

Hidratos de carbono



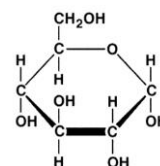
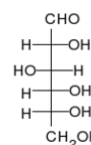
Ángeles Carbajal Azcona - carbajal@ucm.es

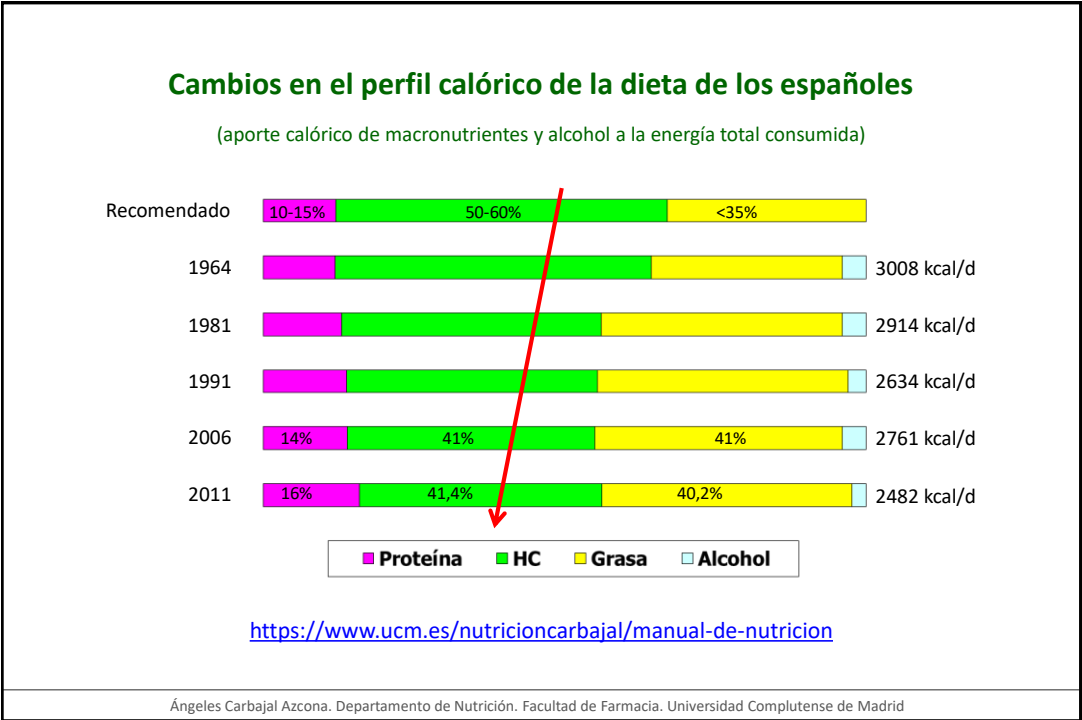
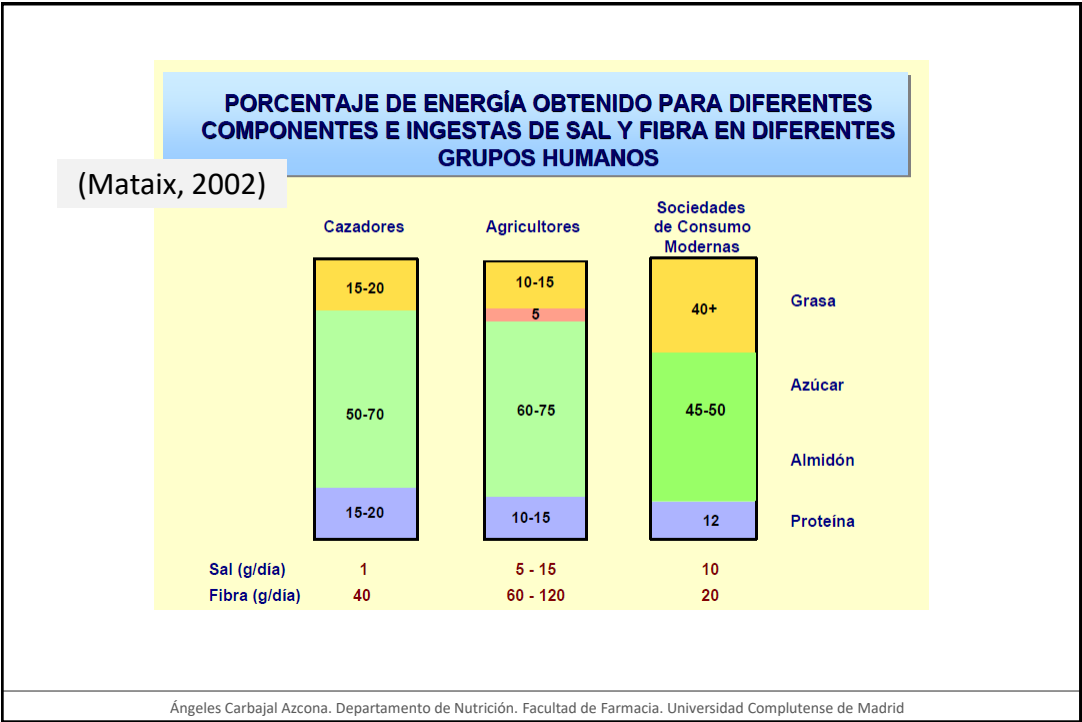
Dpto de Nutrición y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia. UCM.

<https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/> - <https://www.ucm.es/innovadieta/> - <https://www.ucm.es/innovadieta/h>

Hidratos de carbono (Glúcidos, Glícidos (*anglicismo*), carbohidratos)

- **Incluyen una amplia variedad de compuestos**, cuya unidad básica son monosacáridos [tienen carbono, hidrógeno y oxígeno: $(\text{CH}_2\text{O})_n$, ej. Glucosa: $(\text{CH}_2\text{O})_6 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$]
- **Papel especial** en la nutrición humana:
 - Suministran la mayor parte de la **energía** de la dieta
 - Satisfacen el deseo instintivo por el **sabor dulce**
- **Base de la alimentación** (Arroz en Asia; Maíz en Sudamérica; Cassava en África; Trigo en Europa)
- **Relación con el nivel de vida:**
 - 85% kcal totales de la dieta en países pobres
 - 40% kcal en países ricos





Hidratos de carbono (Glúcidos, Glícidos (*anglicismo*), carbohidratos)

- Proceden casi exclusivamente de **alimentos de origen vegetal (2 de origen animal)**
- No hay IR (la cantidad mínima necesaria está asegurada en la dieta)
- CHO simples vs complejos
- Enlaces alfa y beta
- CHO tienen una especial relación recíproca con la grasa en la dieta: una **dieta alta en CHO es baja en grasa**
- Dietas altas en CHO complejos de bajo índice glucémico, generalmente se asocian con **menor prevalencia de obesidad, enfermedad coronaria, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer**
- **Diabetes**. Importante problema de salud pública

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

Hidratos de carbono (Glúcidos, Glícidos (*anglicismo*), carbohidratos)

- **Papel:**
 - Energético (principal fuente de energía para la célula)
 - Estructural o Funcional:
 - Proteoglucanos del tejido conjuntivo
 - Mucinas (glucoproteínas) del tejido epitelial digestivo o respiratorio
 - Glucoproteínas de membrana (reconocimiento de hormonas, neurotransmisores, ..)
 - Glucolípidos de membrana (sistema nervioso)

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

Hidratos de carbono (Glúcidos, Glícidos *(anglicismo)*, carbohidratos)

- **Glucosa:**
 - **Esencial.** A partir de ella pueden sintetizarse todos los derivados glucídicos.
 - Combustible **esencial para cerebro y feto**
 - Principal fuente de energía para el **músculo durante el ejercicio extenuante**
 - Único **azúcar circulante**. Glucemia muy controlada (70-110 mg/dL) por insulina en la fase absorptiva (postprandial) y glucagón, adrenalina y cortisol en la fase interdigestiva
 - Exceso se almacena como **glucógeno (hígado y músculo) / grasa**
 - Si falta, puede sintetizarse a partir de otros azúcares, ácido láctico, ciertos AA y glicerol (Gluconeogénesis)

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

Hidratos de carbono de especial relevancia en la alimentación humana

Clasificación química:

- Azúcares o CHO simples (mono y disacáridos)** Glucosa, Fructosa, Galactosa
Sacarosa, Lactosa, Maltosa
- Oligosacáridos (3-9 monosacáridos)** Maltodextrinas
Fructooligosacáridos (FOS) (FD)
- Polisacáridos (10+ monosacáridos)**
 - Almacenamiento → energía
α-glucanos
 - Estructurales / soporte (FD)
β-glucanosAlmidón, Glucógeno
- Carbohidratos hidrogenados (polialcoholes, alcoholes azúcares)**
Sorbitol, manitol, xilitol, ...
Mal absorbidos, diarrea osmótica

Glucanos: polímeros de glucosa
FD: Fibra Dietética

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

1. Azúcares o CHO simples

I. **Monosacáridos** (*Saccharo (griego) = azúcar*)

- **Glucosa**: Constituyente fundamental de CHO glucémicos. (frutas, líquidos vegetales, sangre, líquidos extracelulares) (poder edulcorante: 0,5)
- **Fructosa** (frutas, hortalizas, miel, ..) (+ dulce)
- **Galactosa** (en leche unido a glucosa)

Dulces, muy solubles en agua
Bien absorbidos

II. **Disacáridos**

- **Sacarosa** (Glucosa α 1- β 2 Fructosa)
Azúcar común (remolacha, caña, frutas, zanahorias, ..)
- **Lactosa** (Galactosa β 1- 4 Glucosa)
Azúcar de la leche:
 - 5% leche de vaca (30%kcal de la leche)
 - 7% leche humana (40%kcal)
- **Maltosa** (Glucosa α 1- 4 Glucosa) (hidrólisis del almidón; no se encuentra como tal en alimentos)

Bien digeridos, excepto lactosa en algunos casos

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

Hidratos de carbono de especial relevancia en la alimentación humana

Clasificación química:

1. **Azúcares o CHO simples** (mono y disacáridos)

2. **Oligosacáridos** (3-9 monosacáridos)

3. **Polisacáridos** (10+ monosacáridos)

→ Almacenamiento → energía

→ Estructurales / soporte (FD)

4. **Carbohidratos hidrogenados** (polialcoholes, alcoholes azúcares)

CHO complejos (Glucanos (polímeros de glucosa)

- α -glucanos: hidrolizados por enzimas digestivos
- [β -glucanos: No hidrolizados por enzimas digestivos (Fibra Dietética (FD))]
- Polisacáridos amiláceos y no amiláceos

Generalmente no son dulces

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

<http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

5

2. Oligosacáridos (3-9 monosacáridos)

I. Alfa-glucanos

Dextrinas límite o maltodextrinas

(productos de hidrólisis parcial del almidón; no se encuentran en alimentos)

Fórmulas infantiles, enterales, suplementos deporte, ..

