

1. CONOCIENDO A LOS HIDRATOS DE CARBONO

- 1.1 Concepto
- 1.2 Clasificación
- 1.3 Función
- 1.4 Digestión y absorción
- 1.5 Metabolismo
- 1.6 Fuentes alimentarias
- 1.7 Papel en la industria alimentaria

1.1 CONCEPTO

Los hidratos de carbono, carbohidratos o glúcidos son los nutrientes que constituyen nuestra principal fuente de energía.

Están compuestos por carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O), siendo su fórmula empírica $\longrightarrow C_n (H_2O)_x$

Los hidratos de carbono son macronutrientes (nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo) de la dieta, de igual manera que también lo son las proteínas y los lípidos, y constituyen una parte fundamental, un pilar básico, de la alimentación humana.

Representan la fuente más barata e importante de energía estando presentes en un amplio grupo de alimentos, pero donde cabe citar de una forma especial los vegetales.

De aquí en adelante, nos dirigiremos a los hidratos de carbono con la siguiente abreviatura HC.

1.2 CLASIFICACIÓN

Los HC pueden clasificarse atendiendo a varios criterios por ejemplo, su poder edulcorante, sus características moleculares, el índice glucémico, etc.

La clasificación primaria de los HC se realiza a nivel químico y a nivel de su peso molecular que a su vez depende de:

- Grado de polimerización (GP).
- Tipo de enlace entre sus moléculas (del tipo α o no α).
- Del carácter individual de cada mono sacárido.

Tabla 1. Clasificación de los hidratos de carbono según su grado de polimerización (GP).

Tipo (GP)	Subgrupos	Principales componentes
Azúcares (GP 1-2)	Monosacáridos	Glucosa, fructosa, galactosa
	Disacáridos	Sacarosa, lactosa, maltosa, trehalosa
	Polioles	Sorbitol, maltitol, lactitol, xilitol, eritriol, isomaltitol
Oligosacáridos (GP 3-9)	Maltooligosacáridos (glucanos)	Maltodextrinas
	Oligosacáridos no α -glucanos	Rafinosa, estaquiosa, fructo y lactooligosacáridos, povidex, inulina
Polisacáridos (GP \geq 10)	Almidonáceos o glucémicos (α -glucanos)	Almidón (Amilosa, amilopectina), glucógeno
	No almidonáceos o no glucémicos (no α -glucanos)	Celulosa, hemicelulosa, pectina, xilanos, gomas, mucílagos y otros

Es por esta razón, que atendiendo a estas particularidades, químicamente los HC se clasifican en:

1- Simples

- Monosacáridos.
- Disacáridos.
- Oligosacáridos.
- Polioles.

2- Complejos

- Polisacáridos.

LOS HIDRATOS DE CARBONO SIMPLES O AZÚCARES

Los HC simples los subdividimos en:

Monosacáridos

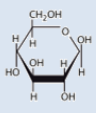
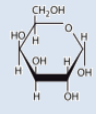
Los monosacáridos o azúcares simples son las unidades básicas de las cuales se componen el resto de HC. Están formados por una única molécula. Generalmente presentan sabor dulce.

Los monosacáridos se diferencian según:

- Longitud de la cadena carbonada (triosas, tetrosas, pentosas...).
- Presencia de grupo aldehído o cetona (aldosa o cetosa).
- Estereoisomería (L o D).

Algunos de los monosacáridos de mayor interés nutricional presentes en los alimentos son: la glucosa, la fructosa y la galactosa.

Tabla 2. Principales Monosacáridos

Nombre	Estructura	Propiedades
Glucosa		Aldohexosa: Componente molecular de los glúcidos Puede ser obtenida a través de la hidrólisis ácida o enzimática. de: sacarosa, maltosa, almidón, celulosa y glucógeno
Galactosa		Aldohexosa: Se encuentra principalmente formando parte de la lactosa junto con la glucosa. En el organismo también forma parte de algunos componentes estructurales (glucolípidos y glucoproteínas)

Disacáridos

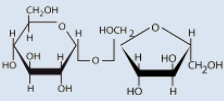
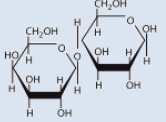
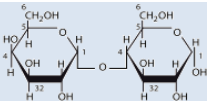
Los disacáridos son asociaciones de dos moléculas de monosacáridos. Esta unión se realiza mediante un enlace covalente conocido como enlace glucosídico.

