

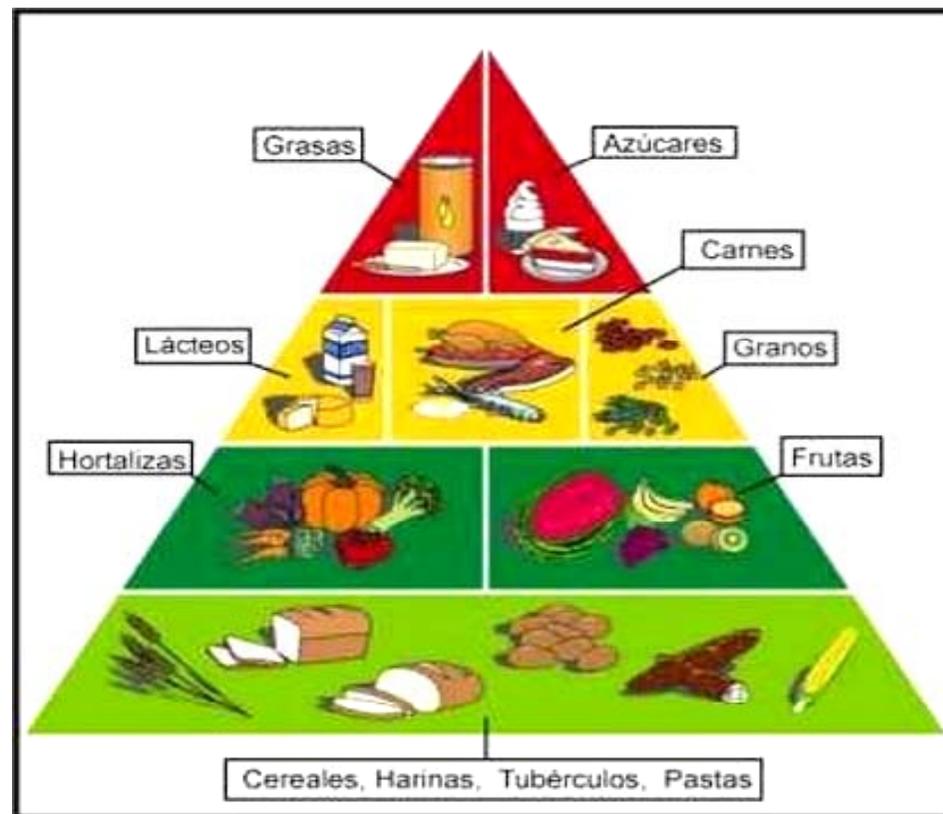


CARBOHIDRATOS



PIRÁMIDE DE LOS ALIMENTOS PARA PLANEAR SU ALIMENTACIÓN.

Los alimentos que se encuentran en la base son los que deben ser ingeridos en mayor proporción y los que se encuentran en la cúspide deben ser usados con moderación. Esto asegura un suministro adecuado de nutrientes en las proporciones adecuadas cuando realiza esfuerzos físicos.



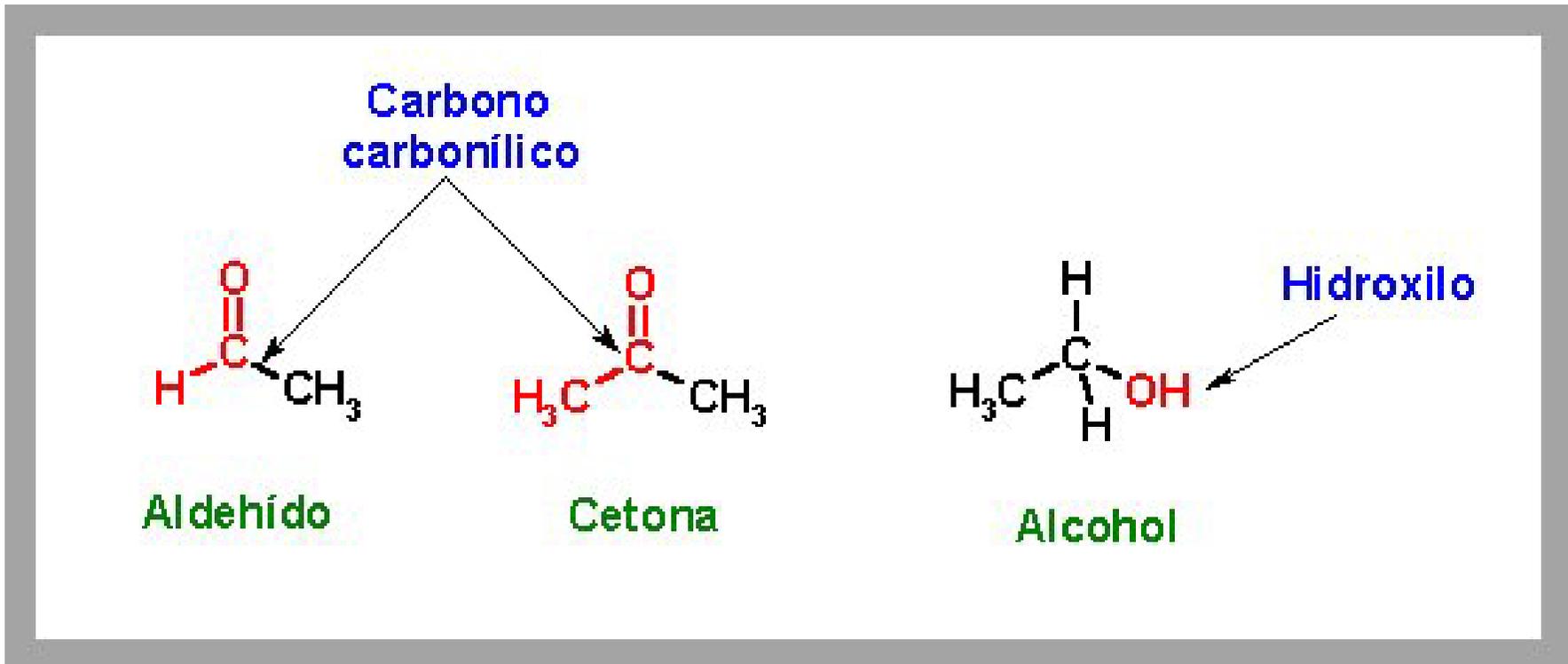
DEFINICIÓN

✚ Los carbohidratos o azúcares, son compuestos formados por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno.

✚ Sintetizados a partir de CO_2 (dióxido de carbono) y de H_2O por los organismos fotosintéticos, mediante el aprovechamiento de la energía de la luz solar (fotosíntesis).



En su estructura presentan grupos hidroxilo (-OH), aldehídico(-COH) o cetónico (C=O).

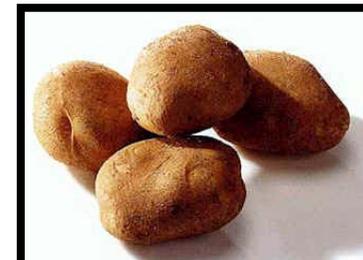


- ✚ Son sustancias carboniladas formadas por una o varias unidades de polihidroxi-aldehidos o cetonas.
- ✚ Estos compuestos constituyen un conjunto heterogéneo por su estructura química y cumplen funciones variadas (nutricional, organoléptica, y de conservación).



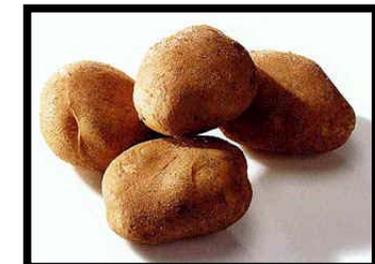
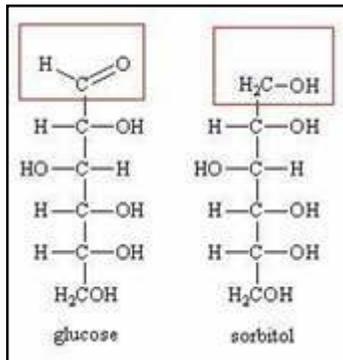
CLASIFICACIÓN

Todos los carbohidratos están formados por unidades estructurales de azúcares, que se pueden clasificar según el número de unidades de azúcar que se combinen en una molécula.



