

# comisión del codex alimentarius



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN  
MUNDIAL  
DE LA SALUD



OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

**Tema 11 del programa**

**CX/NFSDU 00/11**  
**Marzo de 2000**

## **PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS**

### **COMITÉ DEL CODEX SOBRE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS PARA REGÍMENES ESPECIALES**

**22<sup>a</sup> reunión**

**Berlín, Alemania, 19-23 de junio de 2000**

## **DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE COEFICIENTES DE CONVERSIÓN ENERGÉTICA**

*(Preparado por Australia)*

### **ANTECEDENTES**

1. Durante la 21<sup>a</sup> Reunión del Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales (CCNFSDU), realizada en 1998, Australia presentó una propuesta para emprender un nuevo trabajo con vistas a definir la base para la derivación de los coeficientes de conversión energética en las directrices del Codex sobre etiquetado. El Comité hizo notar que el documento con esa propuesta fue entregado como un Documento de Sala de Conferencia (CRD10) y como tal era de carácter demasiado técnico como para ser tomado en cuenta en la Reunión. Se llegó a un acuerdo en el sentido de que el documento debería circular antes de la 22<sup>a</sup> Reunión para ser examinado en la misma de cara a adoptar una decisión sobre si ese asunto sería objeto de apoyo como nuevo trabajo para el Comité (ALINORM 99/26 párr. 118).
2. El presente documento es una versión revisada del documento CRD10 presentado a la 21<sup>a</sup> Reunión y reemplaza al documento anterior.

### **PROPUESTA**

3. Australia propone que el Comité determine el sistema más apropiado para definir la energía con el objeto de contar con una base consistente para la derivación de los coeficientes de conversión energética para ingredientes con el propósito final de desarrollar un enfoque armonizado en materia de etiquetado.