Mediante su hidrólisis podemos obtener fácilmente los monosacáridos de los que proceden.

Algunos de los disacáridos de mayor interés nutricional son:

- La sacarosa (glucosa + fructosa): Azúcar de mesa, frutas, verduras...
- La lactosa (glucosa + galactosa): Leche y derivados lácteos...
- La maltosa (glucosa + glucosa): Cebada, jarabe de maíz...

Tabla 3. Principales disacáridos.

Nombre	Estructura	Propiedades
Sacarosa		Glucosa + Fructosa Se metaboliza mediante la adición de moléculas de agua. Enzimas: sacarasas. Comúnmente conocido como "azúcar de mesa" es el más explotado y utilizado a nivel industrial.
Lactosa		Galactosa + Glucosa Se encuentra en la leche de los mamíferos. Se metaboliza mediante la adición de moléculas de agua. Enzimas: lactasas
Maltosa		Glucosa + Glucosa La maltosa es el azúcar que se obtiene de la hidrólisis enzimática del almidón, habitualmente llevado a cabo por el enzima maltasa. Se obtiene a partir de la hidrólisis de componentes de los cereales, como en el caso de la cerveza.

Poliol

Los poliols son compuestos conocidos también con el nombre de alcoholes de azúcares y son obtenidos de la reducción de los mismos.

Se caracterizan por ser una familia de compuestos químicos orgánicos con sabor dulce, por lo que son ampliamente usados como edulcorantes por la industria alimentaria. Presentan tanto una absorción intestinal y fermentación por la flora bacteriana del colon parcial.

Aportan aproximadamente 2,18 Kcal por cada gramo ingerido.

Los polioles los podemos encontrar de forma natural en algunos alimentos como frutas y vegetales (sorbitol, manitol, xilitol...), pero cabe decir que su mayor presencia deriva gracias a la industria alimentaria.

Los que presentan un mayor uso son el sorbitol (hidrogenación del almidón y la sacarosa invertida), manitol (hidrogenación de la fructosa), xilitol (hidrogenación de la xilosa), lactitol (hidrogenación de la lactosa), maltitol y isomaltitol, etc.

Podemos encontrar polioles en alimentos como: Helados, golosinas, snacks,...

Oligosacáridos

Los oligosacáridos son compuestos formados por la unión de 3 a 9 monosacáridos unidos entre ellos por enlaces glucosídicos.

En los oligosacáridos distinguimos los α -glucanos y los no α -glucanos.

Tabla 4. Principales oligosacáridos.

<p>α-glucanos Digeribles por las enzimas humanas y por lo tanto aprovechables por el organismo.</p>	<p>Maltodextrinas Derivadas de la hidrólisis del almidón, incluyen la maltotriosa y α-dextrinas límite con enlaces α-1-4 y α-1-6 con un GP-8 de media. Son muy utilizados en la industria alimentaria como edulcorantes, sustitutos de grasas y como modificadores de texturas de diversos productos alimentarios.</p>
<p>No α-glucanos</p>	<p>Rafinosa (triosa), estaquiosa (tetrasacárido), verbascosa (pentasacáridos), etc. Se encuentran principalmente en semillas y legumbres.</p>

Formados por moléculas de glucosa, fructosa y galactosa con enlaces tipo β -1-4 no digeribles por las enzimas humanas, siendo fermentados por la flora intestinal, actuando por lo tanto como fibra dietética.

Inulina y fructooligosacáridos
Forman parte de algunos vegetales como forma de almacenamiento de hidratos de carbono (alcachofas, achicoria, trigo, espárragos, cebollas, ajos y demás aliáceos. Algunos de ellos con propiedades únicas en la función intestinal como prebióticos.

Lactooligosacáridos
Presentes en la leche (especialmente humana) con propiedades prebióticas. Grupo heterogéneo con predominio de moléculas de galactosa.