Clasificación de carbohidratos

Monosacáridos	Pentosas (arabinosa, xilosa, ribosa) Hexosas (Glucosa, fructosa, galactosa)
Disacáridos	Sacarosa, lactosa, maltosa
Polioles	Isomaltosa, sorbitol, maltitol
Oligosacáridos	Maltodextrina, fructo-oligosacáridos
Polisacáridos	Almidón: Amilosa, amilopectina
	Sin almidón: Celulosa, pectinas, hidrocoloides



CARBOHIDRATOS

Dependiendo de 1 número de átomos de carbonos

Según contengan grupos

I. MONOSACARIDO (C _n H _{2n} O _n)	}	Triosas					
		Tetrosas					
		Pentosas	{	Xilosa, arabinosa	Triosa	→	Glicerosa
				Ribosa	Tetrosa	→	Eritrosa
		Hexosas	{	Glucosa/manosa	Pentosa	→	Ribosa
				Fructosa/galactosa	Hexosa	→	Glucosa
Heptosas							

			Aldehídicos		Cetónicos
				<u>Aldosas</u>	<u>Cetosas</u>

II. DISACARIDOS (C _n (H _{2n}) n-1)	}	Sacarosa	→	Glucosa + Fructosa	(no reductora)
		Lactosa	→	Glucosa + Galactosa	Reductoras
		Maltosa	→	Glucosa + Glucosa	

III. OLIGOSACARIDOS	}	Trisacaridos	→	Rafinosa
		Tetrasacaridos	→	Cetoquinosa

A Z U C A R E S

CARBOHIDRATOS

IV. POLISACARIDOS (C₆ H₁₀ O₅)_x

Almidón → Amilosa α (1 - 4 soluble (lineal) → Reserva
 → Amilopectina α (1 - 4) (1 - 6) Insoluble (Ramificado) → Reserva

Glucogeno → Reserva

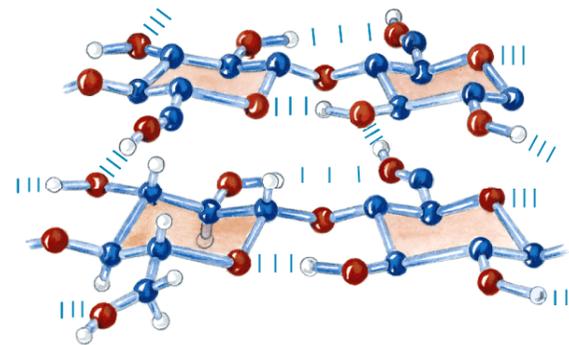
Celulosa → Sostén

Hemicelulosa → Sostén → Pentosano

Dextrina

Inunlina

Lignina → Sostén



HEXOSANOS

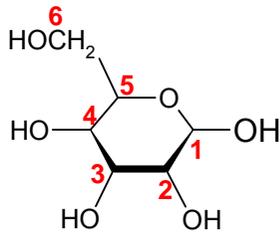
NO AZUCARES

Los carbohidratos son compuestos que tienen una fórmula condensada $C_nH_{2n}O_n$, en donde:

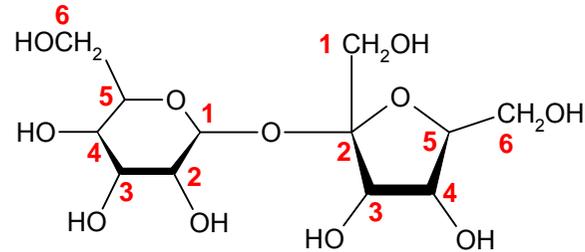
n es el número de Carbonos, por ejemplo en la glucosa $n=6$, por tanto su fórmula molecular es: $C_6H_{12}O_6$.

Se pueden encontrar en forma lineal o bien cíclica. A ésta última corresponde también la fórmula molecular $C_nH_{2n}O_n$.

Representación de un monosacárido y un disacárido



D-GLUCOSA
(monosacárido)



Glucosa Fructosa → SACAROSA
(disacárido)



Disacáridos están unidos por el enlace glucosídico

Si no se afecta el grupo aldehído o cetona es un azúcar reductor

Si se afectan estos grupos es un azúcar no reductor (Sacarosa)

Cuando por hidrólisis es imposible fragmentar más de una molécula con función reductora (**aldehído** o **cetona**) y varias funciones alcohol, la molécula se denomina monosacárido o azúcar simple (terminación "**osa**").



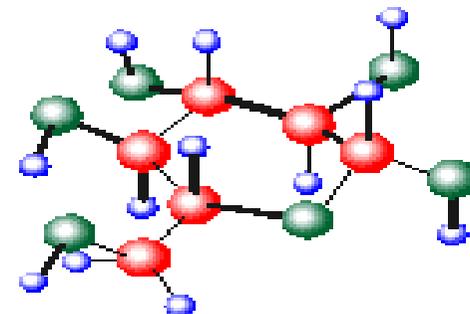
Los monosacáridos también se clasifican en dos grandes grupos dependiendo de la posición del grupo carbonilo ($C=O$) que los caracteriza.

Si el grupo carbonilo está localizado en un carbono terminal se trata de una "aldosa"

y si éste grupo está localizado sobre un carbono secundario el azúcar es una "cetosa".

Entre las aldosas más estudiadas por la bioquímica se encuentra la "glucosa" y entre las cetosas su homóloga es la "fructosa"

- ✚ La glucosa es la única aldosa que aparece en forma libre en la naturaleza como monosacárido.
- ✚ A pesar de ello, existen muchos otros monosacáridos (D-gliceraldehído, D-Ribosa y D-Galactosa), que son importantes componentes de otras biomoléculas.
- ✚ Las azúcares L son mucho menos abundantes en la naturaleza que los azúcares D.



Molécula de glucosa
(representación tridimensional)

GLUCOSA

- ✚ Es el único tipo de carbohidrato (azúcar o almidón) que el músculo esquelético puede metabolizar fácilmente para energía y almacenarlo como glucógeno.
- ✚ El propósito principal de comer carbohidratos antes, durante, y después del ejercicio es brindar glucosa al músculo esquelético y el secundario es brindar glucosa y fructosa al hígado, para la síntesis glucogénica en ese órgano.
- ✚ El hígado puede metabolizar tanto glucosa como fructosa.

FUNCIONES

ENERGETICAS-NUTRICIONAL

- ✚ Cubren las necesidades energéticas, una pequeña parte se almacena en el hígado y músculos en forma de glucógeno (normalmente no mas de 0,5% del peso del individuo).
- ✚ Cuando se necesita energía, las enzimas descomponen el glucógeno en glucosa, el resto se transforma en grasas y se acumula en el organismo como tejido adiposo.

FUNCIONES

REGULACIÓN

- ✚ Regulan el metabolismo de las grasas, en caso de una ingestión deficiente de carbohidratos, las grasas se metabolizan anormalmente acumulándose en el organismo cuerpos cetónicos, que son productos intermedios de este metabolismo provocando así problemas.
- ✚ Otras funciones son ahorro de proteína y fuente de fibra dietética.

FUNCION

ORGANOLEPTICA Y DE CONSERVACION

- 1.- Dar sabor apetecible a los alimentos
- 2.- Dar brillantez (jarabe de glucosa)
- 3.- Propiciar el desarrollo de colores característicos a los alimentos

- 1.- Aumentar la presión osmótica
- 2.- Disminuir el agua libre (AW libre favorece el desarrollo de microorganismos)

BENEFICIOS DE LOS CARBOHIDRATOS

✚ Es recomendable que los carbohidratos que se ingieran provengan de distintos alimentos, aprovechando así los nutrientes que se encuentran en cada uno de ellos. Con una alimentación variada se consigue asegurar de estar tomando los nutrientes necesarios.



BENEFICIOS DE LOS CARBOHIDRATOS (CONTINUACIÓN)

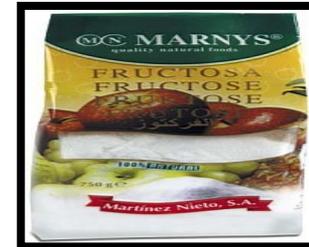
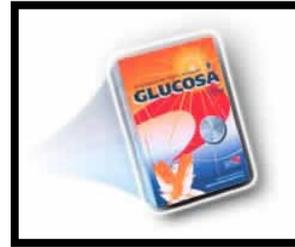
✚ Los azúcares y almidones proporcionan una fuente de energía que se aprovecha rápidamente para el rendimiento físico. De igual manera, el cerebro necesita la glucosa que producen, ya que no puede utilizar las grasas como fuente de energía.

✚ Las fibras alimenticias, por su parte, nos ayudan a regular el tránsito intestinal.



CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS AZÚCARES

- ✚ Son dulces (poder edulcorante).



- ✚ Son solubles en agua y su solubilidad depende de la temperatura.

- ✚ Cristalizan por evaporación (jugo de caña).



- ✚ Pueden fermentar por acción microbiana.



(Alcohol... Levaduras)

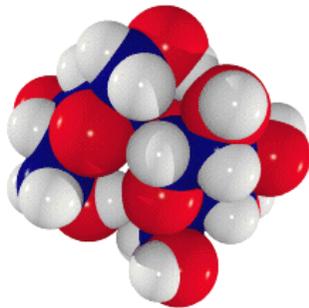
(Ácido...Bact. Lácticas)

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS AZÚCARES (CONTINUACIÓN)

+ Son agentes conservadores (Presión osmótica).

+ Forman caramelo (Por sobrecalentamiento).

+ Aumentan las propiedades coligativas de la solución:



Aumentan el Pto. de ebullición.

Disminuyen el Pto. de congelación.

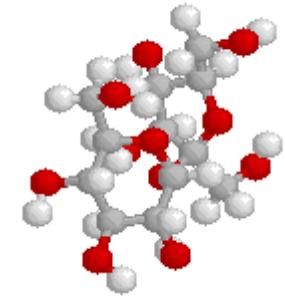
Aumentan la presión de vapor.

Aumentan la presión osmótica.