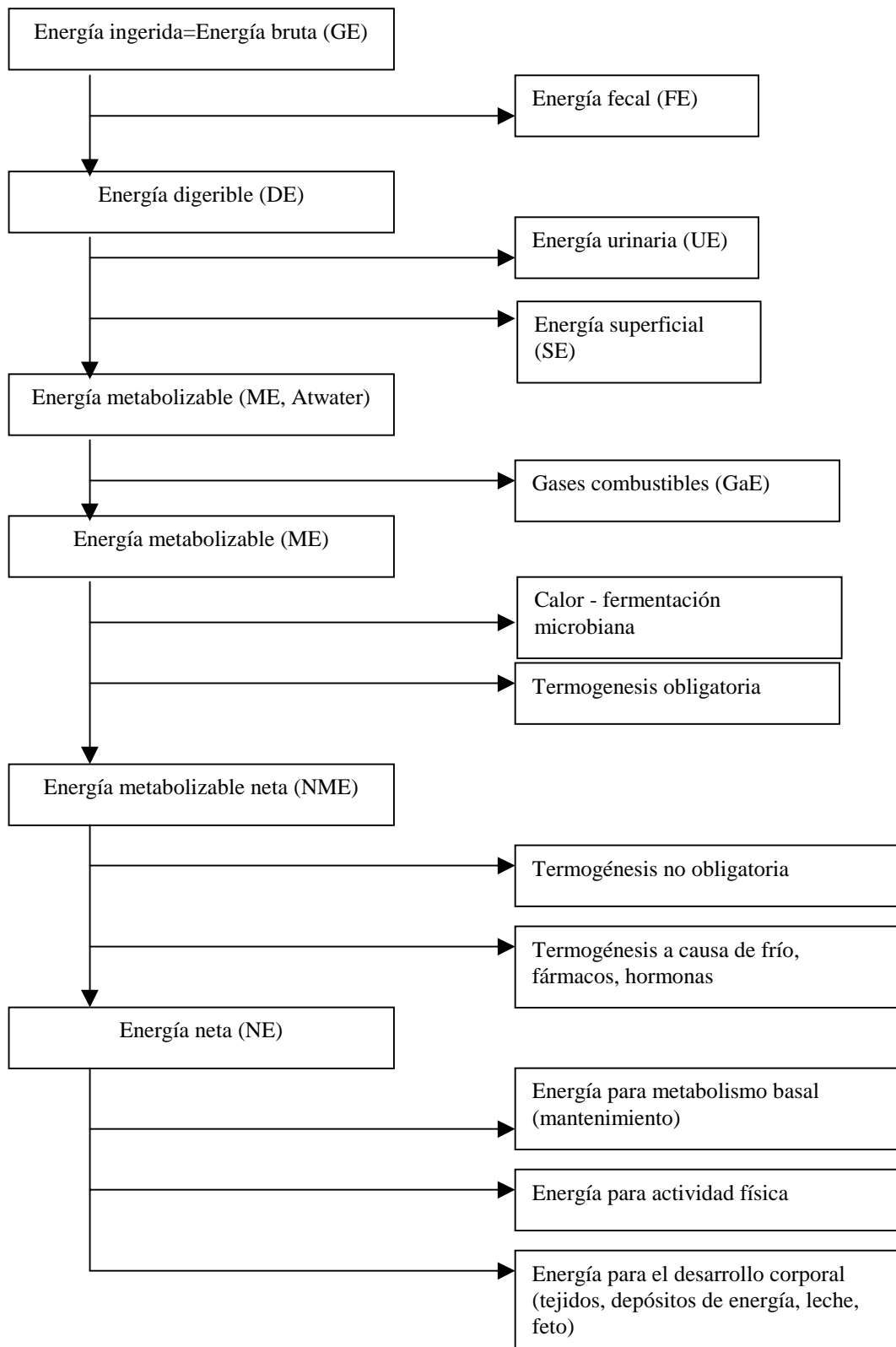
4. Algunos coeficientes energéticos para macronutrientes están comprendidos en las Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional (CAC 1983, Suplemento 1 del Volumen 1, Requisitos Generales), pero no hay coeficientes asignados a otros componentes como la fibra dietética, los polioles (alcoholes de azúcar) otros carbohidratos no disponibles e ingredientes alimentarios nuevos. Es más: las Directrices del Codex no ofrecen indicación alguna de cómo se han de derivar los coeficientes energéticos para esos componentes alimentarios.
5. Australia considera que el Comité tendrá que ocuparse del problema causado por la actual falta de orientación sobre esta materia. Ante la falta de directrices internacionales claras surge la posibilidad de que diferentes países asignen diferentes coeficientes energéticos a un mismo ingrediente, de modo que los cálculos arrojarían diferentes contenidos energéticos totales para un mismo alimento.
6. La falta de coherencia en el etiquetado del contenido energético total de los alimentos puede levantar en el futuro barreras comerciales ante los alimentos que se comercializan a escala internacional. Esto será más notorio allí donde las diferencias de contenido energético total generan diferencias de elegibilidad en las declaraciones de propiedades relacionadas con bajos niveles de calorías/julios para el mismo producto en distintos países. El éxito que tenga la implantación de los criterios propuestos del Codex para las declaraciones de propiedades "bajo en calorías/julios" dependerá, pues, de la coherencia de un sistema que asigne coeficientes energéticos a todos los ingredientes.
7. Una clara definición del rendimiento energético de los alimentos facilitaría también la evaluación internacional y nacional de ingredientes como grasas y azúcares de energía reducida por parte de los organismos reguladores.
8. Australia estima importantes los siguientes principios para desarrollar esta propuesta:
  - razones científicas sólidas para sustentar la definición de energía con fines de etiquetado nutricional;
  - un enfoque coherente para aplicar las definiciones de energía a la derivación de coeficientes energéticos para todos los ingredientes, incluidos los ingredientes alimentarios nuevos;
  - definiciones de energía que sean compatibles con otros usos, ajenos al etiquetado, de coeficientes energéticos, entre ellos directrices dietéticas, estudios acerca del equilibrio energético y tablas de composición de alimentos; y
  - mantener vínculos con secciones pertinentes de las Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional, por ejemplo, con los criterios para las declaraciones "bajo en calorías/julios".

