento descrito en la encuesta y un alimento descrito en la TCA.
4. Errores de cálculo y transcripción. En este apartado se incluyen tam-

bién los errores inherentes a un sistema de datos informático: errores en el programa, en los distintos factores de cálculo utilizados, etc.

Para intentar minimizar el error asociado a la codificación y a la asignación de valores, es necesario que el sistema de datos posea una descripción detallada de los alimentos que incluye, y que el usuario o codificador posea la formación necesaria sobre aspectos bromatológicos para efectuar las elecciones más convenientes y estimaciones con criterio⁴. Se han realizado algunos estudios para intentar determinar la variabilidad introducida en la codificación. Los resultados confirman la importancia de esta etapa de aplicación de los sistemas de datos y señalan la posibilidad de minimizarla, mediante una formación adecuada de los codificadores y el uso de protocolos de codificación similares^{30,31,32}. Otros trabajos han puesto de manifiesto los graves errores que se pueden cometer si se asigna el valor cero a los datos desconocidos (tabla 6), pero este error depende también de la calidad de la base de datos, concretamente del número de datos desconocidos presentes. El error debido a la asignación de valores a datos desconocidos, si se realiza correctamente, puede ser mínimo²⁷.

TABLA 5

Errores más frecuentes en el uso de las TCA^{6,10}

- No se han registrado suficientes detalles descriptivos sobre los alimentos (por ejemplo, el método de cocción o procesado).
- No se ha anotado si se ha pesado todo el alimento o sólo la porción comestible.
- Uso de datos sobre nutrientes en alimento crudo en lugar de alimento cocinado.
- Uso de datos de *ácidos grasos por 100g del total de ácidos grasos* en lugar de *ácidos grasos por 100g de alimento* o uso de un factor de conversión incorrecto.
- No se tiene en cuenta las pérdidas vitamínicas cuando se calcula la composición de un plato cocinado a partir de una receta.
- No se ha anotado qué tipo de grasas y aceites se utilizan.
- No se incluyen los compuestos precursores cuando se calcula la ingesta de vitamina A.
- Clasificación incorrecta debido a las diferencias terminológicas.
- Se adjudica el valor cero a los valores desconocidos.

TABLA 6

Resultados de estudios comparativos de análisis de la ingesta de nutrientes utilizando datos analíticos y datos calculados a partir de TCA

<p>ESTADOS UNIDOS</p> <p>Pennington y Wilson²⁶ Tablas: U.S.D.A. Análisis: Food and Drug Administration Criterio estadístico: no especificado</p> <p>“Total Diet Study”, 1990.</p> <p>Tablas sin ajustar (valores desconocidos = 0). Resultados similares para valores de ingesta de sodio, potasio, calcio, fósforo y hierro. Resultados diferentes para magnesio, zinc, cobre y manganeso.</p> <p>Tablas ajustadas (valores desconocidos estimados). Resultados similares para todos los elementos citados en el párrafo anterior.</p> <p>“Total Diet Study”, años anteriores (17 estudios)</p> <p>Resultados similares (diferencias tendentes a ser < 10%) en potasio y hierro. Resultados diferentes en sodio, calcio, fósforo y magnesio.</p> <p>FRANCIA</p> <p>Renaud y Attie³³ Tablas: no especificadas Análisis: no especificados Criterio estadístico: correlación $r > 0.20$ y $p < 0.001$</p> <p>Buenas correlaciones entre resultados a partir de datos de análisis directos y resultados a partir del cálculo mediante tablas en el caso de glúcidos, energía, proteínas, lípidos, ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, calcio y magnesio. Resultados no correlacionados en el caso del sodio.</p> <p>REINO UNIDO</p> <p>Paul y Southgate³⁴ Tablas: no especificadas Análisis: no especificados Criterio estadístico: no especificado</p> <p>Resultados similares en el caso de energía, proteínas, carbohidratos, potasio, calcio, magnesio, fósforo y aminoácidos. Resultados discordantes en el caso de lípidos, sodio, hierro y vitamina C.</p>
--

Valores calculados con tablas y valores analíticos

La comparación de resultados obtenidos a través de cálculos mediante bases de datos y el análisis directo de los alimentos, permite evaluar el error debido al empleo de datos tabulados. Son estudios costosos ya que precisan un esfuerzo analítico importante, pero que proporcionan una información muy útil: la correlación entre los dos tipos de datos y la evaluación del error sistemático implícito en la utilización de los datos tabulados.

