

1

Energía y requerimientos



1. [Bioenergética y termodinámica](#)
2. [Determinación del gasto energético](#)
3. [Papel biológico de los alimentos](#)

[En Resumen](#)

1

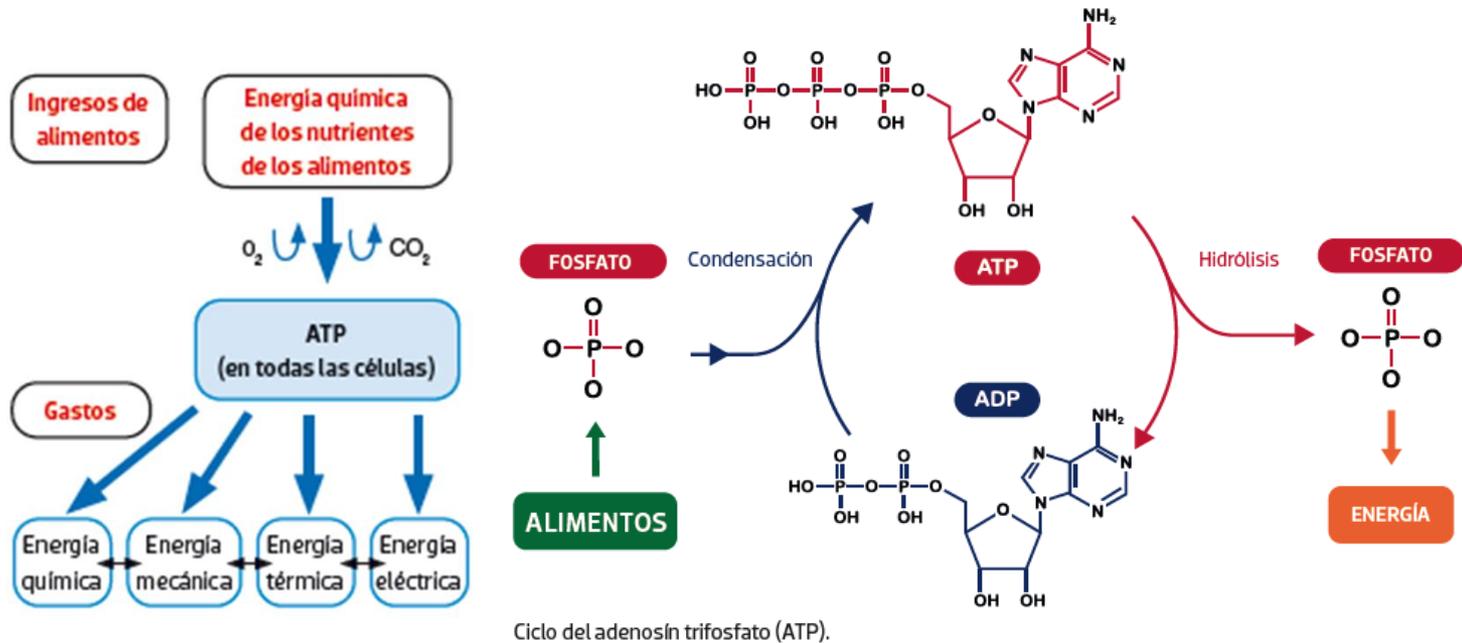
Energía y requerimientos

1. Bioenergética y termodinámica

1.1. Bioenergética



La bioenergética es la parte de la biología que se encarga del estudio de los procesos de absorción, transformación y entrega de energía en los sistemas biológicos. Profundiza en las reacciones anabólicas y catabólicas que tienen lugar en la célula.



1

Energía y requerimientos

1. Bioenergética y termodinámica

1.2. Termodinámica



La termodinámica estudia las propiedades macroscópicas de la materia, denominadas variables termodinámicas, especialmente el calor y la temperatura, así como la transformación de unas formas de energía en otras.

Primera ley de la termodinámica

El primer principio de la termodinámica coincide esencialmente con el principio de conservación de energía, según el cual la energía, no se crea ni se destruye, sino que se transforma en calor.

La entalpía es la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico, es decir, la cantidad de energía que un sistema intercambia con su entorno.

Reacción exotérmica

Libera calor (negativa) $\Delta H < 0$

Reacción endotérmica

Necesita calor (positiva) $\Delta H > 0$

1

Energía y requerimientos

1. Bioenergética y termodinámica

1.2. Termodinámica



Segunda ley de la termodinámica

Solo se puede realizar un **trabajo** mediante el paso del calor de un cuerpo que presenta una mayor temperatura a uno que tiene menor temperatura.