Bien digeridos y absorbidos, excepto las **maltodextrinas resistentes (FD)**

II. No alfa-glucanos

a) Fructo-oligosacáridos:

Inulinas (Polímeros de fructosa: < 60)

b) Galacto-oligosacáridos:

- Rafinosa
- Estaquiosa
- Verbascosa

No digeridos en ID

Alcanzan el colon → degradados por la microbiota (gas + AGCC)

CHO no glucémicos

Se incluyen dentro de la **fibra dietética (FD)**

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

3. Polisacáridos (10+ monosacáridos) (CHO complejos, acuñado en 1977)

I. Alfa-glucanos

Polímeros de glucosa uniones $\alpha(1\rightarrow4)$ y ramificaciones $\alpha(1\rightarrow6)$

a) Almidón (Almacenamiento de CHO en plantas)

Mezcla de

1. Cadenas lineales: Amilosa $\alpha(1\rightarrow4)$

2. Cadenas ramificadas: Amilopectina $\alpha(1\rightarrow4)$ y $\alpha(1\rightarrow6)$

Amilopectina/Amilosa = 3/1 – 4/1

Bien digerido y absorbido

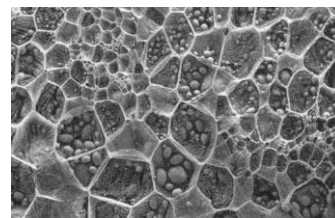
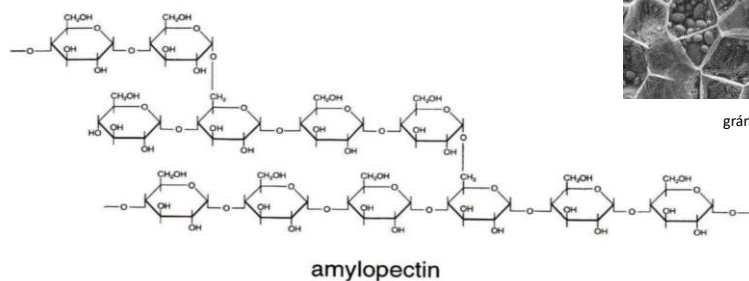
Algunas formas resistentes alcanzan el colon: **Almidón resistente (FD)**

b) Glucógeno (Almacenamiento de CHO en animales)

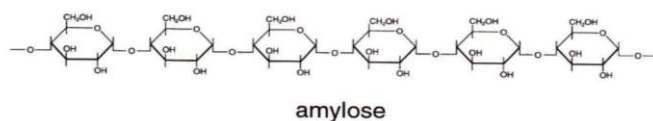
II. No α -glucanos (Fibra dietética)

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

(Mann y Truswell, 2002)



gránulos de almidón

**Fig. 2.2** The structure of amylose and amylopectin.

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

b) Glucógeno

Forma de almacenamiento de CHO en animales

(200-500 g, adulto de 50-70 kg)

- Hígado (glucosa para las células)
- Músculo (energía durante actividad física, sólo para el músculo) (se puede triplicar la cantidad almacenada (supercompensación, sobrecarga de CHO))

- Glucógeno: Amilopectina **muy ramificada**: degradada + rápidamente en glucosa para → energía
- Glucosa se almacena en forma **polimérica** para minimizar el efecto osmótico
- Se almacenan con gran cantidad de agua (3 g de agua/g de glucógeno)
 - Ventaja: fácilmente atacado por enzimas hidrolíticas en → glucosa (rápidamente)
 - Desventaja: Ocupa mucho sitio

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

Supercompensación/sobrecarga/tapering:
Hasta 15 g glucógeno / kg de peso corporal

Persona de 70 kg
 $70 \text{ kg} \times 15 \text{ g/kg} = 1.050 \text{ g glucógeno}$

$1050 \text{ g} \times 3 \text{ g agua/g glucógeno} =$
 $= 3.150 \text{ g (aumento de peso)}$

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

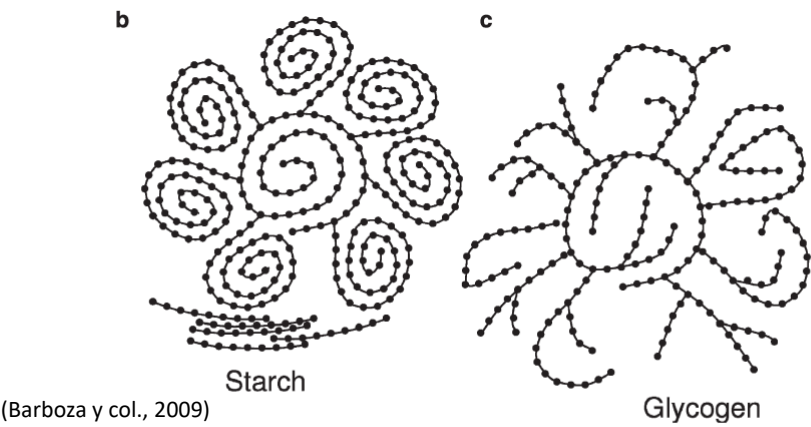


Fig. 6.3 Structural polymers based on maltose. **a** Amylose is branched (α 1–6) at isomaltose to form amylopectin. **b** Starch is a mixture of branched amylopectin and unbranched amylose that is deposited as solid granules in tubers and seeds of plants. **c** Glycogen is a highly branched form of amylopectin that allows the polymer to remain soluble and accessible to enzymes within muscle and liver cells of animals

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

3. Polisacáridos (10+ monosacáridos) (CHO complejos)

I. Alfa-glucanos

Polímeros de glucosa uniones $\alpha(1\rightarrow4)$ y ramificaciones $\alpha(1\rightarrow6)$

a) Almidón (Almacenamiento de CHO en plantas)

Mezcla de

1. Cadenas lineales: Amilosa $\alpha(1\rightarrow4)$

2. Cadenas ramificadas: Amilopectina $\alpha(1\rightarrow4)$ y $\alpha(1\rightarrow6)$

Amilopectina/Amilosa = 3/1 – 4/1

Bien digerido y absorbido

Algunas formas resistentes alcanzan el colon: **Almidón resistente (Fibra)**

b) Glucógeno (Almacenamiento de CHO en animales)

II. No α -glucanos (Fibra dietética (FD))

Polisacáridos no amiláceos. Hidratos de carbono NO digeribles, NO glucémicos



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

II. No α -glucanos: Fibra dietética

Polisacáridos no amiláceos

Hidratos de carbono NO digeribles, NO glucémicos



a) De la pared celular

- **Celulosa** $\beta(1\rightarrow4)$ –polímeros de glucosa, 300 a 3000, cadenas lineales–
- **Hemicelulosa** –polímeros de pentosas–
- **Pectinas**

b) De depósito

- **Goma Guar**
- **Inulina** [polímeros de fructosa (2-150 u), cebolla, espárrago, alcachofa, plátano, patata (dieta: unos 10 g/día)]

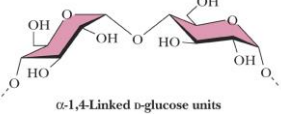
c) **Exudados, gomas, mucílagos, agar**

No digeridos en ID, alcanzan el colon: algunos son fermentados casi totalmente (gas + AGCC) (fibras solubles, viscosas) y otros en mucha menor proporción (fibras insolubles, ej. celulosa, hemicelulosas)

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

Glucanos = polímeros de glucosa

Importancia del tipo de enlace glucosídico:
Si el CHO es digerido o no por enzimas del digestivo humano



α-1,4-Linked D-glucose units

Alfa-glucanos:
Ej. Almidón, ... (enlaces alfa = digerible)

Beta-glucanos:
(enlaces beta = NO digerido → fibra dietética)
Excepto lignina y AR
No atacados por enzimas digestivos pero si por la microflora

Celulosa = (1→4)β-glucano no ramificado
Pared celular
Insoluble

β-glucano = (1→3), (1→4)-β-glucano
Reserva
Soluble y viscosa

β(1→3) = Irregular y Flexible = ↑ solubilidad en agua y viscosidad

Importancia de la estructura

Amylose

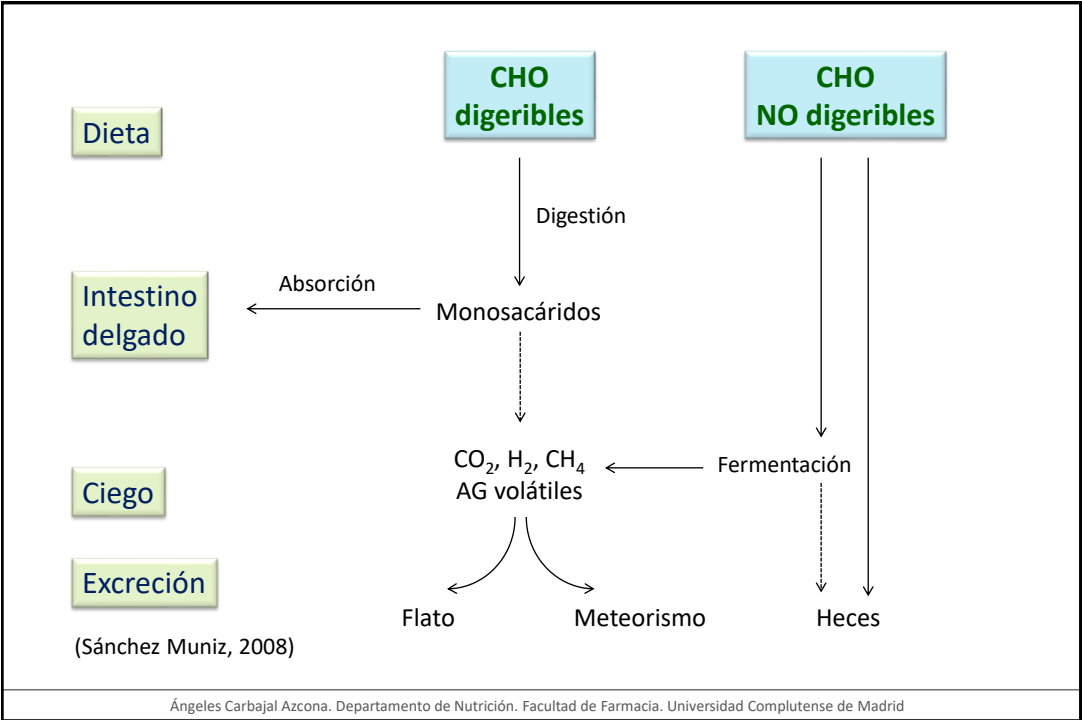
Amylopectin

Almidón

Glucógeno

Fibra: celulosa

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



4. CHO hidrogenados (polialcoholes, alcoholes azúcares) edulcorantes

I. Tipo monosacárido

- **Sorbitol**

Glucosa → sorbitol (aldosa reductasa)