## **COEFICIENTES ENERGÉTICOS APLICADOS EN LAS NORMAS ALIMENTARIAS INTERNACIONALES Y NACIONALES**

9. En la literatura científica hay varias definiciones del rendimiento energético de ingredientes alimentarios que explican las pérdidas de energía causadas por varias fuentes dentro del organismo humano tras las ingestión de un ingrediente determinado. Se supone en general que los ingredientes tienen un rendimiento energético basado en una definición de energía metabolizable (ME) o en una definición de energía metabolizable neta (NME) (ver definiciones en la Figura 1, anexo 1) La diferencia entre estos términos consiste en que ME describe la cantidad de energía del ingrediente que está disponible para aprovecharse en procesos fisiológicos (generación de calor y desarrollo corporal) pero no explica la eficiencia

con la que se metabolizan los ingredientes nutricionales en el organismo. NME incluye los costes obligatorios del metabolismo energético (Livesey 1995) y es por lo tanto inferior al ME.

**Figura 1: Sinopsis del aprovechamiento energético (adaptado de FASEB 1994)**



10. Los coeficientes energéticos para los macronutrientes que se enumeran en las Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional parecen derivados de la definición de Atwater sobre energía metabolizable<sup>1</sup>. Las Directrices del Codex establecen que la cantidad de energía a especificar en las declaraciones nutricionales ha de calcularse a base de los siguientes coeficientes de conversión (CAC 1983, sec 3.2.7.1):

Hidratos de carbono (salvo la fibra dietética)	4 kcal/g - 17 kJ/g
Proteína	4 kcal/g - 17 kJ/g
Grasa	9 kcal/g - 37 kJ/g
Alcohol (etanol)	7 kcal/g - 29 kJ/g
Ácido orgánico	3 kcal/g - 13 kJ/g

11. Para calcular el rendimiento energético total de un alimento completo, los coeficientes energéticos derivados para cada ingrediente se sustituyen a continuación en una ecuación factorial.

El rendimiento energético medio de un alimento por 100 gramos se determina multiplicando la cantidad promedio de cada ingrediente por 100 gramos de alimento por el coeficiente energético para dicho ingrediente y sumando las cantidades calculadas para cada uno de ellos.

$$\text{Energía media (kJ/100 g)} = \sum W_i \times F_i$$

Siendo

$W_i$  el peso medio (masa) del ingrediente (g/100 g alimento)

$F_i$  el coeficiente energético asignado para ese ingrediente (kJ/g)

12. Es hoy un hecho reconocido que la definición de ME dada por Atwater para ingredientes alimentarios que no se digieren o se digieren sólo en parte es inadecuada porque al determinarse el rendimiento energético no se restan las pérdidas de energía potenciales que ocasionan el gas o los procesos de fermentación. Además, el material no absorbido puede sufrir fermentación bacteriana en el tubo digestivo inferior, produciendo ácidos grasos de cadena corta que pueden ser absorbidos y metabolizados como fuentes de energía.
13. Por ejemplo, en el caso de los hidratos de carbono no digeridos o digeridos sólo en parte, como los polioles, el coeficiente energético asignado dependerá de cuán precisa sea la definición de rendimiento energético aplicada para derivar un coeficiente de conversión apropiado y dependerá también del uso de una definición ME o NME. Lo mismo podría decirse de muchos ingredientes alimentarios nuevos como las grasas o azúcares de bajo contenido energético que desarrolla la industria alimentaria para añadir a los alimentos bajos en julios/calorías, porque el organismo humano no los digiere o los digiere sólo en parte, generando por lo tanto menos energía que sus equivalentes convencionales.