La **entropía** es la fracción de energía de un sistema que no es posible convertir en trabajo.

En general, las reacciones bioquímicas de transformación que ocurren en la célula siguen las leyes de la termodinámica, en particular con la **energía libre de Gibbs (G)**, que es la parte de la energía total de un sistema que está disponible para realizar trabajo. Se obtiene de esta relación:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Donde:

- T es la temperatura,
- ΔH es el incremento de la entalpía;
- ΔS es el incremento de la entropía.



En este enlace puedes visualizar un video sobre las leyes de la termodinámica:
<<https://bit.ly/3EQdOHn>>

1

Energía y requerimientos

1. Bioenergética y termodinámica

1.2. Termodinámica

Las unidades que se usan para medir los intercambios de calor (energía) son la caloría y el kilojulio.

Una caloría es la cantidad de calor necesario para aumentar la temperatura de 1 gramo de agua de 14,5 a 15,5 °C.

Para la magnitud del gasto energético del organismo se recurre a su múltiplo kcal (o Cal).

1 caloría = cal

1000 cal = 1 kcal

10^6 cal = 1000 kcal o 1 Mcal

Otra unidad para medir esos intercambios es el kilojulio (kJ).

1 kcal = 4,184 kJ

1 kJ = 0,24 kcal



En este enlace puedes visualizar un video sobre las calorías y su relación con los alimentos:

<https://bit.ly/3Rv5rse>

1

Energía y requerimientos

1. Bioenergética y termodinámica

1.3. Obtención de energía en los organismos vivos



Fuente de energía (forma en que el organismo puede producir ATP)	Fotoautótrofo	Organismo autótrofo que usa la luz como fuente de energía.
	Quimioautótrofo	Organismo autótrofo que obtiene energía por oxidación de sustancias orgánicas.
Fuente donadora de electrones, como NADH o NADPH	Organótrofo	Organismo que utiliza compuestos orgánicos.
	Litótrofo	Organismo autótrofo que obtiene electrones a partir de sustancias inorgánicas reducidas.
Fuente de carbono	Heterótrofo	Organismo que obtiene el carbono de moléculas orgánicas complejas.
	Autótrofo	Organismo que puede utilizar el dióxido de carbono (CO_2).

1

Energía y requerimientos

1. Bioenergética y termodinámica

1.4. Transformación energética celular



Se conoce como **metabolismo** al conjunto de procesos físicos y químicos del cuerpo que convierten o usan energía. Cada uno de los conjuntos de reacciones encadenadas que constituyen el metabolismo se denomina **ruta o vía metabólica**.

CATABOLISMO (fase destructiva)

Su función es **reducir una sustancia o molécula compleja** y hacerla más **simple** (dióxido de carbono, agua, ácido láctico, amoníaco, etc.) para obtener **energía** que se almacena en forma de **ATP**. Son **oxidaciones** en las que se **liberan electrones**.

ANABOLISMO (fase constructiva)

Son las reacciones bioquímicas por las cuales se forman sustancias **más complejas a partir de otras más simples**. Esta formación de sustancias requiere crear **nuevos enlaces con aporte de energía** que proviene del ATP. Son **reducciones** en las que se necesitan **electrones**.

Funciones principales del metabolismo

- Obtener **energía química**, que se almacena en forma de ATP, para ser utilizada por la célula.
- Sintetizar compuestos a partir de los nutrientes, que servirán para crear estructuras o para almacenarlos como reserva.

1

Energía y requerimientos

2. Determinación del gasto energético

2.4. Cálculo del gasto energético total



El gasto energético (GE) se obtiene a partir de tres componentes:

Metabolismo basal (MB) = gasto energético basal (GEB) = gasto de energía en reposo (GER).

+

Gasto por trabajo (GT) = factor de actividad (FA).

+

ETA = gasto de energía por el efecto termogénico de los alimentos (calor producido por la actividad metabólica inducida por los alimentos).

1

Energía y requerimientos

2. Determinación del gasto energético



Metabolismo basal o gasto energético en reposo

El metabolismo basal es la cantidad de energía mínima necesaria para que el organismo realice sus procesos vitales (respiración, circulación, tono muscular, funcionamiento del sistema nervioso...) en unas condiciones de reposo físico y mental, y a una temperatura adecuada.