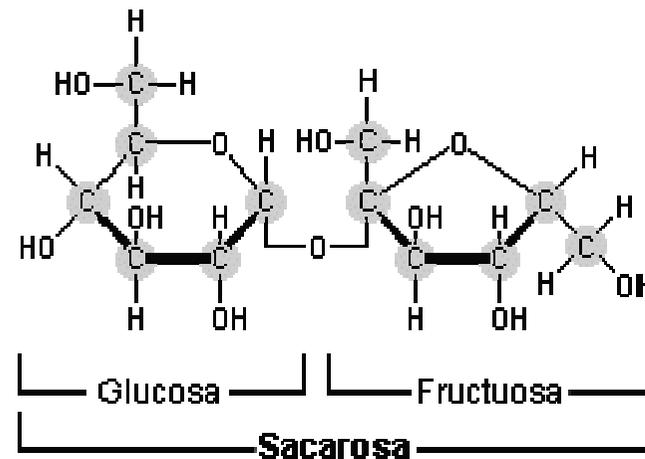
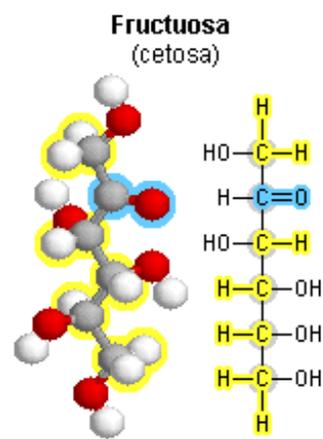
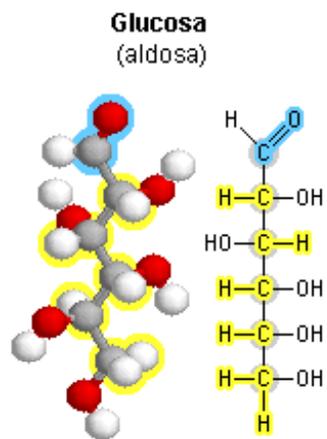
CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS AZÚCARES (CONTINUACIÓN)

- ✚ Son componentes de los ácidos nucleicos (Ribosa).
- ✚ Son componentes de las vitaminas (Ribosa -Vit. B12).
- ✚ Pueden oxidarse y producen energía.
- ✚ Presentan actividad óptica (Identificación de los azúcares).
- ✚ Poseen higroscopicidad (Aumentan la A_w de la superficie).
- ✚ Tienen una baja A_w (Actividad de agua).

Sacarosa

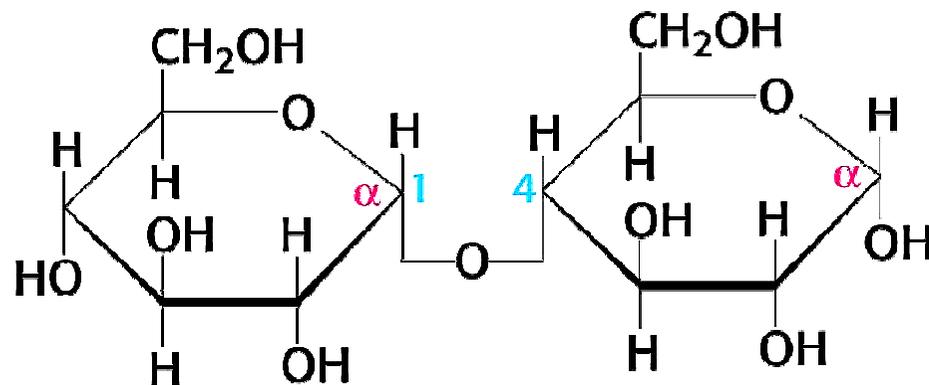


- ✚ Es un azúcar no reductor, es dextrorrotatoria.
- ✚ Se encuentra en plantas verdes, hojas y tallos (caña de azúcar, maíz dulce, jugo de palma), frutos, semillas y raíces.
- ✚ Da por hidrólisis ácida azúcar invertido (levorrotatorio).
- ✚ Mas barato, muy soluble, punto de fusión a 160 °C.



Maltosa

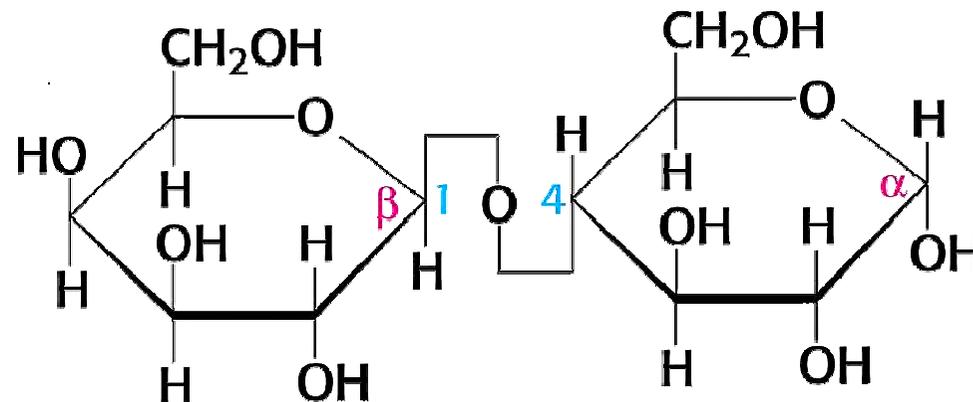
- ✚ No existe en forma libre, se obtiene por hidrólisis del almidón.
- ✚ Es dextrógira, muy soluble y menos dulce.



Maltose
(α-D-Glucopyranosyl-(1→4)-α-D-glucopyranose)

Lactosa

- + Se sintetiza en la mama del animal.
- + No es muy soluble, no muy dulce.
- + Es Dextrógira.
- + Por acción de las bacterias lácteas producen ácido láctico.



Lactose
(β-D-Galactopyranosyl-(1 → 4)-α-D-glucopyranose)

REFERENCIAS

- 1.- Badui, S. 2006. Química de Alimentos. 4ta. Edición. Pearson-Educación. P. 716.
- 2.- Fenema, O. 1993. Química de Alimentos. 2da. Edición. Acribia. Zaragoza-España. P 1095.
- 3.- Mathews, C. y Van Holde, K. 2001. Bioquímica. 2da. Edición. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid-España. P.1283.
- 4.- National Institute of Neurological Disorders and Stroke. *Mucopolidoses Fact Sheet*. 2007. Office of Communications and Public Liaison. Bethesda, MD; Publication No. 03-5115. February 13.
- 5.- Curso Carbohidratos Prof. Ana Luisa Medina Dpto de Ciencia de Alimentos Facultad de Farmacia y Bioanálisis ULA
- 6.- Páginas web consultadas:
http://www.gruposos.com/web/es/nutricion/diet_carbohidratos.asp

www.ciencia.cl/.../articulos/a2/figura1.gif

CARBOHIDRATOS

2da PARTE

POLISACARIDOS

- ✚ Polímeros de mas de 10 monómeros. Peso Molecular elevado.
- ✚ Sustancias incoloras e insípidas, no son dulces.
- ✚ Poco soluble por el tamaño de la molécula.
- ✚ Son sustancias amorfas (no cristalizables), forman suspensiones coloidales.
- ✚ Son hidrofílicas absorben agua por los grupos polares (OH).

POLISACARIDOS

+ Biológicamente son elementos de **reserva** (almidón) y de **sostén** (Celulosa).

+ Se hidrolizan.



+ Algunos forman geles a altas concentraciones, otros a bajas concentraciones.

+ Algunos son térmicamente reversibles.

+ Algunos son mas solubles en agua fría esto depende de: Composición en monosacáridos, al patrón dentro de la cadena química, al enlace de los H, a la interacción iónica etc.

POLISACARIDOS (CONT.)

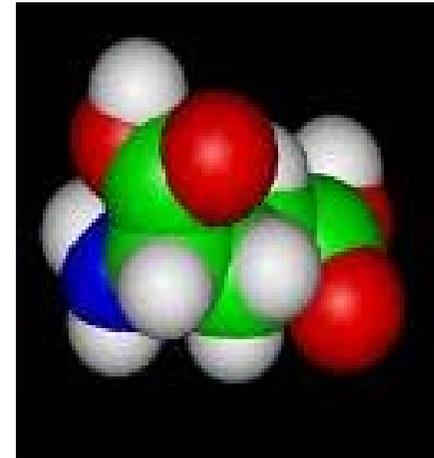
La capacidad de retención de agua de los polisacáridos depende de:

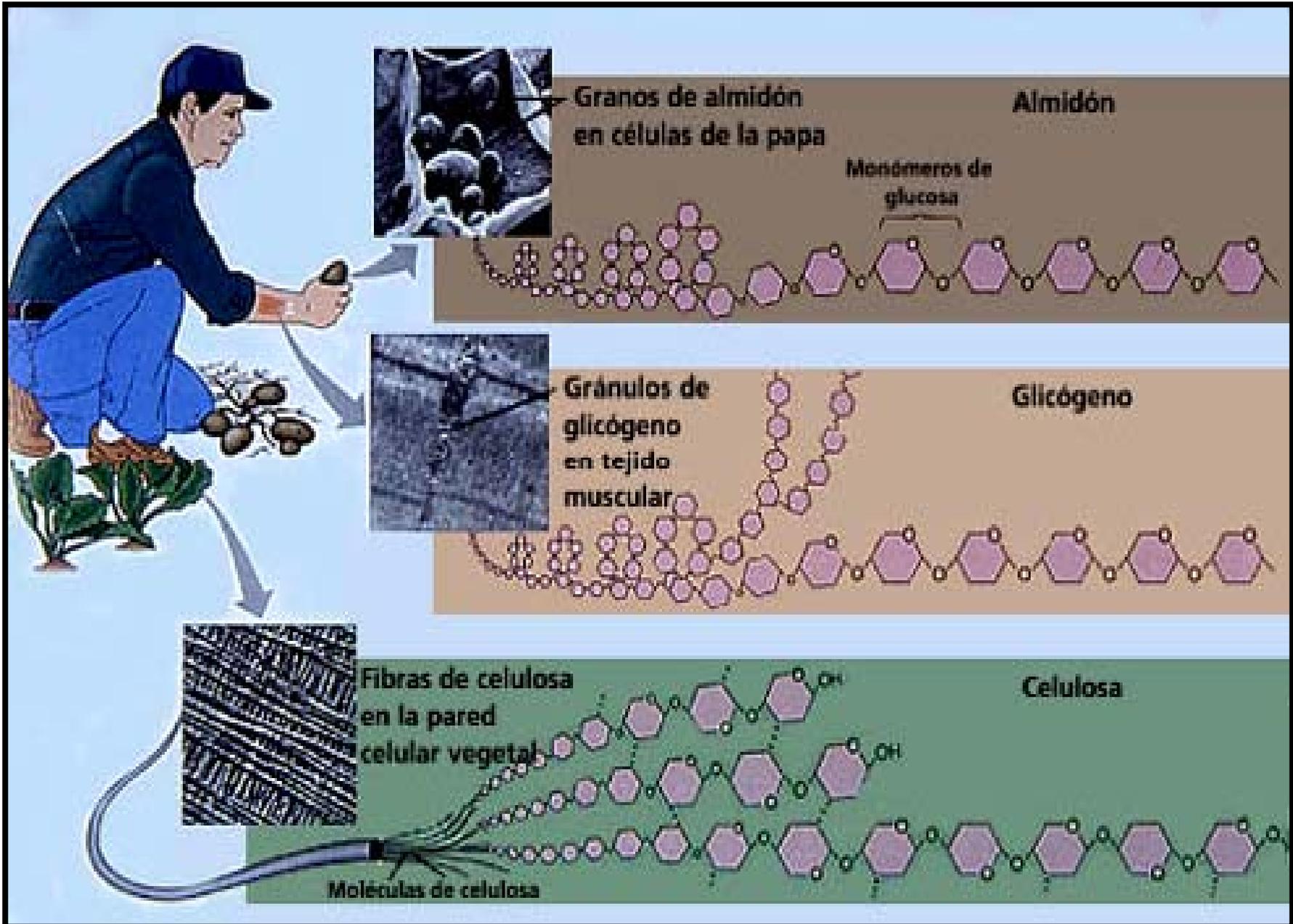
Factores extrínsecos:

- + pH, fuerza iónica, temperatura.
- + Presencia de ciertos cationes.

Factores intrínsecos:

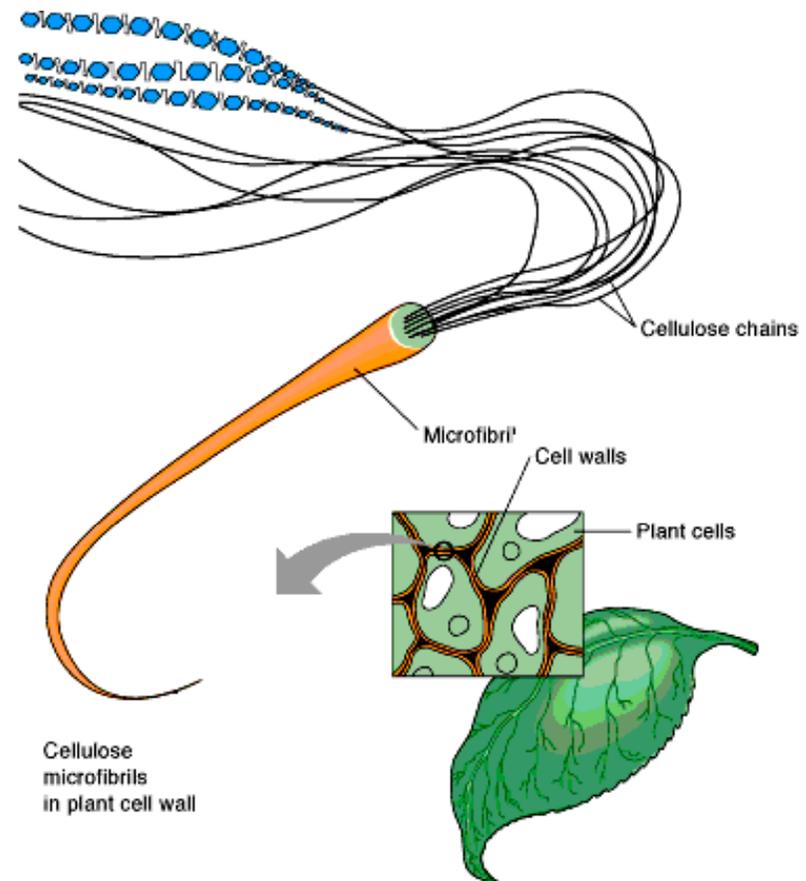
- + Tipo de polímero, peso molecular (linealidad).





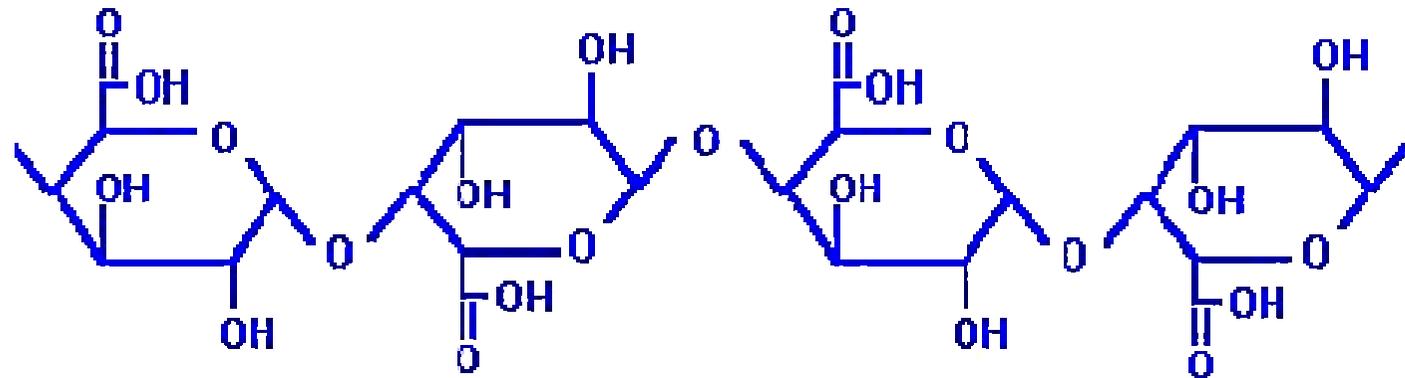
CELULOSA

- ✚ Insolubles en agua.
- ✚ Se hidroliza, Elevado Peso Molecular.
- ✚ Alimentación de rumiantes.
- ✚ Obtención del papel.



SUSTANCIAS PECTICAS: PECTINA

- + Cadenas lineales del ácido galacturónico, esterificados con radicales metilo.
- + Son solubles, capaces de formar geles con presencia de azúcar y ácido.



Pectin (polygalacturonic acid)

USOS DE LA PECTINA

- ✚ Elaboración de mermeladas y jaleas (a pH 3.2).
- ✚ Elaboración de polvos sintéticos.
- ✚ Emulsificantes en la preparación de salsas.
- ✚ Refuerzan la estabilidad en jugos naturales.
- ✚ Aumentan la viscosidad de algunos productos.



ALMIDÓN

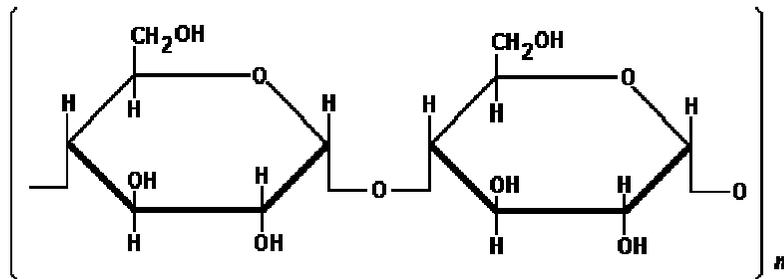
Estructura Molecular

Amilosa (uniones a 1-4)

Amilopectina (uniones a 1-4 y 1-6)

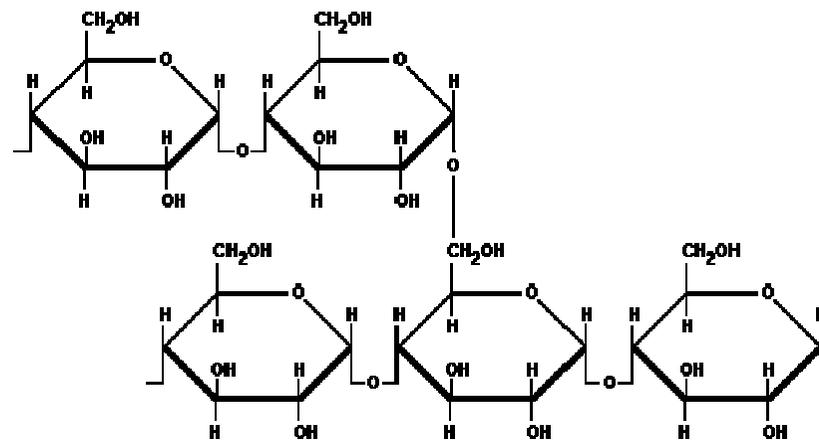
Estructura granular

Gránulos discretos (Tratamientos físicos y químicos)