<sup>1</sup> Los coeficientes de Atwater representan el rendimiento de energía metabolizable (ME) de los macronutrientes en una dieta mixta. Los coeficientes de Atwater son derivados de la energía bruta (GE) del macronutriente sustrayendo exclusivamente la energía perdida por la orina (UE) y las heces (FE). El coeficiente de Atwater para la grasa es de 9 kcal/g (37 kJ/g); para la proteína, de 4 kcal/g (17 kJ/g); y para el alcohol, de 7 kcal/g (29 kJ/g). Para hidratos de carbono el coeficiente de Atwater se refiere a los equivalentes de monosacárido (16 kJ/g) y se indica a menudo un valor de 4 kcal/g (17 kJ/g) para los hidratos de carbono en general.

14. En la actualidad son numerosos los países que han adoptado para sus normas nacionales los coeficientes energéticos para macronutrientes que figuran en la Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional. Un limitado número de coeficientes energéticos de otros ingredientes figuran en algunas normas alimentarias a nivel nacional. Por ejemplo, los coeficientes NME para polioles y polidextrosa son los únicos adoptados en las normas vigentes en los Estados Unidos (EE.UU.), Canadá y la Unión Europea (UE). En ciertos casos, sin embargo, cada legislación asigna un coeficiente NME distinto al mismo poliol.

### **¿ENERGÍA METABOLIZABLE VERSUS ENERGÍA NO METABOLIZABLE?**

15. Resulta crucial ocuparse de la cuestión de si las definiciones ME o NME son viables para derivar coeficientes energéticos con fines de etiquetado de alimentos. Una de las dificultades actuales reside en que los datos referidos a NME no están disponibles para todos los ingredientes. Si se adopta una definición NME para algunos ingredientes, el Comité debería examinar la conveniencia de adoptar algunos coeficientes NME en las normas alimentarias a medida que se vaya disponiendo de ellos o de que los organismos reguladores adopten valores ME para la totalidad de los ingredientes hasta que los valores NME estén disponibles para todos los ingredientes.
16. Si se considera en el futuro la adopción de una definición NME para derivar los coeficientes energéticos para algunos o para todos los ingredientes, sería necesario llevar a cabo un debate a escala internacional entre los nutricionistas y los organismos que regulan el etiquetado alimentario respecto a los siguientes puntos:
- El impacto potencial que tendría el extender el sistema de asignar coeficientes NME a los polioles y la polidextrosa -adoptado hoy en día en varios países- a ingredientes tales como los alimentos nuevos, hidratos de carbono no disponibles y proteína.
  - El impacto potencial que tendría el adoptar coeficientes NME para todos los ingredientes en cuanto a otros parámetros nutricionales, como la expresión de los requisitos energéticos, la medida del gasto energético y las tablas de composición de alimentos;
  - La cuestión de si la ecuación NME es aplicable al organismo humano, por ejemplo si se llega a gastar todo el calor generado como calor de fermentación y por termogénesis (obligatoria y no obligatoria). Esta cuestión sigue sin resolver y es poca la investigación actualizada que se ha llevado a cabo a este respecto; y
  - Si es práctico en condiciones reales porque las pérdidas de energía adicionales que es preciso medir para determinar los coeficientes NME (el calor de la fermentación y la termogénesis obligatoria) son difíciles de medir por la vía del experimento, especialmente en cuanto a la separación de la termogénesis obligatoria de la no obligatoria (consultar Figura 1).

## CONCLUSIONES

17. Urge desarrollar un sistema claro que permita definir el rendimiento energético de los ingredientes con el fin de promover un enfoque armonizado apto para asignar coeficientes energéticos a los ingredientes alimentarios. Con esto se lograría la coherencia en el etiquetado del contenido energético de los alimentos, reduciendo la creación potencial de barreras comerciales por la existencia de diferentes normas de etiquetado.
18. Una clara definición del contenido energético de los ingredientes facilitaría también la evaluación internacional y nacional de ingredientes tales como grasas y azúcares de energía reducida por parte de los organismos reguladores. Además, una definición clara es de importancia crucial para la futura derivación de coeficientes energéticos para los alimentos nuevos y los ingredientes alimentarios nuevos.
19. La adopción de un enfoque armonizado para definir la energía es importante asimismo para que los organismos reguladores desarrollen criterios aplicables a declaraciones respecto a alimentos bajos en calorías/julios o de contenido energético reducido con fines de etiquetado.