La administración norteamericana, la Food and Drug Administration (FDA) y el US Department of Agriculture (USDA) llevan a cabo periódicamente el análisis de alimentos seleccionados. A partir de datos de consumo, extraídos de seguimientos nacionales, se realiza una estimación de la ingesta diaria para varios grupos de edad. Simultáneamente, se calcula la ingesta de nutrientes mediante la base de datos del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)^{27,35}. Los resultados de algunos de estos estudios, junto con otros mencionados por otros autores,

se exponen en la tabla 6. En general, se refieren resultados similares entre el cómputo de ingesta de nutrientes, utilizando datos tabulados y datos analíticos. La precisión de las tablas aumenta si se dispone de datos sobre composición de los alimentos producidos localmente²⁷.

Variabilidad debida al uso de diferentes sistemas

El uso de diferentes sistemas de datos, dentro de un mismo ámbito o país, impide que los resultados de los análisis de dietas sean comparables, si antes no se cuantifica la variabilidad asociada al uso de bases de datos de diferente origen. Para determinar el peso de esta variabilidad, se analiza una misma encuesta con diferentes sistemas de datos. En algunos casos se procura evitar el posible error producido por la intervención

de diferentes codificadores^{29,31,32,36}, mientras que otros lo engloban junto al error producido por el uso de diferentes sistemas³⁰. En estos estudios se utilizan diferentes sistemas, cuyos datos sobre composición proceden principalmente de la misma base de datos, nacional o extranjera, y los completan con información de otras fuentes. Estos sistemas de datos pueden incluir ayudas de cálculo (recetas, factores de conversión para medidas, etc.). Han sido desarrollados, normalmente, por instituciones públicas, hospitales o empresas informáticas.

En la tabla 7 se resumen algunos resultados. En general, se aprecian diferencias importantes en los resultados obtenidos a través de un sistema u otro. Hoover y Perloff^{28,29} identifican algunas de las causas de estas diferencias (excluyendo el problema de la codificación), debidas principalmente a deficiencias del sistema:

TABLA 7

Variabilidad entre sistemas de datos aplicados al análisis de encuestas nutricionales

	<i>Adelman et al.</i> ³¹	<i>Nieman y Nieman</i> ³⁶	<i>Herbeth et al.</i> ³⁰
N.º de sistemas	3	3	11
Fuentes principales de los datos	USDA Data Bank	USDA Data Bank	Paul y Southgate 1978
Tipo de sistemas	Comerciales	2 comerciales + USDA Data Bank	Propios
Codificaciones	3, entrenados	2	11
Criterio estadístico	Test Fisher p < 0.05	% respecto USDA < 10%	% respecto a la media < 15%
Resultados similares	Proteína Carbohidratos Ca Fe Vitamina C	Energía Proteína Lípidos totales Na, Mg, Zn P Vitamina C Vitamina A Vitaminas grupo B	Energía Proteína Lípidos totales Acidos grasos saturados y monoinsaturados Glúcidos
Resultados diferentes	Energía Lípidos totales Acidos grasos saturados y poliinsaturados Colesterol P	Carbohidratos Ca, Fe, K, Cu Vitamina E	Acidos grasos poliinsaturados Fibra Na, K, Ca, Mg Cu, Za, Fe, P Vitaminas grupo B Vitaminas C, D, E Retinol β-caroteno Folatos

- Datos obsoletos, incorrectos o incompletos.
- Número limitado de alimentos incluidos.
- Errores del programa (solo en sistemas de datos).
- Uso de valores de alimentos crudos para alimentos cocinados.
- Variación en los factores para el cálculo de recetas o su aplicación inadecuada.
- Variación en los factores de conversión de medidas caseras a gramos o de conversión de volumen de líquidos a peso.

Evaluación de los sistemas informáticos de datos

El desarrollo de la informática y la utilidad de su empleo en las aplicaciones de las bases de datos han propiciado que las tablas de composición se presenten en soporte informático. Esto, a su vez, ha multiplicado la oferta de programas y sistemas para gestionar estas bases de datos. La comodidad que ofrece el uso de estos programas es una ventaja, por cuanto ahorra tiempo y ayudan a aumentar la precisión de los cálculos, pero también un peligro, pues se convierten en una herramienta en la cual se introduce la información y se obtienen unos resultados que nos merecen una confianza poco fundamentada⁷. Es preciso que estos sistemas informen adecuadamente acerca de su estructuración y características y ofrezcan una guía completa para su correcto uso²⁷. En principio, los mismos requisitos que se han establecido para las TCA son aplicables a estos programas informáticos (tabla 8). Algunas de las deficiencias más comunes en estos sistemas ya se han descrito en el apartado anterior.