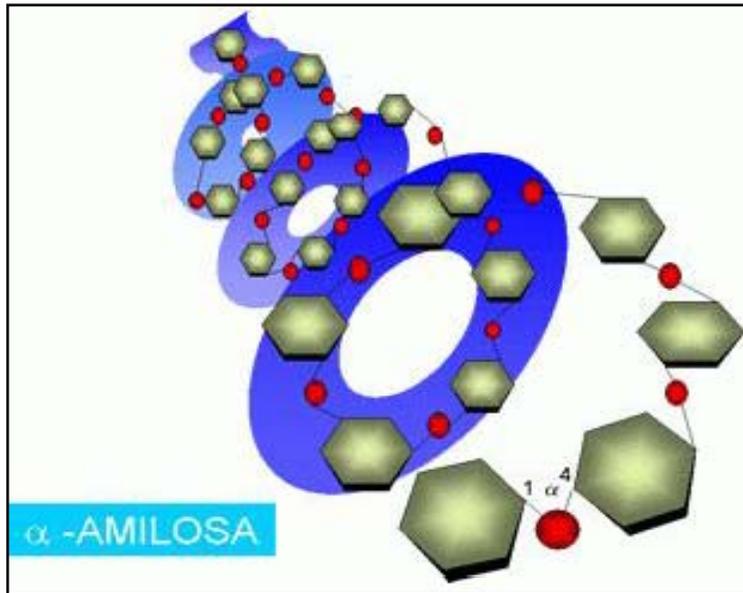


Amilosa

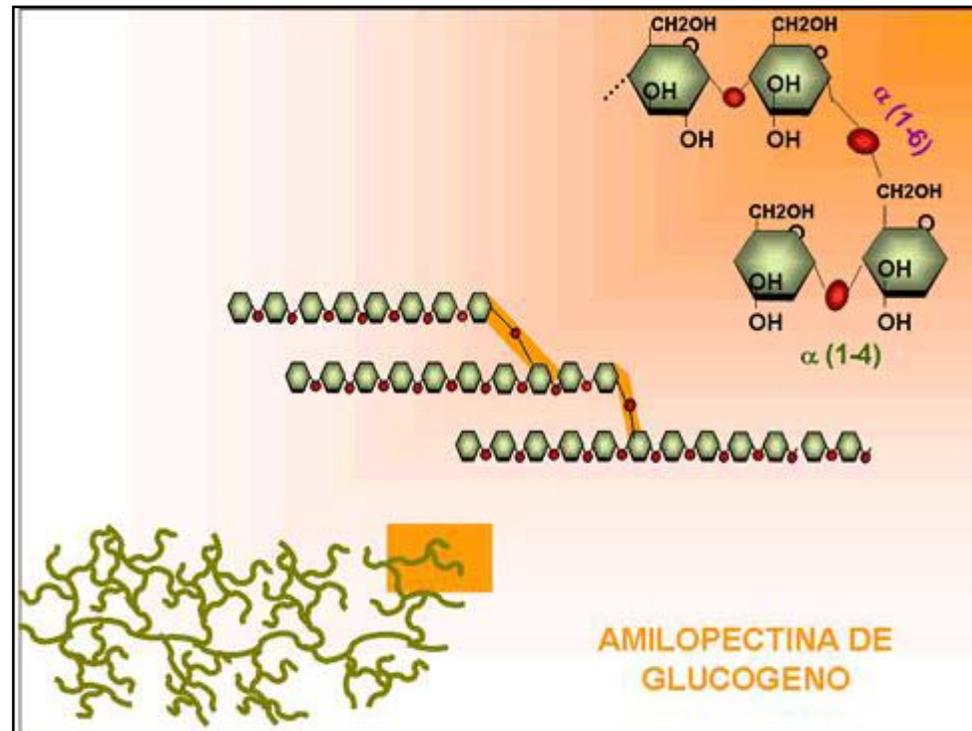
Amilopectina



ALMIDÓN (CONT.)



Polisacárido Constituyente del Almidón y el Glucógeno. Conformado por unidades de glucosa en enlace alfa 1-4.



Polisacárido ramificado (Amilopectina)
Constituyente del Almidón y el Glucógeno.

Alimentos que contienen almidón



ESTRUCTURA GRANULAR DEL ALMIDÓN

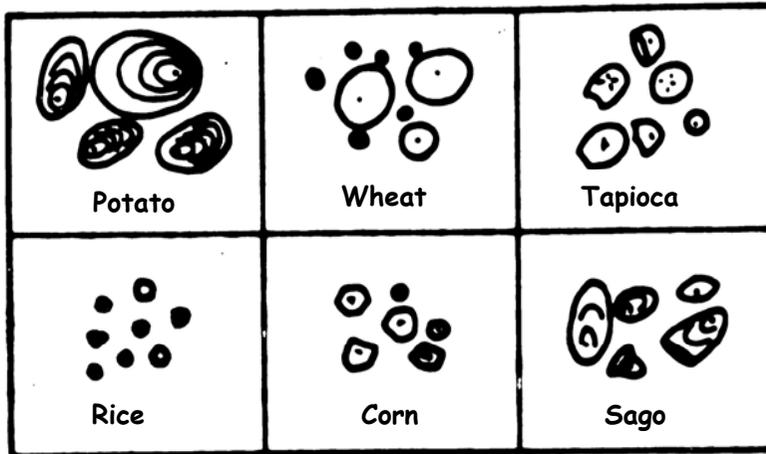
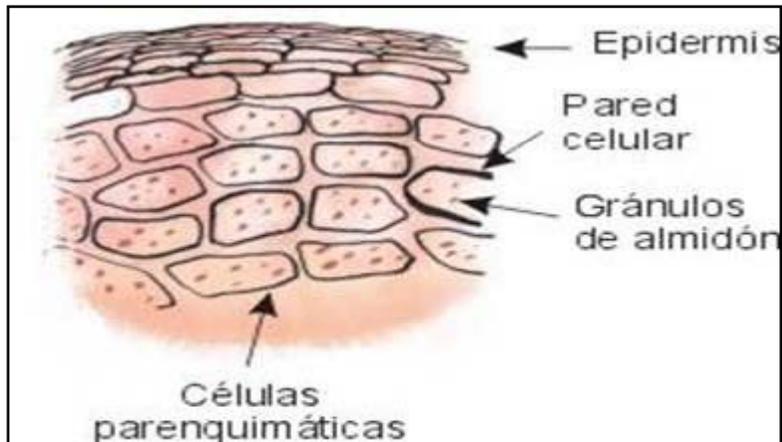


FIG. 3-36. Diagrams of the microscopic appearance of common starch granules.

Reprinted from Corn Starch, 1964 edition; courtesy of Corn Refiners Association.



Carbohydrates

No Hinchado



(a)

Hinchado



(b)

FIG. 3-37. Arrangement of molecules in a segment of a common starch granule before and after swelling: (a) nonswollen fragment; (b) swollen fragment.

Courtesy of Peter Bernfeld

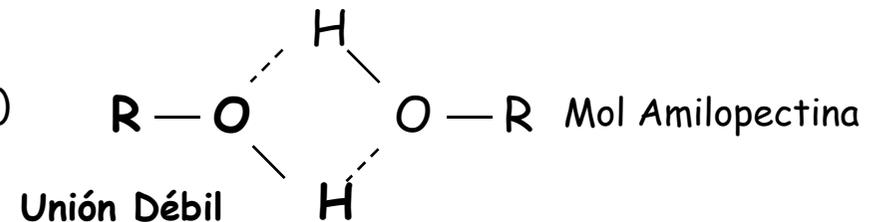
GELATINIZACIÓN

Almidón + Agua \dashrightarrow Suspensión Acuosa \dashrightarrow Pérdida Polarización de las Moléculas \dashrightarrow Hinchamiento \dashrightarrow Gel

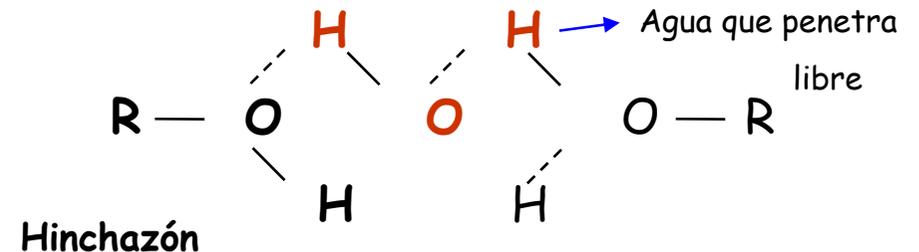
Gránulos de Almidón

1.- Molécula Amilosa

(grupos OH son los responsables de absorber agua)



