

## Calidad proteica de la dieta

### Relacionar la proteína de la dieta con la proteína corporal

- No todas las proteínas de la dieta tienen la misma capacidad de cubrir los requerimientos de nitrógeno y de AA esenciales.
- Importante cuando la cantidad de proteína puede estar comprometida.
- Menos relevante en países desarrollados, con ingestas muy altas.

#### Índices de calidad:

- Contenido en AA esenciales y no esenciales
- AA limitante
- Score o cómputo químico
- Técnicas de balance, ..

[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf)

<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/Meeting/009/ae906e/ae906e24.pdf>

<http://www.fao.org/docrep/005/AC854T/AC854T01.htm>

[www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf](http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

Factores que condicionan la calidad:

1. Digestibilidad de la proteína
2. **Composición en AA (comparando con un patrón "ideal")**

- **Composición en AA esenciales**
- Grupos amino con nitrógeno
- Aminoácido limitante

### Proteína de Referencia

#### Requerimientos de AA esenciales de niños en edad preescolar.

Si la proteína permite el crecimiento en esta etapa, cubrirá (o excederá) las necesidades de otros niños y de adultos.

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112006000100009](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000100009)

[www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3717.pdf](http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3717.pdf)

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

### Proteína de Referencia

**Necesidades de aminoácidos en niños (mg/kg de peso y día) (FAO/WHO, 2007)**

Essential Amino Acid	Children (2-5 yrs)
Histidine	19
Isoleucine	28
Leucine	66
Lysine	58
Methionine and cystine	25
Phenylalanine and tyrosine	63
Threonine	34
Tryptophan	11
Valine	35

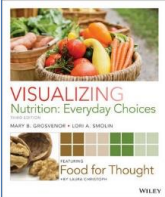
Fenilalanina  
Isoleucina  
Leucina  
Lisina  
Metionina  
Triptófano  
Treonina  
Valina  
Histidina

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Considering Protein Quality

### Measures of Protein Quality

Type of measure	What it is	How it is calculated
Chemical or amino acid score	A measure of protein quality determined by comparing the essential amino acid content of the protein in a food with that in a reference protein. The lowest amino acid ratio calculated is the chemical score.	$= \frac{\text{mg of limiting amino acid/g of test protein}}{\text{mg of limiting amino acid/g of reference protein}} \times 100$
Protein digestibility-corrected amino acid score (PCDAAS)	A measure of protein quality that reflects a protein's digestibility as well as the proportions of amino acids it provides.	$= \text{amino score} \times \text{digestibility factor}$
Protein efficiency ratio (PER)	A measure of protein quality determined by comparing the weight gain of a laboratory animal fed a test protein with the weight gain of an animal fed a reference protein.	$= \frac{\text{wt gain when fed test protein}}{\text{wt gain when fed reference protein}}$
Net protein utilization (NPU)	A measure of protein quality determined by comparing the amount of nitrogen retained in the body with the amount eaten in the diet.	$= \frac{\text{nitrogen retained}}{\text{nitrogen consumed}} \times 100$
Biological value (BV)	A measure of protein quality determined by comparing the amount of nitrogen retained in the body with the amount absorbed from the diet.	$= \frac{\text{nitrogen retained}}{\text{nitrogen absorbed}} \times 100$



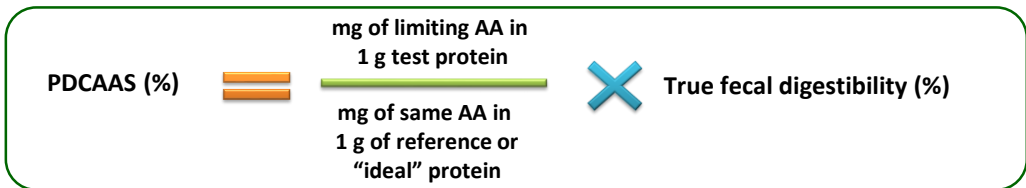
Grosvenor M, Smolin, L. (2012). Visualizing Nutrition, 2e. John Wiley and Sons Publishing

### Calidad proteica de la dieta

Desde 1991, FAO/WHO recomienda usar → actual "Gold estándar"

Valor del **escore de aminoácidos corregido por digestibilidad proteica** (protein digestibility corrected amino acid score, PDCAAS).