Aunque el sistema proporcione toda la información necesaria para su utilización correcta, puede presentar errores en el progra-

ma o en los datos que contiene. Hoover y Perloff²⁹ proponen un modelo para evaluar las bases de datos computerizadas de composición de los alimentos, cuyo objetivo es ayudar al usuario en la evaluación de su sistema. Se basa en un cuestionario estructurado para identificar las características del sistema, una serie de procedimientos a los que se somete el programa y una guía para la interpretación de los resultados. El cuestionario se divide en cinco apartados:

1. Fuente principal de los datos, junto con procedimientos y fuentes para actualizar los datos.
2. Características de la base de datos, incluyendo nutrientes, número de alimentos, expresión de los valores, método de asignación de códigos y códigos especiales.
3. Características del programa informático y tratamiento de los valores desconocidos.
4. Disponibilidad del sistema (alquiler o compra), requerimientos de equipo informático y lenguajes de programación.
5. Coste asociado con la adquisición o utilización del sistema.

El sistema se somete también a una serie de tareas y el resultado se evalúa según una guía de interpretación. Las tareas que se ejecutan son:

1. Posibilidad de actualizar la base de datos.
2. Cálculo de los nutrientes para una receta, con el fin de determinar si se utilizan los cálculos y factores adecuados.
3. Determinación de la antigüedad de los datos y del tratamiento que reciben los alimentos que no figuran en la base de datos del sistema.
4. Cálculo de los nutrientes a partir de diferentes porciones y con diferentes porciones comestibles.

TABLA 8

Resumen de la información necesaria en la aplicación de las TCA

<ul style="list-style-type: none"> — Datos tabulados <ul style="list-style-type: none"> — Parámetros estadísticos: desviación estándar, intervalo de variación, número de muestras consideradas y los procedimientos de cálculo de estos parámetros. — Métodos de análisis admitidos y límites para los valores traza. — Criterios de escrutinio y selección de los datos bibliográficos. — Fuentes de los datos y referencias. — Factores utilizados en cálculos <ul style="list-style-type: none"> — Conversión <i>nitrógeno total</i> en <i>proteína bruta</i>. — Conversión <i>ácidos grasos/total ácidos grasos</i> en <i>ácidos grasos/peso alimento</i>. — Conversión de las distintas formas y especies químicas de las vitaminas. — Glúcidos (si se expresan como monosacáridos). — Cómputo energético. — Cocción: pérdidas hídricas y pérdidas vitamínicas. — Para el cálculo de recetas. — Conversión de porciones a gramos. — Porciones comestibles. — Pesos específicos. — Información descriptiva <ul style="list-style-type: none"> — Definición y expresión de los nutrientes. — Descripción de los alimentos. — Descripción de las recetas. — Descripción de los procesos de cocción considerados. — Diccionario: nombres alternativos, nombres taxonómicos, otros idiomas. — Índice de alimentos (con varias entradas por alimento). — Información sobre aspectos particulares de cada alimento (descripción ampliada, inclusión de alimentos enriquecidos, pérdidas de nutrientes por manipulación, etc.) o cada nutriente (variabilidad del contenido en determinados alimentos, biodisponibilidad, etc.).

5. Cómputo de una encuesta de consumo de alimentos y posibilidades de expresión de los resultados (% RDA, medias, percentiles, etc.).

Por otro lado, algunos organismos han impulsado la edición de directorios en los que, de una manera muy detallada, se exponen todas las características de los principales sistemas de datos de composición de los alimentos³⁷, facilitando así la elección que mejor se ajuste a las necesidades del usuario.

BIBLIOGRAFIA

1. Heintze D. International directory of food composition tables. Cambridge: INFO-ODS/Massachusetts Institute of Technology, 1988.
2. Favier JC. Elaboration d'une banque de données sur la composition des aliments. Ann Fals Exp Chim 1981; 74: 331-4.
3. O'Brien J. Problems in nutritional analysis. Trends Food Sci Technol 1991; 2: 283-5.