Fórmulas para calcular el gasto metabólico en reposo FAO/WHO/UNU (1985)

En la tabla que aparece a continuación puedes consultar la tasa metabólica en reposo (kcal/día) a partir del peso (P) (kg) y la edad.

Edad (años)	Hombres	Mujeres
0-2	$(60,9 \times P) - 54$	$(61,0 \times P) - 51$
3-9	$(22,7 \times P) + 495$	$(22,5 \times P) + 499$
10-17	$(17,5 \times P) + 651$	$(12,2 \times P) + 746$
18-29	$(15,3 \times P) + 679$	$(14,7 \times P) + 496$
30-59	$(11,6 \times P) + 879$	$(8,7 \times P) + 829$
≥ 60	$(13,5 \times P) + 487$	$(10,5 \times P) + 596$

- Fórmulas para el cálculo del GEB de Harris-Benedict (1919). Para personas de todas las edades.

Mujeres:

$$\text{GEB} = 655 + [9,46 \times P \text{ (kg)}] + [1,85 \times T \text{ (cm)}] - [4,68 \times \text{edad (años)}]$$

Hombres:

$$\text{GEB} = 66,5 + [13,75 \times P \text{ (kg)}] + [5,0 \times T \text{ (cm)}] - [6,78 \times \text{edad (años)}]$$

1

Energía y requerimientos

2. Determinación del gasto energético



Actividad física

Los requerimientos energéticos también están relacionados con la actividad física que se realiza, desde un 10–12 % en personas sedentarias hasta un 50 % con una actividad física intensa y prolongada.

Factores que determinan el gasto energético ligado a la actividad física

Actividad física propiamente dicha

Variable según su intensidad, duración...

Peso corporal

A mayor peso, mayor gasto energético por actividad física, dado que se necesita más energía para desplazar un peso mayor.

Edad

El envejecimiento suele conllevar una menor actividad física, ya sea por una menor capacidad muscular o menor necesidad de hacer trabajos físicos.

Clima

Muchas veces el clima puede condicionar la actividad física en un grado importante; esto se hace más evidente en climas extremos, ya sean fríos o calurosos.

1

Energía y requerimientos

2. Determinación del gasto energético



Efecto termogénico de los alimentos

El efecto termogénico de los alimentos o termogénesis inducida por la dieta es la energía necesaria para llevar a cabo los procesos de digestión, absorción y el metabolismo de los componentes de la dieta tras la ingesta de alimentos en una comida (secreción de enzimas digestivas, transporte activo de nutrientes, formación de tejidos corporales, de reserva de grasa, glucógeno, proteína, etc.).

1

Energía y requerimientos

2. Determinación del gasto energético



Existen diferentes métodos para calcular del gasto energético total (GET).

1. Cálculo del GET a partir del GEB y de la actividad física desarrollada

$$\text{GET} = \text{GEB} \cdot \text{FA}$$

En la siguiente tabla, elaborada por FAO/WHO/UNU (1985), puedes consultar los factores medios de actividad física.

	Muy ligera	Ligera	Moderada	Elevada
Hombres	1,3	1,55	1,78	2,10
Mujeres	1,3	1,56	1,64	1,82

2. Cálculo del GET a partir del GEB y de un factor individual de actividad física

Los factores de actividad física múltiplos de la TMR para estimar el gasto calórico total se pueden consultar en esta tabla.

Tipo de actividad	xTMR	Tiempo (horas)	Total
Descanso: dormir, estar tumbado...	1,0		
Muy ligera: estar sentado, conducir, estudiar, trabajo de ordenador, comer, cocinar...	1,5		
Ligera: andar despacio (4 km/h), tareas ligeras del hogar, jugar al golf, bolos, tiro al arco, trabajos como zapatero, sastre...	2,5		
Moderada: andar a 5-6 km/h, tareas pesadas del hogar, montar en bicicleta, tenis, baile, natación moderada, trabajos de jardinero...	5,0		
Alta: andar muy deprisa, subir escaleras, montañismo, fútbol, baloncesto, natación fuerte, leñadores...	7,0		
Factor medio de actividad = total/24 h		24 h	

$$\text{GET} = \text{GEB} \times \text{FA compensado individual}$$

1

Energía y requerimientos

2. Determinación del gasto energético

3. Cálculo directo del gasto total

Tablas que recogen el gasto durante la actividad física según el tiempo empleado.