**PDCAAS**: Índice de calidad proteica que **compara el perfil de aminoácidos de la proteína a estudio con las necesidades de aminoácidos esenciales de niños en edad pre-escolar (2-5 años)** (tienen los mayores requerimientos de los diferentes grupos etarios a excepción de los lactantes que se comparan con la leche humana) **y se corrige por digestibilidad**.



Esta comparación indica cuál es el aa más limitante

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

**TABLE D-2** PDCAAS Values of Selected Foods (Rolfes y Whitney, 2008)

Casein (milk protein)	1.00
Egg white	1.00
Soybean (isolate)	.99
Beef	.92
Pea flour	.69
Kidney beans (canned)	.68
Chickpeas (canned)	.66
Pinto beans (canned)	.66
Rolled oats	.57
Lentils (canned)	.52
Peanut meal	.52
Whole wheat	.40

NOTE: 1.0 is the maximum PDCAAS a food protein can receive.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

### Aminoácido limitante

El AA esencial que es aportado en menor cantidad en la dieta.  
Su falta limita la capacidad para sintetizar proteínas.

Más frecuentes en la dieta:

- Lisina (principal AA limitante en cereales)
- Metionina (principal AA limitante en legumbres)
- Treonina
- Triptófano

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Complementación proteica

Dos alimentos con AA limitantes diferentes consumidos en la misma comida → **proteína de mayor valor biológico.**

	Lisina	Metionina
Garbanzos		
Arroz		
Potaje		

Los vegetarianos que consumen proteínas vegetales variadas pueden conseguir una proteína de tan alta calidad como la de origen animal.

Todo sobre legumbres: <https://www.ucm.es/innovadieta/legumbres>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Proteínas incompletas no pueden ser la base de la alimentación sin riesgo de deficiencia

Proteína completa	Proteína incompleta	Proteína parcialmente incompleta
33% AA esenciales 67% AA no esenciales	<25% AA esenciales	AA limitante

N aportado por AA esenciales	Alimentos
> 35 %	Huevos, Leche
20-34 %	Carne, Pescado, Soja, Espinacas
25-29 %	Lentejas, Maíz, Patatas, Arroz
20-24 %	Trigo, Almendras, Cacahuets
< 19 %	Zanahoria, Gelatina

(Grande, 1984)

<https://www.foodinsight.org/protein-pair-nutrition-infographic>

<https://www.ucm.es/innovadieta/p>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

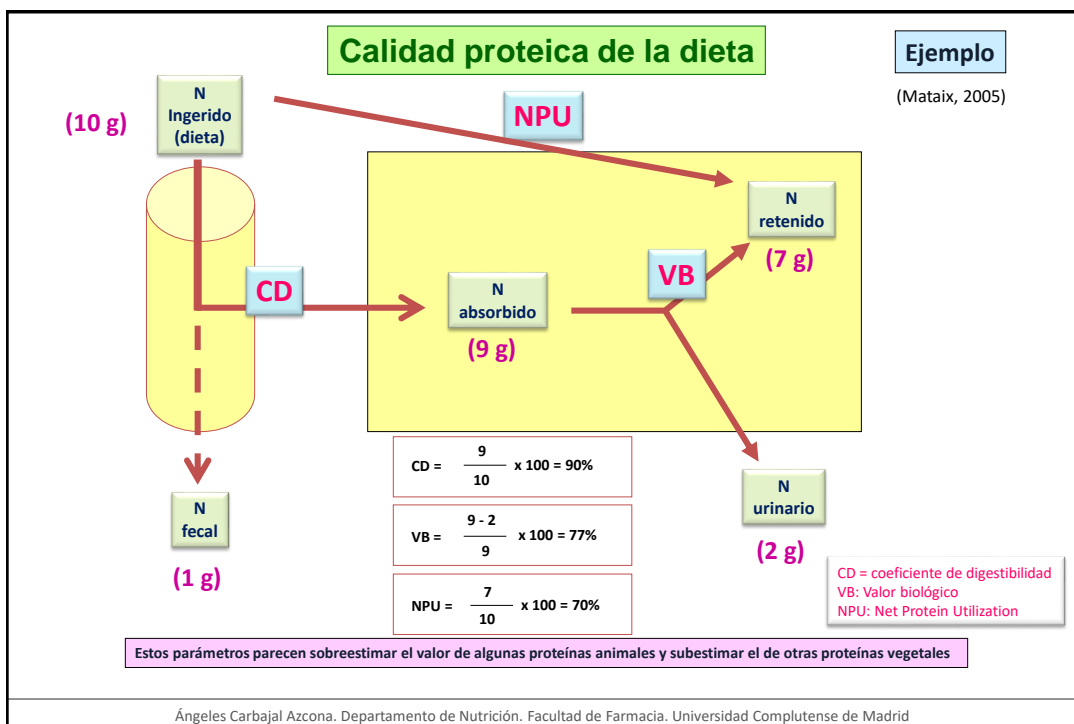
### Balance

- Coeficiente de digestibilidad (CD) real y aparente
- Valor biológico (VB)
- Utilización neta de la proteína (NPU)