LOS HIDRATOS DE CARBONO COMPLEJOS

Polisacáridos

Los polisacáridos son compuestos formados por la unión de más de 9 moléculas de monosacáridos, o alguno de sus derivados. Se trata de cadenas con una estructura lineal o ramificada.

Presentan un sabor escasamente dulce y una absorción intestinal más lenta que los HC anteriormente citados.

El monómero más importante es la glucosa.

Su función en los organismos vivos está normalmente relacionada con: la estructura o el almacenamiento. Destaca el almidón en el mundo vegetal y el glucógeno en el mundo animal.

Existen otros polisacáridos que no se parecen a nivel estructural ni químico al almidón, y por esta razón, son conocidos como polisacáridos no almidonáceos. Éstos no serán atacados por los enzimas del intestino delgado pero sí lo serán por la flora bacteriana. Este grupo de polisacáridos, con estas características, constituye la mayor parte de la fibra alimentaria y pertenecen a él: celulosa, hemicelulosa, pectina, inulina, gomas, mucílagos etc.

Tabla 5. Principales polisacáridos

Nombre	Características
Almidón	Polisacárido con enlaces α -glucosídico de muchas uniones de glucosa. Constituye la principal forma de reserva energética en los vegetales. Se almacena en forma de gránulos, y puede llegar a constituir hasta el 70% del peso de granos de cereales o de tubérculos, constituyendo también el hidrato de carbono más abundante de la dieta.
Glucógeno	Es el polisacárido de reserva propio de los tejidos animales. Se encuentra en casi todas las células, pero en los hepatocitos y en las células musculares su concentración es muy elevada. Es estructuralmente similar al almidón pero más densamente ramificado. Sus propiedades le permiten ser metabolizado más rápidamente, lo cual se ajusta a la fisiología de los animales.
Celulosa	Polímero lineal de varios miles de glucosas unidas por enlace 1α -4. Tiene una estructura lineal o fibrosa en la cual se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas. Sobre todo la encontramos en los cereales integrales.
Hemicelulosa	Conjunto de polisacáridos heterogéneos formados por hexosas y pentosas (arabinosa, manosa, xilosa, glucosa, galactosa) en combinación con ácidos urónicos que son formas descarboxiladas de glucosa y galactosa.
Pectinas	Tercer grupo de compuestos más importante después de la celulosa y hemicelulosas y común a todas las plantas siendo polímeros de ácido galacturónico con otros azúcares.
Alginatos	Cadenas formadas por ácido manurónico y ácido glucurónico. El agar y los carragenatos: ambos polisacáridos están compuestos por galactosa. Forman geles. Los carragenanos se utilizan más por su capacidad de estabilizar proteínas lácteas.
Gomas	No tienen capacidad para formar geles. Se utilizan para elaborar disoluciones viscosas. Pueden encontrarse diferentes formas: Gomas de xantano, goma de gelano y otras gomas que provienen de exudados de plantas diferentes de los cereales (goma arábiga, Goma de tragacanto, gomas guar, entre otras)

1.3 FUNCIÓN

Los hidratos de carbono son absorbidos y transportados a los tejidos corporales como glucosa y ésta es el combustible metabólico primario para los humanos.

Los hidratos de carbono desempeñan diferentes funciones, las principales son:

- Energética.
- Estructural.
- Fibra alimentaria.
- Diferentes funciones en los alimentos.

- Función energética

- ✓ Los HC son las principales fuentes de energía y aportan **4 Kcal** (16,7 Kjul) por gramo.
- ✓ La reserva energética en forma de hidratos de carbono del organismo es el glucógeno.
- ✓ La glucosa es el combustible metabólico primario para los humanos.
- ✓ La glucosa es la principal fuente de energía del cerebro y de la médula renal, y es la fuente energética exclusiva de los eritrocitos de la retina.

Debemos tener presente que cuando la glucosa no se encuentra disponible para su utilización metabólica, y existe un requerimiento de ésta, otros nutrientes pueden ser transformados en glucosa en el hígado como es el caso de la fructosa, determinados aminoácidos, el glicerol entre otros.