Frutas, productos dietéticos,

Se absorbe más lentamente que glucosa

En hígado → fructosa (< efecto sobre glucemia que fructosa)

- **Manitol, Xilitol, Eritriol, ..**

Mal absorbidos

II. Tipo disacárido

- **Isomaltol, lactitol, maltitol**

Mal absorbidos

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

4. CHO hidrogenados (polialcoholes, alcoholes azúcares) edulcorantes

III. Tipo oligosacárido (3-9)

- **Jarabes de manitol**

- **Hidrolizados de almidón hidrogenados**

Mal digeridos y absorbidos

IV. Tipo polisacárido (10+)

- **Polidextrosa**

- **Inositol hexafosfato (ácido fítico):** Polialcohol cíclico fosforilado (granos de cereales).

Pequeñas cantidades en membranas celulares como componente de lípidos complejos

(Fosfoinosítidos) importantes en la transducción de señales de membrana.

Mal digeridos y absorbidos

Ingesta máxima < 60 g/d (diarrea osmótica)

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

Otras clasificaciones de CHO

- Azúcares o CHO simples (mono y disacáridos)
- Azúcares intrínsecos / extrínsecos
- CHO complejos (oligosacáridos y polisacáridos (almidón, glucógeno y fibra)
- CHO Digeribles
- CHO No digeribles
- Polisacáridos amiláceos (absorbidos, excepto los resistentes)
- Polisacáridos no amiláceos (no absorbidos) (non-starch polysaccharides, NSP)
- CHO disponibles (absorbidos)
- CHO no disponibles (no absorbidos)

Los términos subrayados se refieren a fibra dietética

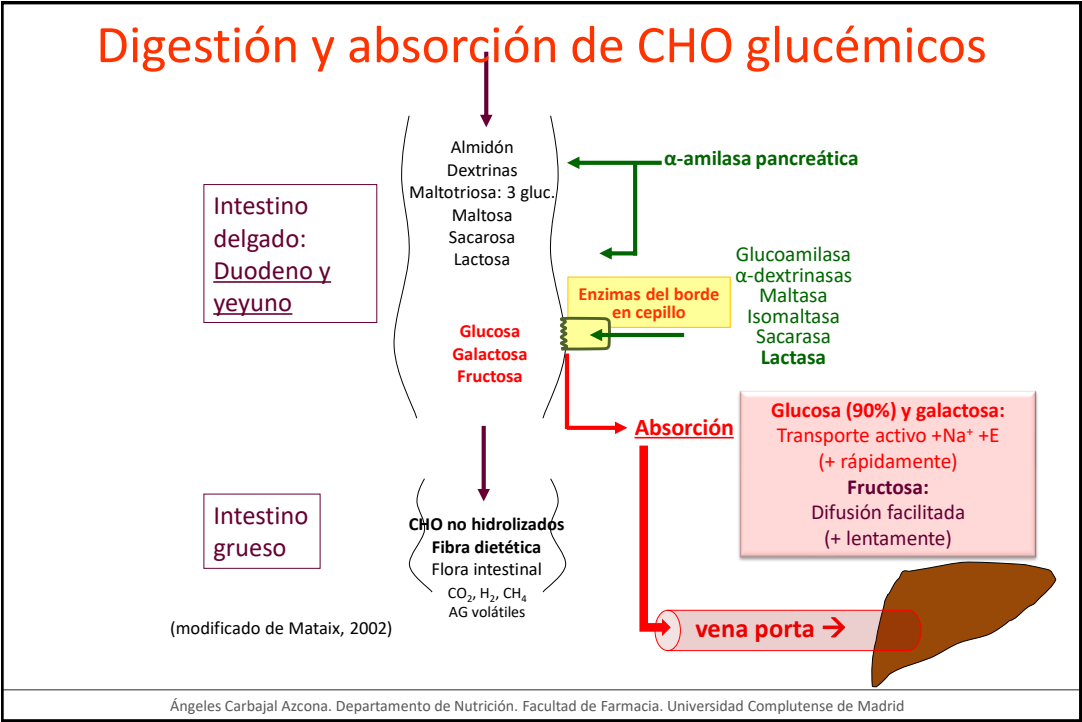
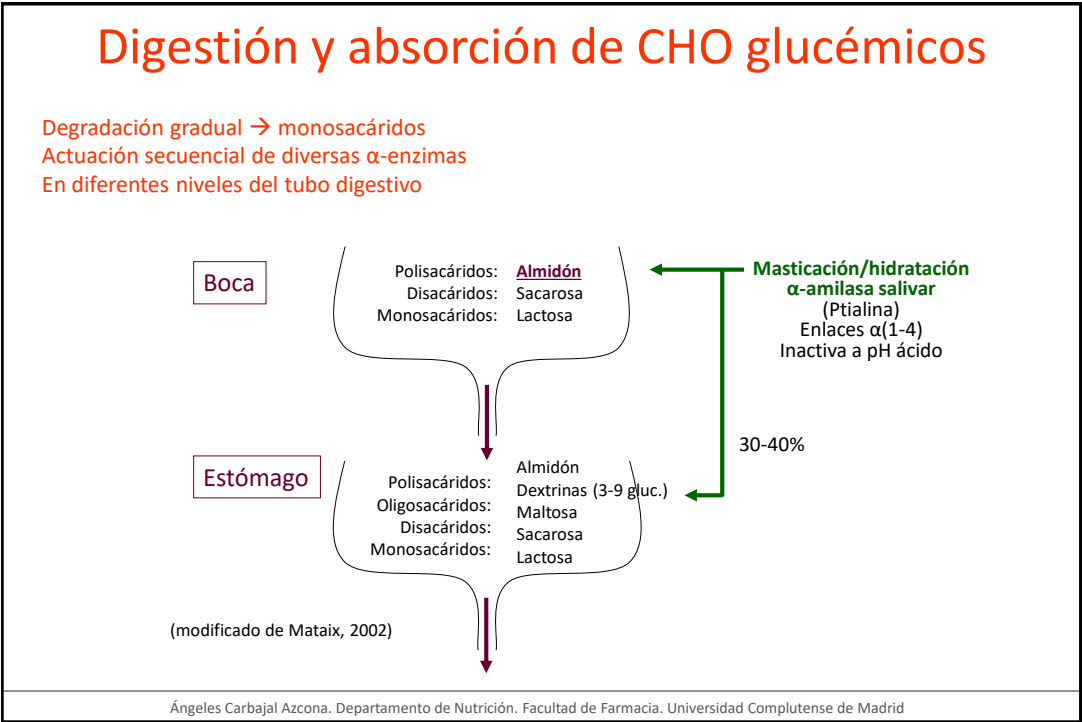
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

Otras clasificaciones de CHO

- CHO glucémicos (*Se digieren y absorben* → glucosa → ↑ glucemia)
- CHO no glucémicos (no absorbidos, no efecto sobre la glucemia)
- CHO lentos (lentamente digeridos: Bajo índice glucémico)
- CHO rápidos (rápidamente digeridos: Alto índice glucémico)
- CHO de alta calidad: aquellos que se digieren lentamente, tienen alta densidad de nutrientes y tienen otros efectos en el organismo aparte de proporcionar energía.
- CHO de menor calidad: azúcares sencillos o CHO refinados que se digieren y absorben rápidamente. Si se necesita una fuente rápida de energía, ej. sprint, los CHO de digestión rápida son la mejor elección.
- α-glucanos: Hidrolizados por enzimas digestivos
- β-glucanos (no α-glucanos): No hidrolizados por enzimas digestivos

Los términos subrayados se refieren a fibra dietética

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



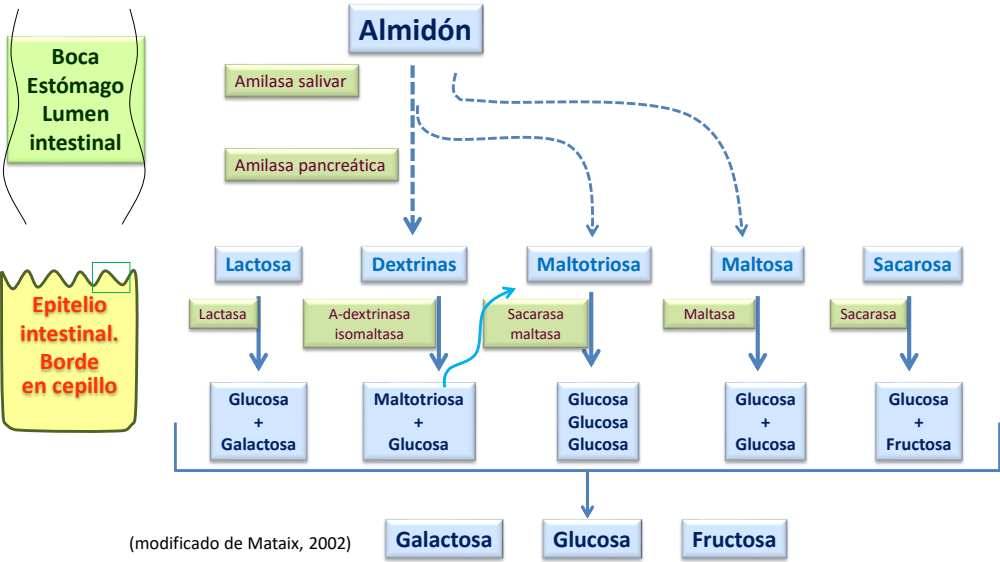
Almidón resistente (AR) (fermentable) (Fibra dietética)