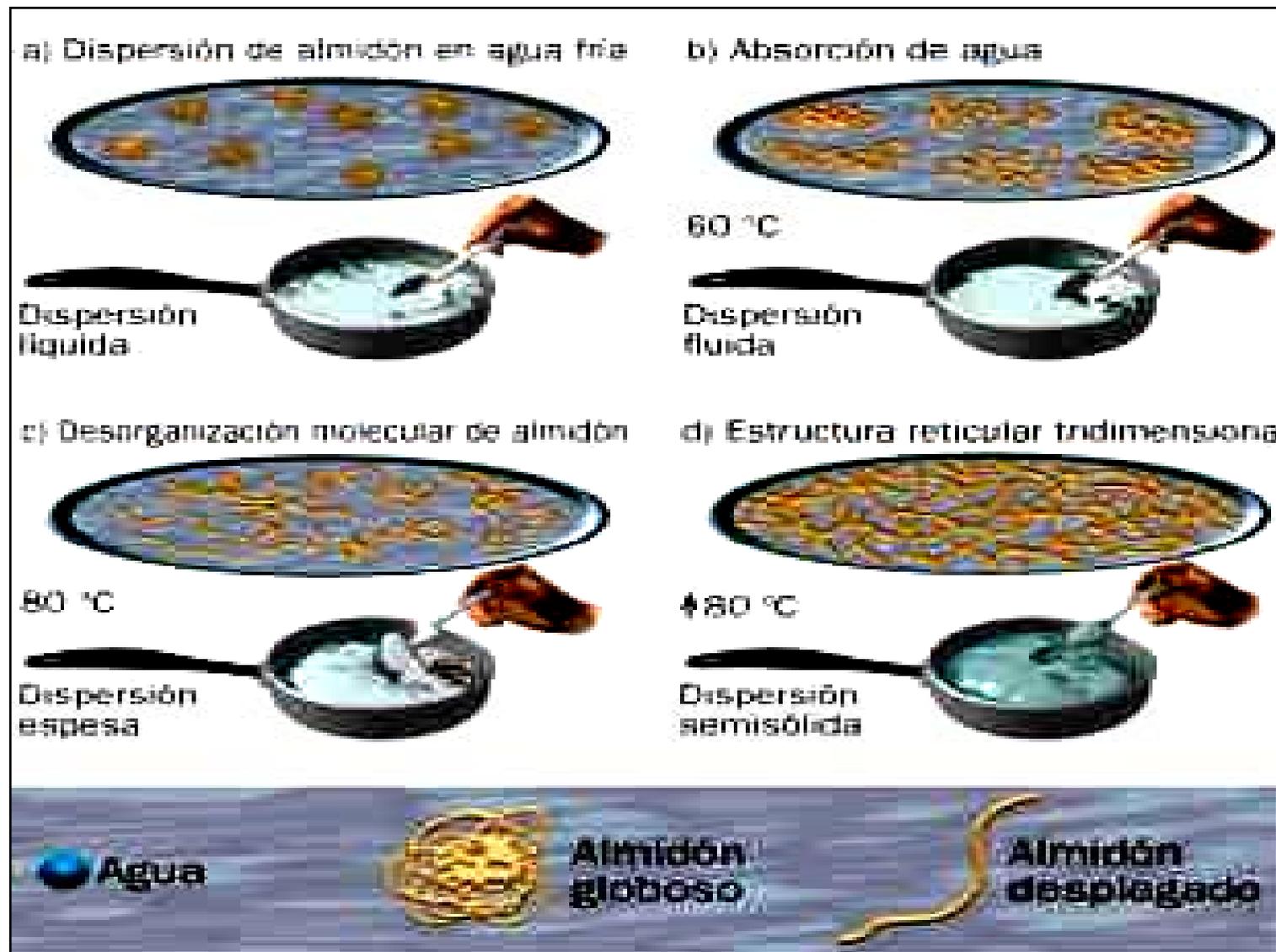
2.- Temperatura Alta, los puntos H se rompen



3.- Las moléculas se acercan y adhieren formando un sistema de red tridimensional

Temperatura de Gelificación: tiempo a la cual los gránulos comienzan a hincharse y se pierde Birrefringencia

PROCESO DE GELATINIZACIÓN



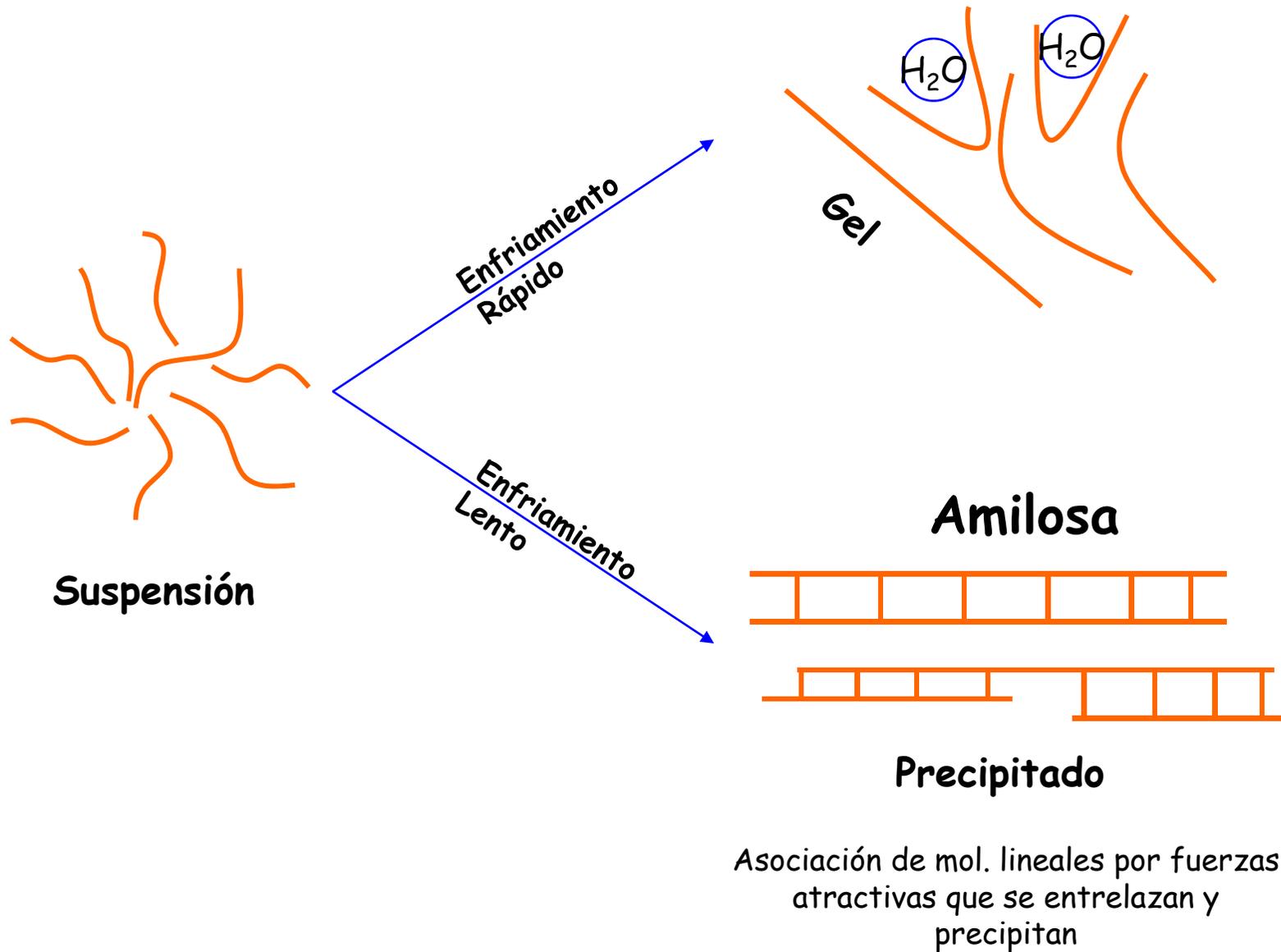
RETROGRADACIÓN

Asociación molecular después de la gelatinización → Deshidratación parcial
Reversión del almidón a su condición menos soluble

La retrogradación depende:

- ✚ Temperatura (mas rápida a 0° C)
- ✚ Forma, Medida y Concentración de las moléculas y otros ingredientes