- Estructural

- ✓ Tanto la ribosa, es un mono sacárido de 5 átomos de carbono, como la la desoxiribosa (derivado de la ribosa) son componentes estructurales de los ácidos nucleicos, monómeros del ARN y ADN.
- ✓ Forman parte de compuestos que configuran las membranas celulares: glucolípidos, etc.
- ✓ Los oligosacáridos del glicocáliz (o cubierta celular) tienen un papel fundamental en el reconocimiento celular.

- Fibra dietética

- ✓ Interviene en la regulación de las funciones gastrointestinales.

- ✓ Los H C no digeribles por las enzimas intestinales, son fermentadas por la flora intestinal dando lugar a compuestos beneficiosos que sí pueden absorberse ayudando a regular el funcionamiento intestinal.
- ✓ Proporciona saciedad. Aumenta el volumen de la dieta, aumentando el volumen del contenido gástrico y creando así mayor sensación de saciedad.
- ✓ Disminuye la absorción del colesterol y otros lípidos plasmáticos.

- Funciones en los alimentos:

Hidratos de carbono simple:

- Confieren sabor dulce a los alimentos.
- Actúan como conservantes (confituras, mermeladas...).
- Fijan sabores.

Hidratos de carbono complejos:

- Actúan como estabilizantes.
- Contribuyen a mantener la textura característica de determinados alimentos.

Tabla 6. Combustibles metabólicos utilizados por diferentes tejidos y los productos liberados.

Tabla I. PRINCIPALES COMBUSTIBLES METABÓLICOS UTILIZADOS POR DIFERENTES TEJIDOS		
Tejido	Combustible	Combustible liberado
Cerebro	Glucosa Cuerpos cetónicos	Lactato (sólo en ayuno prolongado)
Corazón	Ácidos grasos libres Triglicéridos Glucosa Cuerpos cetónicos Lactato	
Eritrocitos	Glucosa	Lactato
Hígado	Glucosa Ácidos graso libres Glicerol Lactato Alcohol Aminoácidos (parcialmente)	Glucosa Lactato (fase absorbtiva) Triglicéridos Cuerpos cetónicos
Intestino delgado	Glucosa Glutamina	Glucosa Aminoácidos Lípidos
Músculo esquelético	Glucosa Ácidos grasos libres Triglicéridos Aminoácidos de cadena ramificada	Lactato Alanina Glutamina
Riñón	Glucosa Ácidos grasos libres Cuerpos cetónicos Lactato Glutamina	Glucosa (sólo en ayuno prolongado)
Tejido adiposo	Glucosa Triglicéridos	Lactato Glicerol Ácidos grasos libres

1.4 DIGESTION Y ABSORCIÓN

Los HC de la dieta tras su digestión proporcionan, fundamentalmente, glucosa además de pequeñas cantidades de fructosa y galactosa.

Los carbohidratos que se ingieren en la dieta son mayoritariamente polisacáridos; y en menor proporción monosacáridos o disacáridos. Los primeros se encuentran presentes en diferentes alimentos como en los cereales, las legumbres y los tubérculos; mientras que los segundos se encuentran en la leche, las frutas y el azúcar. Excepto los monosacáridos (y algunos disacáridos que serán hidrolizados por una disacaridasa del interior del enterocito), que no precisan ser digeridos previamente, el resto de polímeros glucídicos debe ser hidrolizado por las respectivas enzimas del tracto gastrointestinal para poder ser absorbidos. Estas enzimas rompen los enlaces de unión y proporcionan los monómeros constituyentes.

La digestión del almidón se inicia en la boca. Con la masticación se disminuye el tamaño de las moléculas haciéndolas así más fácilmente atacables por las enzimas. Ya en la boca entra en juego la primera enzima; la ptialina o α -amilasa salival. La acción de esta última enzima no acaba en la cavidad bucal, sino que continúa actuando en el bolo alimenticio hasta que éste llega al estómago. Una vez en él su acción será inactivada debido al pH gástrico.

Cuando el bolo alimenticio deja el estómago continúa su digestión en el intestino delgado, especialmente en los primeros tramos de éste, duodeno y yeyuno. En este tramo las enzimas que intervienen serán las α -amilasas pancreáticas y son vertidas en el intestino delgado tras el vaciado gástrico. Las α -amilasas pancreáticas podrían ser considerados pues como las principales enzimas de la degradación de los polisacáridos.