Gasto energético total según actividad física (kcal/kg de peso y minuto)					
Dormir	0,018	Aseo personal	0,050	Hacer la cama	0,057
Barrer	0,050	Pasar el aspirador	0,068	Fregar el suelo	0,065
Limpiar cristales	0,061	Lavar la ropa	0,070	Limpiar zapatos	0,036
Cocinar	0,045	Sentado	0,028	De pie	0,029
Lavar los platos	0,037	Planchar	0,064	Coser a máquina	0,025
Conducir un coche	0,043	Tocar el piano	0,038	Cuidar el jardín	0,086
Comer	0,030	Tumbado despierto	0,023	Bajar escaleras	0,097
Subir escaleras	0,254	Pasear	0,038	Conducir una moto	0,052
Nadar de espalda	0,078	Nadar a braza	0,106	Nadar a mariposa	0,18
Montar a caballo	0,107	Montar en bicicleta	0,120	Bailar vigorosamente	0,101
Caminar (5 km/h)	0,063	Correr (8-10 km/h)	0,151	Bailar	0,070
Jugar al tenis	0,109	Jugar al golf	0,080	Jugar al baloncesto	0,140
Jugar al frontón y squash	0,152	Jugar a la petanca	0,052	Montañismo	0,147
Jugar al fútbol	0,137	Jugar al ping-pong	0,056	Jugar al balonvolea	0,120
TRABAJO					
Ligero: empleados de oficina, profesionales, comercio, etc.					0,031
Activo: industria ligera, construcción (excepto muy duros), trabajos agrícolas, pescadores, etc.					0,049
Muy activo: segar, cavar, peones, leñadores, soldados en maniobras, mineros, metalúrgicos, atletas, bailarines, etc.					0,096

4. Tablas de ingestas recomendadas (IR) para grupos e individuos «tipo»

5. Cálculo del gasto energético experimentalmente

Procedimientos para calcular el gasto energético

- Procedimientos calorimétricos: directos e indirectos.
- Procedimientos no calorimétricos.
- Mediante datos antropométricos.

1

Energía y requerimientos

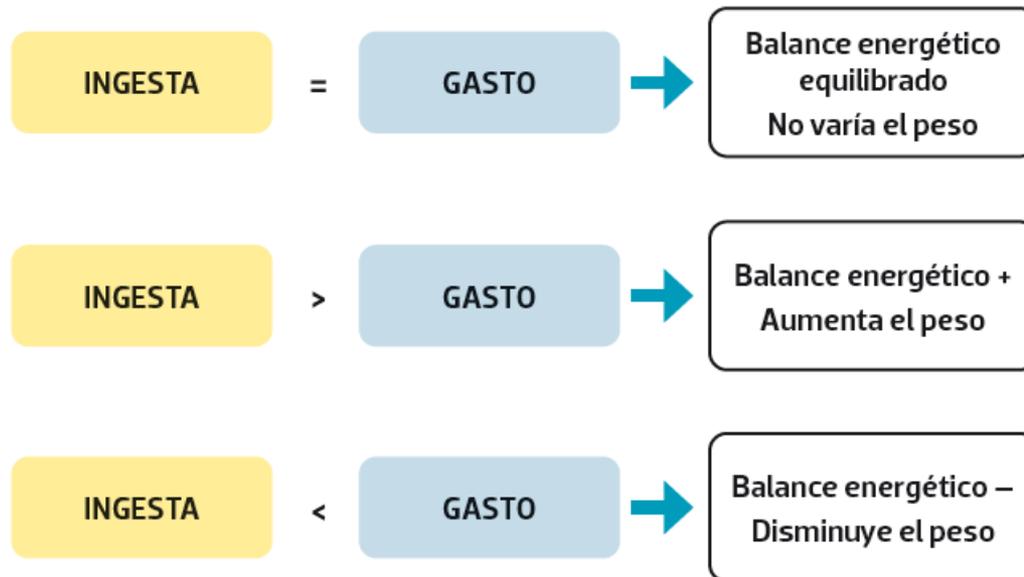
2. Determinación del gasto energético

2.5. Balance energético y regulación



El balance energético representa la ganancia o pérdida neta de energía de un organismo, y es el resultado de la comparación entre los ingresos y los egresos de energía.