El balance se afecta:

- Ingesta de energía
- Crecimiento/gestación
- Estrés
- Ejercicio físico intenso

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



**Calidad proteica de la dieta**

Las IR de proteína de las tablas están calculadas para una calidad media de la proteína de la dieta de 70, juzgada por el coeficiente NPU (Net Protein Utilization).

Si la calidad de la proteína consumida fuera menor, como sucede, por ejemplo, en el caso de dietas vegetarianas, habría que recalcular las IR de proteína, aumentándolas.

Ejemplo: calcular las IR de proteína de una mujer de 23 años vegetariana, con una calidad de la proteína ingerida equivalente a un NPU de 60.

Según las tablas, las IR de proteína para un NPU de 70 = 41 g/día  
 Para la dieta con NPU de 60 =  $(41 \times 70 / 60) = 47,8$  g/día

NPU	→	g de proteína
70	→	41
60	→	X = 47,8

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

### Coefficiente de Digestibilidad (CD)

La proteína ingerida no se aprovecha totalmente.

El CD mide la cantidad de AA absorbidos.

Relaciona la proteína absorbida en forma de AA (N absorbido) respecto a la proteína ingerida (N ingerido)

$$CD = \frac{N \text{ absorbido}}{N \text{ ingerido}} = \frac{N \text{ ingerido} - N \text{ fecal}}{N \text{ ingerido}}$$

Proteína animal: alta digestibilidad (90-95%)  
 Proteína vegetal: menos digestibles (70-90%)  
 Soja y legumbres: 90%

### Con este método:

- N fecal sobreestimado (incluye una cantidad de proteína bacteriana y el N bacteriano no sólo procede de la proteína no digerida). Se estima que ≈50% del N fecal es endógeno y no de proteínas dietéticas no digeridas.
- Digestibilidad verdadera subestimada.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

### Digestibilidad proteica (Mataix, 2002)

90-99% en proteínas animales

70-90% en proteínas vegetales

- Proteínas vegetales pueden estar dentro de células con paredes resistentes a la digestión humana.
- Algunas legumbres tienen "factores antitripsina".

	Coefficiente de digestibilidad (CD) %
Huevo	97
Leche, queso	95
Carne, pescado	94
Arroz pulido	88
Guisantes	88
Trigo entero	86
Harina de avena	86
Maíz	85
Maíz + alubias + leche	84
Alubias	78
Maíz + alubias	78

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

### Valor Biológico (VB)

Determinado principalmente por la composición en aa esenciales. A medida que una proteína aporta mayor número de aa esenciales, mayor es su calidad, mayor su VB.

**“Cuanto más parecida sea a las proteínas corporales, mayor calidad”**

Proporción de la proteína absorbida que es retenida por el organismo.

$$VB = \frac{N \text{ retenido}}{N \text{ absorbido}} = \frac{N \text{ absorbido} - N \text{ urinario}}{N \text{ ingerido} - N \text{ fecal}}$$

Meaningful for whole diets, but not individual components of mixed diets since limiting AAs can differ between sources

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Calidad proteica de la dieta

### Utilización neta de la proteína (Net Protein Utilization (NPU))

Valora en conjunto la calidad de la proteína.