RETROGRADACIÓN



RETROGRADACION

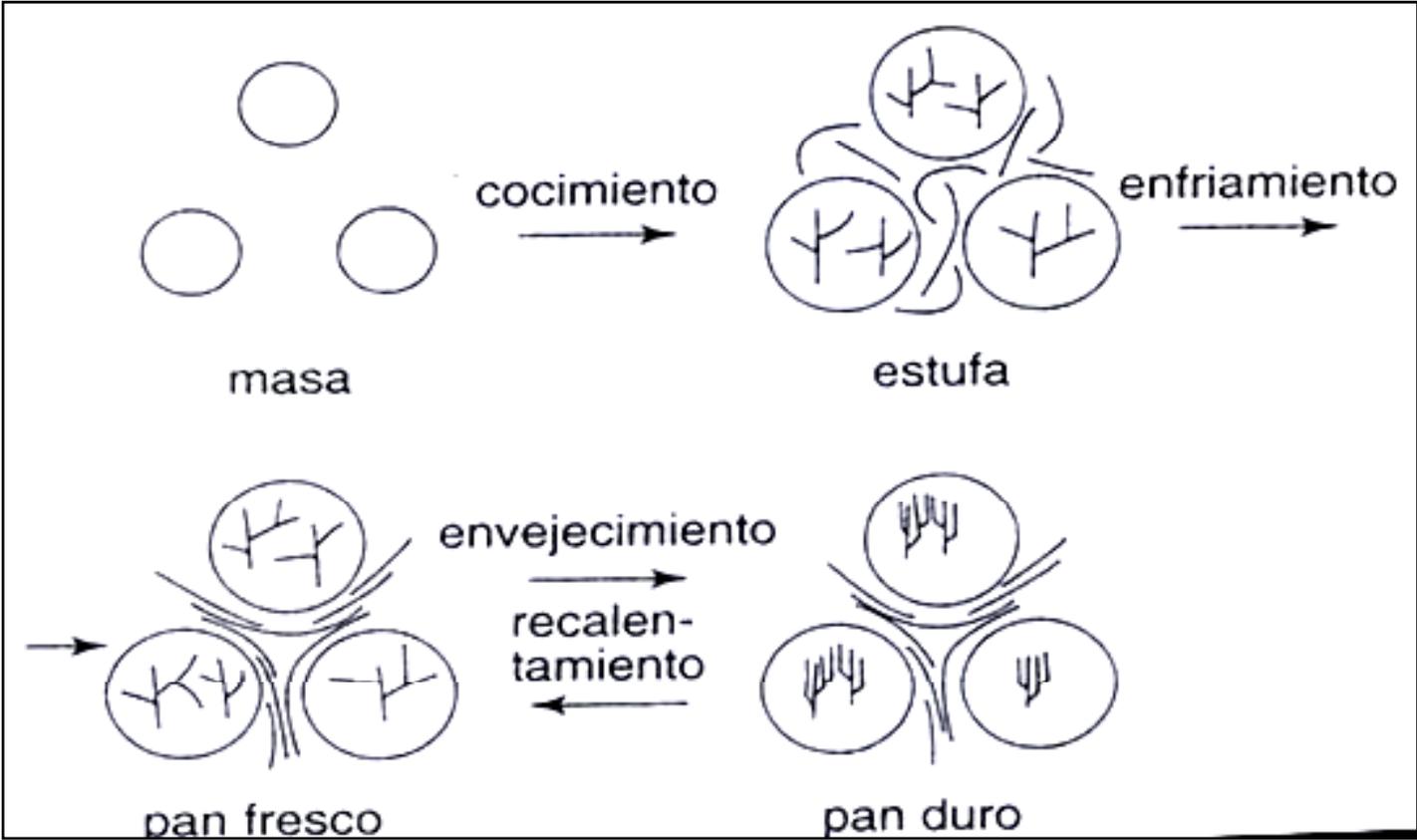
Retrogradación de 1.- la Amilopectina es reversible por calentamiento.

(Pan añejo, salsas grumosas descongeladas)

2.- la Amilosa no se revierte (cadena lineal)

Regiones cristalinas en almidones retrogradados no son susceptibles al ataque enzimático.

ENVEJECIMIENTO DEL PAN



USOS DEL ALMIDÓN

- + Agente espesante.
- + Agente formador de geles.
- + Estabilizador.
- + Agente de revestimiento.
- + Agente dispersante.

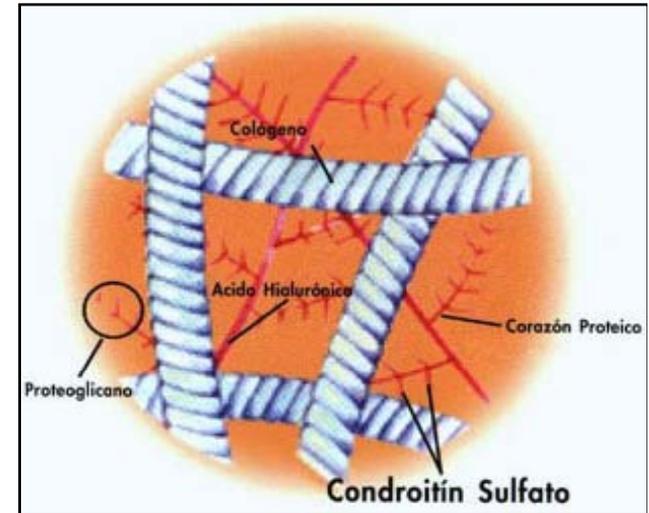
Enzimas del almidón:

- + α -amilasa atacan los enlaces 1-4 de la amilosa y de la amilopectina provocando una disminución de la viscosidad.
- + Amilodextrinas
- + β -amilasas

Mucopolisacáridos:

✚ Son los compuestos orgánicos más abundantes de la biosfera y a su vez los más diversos que contienen aminoazúcares y ácidos urónicos.

✚ Son sustancias tipo gel que se encuentran en las células del cuerpo, las secreciones mucosas y los líquidos sinoviales.



Mucopolisacáridos (Cont.):

✚ Sirven como fuente de energía para todas las actividades celulares vitales y proporcionan elasticidad y lubricación al cartílago de las articulaciones.

✚ Se encuentran en alimentos como: vísceras, pies de cerdo, callos, lengua de buey, embutidos, oreja, etc.

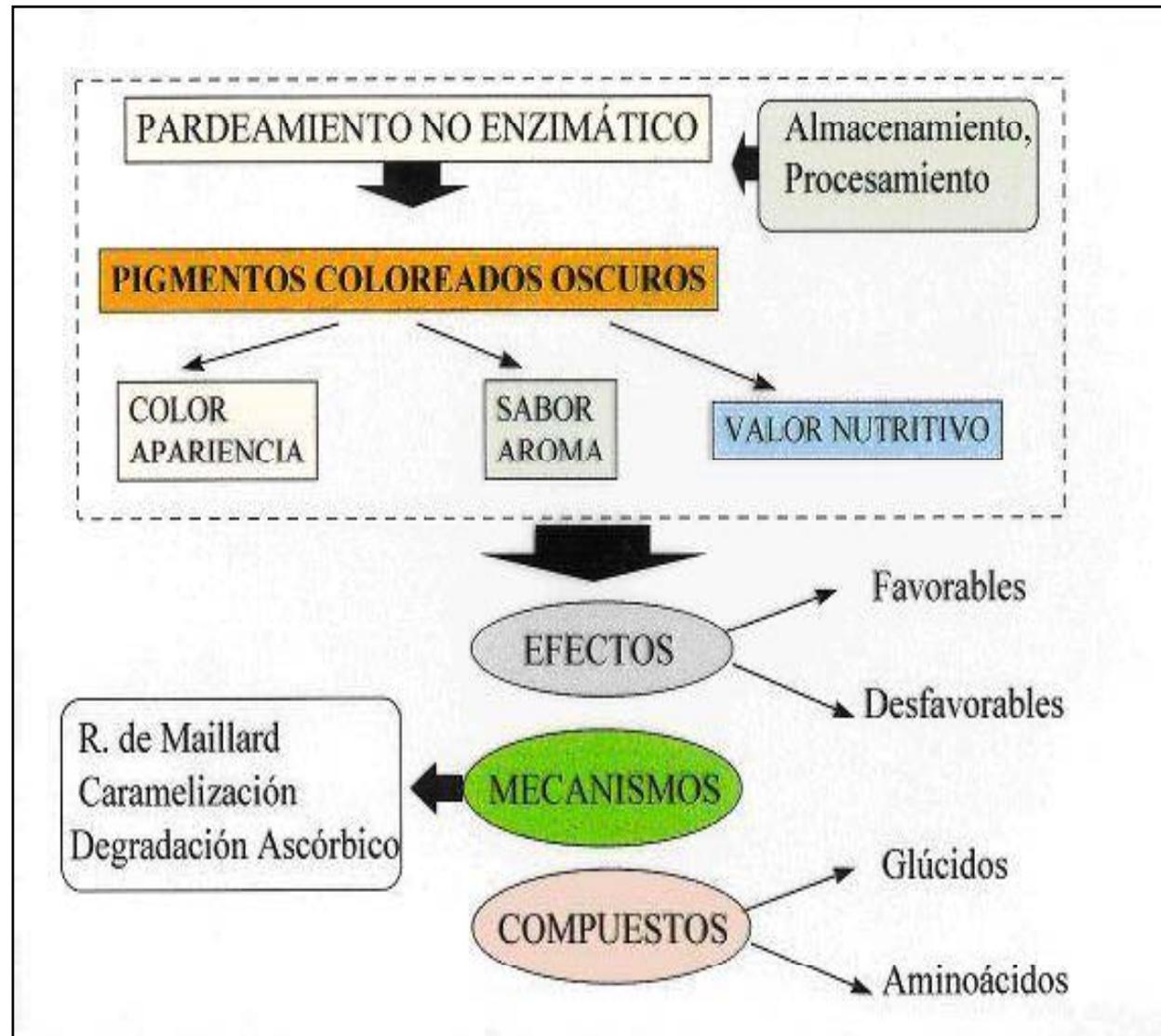
Mucopolisacáridos (Cont.):

✚ Son degradados en etapas por las enzimas lisosomales y, si existe un bloqueo en alguno de los pasos de la vía de degradación, los mucopolisacáridos se acumularán en los liposomas y aumentará su excreción urinaria.

✚ Producen mucopolisacáridosis que es una enfermedad genética por defecto en las enzimas que degradan los mucopolisacáridos del tejido conectivo y su consecuente acumulación en los tejidos (afectan el tejido vascular y articular).