$$BE = \text{ingesta calórica (IC)} - \text{gasto calórico (GC)}$$



Energía y requerimientos

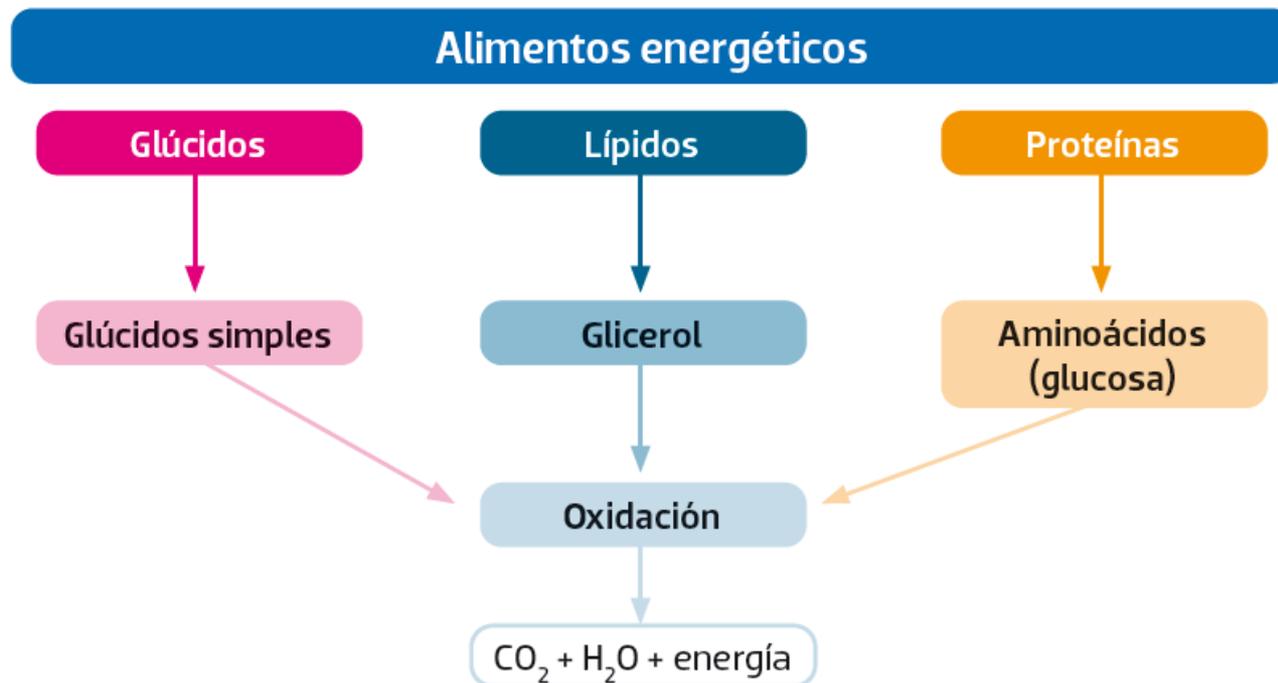
3. Papel biológico de los alimentos

3.1. Valor calórico. Números de Atwater



Procedencia de la energía

Se denomina valor energético o calórico de un alimento a la cantidad de energía que se genera cuando es oxidado o metabolizado para producir dióxido de carbono y agua (y también urea, en el caso de las proteínas).



1

Energía y requerimientos

3. Papel biológico de los alimentos

3.1.2. ¿Qué es el sistema Atwater?



El sistema Atwater es un método para conocer cuánta energía nos aporta un determinado alimento. Esta energía se mide en una unidad llamada caloría.

Números de Atwater	
Hidratos de carbono	4 kcal/g
Proteínas	4 kcal/g
Lípidos	9 kcal/g
Alcohol	7 kcal/g
Fibra	2 kcal/g

La energía que se libera de la oxidación de estos nutrientes puede diferenciarse en:

Energía liberada hacia el exterior	Se refiere a la energía mecánica que puede usarse, por ejemplo, para el desarrollo de cualquier actividad muscular o el mantenimiento de la temperatura corporal .
Energía liberada hacia el interior	Es la energía que sirve para mantener en actividad los órganos internos , necesaria también para la síntesis de estructuras durante el crecimiento y para el mantenimiento de las estructuras en la edad adulta.
Energía usada en la síntesis de ATP	Compuesto de reserva energética , del cual el organismo puede obtener energía en cualquier momento.

1

Energía y requerimientos

3. Papel biológico de los alimentos

3.3. Digestibilidad



La energía bruta (EB) es la energía que contienen los componentes orgánicos del alimento y que se libera a través de su oxidación (combustión). Se mide en calorías o julios (1 caloría = 4,185 julios).