Proporción de la proteína de la dieta que es retenida. Tiene en cuenta la digestibilidad de la proteína.

$$NPU = \frac{N \text{ retenido}}{N \text{ ingerido}} = \frac{N \text{ absorbido} - N \text{ urinario}}{N \text{ ingerido}}$$

$$N \text{ absorbido} = N \text{ ingerido} - N \text{ fecal}$$

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



### Calidad proteica de la dieta

#### Calidad proteica de algunos alimentos

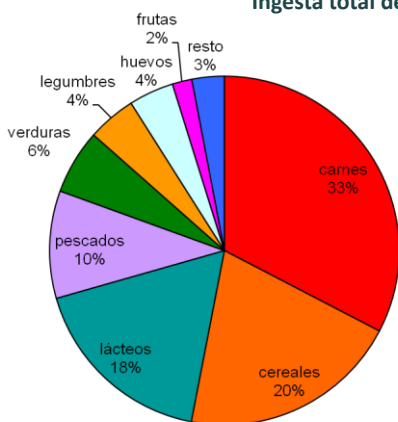
VB: Valor biológico; NPU: utilización neta de la proteína

	VB	NPU
Huevo de gallina	100	94
Leche humana	100	96
Leche de vaca	75-93	82
Pescado	76	-
Carne	74	67
Arroz integral	86	59
Cacahuete	55	55
Avena	65	-
Arroz pulido	64	57
Trigo entero	65	49
Maíz	72	36
Soja	73	61
Guisantes	64	55
Patatas	60	-
Pan blanco	50	-

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

### Fuentes alimentarias de proteína en España (%)

Ingesta total de proteína: 94 g/día (14% kcal)



1991. Ingesta de proteína: 94 g/d







2011. Ingesta de proteína: 99 g/d

20. Dieta en España. Energía y nutrientes  
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-08-17-cap-20-dieta-espa%C3%B1a-2.pdf>

14. Los alimentos como fuente de energía, nutrientes y otros bioactivos – 2018  
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-10-cap-14-alimentos-2018.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

### Ingesta de energía y nutrientes y calidad de la dieta, 1964-2011

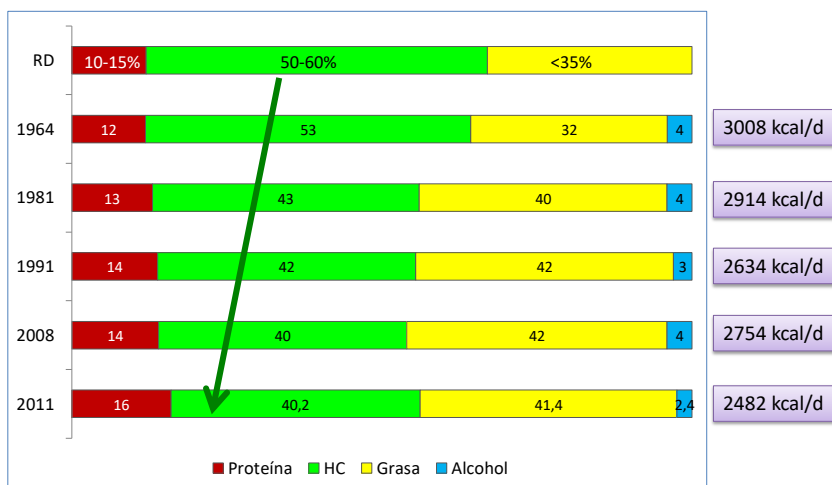
	1964	1981	1991	2000	2003	2006	2008	2011
Energía (kcal)	3008	2914	2634	2730	2767	2761	2754	2482
Proteína (g)	87	98	94	93,3	96	93,5	97,6	99 
Lípidos (g)	108	131	121	120	122	126	123	111 
H de C (g)	423	333	294	284	288	282	287	257 
Colesterol (mg)	275	441	440	451	402	475	402	≈400 

[20. Dieta en España. Energía y nutrientes](https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-08-17-cap-20-dieta-esp%C3%B1a-2.pdf)  
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-08-17-cap-20-dieta-esp%C3%B1a-2.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

### Cambios en el perfil calórico de la dieta de los españoles

(aporte calórico de macronutrientes y alcohol a la energía total consumida)



[20. Dieta en España. Energía y nutrientes](https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-08-17-cap-20-dieta-esp%C3%B1a-2.pdf)  
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-08-17-cap-20-dieta-esp%C3%B1a-2.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Ingestas recomendadas (IR) y Objetivos nutricionales (ON)

**Ingestas recomendadas** (unos 0,8 g/kg de peso y día) (consultar tablas de IR).

Aumentadas en crecimiento rápido, gestación, lactancia, infancia, adolescencia, post-trauma.