Éstas hidrolizan los enlaces glucosídicos de tipo α -(1,4) de la molécula para convertirla en moléculas más pequeñas de unas 3 a 5 moléculas de glucosa. Debido a la acción de estas enzimas se originan los oligosacáridos maltosa, maltotriosa y dextrinas límite; éstas últimas obtenidas por carecer las amilasas de acción sobre los enlaces glucosídicos α -(1,6).

A continuación las oligosacaridasas tipo dextrinasa y glucoamilasa se encargan de la hidrólisis de estos oligosacáridos, desdoblado la glucosa de la maltosa y la maltotriosa.

Por lo que respecta a la degradación de los disacáridos ingeridos con el alimento, éstos pueden ser directamente hidrolizados en la superficie de la mucosa intestinal por la acción de un conjunto de enzimas: la maltasa, la lactasa o la sacarasa.

Una vez finalizado el proceso de digestión, la mayor parte de monosacáridos por absorber son monómeros de glucosa, y en menor cuantía fructosa y galactosa.

La absorción se realiza a nivel intestinal y aporta mayoritariamente glucosa a la sangre, además de fructosa y galactosa, a favor de un gradiente de concentración. El paso de estas sustancias desde el enterocito a la sangre se realiza por medio de transportadores de glucosa, llamados GLUTs (glucose transporters). Estos transportadores se encargan del ingreso de los monosacáridos en todas las células del organismo.

El transporte a través de la membrana de la mucosa del enterocito depende del tipo de monosacárido que debe atravesar la membrana:

- El transporte de D-glucosa y D-galactosa se lleva a cabo mediante cotransporte sódico.
- El transporte de D-fructosa se lleva a cabo mediante difusión facilitada.
- El transporte de las pentosas, se lleva a cabo mediante difusión simple.

Existen oligosacáridos y polisacáridos que no pueden ser hidrolizados por los enzimas y, por tanto, no pueden desdoblarse y formar así monosacáridos asimilables para el ser humano, por ejemplo: celulosa, hemicelulosa, α -glucano, inulina, pectina, etc.) Estos HC forman la fibra alimentaria. (Conoceremos más sobre la fibra alimentaria en el módulo 2)

1.5 METABOLISMO

Los niveles de glucosa sanguínea (glucemia) se deben mantener para permitir el metabolismo de aquellos tejidos que utilizan glucosa como sustrato primario (cerebro, hematíes, médula renal, cristalino, córnea y testículos). Esto se consigue mediante una regulación entre la captación periférica y la producción hepática de glucosa, manteniéndose en ayunas unos niveles de glucosa en sangre de 60-110 mg/dl.

La regulación de la glucemia se encuentra principalmente bajo control hormonal, siendo la insulina y el glucagón las principales hormonas responsables; aunque la adrenalina, los glucocorticoides, la hormona del crecimiento y las hormonas tiroideas afectan también al metabolismo de los glúcidos.

La elevación de la glucemia (hiperglucemia) tras el aporte de alimentos causa, de inmediato, un aumento de la secreción pancreática de insulina e inhibición de la secreción de glucagón, ya que ambas hormonas presentan una acción opuesta.

La insulina, aunque es multifactorial y afecta a numerosos órganos y tejidos, regula la homeostasis de la glucosa ejerciendo su función principalmente en:

- Hígado
- Músculo
- Grasa

La insulina es una hormona favorecedora del almacenamiento de la energía que actúa estimulando la captación y el metabolismo de la glucosa, e inhibiendo la producción de la misma en el hígado. Es decir, transporta a la glucosa hacia el hígado y al músculo para almacenarla en forma de glucógeno que servirá de fuente de energía en las horas siguientes a la ingesta de alimentos. El exceso de glucosa que no puede ser convertida

en glucógeno será transformada en grasa (triglicéridos) en el hígado y transportado al tejido adiposo para servir de fuente energética de reserva a largo plazo).