≈ 8-20% almidón de la dieta escapa a la digestión (personas sanas)

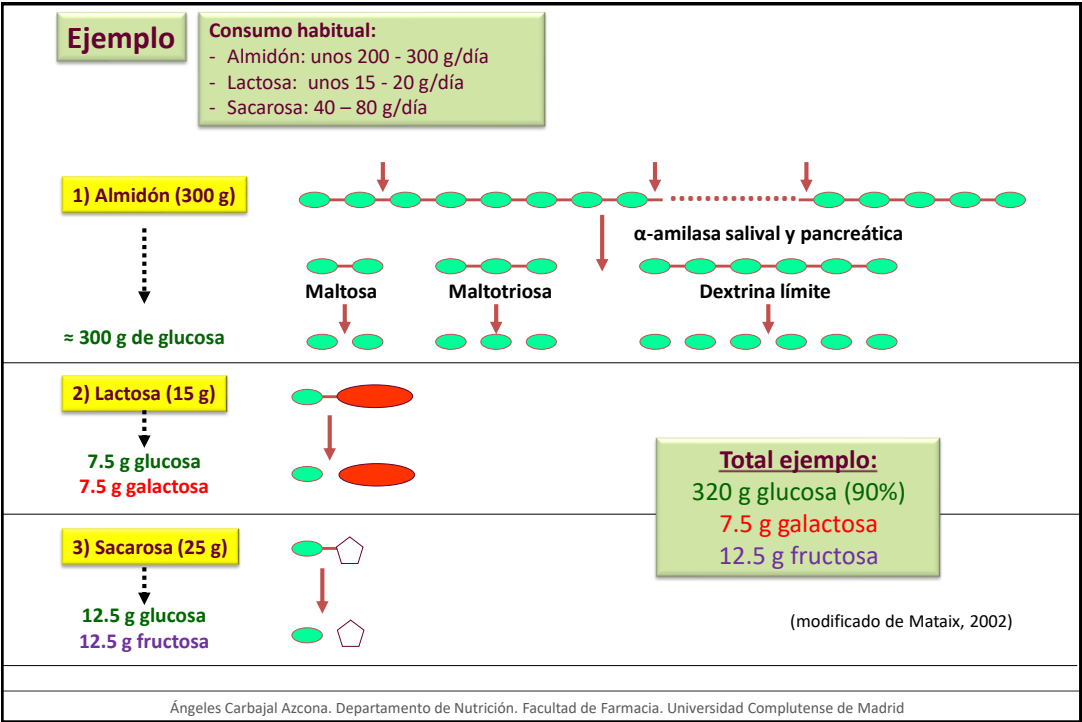
Sustrato para fermentación bacteriana en colon

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

Digestión y absorción de CHO glucémicos



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



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

Funciones de CHO glucémicos

1. **Suministro y almacén (en cantidades limitadas) de energía**

→ Como glucógeno en hígado (unos 110 g) y músculo (unos 250 g)

→ Convertida en grasa (energéticamente costoso)

2. **Ahorro en la utilización de ciertos nutrientes (Si >50-100 g/d CHO)**

→ Impide la degradación oxidativa de proteína (*"Protein sparing action"*)

→ Prevención de cetosis. Los CHO se necesitan para el completo metabolismo de las grasas. El metabolismo incompleto → cuerpos cetónicos

3. **Regulación de funciones gastrointestinales**

→ Fermentación de lactosa (flora bacteriana deseada)

→ Fibra dietética

→ y aportar volumen a la dieta

4. **Biosintética, estructural, detoxificadora, señal de reconocimiento en superficie, ...**

→ ADN, ARN, ácido glucurónico, glucoproteínas, glucolípidos,

5. **Control de glucemia e insulinemia, efectos sobre saciedad y vaciamiento gástrico, lactosa (lactogénesis, glándula mamaria),**

Still, glucose is central to metabolism, so much so that for the TCA cycle conversion of fatty acid-derived acetylcoenzyme A (AcCoA), a high rate of aerobic glycolysis is needed to provide the intermediates necessary for the efficient mitochondrial oxidation of the fatty acids and confirm the adage that *"Fats burn in the fire of carbohydrates"*
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21493158>

(modificado de Mataix, 2002)

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

http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/

15

Funciones de CHO glucémicos

Energética

Principal: **aportar energía** (fuente: glucosa, en forma de ATP):

CHO = 4 kcal/g

Monosacáridos = 3.74 kcal/g

Disacáridos = 3.95 kcal/g

Almidón = 4.18 kcal/g

(Polialcoholes (sorbitol, manitol, xilitol) = 2 kcal/g)

>> Porque podemos usarlos eficientemente como suministro de energía.

Glucosa: Único azúcar circulante

Exceso: se almacena como glucógeno (y el resto se transforma en grasa)

Combustible para el cerebro, GR, cristalino, médula renal

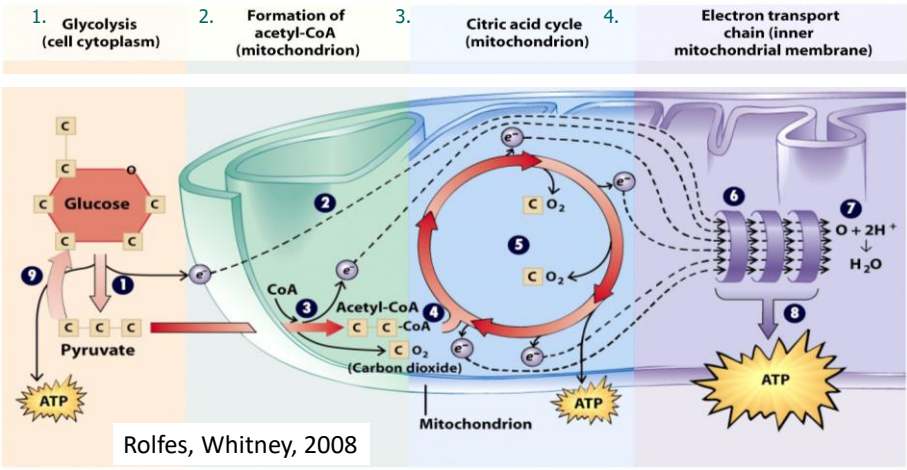
Si falta, se sintetiza a partir de otros azúcares, ciertos AA, ácido láctico y glicerol

>> si no se consume suficiente cantidad de CHO, el organismo usará las proteínas para sintetizar energía.

(modificado de Mataix, 2002)

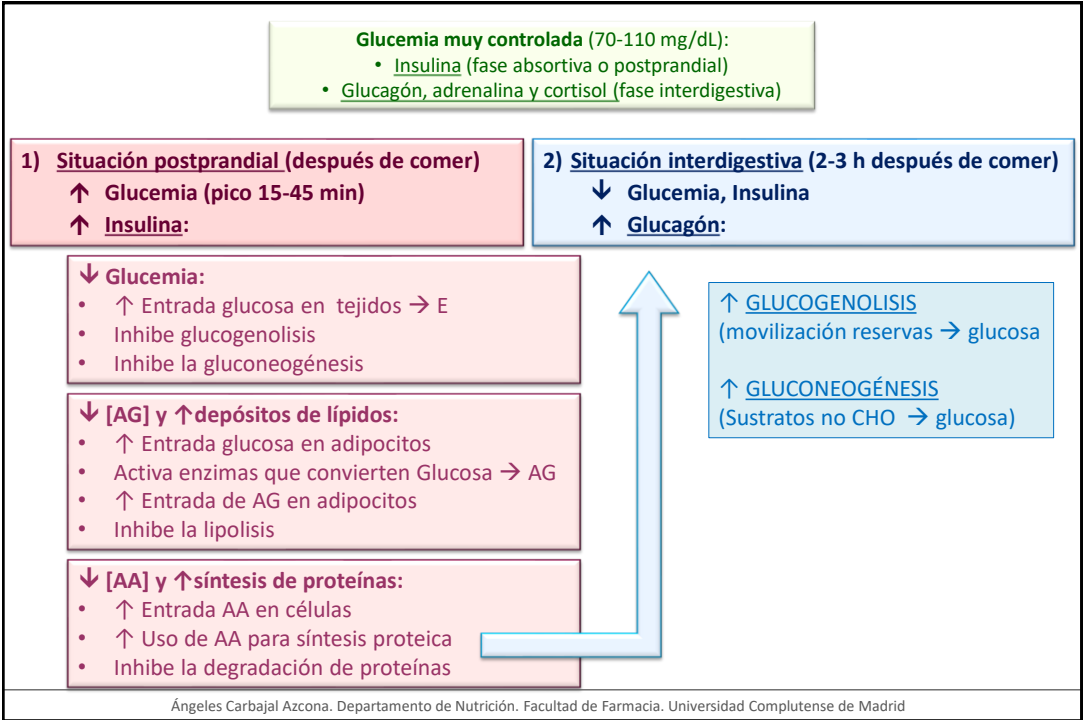
Ángeles Carbajal Azcona. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid

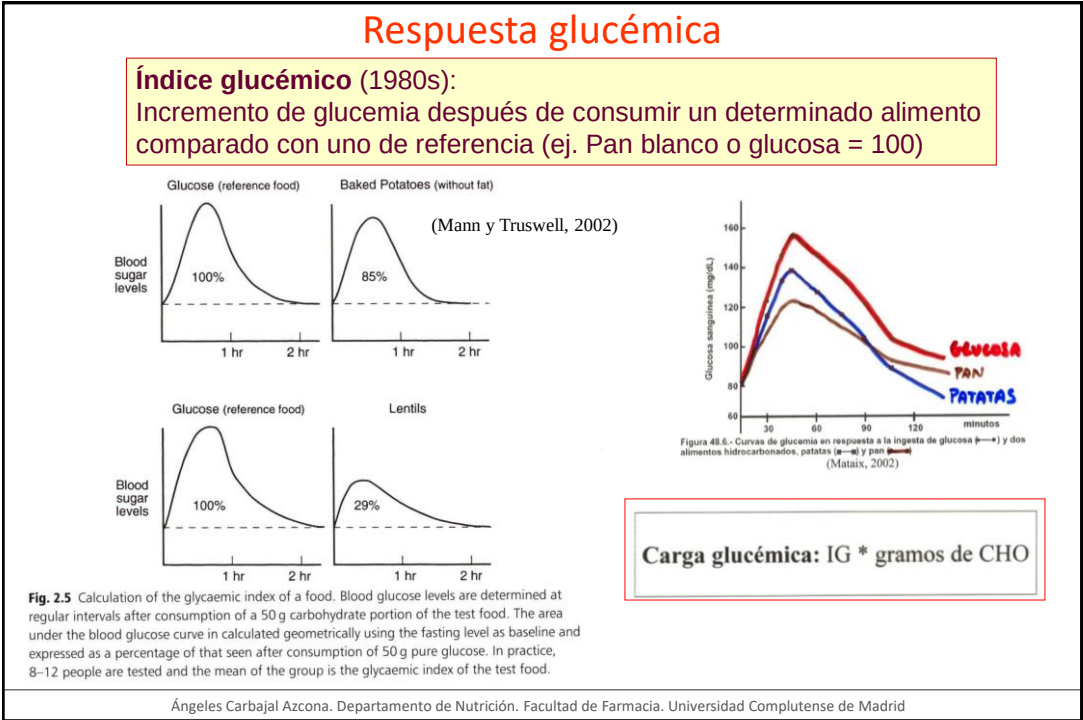
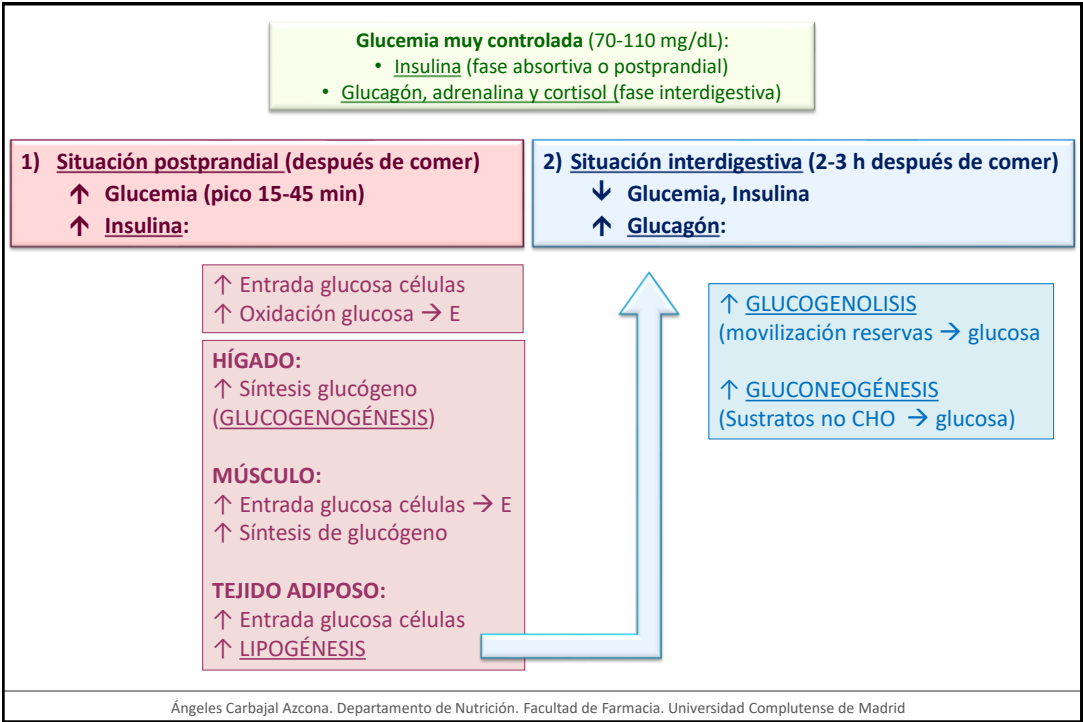
Metabolismo de glucosa



En el citoplasma, la glucólisis, rompe la glucosa en 2 moléculas de piruvato que entran en la mitocondria, donde son convertidas en acetil-CoA, que entra en el ciclo cítrico. Los electrones de alta energía son transferidos a la cadena de transporte electrónico y su energía es atrapada para producir ATP.

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





Respuesta glucémica

- Tasa de digestión
- Tasa de absorción
- Tasa de entrada de glucosa en sangre
 - Cantidad de CHO
 - Tipo CHO:
 - Sencillo/complejo
 - Refinado/no refinado
 - Estructura del almidón:
 - Tamaño de partícula
 - Amilosa/amilopectina
 - Composición de la dieta:
 - Grasa y proteína
 - Fibra
 - AR y oligosacáridos
 - Procesado/cocinado

- Varía entre individuos
- Depende del momento del día, del consumo previo de alimentos, de la mezcla de alimentos, ..

Dieta con alto IG

↑Riesgo:

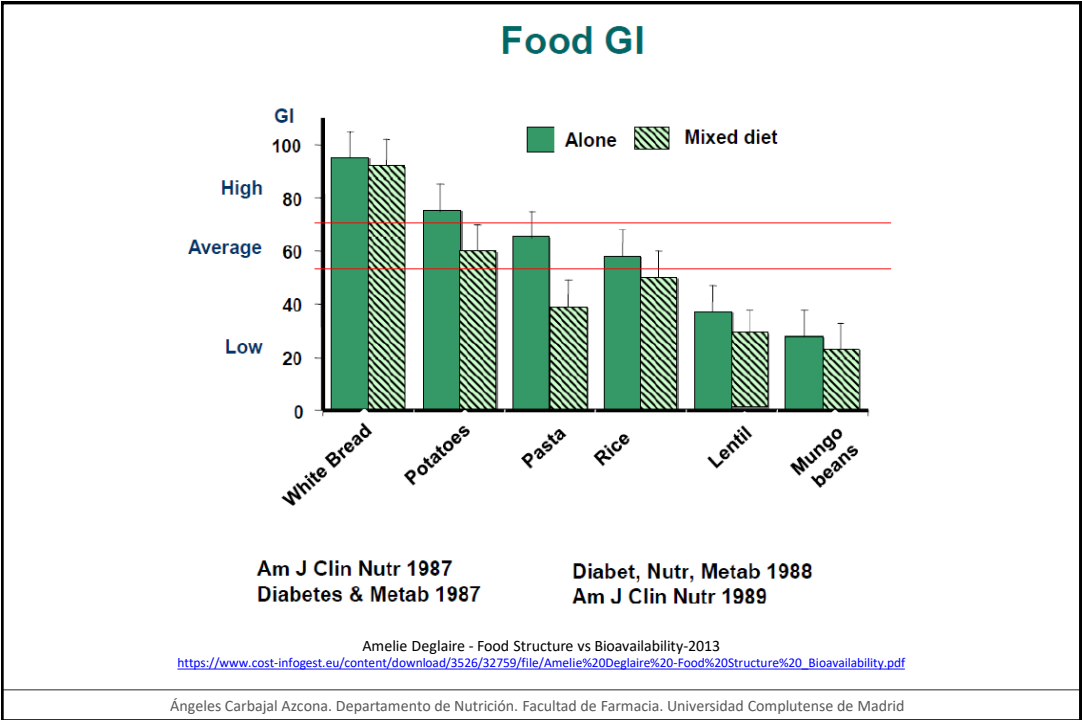
- Resistencia a la insulina
- Diabetes
- Enf. Coronaria
- Síndrome metabólico

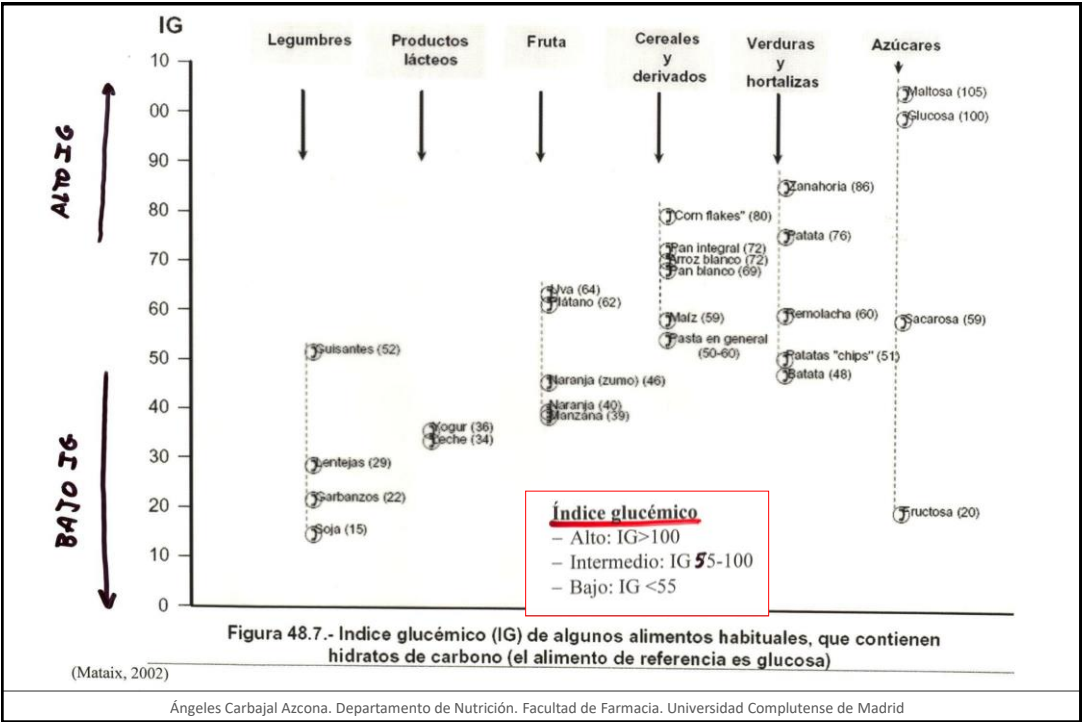
↑TG

↓HDL-col

Índice glucémico /carga glucémica: <https://www.ucm.es/innovadieta/i>
Hidratos de carbono: <https://www.ucm.es/innovadieta/h>