## RECOMENDACIONES

20. Que el Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales incluya en su futuro programa de trabajo el desarrollo de un enfoque coherente para la derivación de coeficientes energéticos para su inclusión en las Directrices del Codex sobre Etiquetado Nutricional.

## REFERENCIAS

Codex Alimentarius Commission (CAC) 1983. Codex Alimentarius- Volume 1, Supplement 1-1983, Section 4 - Food Labelling, 4.2 Guidelines on Nutrition Labelling, FAO/WHO.

Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB) 1994. The evaluation of the energy of certain sugar alcohols used as food ingredients, prepared for the Calorie Control Council by Life Sciences Research Office, FASEB, Maryland, USA.

Livesey G 1995. Metabolisable energy value of macronutrients, Am J Clin Nutr: 62(suppl); 1135S-1142S.

**DEFINICIONES DE ENERGÍA y términos relacionados (adaptado de FASEB 1994)**

**Coefficientes Atwater:** Los coeficientes Atwater son valores de energía metabolizable para macronutrientes que sólo toman en cuenta las pérdidas de energía por la orina (UE) y las heces (FE), o sea que las pérdidas de energía potenciales debidas a los procesos de producción de gas o de fermentación no se restan del valor energético determinado.

$$\text{Coeficiente Atwater: ME} = \text{GE} - \text{FE} - \text{UE}$$

Siendo

energía fecal (FE): la fracción de energía bruta perdida por las heces, determinada por bomba calorimétrica.

energía urinaria (UE): la fracción de energía bruta perdida por la orina, determinada por bomba calorimétrica.

energía bruta (GE) o energía ingerida (IE): contenido energético total o calor de combustión expresada en kJ/g, determinado por bomba calorimétrica.

**Energía metabolizable (ME):** la energía metabolizable especifica la cantidad de energía alimentaria disponible en el ingrediente para la producción de calor y el desarrollo del organismo. Un coeficiente energético derivado de una definición ME toma en cuenta las pérdidas de energía que se producen -después de ingerir un ingrediente- por vía de la orina, las heces, las áreas superficiales y en ocasiones de los procesos de fermentación microbiana, según la definición de ME que se haya escogido.

**ME (propuesto para su uso en Australia y Nueva Zelanda):** la cantidad de energía alimentaria que es absorbida por el organismo y no es expulsada en forma de compuestos orgánicos portadores de energía por las heces, la orina u otras vías, entre ellas la respiración o la epidermis.

$$\text{ME} = \text{GE} - \text{FE} - \text{UE} - \text{GaE} - \text{SE}$$

Siendo GE la energía bruta/ingerida, FE la energía fecal, UE la energía urinaria, GaE la energía que consume el metabolismo microbiano en el intestino grueso y que se pierde en forma de gases de fermentación (p.ej. hidrógeno, metano), y SE representa las pérdidas de energía por la vía superficial (p. ej. la epidermis) así como otras pérdidas si son mensurables (transpiración, respiración).

Existen en la literatura otras definiciones más de ME, algunas de las cuales no tienen la suficiente coherencia (FASEB 1994):

ME = GE - (FE + UE + GE gases) (Sentko 1992, fuentes diversas)

ME = DE - UE (British Nutrition Foundation 1990, Barr 1992)

ME = RE (Allison y Senti 1983)

ME corregido = DE - (UE + pérdidas de calor debidas a la fermentación en el intestino).