Por otro lado, la disminución de la glucemia (hipoglucemia), en cambio, desencadena una serie de mecanismos pancreáticos opuestos que conllevan la inhibición significativa de la secreción de insulina y aumento de la secreción de glucagón. El glucagón, cuya acción es opuesta a la de la insulina, actúa movilizand las reservas endógenas en estado de ayuno o bien cuando la dieta es hiperproteica.

Puesto que la regulación de la glucemia es un proceso complejo en el que intervienen muchas enzimas y que sale del alcance de una revisión como ésta, se ofrece sólo una visión general de los mecanismos básicos en el hígado, tejido muscular (esquelético y cardíaco), tejido adiposo y cerebro.

Metabolismo de los hidratos de carbono en el hígado.

El hígado es el órgano esencial en el mantenimiento de la glucemia en el organismo, lo que se conoce como la homeostasis de la glucemia, mediante un proceso que implica dos situaciones:

- Reducir la disponibilidad de glucosa en sangre, almacenándola en formas de reserva, cuando los niveles son superiores a la demanda (estado post-prandial).
- Degradar estas formas de reserva cuando los niveles de glucosa en sangre disminuyen (estado post-absortivo o ayunas).

El ajuste y la regulación de la captación periférica y la producción hepática de la glucosa están sujetos al efecto que ejercen las hormonas insulina y glucagón, principalmente; haciendo del páncreas un instrumento de ajuste fino que evita fluctuaciones peligrosas de la glucosa sanguínea. Así, cuando el nivel de glucosa en sangre aumenta, el páncreas libera insulina (relación insulina/glucagón alta) promoviendo la utilización y almacenamiento de la glucosa en el hígado y otros tejidos, ya sea con la producción de un segundo mensajero de la acción de la insulina o bien induciendo una cascada de proteína quinasas que promueve la utilización de glucosa por estos tejidos. En cambio, cuando el nivel de glucosa sanguíneo disminuye, el

páncreas responde liberando menos insulina y más glucagón (relación insulina/glucagón baja), lo cual promueve la producción de glucosa hepática.

Una vez dentro del hepatocito, el destino principal de la glucosa es su utilización para la síntesis de su forma de almacenamiento, el glucógeno.

La principal función del glucógeno hepático es conservar la concentración sanguínea de glucosa, en particular durante las etapas iniciales del ayuno.

Debido a que la estructura polimérica del glucógeno es muy voluminosa debido al elevado nivel de hidratación de la cadena, sus posibilidades de síntesis, y sobre todo de almacenamiento, están físicamente limitadas.

El glucógeno se almacena en una cantidad máxima de unos 100 gr. en el hígado y unos 200 gr. en los músculos.

Metabolismo de los hidratos de carbono en el músculo esquelético.

El músculo esquelético puede utilizar diferentes combustibles:

- Glucosa.
- Ácidos grasos.
- Cuerpos cetónicos.

Éste presenta grandes diferencias en la demanda energética en dependencia a la actividad que realiza.

Con el músculo en reposo, el principal combustible son los ácidos grasos, mientras que durante el ejercicio, ya sea intenso o de corta duración, el principal combustible es la glucosa, que la puede obtener a partir de la degradación del glucógeno muscular, o bien, de la glucosa formada por el hígado a través del establecimiento de una relación interorgánica entre éste y el músculo.

Metabolismo de los hidratos de carbono en el corazón

A diferencia del músculo esquelético, que puede tener un metabolismo aerobio o anaerobio dependiendo de las condiciones, el músculo cardíaco tiene un metabolismo predominantemente aerobio.

Además, el corazón prácticamente no tiene reservas de moléculas combustibles, ni de glucógeno ni de triglicéridos por lo que debe recibir los combustibles (glucosa, ácidos grasos, lactato y cuerpos cetónicos) de otros tejidos a través de la sangre.

Metabolismo de los hidratos de carbono en el tejido adiposo

El tejido adiposo es el principal depósito de triglicéridos, una forma de almacenar energía muy importante en el ser humano.

Al igual que las células musculares, los adipocitos tienen un sistema de transporte de glucosa (GLUT-4) que requiere de la presencia de insulina para alcanzar la máxima velocidad de captación de glucosa.