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





Requerimientos energéticos y glucídicos de diversos tejidos			
GASTO ENERGÉTICO TOTAL (%)	KILOCALORIAS	NECESIDADES DE GLUCOSA	METABOLITOS FINALES
 SISTEMA NERVIOSO (18)	450	112	CO ₂ + H ₂ O
 HEMATIES (5) (2.5 Lactato-Glucosa)	125 62	31 16	Lactato CO ₂ + H ₂ O
 MUSCULO ESQUELETICO MB (25) GEAct (30) + Reducción del GET por utilización de ácidos grasos y proteína Reducción del GEAct por conversión en lactato Resultante neto muscular	625 750 310 190 500	155 190 125	CO ₂ + H ₂ O CO ₂ + H ₂ O Lactato
 MUSCULO CARDIACO (9)	225	55	CO ₂ + H ₂ O
 Total	1255	315	Dieta de 2300 kcal/d → 55% kcal

(Mataix, 2002)

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

Fuentes alimentarias de CHO

- **Mo, di y polisacáridos:**

- Glucosa libre y fructosa: pequeñas cantidades en los alimentos. Principalmente en frutas, hortalizas y miel.
- Sacarosa, azúcar de mesa (caña de azúcar y remolacha azucarera). Cantidades variables en frutas y hortalizas.
- Lactosa: leche y derivados.
- Maltosa: brotes de trigo y cebada y extractos de malta.
- (Rafinosa, estaquiosa y verbascosa: semillas, especialmente en leguminosas).
- (Fructo-oligosacáridos: cereales y hortalizas y producidos industrialmente)

- **Polisacáridos**: cereales, raíces y tubérculos, legumbres. Poca cantidad en frutas (excepto plátano) y otras verduras y hortalizas.

- **Polialcoholes:**

- **Sorbitol**: algunas frutas y producido industrialmente.
- **Inositol hexafosfato (ácido fítico)**: salvado de cereales.

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

Consumo aproximado en países desarrollados

CHO totales = **240 – 280 g/día**

Aproximadamente la **mitad**: **almidón** (120 – 150 g/d) (20-22% kcal)

50% restante procede de azúcares:

- Sacarosa = 40-80 g/d
- Lactosa = 20 g/d
- Glucosa = 10-20 g/d
- Fructosa = 10- 20 g/d

≈ 8-20% almidón de la dieta escapa a la digestión (personas sanas)
Almidón Resistente (AR) = 10-40 g/día

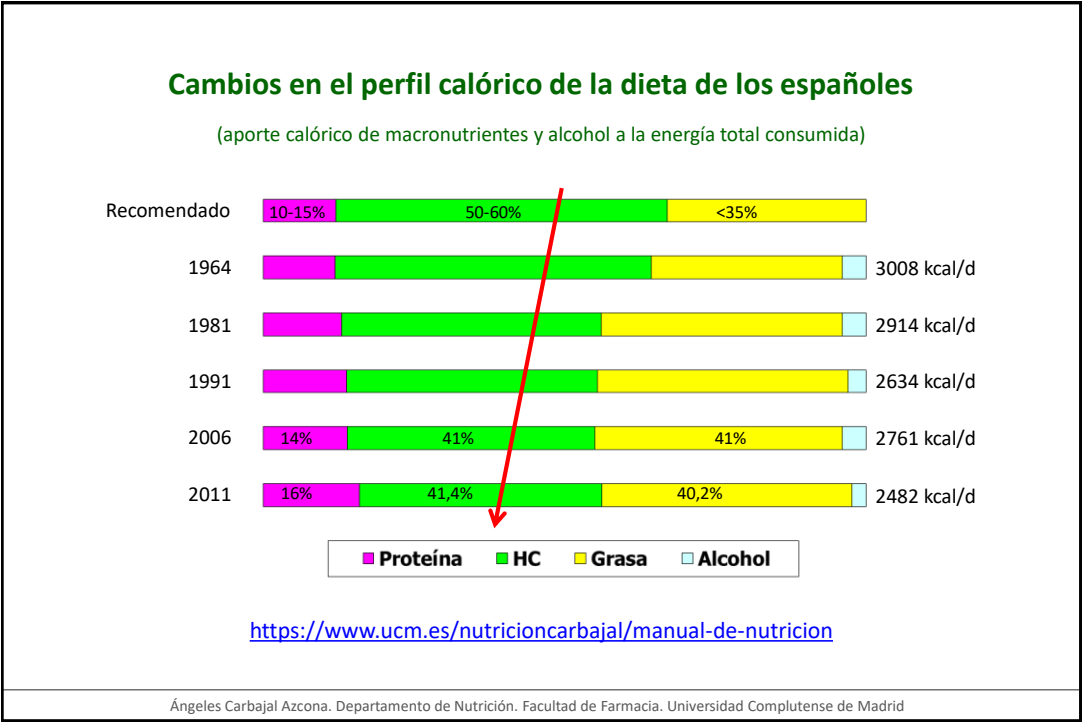
(Fibra = 15-20 g/d)

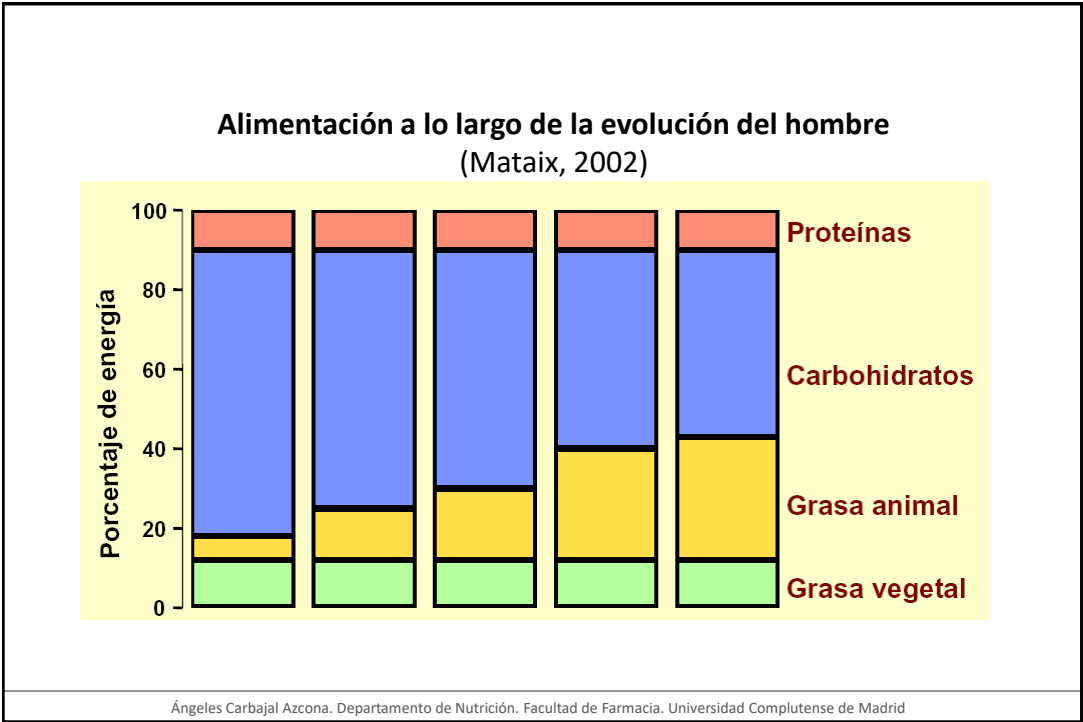
Africano = 400 g/d

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

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





Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates

Abstract

This Opinion of the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) deals with the establishment of Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. Nutritionally, two broad categories of carbohydrates can be differentiated: "glycaemic carbohydrates", i.e. carbohydrates digested and absorbed in the human small intestine, and 'dietary fibre', non-digestible carbohydrates passing to the large intestine. In this Opinion, dietary fibre is defined as non-digestible carbohydrates plus lignin. The absolute dietary requirement for glycaemic carbohydrates is not precisely known but will depend on the amount of fat and protein ingested. The Panel proposes 45 to 60 E% as the reference intake range for carbohydrates applicable to both adults and children older than one year of age. Although high frequency of intake of sugar-containing foods can increase the risk of dental caries, there are insufficient data to set an upper limit for (added) sugar intake. Based on the available evidence on bowel function, the Panel considers dietary fibre intakes of 25 g/day to be adequate for normal laxation in adults. A fibre intake of 2 g/MJ is considered adequate for normal laxation in children from the age of one year. Although there is some experimental evidence that a reduction of the dietary glycaemic index and glycaemic load may have favourable effects on some metabolic risk factors such as serum lipids, the evidence for a role in weight maintenance and prevention of diet-related diseases is inconclusive.

EFSA JOURNAL

efsa

European Food Safety Authority

Volume 8, Issue 3

March 2010

1462

This article also appears in:
Dietary Reference Values (DRVs)

Table 3. Summary of Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre.

Category	Adults	Children
Total carbohydrates, E% (RI)	45-60	45 to 60 (from 1 year of age)
Dietary Fibre, g/day (AI)	25	10 (from 1 to 3 years) 14 (from 4 to 6 years) 16 (from 7 to 10 years) 19 (from 11 to 14 years) 21 (from 15 to 17 years)

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

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2010.1462>



Volume 8, Issue 3

March 2010

1462

This article also appears in:
Dietary Reference Values (DRVs)

Table 2: Recommended dietary intakes for adults.