Siendo

energía digerible (DE): energía bruta menos energía en heces, donde DE = GE - FE.

energía retenida (RE): energía digerible que queda retenida en forma de proteína, grasa o glucógeno. La RE puede incluir o excluir la energía derivada del metabolismo que queda disponible para su empleo fuera del organismo (p. ej. la producción de leche o huevos).

**Energía metabolizable neta (NME):** La energía metabolizable neta especifica la cantidad de energía contenida en los ingredientes, la cual queda disponible por conversión a energía ATP en el interior del organismo, donde las pérdidas de calor por las heces (FE), la orina (UE) y por calor obligatorio se restan de la energía bruta (GE) para derivar la energía (metabolizable) neta. Un coeficiente energético derivado de una definición NME explica todas estas pérdidas así como la energía que el organismo está obligado a consumir para metabolizar el ingrediente (termogénesis obligatoria).

**Energía neta (NE):** término aplicado en la nutrición animal para describir la energía derivada de la GE que se deposita o se moviliza en el organismo más la energía derivada del metabolismo que queda disponible para su aprovechamiento fuera del organismo (p.ej. producción de leche o huevos). El contenido neto de energía corresponde a la energía metabolizable (ME) menos la energía requerida para metabolizar el alimento, la cual es suministrada por el organismo.

### Otros términos

**Hidratos de carbono disponibles:** hidratos de carbono que llegan al intestino delgado, siendo completamente absorbidos por éste.

**Termogénesis obligatoria:** componente obligatorio del efecto térmico de los alimentos en relación con el coste metabólico que conlleva la conversión de nutrientes u otros ingredientes (Ravussin a Swinbourne 1993, p. 102).

**Termogénesis no obligatoria:** componente no obligatorio del efecto térmico de los alimentos, parte del cual puede propagarse por el sistema nervioso simpático (Ravussin y Swinbourne 1993, s.102).

**Ácidos grasos de cadena corta (SCFA):** ácidos grasos volátiles como los ácidos butírico, propiónico o acético producidos por la fermentación de los hidratos de carbono que se transportan al colon.

**Hidratos de carbono no disponibles:** hidratos de carbono que no son absorbidos en el intestino delgado, pasando al intestino grueso donde permanecen mayoritariamente sin digerir, sin absorber, sin fermentar o no son absorbidos pero sí fermentados por las bacterias residentes con la consiguiente producción de ácidos grasos de cadena corta (SCFAs). La absorción de las SCFAs suministra alguna energía al anfitrión. Parece ser que éstas suministran poca energía al organismo en general, pero pueden explicar algunas de las variaciones de ME o NE calculadas a partir del valor energético de los alimentos (Livesey 1988).

### REFERENCIAS

Allisen RG, Senti FR 1983. A perspective on the application of the Atwater system of food energy assessment. prepared for the US Department of Agriculture under USDA Grant Agreement No 59-3198 2-45 by the Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB), Maryland, USA.

British Nutrition Foundation (BNF) 1990. Energy values of complex carbohydrates. En: Complex carbohydrates in foods, the report of the British Nutrition Foundations task force, Chapman & Hall, pp 56-66.



Federation of American Societies for Experimental Biology (FASEB) 1994. The evaluation of the energy of certain sugar alcohols used as food ingredients, prepared for the Calorie Control Council by Life Sciences Research Office, FASEB, Maryland, USA.

Livesey G 1995. Metabolisable energy value of macronutrients, *Am J Clin Nutr*: 62(suppl); 1135S-1142S.

Livesey G 1988. Energy from food - old values and new perspectives, *Nutr Bull* 13: 9-28.

Ravussin E and Swinburn BA (1993) Energy metabolism, in: *Obesity: Theory and therapy*, 2nd ed. Stunkard & Wadden (eds), Raven Press, pp 97-123.

Sentko A 1992. Energetic (caloric) utilisation of Isomalt (Palatinit (R)). Preparado para Sudzucker Mannheim/Ochsenfurt División Palatinit, Mannheim, República Federal de Alemania.