La síntesis y degradación de los triglicéridos en los adipocitos también está regulada por control hormonal (insulina, glucagón y adrenalina, principalmente). En situación de hiperglucemia, la insulina promueve la glucólisis y esencialmente su función es el aporte de precursores para la síntesis de triglicéridos.

Por otro lado, en caso de hipoglucemias el glucagón, la noradrenalina y los bajos niveles de insulina, favorece la movilización de ácidos grasos almacenados en el tejido adiposo.

La oxidación de los ácidos grasos y el glicerol que forman los triglicéridos por el mecanismo de la β -oxidación en las células de muchos tejidos rinden gran cantidad de energía metabólica útil en forma de ATP.

Metabolismo de los hidratos de carbono en el cerebro

El cerebro es uno de los órganos más exigentes de nuestro cuerpo en cuanto a utilización de la glucosa.

Las células del cerebro son muy dependientes de la glucosa sanguínea, pues se trata de un órgano sin reservas importantes de ésta, ni capacidad de sintetizarla o utilizar otros sustratos energéticos, a excepción de los cuerpos cetónicos. Estos cuerpos cetónicos serán utilizados en períodos de ayuno prolongados.

En condiciones normales, el cerebro utiliza el 60% de toda la glucosa de un ser humano en reposo.

1.6 FUENTES ALIMENTARIAS

La mayoría de los HC ingeridos provienen de los derivados de plantas y a excepción de los aceites, todos los vegetales contienen HC en mayor o menor proporción.

Aunque en los animales los HC se almacenen en forma de glucógeno tanto en el músculo como en el hígado, el aporte de éstos cuando los ingerimos es casi despreciable.

Fuentes alimentarias de hidratos de carbono:

- ✓ Cereales y todos sus derivados.
- ✓ Legumbres (garbanzos, lentejas, judías).
- ✓ Tubérculos (patata, boniatos).
- ✓ Frutas.
- ✓ Verduras y hortalizas.
- ✓ Lácteos en forma de lactosa.
- ✓ Todos los alimentos manufacturados que contienen sacarosa y/o otros hidratos de carbono (fructosa, edulcorantes como el sorbitol y el manitol): bollería, pastelería, refrescos, chicles, caramelos, gominolas, galletas, chocolates, todo tipo de dulces como los mazapanes, el turrón.

Los HC simples los encontramos en el azúcar de mesa, miel, jaleas, la leche, frutas y zumos, bebidas refrescantes azucaradas, golosinas, chocolate o productos de pastelería y bollería entre otros alimentos.

Los HC complejos los encontramos principalmente en los cereales y derivados (pan, pasta, arroz o harinas de cereales), legumbres, tubérculos, verduras y hortalizas. La fibra alimentaria la encontramos en frutas, verduras, frutos secos y cereales integrales.

Tabla 7. Contenido de hidratos de carbono de diferentes alimentos presentes en la dieta habitual.

Fuentes alimentarias	Cantidad por 100g
Cereales y todos sus derivados	20-70g
Legumbres (garbanzos, lentejas, judías)	3-5g
Tubérculos (patata, boniato)	7-20g
Frutas	20-50g
Verduras y hortalizas	1-5g
Lácteos en forma de lactosa	10-40g

1.7 LOS HIDRATOS DE CARBONO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El uso de los HC en la industria alimentaria es amplio ya que no sólo se utilizan como ingredientes en la fabricación de productos, sino que también son utilizados como agentes que mejoran la calidad organoléptica de los alimentos fabricados de forma industrial.

En la industria alimentaria se utilizan como: aditivos, saciantes, gelificantes, espesantes, emulsionantes, edulcorantes, fijadores de sabor...

Uso como **ADITIVO**;

Un aditivo es toda sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agrega intencionadamente a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con objetivo de modificar sus caracteres organolépticos o facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación.

Uso como **SACIANTE**;

Los HC también son interesantes en la industria en el campo de la reducción del apetito y, por consiguiente, en la reducción de peso. En este caso, se utilizan carbohidratos no digeribles, es decir, fibra dietética para generar estos productos. La característica de esta fibra dietética es que, al llegar al estómago se hincha ocupando espacio en el estómago y generando sensación de saciedad.