**Objetivos nutricionales, ON** (Rango aceptable de distribución de macronutrientes): 10-15% kcal de proteínas.

2000 kcal

10% → 50 g/d

2300 kcal

15% → 86 g/d

No superar 1,5 g/kg peso y día

The PRI for adults of all ages was estimated to be 0.83 g protein/kg body weight per day and is applicable both to high quality protein and to protein in mixed diets. For children from six months onwards, age-dependent requirements for growth estimated from average daily rates of protein deposition and adjusted by a protein efficiency for growth of 58 % were added to the requirement for maintenance of 0.66 g/kg body weight per day. The PRI was estimated based on the average requirement plus 1.96 SD using a combined SD for growth and maintenance. For pregnancy, an intake of 1, 9 and 28 g/d in the first, second and third trimesters, respectively, is proposed in addition to the PRI for non-pregnant women. For lactation, a protein intake of 19 g/d during the first six months, and of 13 g/d after six months, is proposed in addition to the PRI for non-lactating women. Data are insufficient to establish a Tolerable Upper Intake Level (UL) for protein. Intakes up to twice the PRI are regularly consumed from mixed diets by some physically active and healthy adults in Europe and are considered safe. EFSA Journal 2012;10(2):2557

[Tablas de Ingestas Recomendadas - https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-26-IR-Tablas-Moreiras-col-2016-web.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2018-01-26-IR-Tablas-Moreiras-col-2016-web.pdf)

Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (2005)

<https://www.nap.edu/read/10490/chapter/1>

Dietary reference values for protein, EFSA, 2012 - <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2557>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

## Proteína, recomendaciones

IR

**Mujer de 23 años y 55 kg**

Ingestas recomendadas:

Energía = 2.300 kcal/día

**Proteína = 41 g/día**

ó 0,8 g/kg de peso; 0,8 x 55 kg = **44 g/día**

ó CDO (etiquetado) = **50 g/día**

Dieta equilibrada, suficiente.  
Prevención enfermedad deficiatoria.

Ingesta media de proteína España (2008) = 98 g/día

**% Ingesta / IR = >200 % → Epidemiológicamente: mayor riesgo para la salud**

ON

Perfil calórico recomendado:

<30% kcal de lípidos

>50% kcal de CHO

**15% kcal de proteínas; 2.300 kcal/d → 345 kcal ÷ 4 kcal/g = 86 g de proteína**

Dieta prudente, nutrición óptima.  
Prevención enfermedad crónica.

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

● **Efecto hipotensor en humanos de leches fermentadas y péptidos derivados de proteínas lácteas**

● **Exceso de proteína**

- A largo plazo problemas renales. Puede aumentar la eliminación de calcio.
- Paralelamente:
  - Alto consumo de AGS, colesterol, Na
  - Bajo de alimentos vegetales, CHO, fibra, minerales, vitaminas.

**Factor de riesgo en enfermedad crónica**

- **Alteraciones del metabolismo de los AA, Fenilcetonuria**
- **Alergias a proteínas dietéticas**
- **Proteínas y deporte. Suplementos**

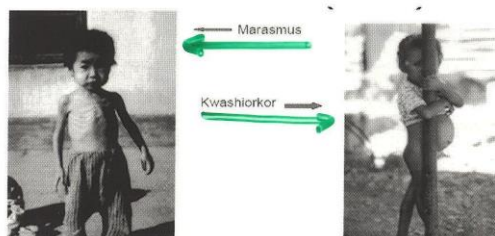
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

**Malnutrición proteico-energético (MPE)**

- Privación de proteína, energía o ambos
  - MPE aguda: privación severa reciente (delgado para talla)
  - MPE crónica: privación durante mucho tiempo (baja estatura para la edad)

**Marasmo**. Privación severa durante un largo periodo de tiempo o alteraciones en la absorción de energía, proteína, vitaminas, minerales.

**Kwashiorkor**. “el espíritu maligno que invade al primer niño cuando nace el segundo”. Privación aguda de alimentos. **Edema**.



<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0g.htm>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

### Cicely D. Williams (1893-1992)

Pediatra Inglesa, nacida en Jamaica, que trabajaba en Costa de Oro (colonia Británica) (hoy Ghana).



Introduce el término de **Kwashiorkor**: transcripción al inglés de un término de la lengua crobo nativa usado por las madres africanas para expresar el nacimiento de un segundo hijo cuando el primero todavía no está destetado y, por tanto, la separación del primero de la lactancia materna: **Cuasiorkor**.