La energía digestible (ED) es la energía contenida en los compuestos orgánicos digeridos. Para calcularlo hay que restar a la energía bruta del alimento ingerido la energía bruta de las heces expulsadas.

La energía metabolizable (EM) corresponde a la energía digestible menos la energía contenida en los gases (en concreto el metano) y en la orina (particularmente la urea y el ácido úrico).

La energía neta (EN) es la energía realmente disponible para cubrir las necesidades de mantenimiento y de producción. Es la energía metabolizable menos los gastos energéticos conocidos como extracalor.

Para calcular los distintos tipos de energía se utilizan las siguientes fórmulas:

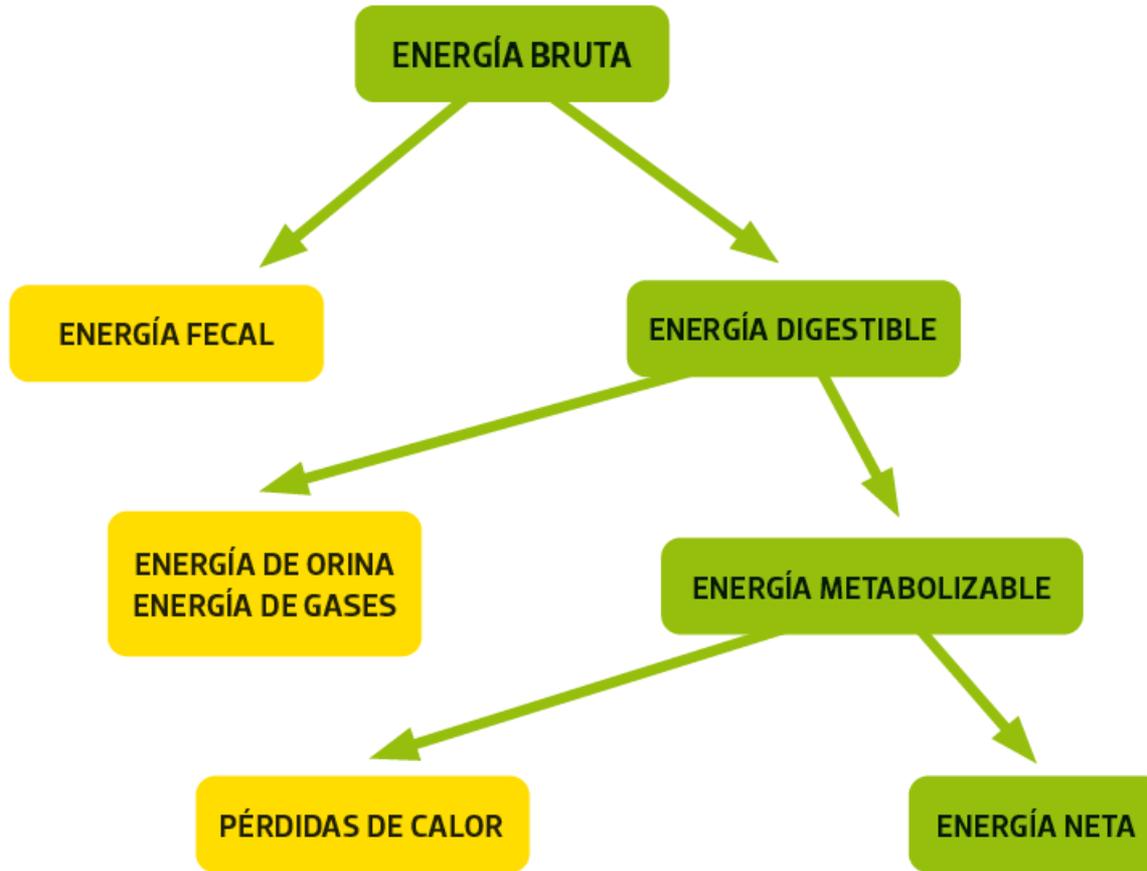
$$E. \text{ DIGESTIBLE} = E. \text{ bruta} - E. \text{ fecal}$$

$$E. \text{ METABOLIZABLE} = E. \text{ digestible} - E. \text{ orina} - E. \text{ gases}$$

$$E. \text{ NETA} = E. \text{ metabolizable} - \text{Pérdidas de calor}$$



El siguiente gráfico muestra el rendimiento de un alimento.



1

Energía y requerimientos

En resumen