	USA ^a (IoM, 2005)	Nordic Countries (NNR, 2004)	WHO (2003)	Netherlands (GR, 2001 and 2006)	France (AFSSA, 2001)	Germany, Austria, Switzerland (D-A-CH, 2008)	Eurodiet (2000)	UK (DoH, 1991)
Protein, E%	10-35	10-20	10-15	8-11	8-10	10-11	-	9
Fat, E%	20-35	25-35	15-30	20-40	30-35	30	< 30	33
Carbohydrates, total, E%	45-65	50-60	55-75	40 ^e	50-55	> 50	> 55	47 ^d
Sugars, E%	< 25 ^a	< 10 ^a	< 10 ^f	-	-	-	< 4 occasions per day ^g	<10 ^h
Dietary fibre, g/day	w: 25 m: 38	25-35	> 25 ⁱ	32-45	25-30	30	> 25	18 ^j
	g/MJ 3.4	3		3.4		W: 3 M: 2.4	3	-

(a) AMDR: acceptable macronutrient distribution ranges, applies to individuals. AI for dietary fibre

(b) For subjects with BMI >25 or with undesirable weight gain

(c) RDA for digestible carbohydrates

(d) Intrinsic and milk sugars and starch 37 E%

(e) Refined, added sugars include sucrose, fructose, glucose, starch hydrolysates (glucose syrup, high-fructose syrup) and other isolated sugar preparations used as such or added during food preparation and manufacturing

(f) Free sugars, defined as all monosaccharides and disaccharides added to foods, plus sugars naturally present in honey, syrups and fruit juice

(g) Corresponds to an intake of < 10 E%

(h) Non-milk extrinsic sugars

(i) Total dietary fibre from wholegrain cereals, fruit and vegetables, 20 g NSP

(j) Refers to non-starch polysaccharides

EFSA Journal 2010; 8(3):1462

18

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

SENC, 2011, [Objetivos nutricionales para la población española](http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/objetivos-nutricionales-senc-2011)
<http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/objetivos-nutricionales-senc-2011>
<https://www.ucm.es/innovadieta/objetivos-nutricionales>

Tabla 1. Objetivos nutricionales para la población española 2011

	Objetivos nutricionales intermedios ¹	Objetivos nutricionales finales ²
Carbohidratos totales (% Energía) ^{1,3}	> 50 %	50 – 55 %
	Índice glucémico reducido	Índice glucémico reducido
Alimentos azucarados (frecuencia/día)	< 4 /día	≤ 3 /día <6% energía

13El aporte relativo de hidratos de carbono (HC) en España debería situarse por encima del 50% de la energía, posibilitando una ingesta energética a partir de las grasas del 35%; sería interesante que en torno a un 20% de la energía procediese de las monoinsaturadas. En la medida que los niveles de actividad física de la población aumentaran, sería más justificable tolerar un incremento en el aporte graso relativo de la dieta; sin embargo ante niveles de actividad física tan sedentarios, son preferibles dietas más ricas en hidratos de carbono complejos. Existe una notable controversia acerca si debe cuantificarse el porcentaje de energía a partir de los azúcares. La SENC haciéndose eco de las conclusiones de otros grupos de trabajo, decide no cuantificar la limitación al consumo de azúcares y alimentos azucarados (aunque sugiere no superar el 6-8%), sino cualificarla. En consonancia con la etiopatogenia de la caries dental, se decide **limitar la frecuencia del consumo de dulces por debajo de tres- cuatro veces al día**. Este apartado obliga a determinar esta variable cualitativa en los estudios epidemiológicos. El consumo de HC en las distintas encuestas de nutrición en España desde finales de la década de los noventa hasta la actualidad revelan un consumo de HC que oscila entre 184 g/día en Baleares a 240 g en Andalucía y Canarias, con porcentajes de la energía por debajo o en torno al 50%. El Panel de Consumo del MAMR estima un consumo medio per cápita de 282 g de HC y 10 g de fibra. Se evidencia la necesidad de reducir las fuentes alimentarias de HC refinados y sustituirlas por formatos integrales, ricos en fibra y de reducido índice glucémico.

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

<http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

24

Guías alimentarias (SENC, 2016)

Moderar el consumo de azúcar y de productos azucarados para **no sobrepasar el aporte del 10% de la ingesta energética diaria a partir de azúcares añadidos**.

En la nueva directriz de la OMS de 2015 se recomienda reducir el consumo de azúcares libres (añadidos) a lo largo del ciclo de vida, a menos del 10% de la ingesta energética total. Una reducción por debajo del 5% produciría, según propuesta de la OMS, beneficios adicionales para la salud. Las recomendaciones se centran solo en los efectos de la ingesta de azúcares libres ("añadidos") y no en los intrínsecos (presentes en frutas, verduras, zumos naturales, etc.). Por otro lado, la cantidad máxima de HC que podemos ingerir solo está limitada por su valor calórico y las necesidades energéticas, es decir, por potenciales problemas asociados a un excesivo aporte energético: inadecuado control del peso corporal, y mayor riesgo de sobrepeso/obesidad.



Guías alimentarias para la población española (SENC, diciembre 2016); la nueva pirámide de la alimentación saludable | En pdf www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia-documento/43
<https://www.ucm.es/innovadieta/guias-alimentarias>
<http://www.nutricioncomunitaria.org/es/noticia/guias-alimentarias-senc-2016>

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

Problemática nutricional de los azúcares

[Sugars intake for adult and children Guideline](http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/es/), WHO, 2015



- La OMS recomienda una ingesta reducida de azúcares libres a lo largo de toda la vida (*recomendación firme*).
- Tanto en adultos como en niños, la OMS recomienda reducir la ingesta de azúcares libres a menos del 10% de la ingesta calórica total (*recomendación firme*).
- La OMS sugiere que se reduzca aún más la ingesta de azúcares libres a menos del 5% de la ingesta calórica total (*recomendación condicional*).

http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/es/

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

Sugars:

UK Department of Health committee in 1989

- **Intrinsic**, *i.e.* sugars which are incorporated into the cellular structure of foods, *e.g.* Naturally occurring, sugars in whole fruits and vegetables.
- **Extrinsic**, those which were usually added to foods. Because lactose in dairy products is also an extrinsic sugar (*i.e.* sugars not bound into a cellular structure), an additional phrase "**non-milk extrinsic sugars**" (NMES) was developed. Honey, fruit juices, table sugar and confectionery are also examples of foods containing extrinsic sugars, referred to as NMES.

Intrinsic + milk sugars = "healthy" sugars (sugars accompanied with essential nutrients)

These terms have not gained wide acceptance either in the UK or other countries in the world. There are no current plans to measure these sugars separately in the diet nor to incorporate their use into food tables.
BNF: <http://www.nutrition.org.uk/home.asp?siteId=43§ionId=608&subSubSectionId=324&subSectionId=320&parentSection=299&which=2>
FAO/WHO (1998): <http://www.fao.org/docrep/W8079E/w8079e07.htm#description>

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



Ingesta de azúcares

		RD	NDNS – 2003 (1)	ENNA-1991 (2) 2634 kcal/día y 294 g CHO	
			% kcal	% kcal	g/día
Non-milk extrinsic	Azúcar + miel				29.3 g
Non-milk extrinsic	En refrescos, dulces, bollería,				31 g
Non-milk extrinsic (NMES)	= total extrínsecos: azúcar añadido	10% kcal	13	8.5	60 g
Non-milk intrinsic	de azúcares de frutas y hortalizas		5	3.2	22.2
Milk sugar	Lactosa		2	2.1	14.5
Intrinsic+milk sugars (IMS)	Total intrínsecos				36.7
Total sugar		19% kcal 120 / 90 g	20%kcal	13.8%kcal	96.7 g

(1) Encuesta inglesa, adultos 19-64 años

(2) Encuesta española. Media toda la población

Puede diluir la densidad nutritiva de la dieta

Consumo habitual España:

- CHO totales: 294 g/día

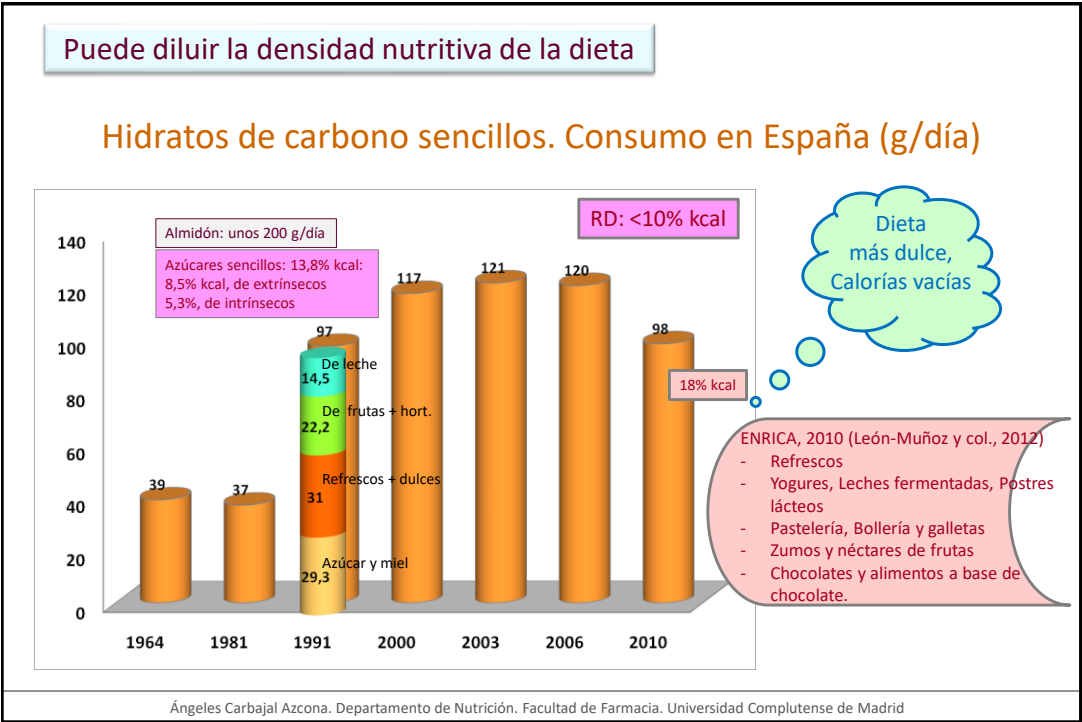
- Lactosa: 14,5 g/día

- Fructosa: unos 22 g/día

- Sacarosa: 60 g/día

- Almidón: unos 200 g/día

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



Calorías y gramos de azúcares por ración de consumo habitual

Marca comercial		Calorías	Diferencia de calorías	Azúcares (g)	Diferencia de azúcares (g)
Sunny Delight	Florida style (250 mL)	100,00	80	23,00 330 ml=30 g	20,50
Sunny Delight	Florida ligero (250 mL)	20,00		2,50	
Coca cola C.	Coca cola normal (330 mL)	138,60	138	34,98	34,98
Coca cola C.	Coca cola light (330 mL)	0,66		0,00	
Pepsi cola C.	Kas limón (330 mL)	155,10	150	38,61	37,29
Pepsi cola C.	Kas limón light (330 mL)	5,28		1,32	
Pepsi cola C.	Pepsi cola normal (250 mL)	110,00	110	27,50 330 ml=36,5 g	27,50
Pepsi cola C.	Pepsi cola light (250 mL)	0,50		0,00	