4. Rand WM. Food composition data: problems and plans. *J Am Diet Assoc* 1985; 85: 1081-3.
5. Klensin JC. INFOODS, an overview. Proceedings of the Food Network Conference; 1991 Nov; Stockholm. Oxford: Oxford Computer Journals Ltd., 1992.
6. Greenfield H, Southgate DAT. Food composition data. Production, management and use. Londres: Elsevier Applied Science, 1992.
7. Buss DH, Singer DD. Future developments in the UK food composition tables. *Proc Nutr Soc* 1988; 47: 185-90.
8. Feinberg M. Vers une solution a l'incohérence des tables de composition: les banques de données sur la composition des aliments. *Cah Nutr Diét* 1991; XXVI: 270-4.
9. Périssé J. Heterogeneidad de datos clasificados en los cuadros de composición de los alimentos. *Alimentación y Nutrición* 1983; 9: 14-17, 24.
10. Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA, Southgate DAT. McCance and Widdowson's The composition of foods (5.^a ed.). Londres: Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1991.
11. Feinberg M, Ireland-Ripert J, Favier C. LANGUAL: un langage international pour la description structurée des aliments. *Sci Aliments* 1991; 11, 193-214.
12. Scherz H, Kloos G, Senger F. Souci, Fachman and Kraut's Food composition and nutrition tables. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlag GmbH, 1989.
13. Kirk RS, Sawyer R. Pearson's composition and analysis of foods. Essex: Longman Scientific and Technical, 1992.
14. Codony R, Rafecas M, Boatella J. Tablas de composición. En: Mataix-Verdú J, coordinador. *Nutrición y dietética. Aspectos sanitarios (Tomo I)*. Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, 1993: 325-349.
15. Louekari K, Salminen S. Non-nutrient databases. *Trends Food Sci Technol* 1991; 2: 289-292.
16. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera ML. La composición de los alimentos. Madrid: EUDEMA Universidad, 1991.
17. Feinberg M, Favier JC, Ireland-Ripert J. Répertoire Général des Aliments: Table de Composition. París: CIQUAL-FFN-Lavoisier, 1991 a.
18. Watt BK, Merrill AL. Composition of foods. Raw, processed, prepared. *Agriculture Handbook No. 8*. Washington D.C: Government Printing Office, 1975.
19. Pennington JAT, Butrum RR. Food descriptions using taxonomy and the LANGUAL system. *Trends Food Sci. Technol* 1991; 2: 285-8.
20. Truswell AS, Bateson DJ, Madafiglio KC, Pennington JAT, Rand WM, Klensin JC. INFOODS guidelines for describing foods: a systematic approach to describing foods to facilitate international exchange of food composition data. *J Food Comp Analisis* 1991; 4: 18-38.
21. U.S. Department of Agriculture. Composition of foods. Raw, processed, prepared. *Agriculture Handbook No. 8*, secciones 1-21. Washington DC: Government Printing Office, 1976-1990.
22. Feinberg M, Favier JC, Ireland-Ripert J. Répertoire Général des Aliments: Les Corps Gras. París: CIQUAL-FFN-Lavoisier, 1987.
23. Feinberg M, Favier JC, Ireland-Ripert J. Répertoire Général des Aliments: Les produits laitiers. París: CIQUAL-FFN-Lavoisier, 1987.
24. Feinberg M, Favier JC, Ireland-Ripert J. Répertoire Général des Aliments: Fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. París: CIQUAL-FFN-Lavoisier, 1993.
25. Bergstroem L, Moeller A. NORFOODS. Proceedings of the Food Network Conference; 1991 Nov; Stockholm. Oxford: Oxford Computer Journals Ltd., 1992.
26. Pennington JAT, Wilson DB. Daily intakes of nine nutritional elements: analyzed vs. calculated values. *J Am Diet Asssoc* 1990; 90: 375-81.
27. Bughurst KI, Baghurst PA. The uses of food composition data in nutritional epidemiology.

- gy. En: Uses and abuses of food composition data. Grenfield H, editor. Food Australia 1990; 42: 11S-13S.
28. Hoover LW, Perloff RD. Computerized nutrient data bases: I. Comparison of nutrient analysis systems. J Am Diet Assoc 1983; 82: 501-5.
 29. Hoover LW, Perloff RD. Computerized nutrient data bases: II. Development of model for appraisal of nutrient data base system capabilities. J Am Diet Assoc 1983; 82: 506-8.
 30. Herbeth B, Musse N, Cubeau J, Fabien-Soulé V, Faivre J, Fantino M *et al.* Les problèmes posés par les tables de composition. Position du problème. Comparaison des tables existantes. Cah Nutr Diét 1991; XXVI: 263-9.
 31. Adelman MO, Dwyer JT, Woods M, Bohn E, Otradovec CL. Computerized dietary analysis systems: a comparative view. J Am Diet Assoc 1983; 83: 421-9.
 32. Eck LH, Klesges RC, Hanson CL, Baranowski T, Henske J. A comparison of four commonly used nutrient database programs. J Am Diet Assoc 1988; 88: 602-4.
 33. Renaud S, Attie MC. La composition des aliments. Paris: Astra-Calvé Information Lipo-diététique, 1986.
 34. Paul AA, Southgate DAT, McCance and Widdowson's The composition of foods 4.a ed. Londres: Her Majesty's Stationery Office, 1978.
 35. Pennington JAT, Perloff B. Food databases and information systems in the United States. Proceedings of the Food Network Conference; Nov 1991; Estocolmo. Oxford: Oxford Computer Journals Ltd., 1992.
 36. Nieman DC, Nieman CN. A comparative study of two microcomputer nutrient data bases with the USDA Nutrient Data Base for Standard Reference. J Am Diet Assoc 1987; 87: 930-2.
 37. Smith JL. Nutrient databank directory. 8.th ed. Newark: University of Delaware, 1992.