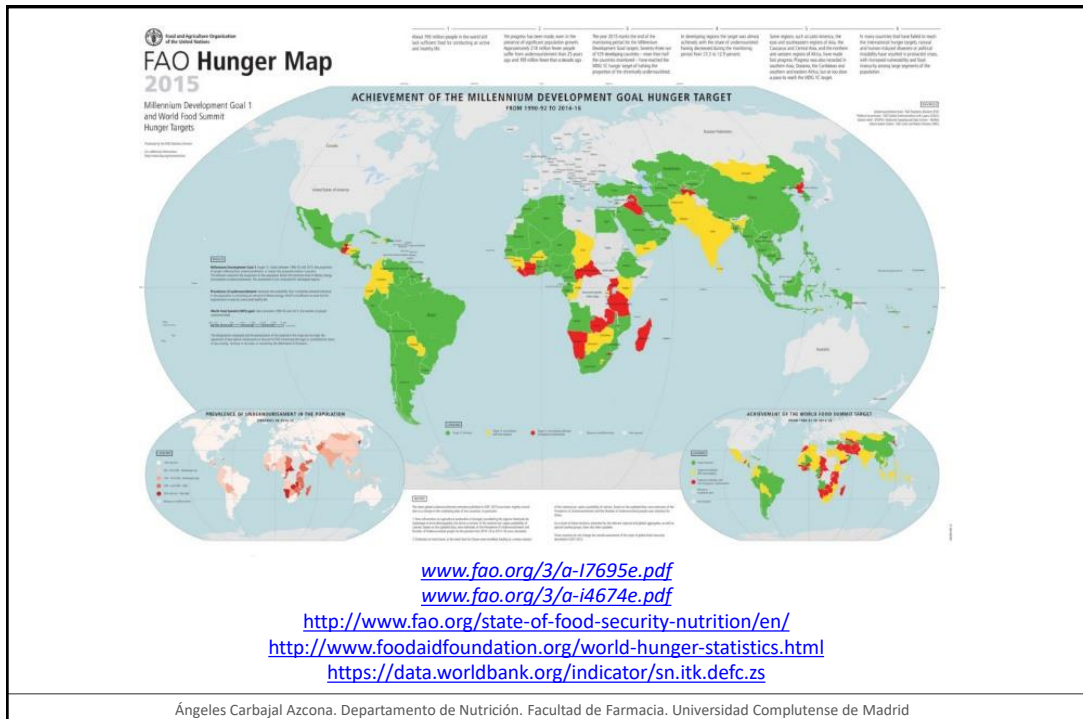
Enfermedad asociada al consumo de una dieta a base de maíz que se atribuyó a un déficit de proteínas en la dieta del niño pre-escolar (1-4 años).

Williams CD. Kwashiorkor. A nutritional disease of children associated with a maize diet. Lancet 1935; 2: 1151-2.

Is one of the most widely cited papers on childhood malnutrition: in 1935, Cicely D. Williams introduced the West African name kwashiorkor into the scientific literature of nutritional diseases.

<http://www.who.int/bulletin/volumes/81/12/PHCCommentary%20.pdf>

Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid



## Bibliografía

- Bender DA. Introduction to nutrition and metabolism. Taylor & Francis. Londres. 2002.
- García-Arias MT, García-Fernández MC (Ed). Nutrición y Dietética. Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales. Universidad de León, 2003. (ISBN: 84-9773-023-2).
- Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: National Academies Press, 2005.  
[http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=10490&page=685](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=10490&page=685)
- Mann J, Truswell S (eds). Essentials of human nutrition. Oxford University Press. 2002.
- Martín Municio A. Proteómica: ¿qué son y para qué sirven las proteínas?  
[www.rac.es/ficheros/doc/00369.pdf](http://www.rac.es/ficheros/doc/00369.pdf)
- Martínez JA. Fundamentos teórico-prácticos de nutrición y dietética. Ed. EUNATE, 1996.
- Mataix J (ed) Nutrición y alimentación humana. Ed Ergon. 2002.
- Smolin LA, Crosvenor MB. Nutrition. Science and Applications. Saunders College Publishing. 2000.
- Suárez MM, Kizlansky A, López LB. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. Nutr. Hosp. v.21 n.1 2006  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112006000100009&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112006000100009&script=sci_arttext)  
<http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21n1/original7.pdf>
- WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. 2007.  
[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_935\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_935_eng.pdf)
- **Innovadieta, Nutripedia, Proteína** - <https://www.ucm.es/innovadieta/p>