<http://www.consumer.es/alimentacion/aprender-a-comer-bien/alimentos-light/examen/refrescos.php>

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

Sugar Content of Foods



Mountain Dew

20 oz (590 ml) Bottle Sugars, total: 77g ; 290 calories

1 L (34 oz) Bottle Sugars, 124g Calories: 440



Apple Juice	
8 oz (240 ml) Serving	
Sugars, total:	26g
Calories, total:	120
16 oz Bottle	
Sugars, total:	52g
Calories, total:	240

www.sugarstacks.com Note that “sugar” means total carbohydrate.

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





www.sugarstacks.com Note that “sugar” means total carbohydrate.

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

In May 2016 the US government put new directives for food labeling that includes a line for added sugar.

Nutrition Facts	Nutrition Facts
Serving Size 2/3 cup (55g)	8 servings per container
Servings Per Container About 8	Serving size 2/3 cup (55g)
Amount Per Serving	Amount per serving
Calories 230	Calories 230
Calories from Fat 72	% Daily Value*
Total Fat 8g	12%
Saturated Fat 1g	5%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 160mg	7%
Total Carbohydrate 37g	12%
Dietary Fiber 4g	16%
Sugars 1g	
Protein 3g	
Vitamin A	10%
Vitamin C	8%
Calcium	20%
Iron	45%
* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily value may be higher or lower depending on your calorie needs.	
Calories: 2,000 2,500	
Total Fat	Less than 65g 80g
Sat Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate	Less than 300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g

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

Strategies to reduce sugar intake: society level

¿Qué opinas de la fiscalidad de alimentos?

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

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

Controversia de la fructosa

- No estimula la secreción de insulina

- Consumo elevado: ↑ TG, uricemia, hígado graso, ..

Nutritive Sweeteners

HCFS. *What is the evidence from human subject research that consumption of HFCS is associated with obesity and metabolic and/or adverse effects in adults?* J Acad Nutr Diet. 2012;112:739-758.
<http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/2212-2672/PIIS2212267212003255.pdf>

(modificado de Mataix y Sánchez-Muniz)

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

Edulcorantes

Relative sweetness (sucrose = 1)

300

100

30

10

3

1

0.3

Sucrose

Lactose

Maltose

Glucose

Fructose

Sorbitol

Aspartame

Saccharin

Acesulfame

R. DILL

Sugar alcohol

Refined sweeteners

Artificial sweeteners

Fructose

Glucose

Other sugars

High-fructose corn syrup^a

Sucrose

Corn syrup (regular type)

Honey

0%

10%

20%

30%

40%

50%

60%

70%

80%

90%

100%

Edulcorantes artificiales:

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

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

<http://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

30

Alteraciones del metabolismo de hidratos de carbono

- Diabetes
- Hipoglucemia
- Intolerancia a la lactosa

CHO y enfermedades crónicas

Alimentos con CHO complejos no refinados y fuente de otros nutrientes y fitoquímicos (mayor densidad nutricional) **se asocian con mejor estado de salud y menor riesgo de enfermedades crónicas.**

Los efectos negativos asociados a los azúcares simples no parecen estar justificados científicamente.

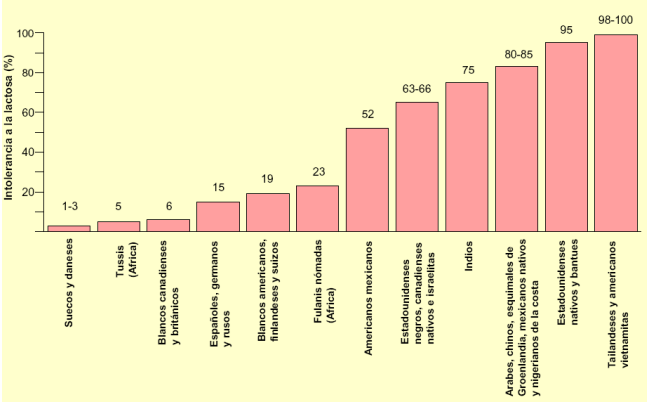
- Enfermedad cardiovascular
- Diabetes tipo 2
- Síndrome de resistencia a la insulina
- Peso corporal
- Salud dental
- Actividad física

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

Deficiencia de lactasa

Intolerancia a la lactosa en adultos el mundo

(Montes y Perman, 1992; Mataix, 2002)



Etnia	Intolerancia a la lactosa (%)
Suecos y daneses	1-3
Tutsi (África)	5
Blancos canadienses y británicos	6
Españoles, germanos y rusos	15
Blancos americanos, finlandeses y suecos	19
Fulani nómadas (África)	23
Americanos mexicanos	52
Estadounidenses negros, canadienses nativos e israelitas	63-66
Indios	75
Árabes, chinos, esquimales de Groenlandia, mexicanos nativos y nigerianos de la costa	80-85
Estadounidenses nativos y bantus	95
Tailandeses y americanos vietnamitas	98-100

90% asiáticos; 80% árabes; 705 negros EEUU; 25% europeos

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

Hipolactasia e Intolerancia a la lactosa:

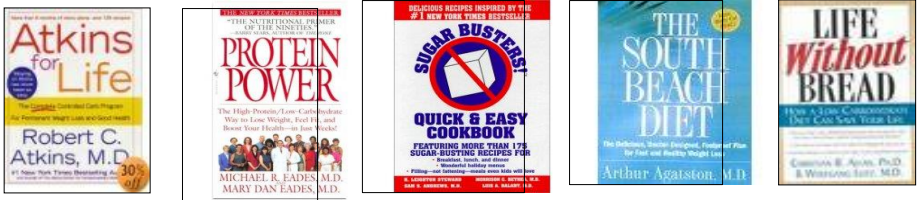
- Distensión abdominal
 - Flatulencia
 - Diarrea
- Prevalencia: 5-100%
 - Grado de intolerancia: varía
 - Yogures y algunos quesos tienen menos lactosa (por fermentado o procesado)
 - Importante aportar Ca a partir de otros alimentos
 - Comprimidos con lactasa
 - Intolerancia a la lactosa secundaria a alteraciones intestinales u otras enfermedades.



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

Low-carb Diets

U.S.



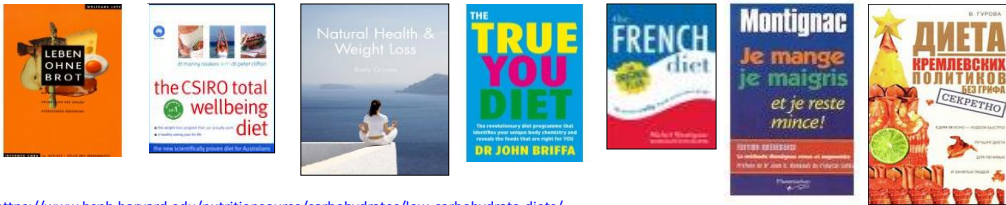
Germany

Australia

U.K.

France

Russia



<https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/carbohydrates/low-carbohydrate-diets/>
<https://www.health.harvard.edu/blog/ketogenic-diet-is-the-ultimate-low-carb-diet-good-for-you-2017072712089>
<https://www.nhs.uk/news/food-and-diet/low-carb-or-low-fat-diet-both-work-well/>

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.
- FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper - 66. 1998.
<http://www.fao.org/docrep/W8079E/W8079E00.htm>
- 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).
- Mann J, Truswell S (eds). Essentials of human nutrition. Oxford University Press. 2002.
- Martínez JA. Fundamentos teórico-prácticos de nutrición y dietética. Ediciones EUNATE. Pamplona, 1996.
- Mataix J (ed) Nutrición y alimentación humana. Ed Ergon. 2002.
- Smolin LA, Crosvenor MB. Nutrition. Science and Applications. Saunders College Publishing. 2000.
- Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M. Estudio Nacional de Nutrición y Alimentación 1991. Encuesta de Presupuestos Familiares 1990/91. Tomo I. INE. Madrid, 1995.

[Joint FAO/WHO Scientific update on carbohydrates in human nutrition \(2007\)](#)

European Journal of Clinical Nutrition, Volume 61(Supplement 1), December 2007

<http://www.nature.com/ejcn/journal/v61/n1s/index.html>

[Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids \(Macronutrients\) \(2005\)](#) National Academy of Sciences. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board.

http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Energy/265-338.pdf

USDA. USDA, Nutrition evidence Library. Carbohydrates (2010 Dietary Guidelines Advisory Committee)

<http://www.nel.gov/topic.cfm?cat=2854>

Índice glucémico /carga glucémica: <https://www.ucm.es/innovadieta/i>

Hidratos de carbono: <https://www.ucm.es/innovadieta/h>

Edulcorantes artificiales: <https://www.ucm.es/innovadieta/e>