Uso como **GELIFICANTE**;

En general, la mayoría de los gelificantes no son absorbidos por el organismo, pero una parte de ellos son degradados por los microorganismos intestinales.

Algunos de los gelificantes más empleados en la industria son:

- ✓ Pectinas
 - Polisacárido natural que forma las paredes celulares de los vegetales.
 - Forman geles en medios ácidos en presencia de elevadas cantidades de azúcar, por lo que su uso se destina en mermeladas, confituras...

- ✓ Agar-agar
 - Forma parte de la fibra dietética, por lo tanto es un HC no asimilable. Suele presentarse en forma de polvos.
 - Se usa en repostería, conservas vegetales, derivados cárnicos, helados, sopas, salsas, mazapanes, preparados a base de fruta para untar...

- ✓ Alginato.
- ✓ Metilcelulosa.
- ✓ Kappa carragenato.

Uso como **ESPESANTE**;

Los espesantes tradicionales son:

- ✓ Harinas.
- ✓ Almidones.

Los almidones y harinas se usan en la industria en muchos productos como en confitería, productos cárnicos, conservas de salsas, productos lácteos, bollería...

- ✓ Goma Xantana
 - Se obtiene mediante una bacteria.
 - No lo podemos metabolizar.
 - Su uso como espesante necesita de poca cantidad de ésta.
 - Espesa jugos, helados, salsas y líquidos alcohólicos.
- ✓ Celulosas modificadas
 - Polisacáridos componente de las paredes celulares de los vegetales.
 - No lo podemos absorber.
 - Se usan como expansores de volumen.
 - Son muy utilizados para espesar alimentos sin aumentar sus calorías.
- ✓ Maltodextrinas
 - Son HC derivados de la hidrólisis parcial del almidón.
 - Son fácilmente digeribles.
 - Son agentes de carga; sustancias inertes que permitan aumentar los sólidos de un alimentos sin cambio en su viscosidad.

Uso como **EMULSIONANTES**;

Los emulsionantes permiten obtener texturas mezcladas entre productos grasos y acuosos por ejemplo: mayonesa, mousse...

Uso como **EDULCORANTE**,

Tanto los edulcorantes intensos como los de carga proporcionan un sabor dulce al alimento y son usados en productos destinados a disminuir las calorías.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Alimentos hidrocarbonados, legumbres, cereales y tubérculos. AECOSAN. Disponible en:
http://www.naos.aesan.msssi.gob.es/csym/nutricion_saludable/alimentos/grupo/alimentoshidrocarbonados.html
- Alimentación y dietoterapia. Pilar Cervera; Jaime Clapes; Rita Rigolfas. Ed. McGrawHill 2004.
- FAO. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Join FAO/WHO Expert meeting. Fao Food and Nutrition paper. Nº66, Food and agriculture Organization of the United Nations. Rome 1998.
- Diccionario de nutrición y términos afines. Enrique Rojas Hidalgo. Aula médica 2008.
- Manual Práctico de Nutrición y Salud, Kellogs. Capítulo 1: Conceptos generales.
- Tratado de nutrición y alimentación humana I: Nutrientes y alimentos. Mataix Verdu J. Ed. Ergon, Madrid, 2009.
- Nutrición y salud pública: Método, bases científicas y aplicaciones. Lluís Serra Majem, Javier Aranceta Bartrina, Francisco José Mataix Verdú. Ed. Elsevier 2006.
- Alimentación y nutrición: Manual teórico-práctico. Clotilde Vázquez Martínez, Ana Isabel De Cos Blanco, Consuelo López Nomdedeu. Ediciones Díaz de Santos, 2005.
- ¿Cómo se transporta la glucosa a través de la membrana celular? Díaz DP, Burgos LC. Iatreia 2002. 15(3), 179-189.

- Libro de texto con aplicaciones clínicas. Devlin, TM. Bioquímica. Editorial Reverté, 3ª edición Barcelona, 2009.
- Tratado de nutrición humana en el estado de salud. Ángel Gil Hernández. Ed. Médica Panamericana, 2010.