Pardeamiento no Enzimático

- + Reacción de Maillard
- + Caramelización



I. Pardeamiento no Enzimático (Reacción de Maillard)

Etapas de la Reacción de Maillard

- ✚ Condensación aminoazúcar, con posterior rearrreglo de Amadori (Bloqueo de los aa por los azúcares: I etapa).
- ✚ Deshidratación y fragmentación del azúcar, con degradación de los aa, con rearrreglo de Strecker (Destrucción de los aa: II etapa)
- ✚ Polimerización del amino-aldehído, con producción de color (Proceso se vuelve autocatalítico: III etapa)

I. Pardeamiento no Enzimático (Reacción de Maillard) (Cont.)

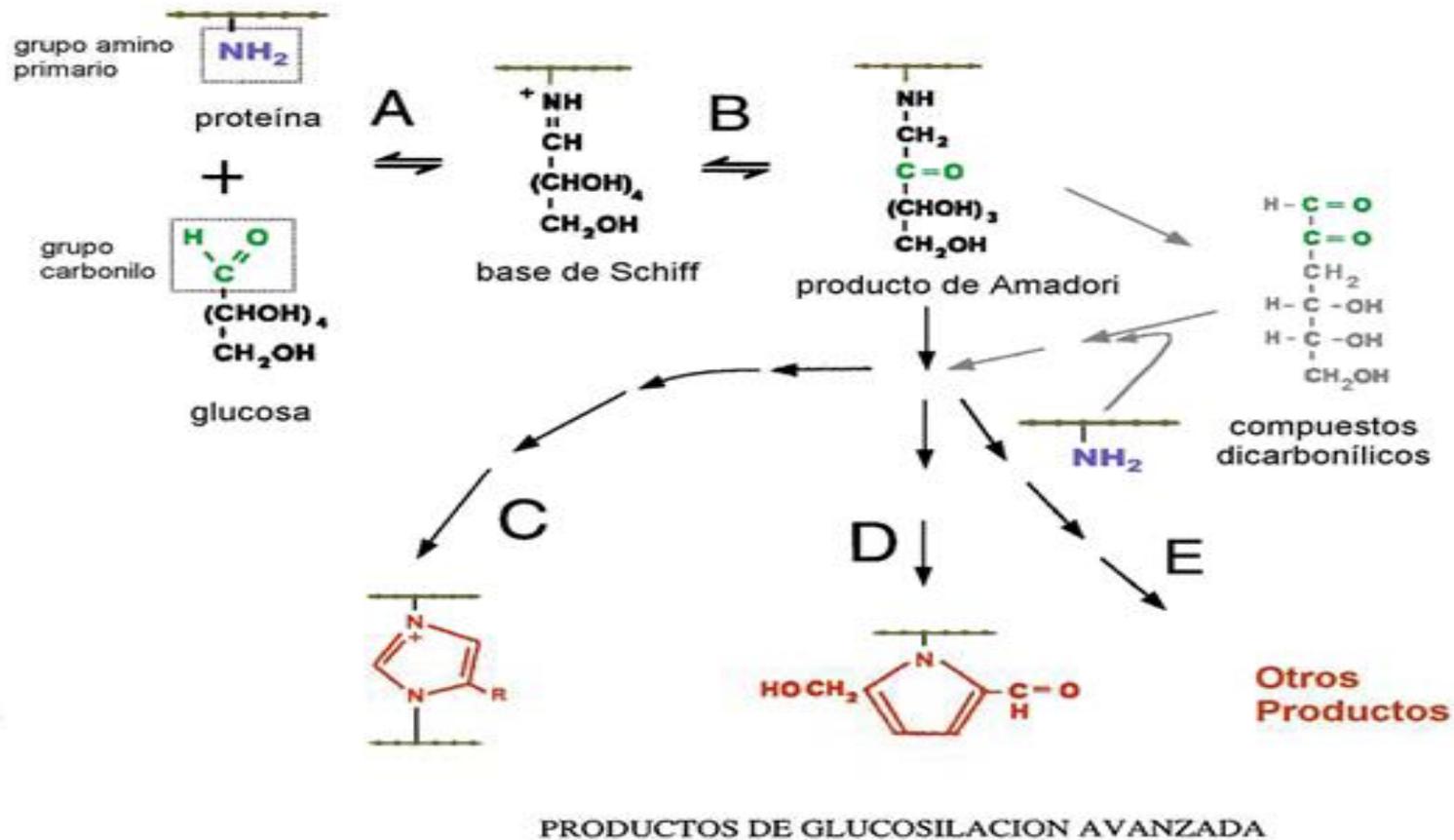
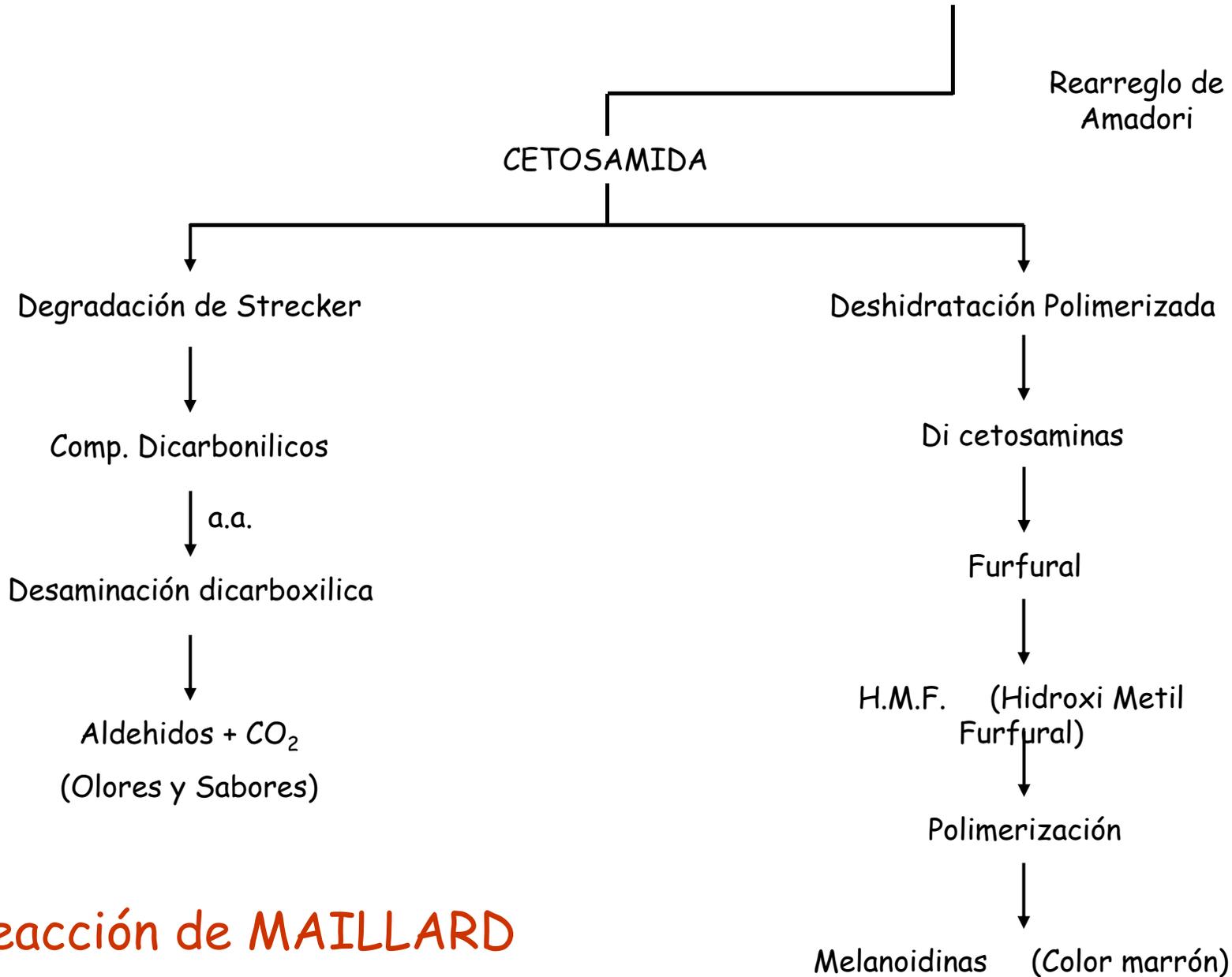


Figura 1. Esquema de reacción del proceso de glucosilación no enzimática de proteínas. (A) Formación de la base de Schiff. (B) Reordenamiento de Amadori. A través de una serie de reacciones complejas los productos de Amadori pueden originar derivados con estructura imidazólica (C) pirrólica (D) y otras diversas (iminas, furanos, piridinas, etc).



Reacción de MAILLARD

Factores que favorecen el Pardeamiento no Enzimático (PNE):

- ✚ Naturaleza de los azúcares reductores
- ✚ Temperatura (Aumenta la T° aumenta el PNE)
- ✚ Actividad de agua (A_w)
- ✚ El pH (cada parte de la reacción de Maillard tiene su pH óptimo, Ej. la condensación es a pH de 6 a 8; el rearrreglo de Amadori es a pH 7)
- ✚ Iones metálicos Fe, Cu y Zn aceleran el oscurecimiento.

Pardeamiento no Enzimático (Cont.)

Prevención del oscurecimiento:

- ✚ Bajando la Temperatura, pH, la cantidad de agua (optimo 2%).
- ✚ Tratamiento con SO_2 .
- ✚ Remoción de los azúcares reductores.

Efectos favorables:

Corteza del pan, papas fritas, corn flakes, cerveza, café y chocolate.

Pardeamiento no Enzimático (Cont.)

Inconvenientes de la reacción de Maillard desde el punto de vista nutricional.

- ✚ Tiene lugar selectivamente sobre los aminoácidos básicos (lisina, arginina, histidina) Ej. La leche en polvo muy calentada.
- ✚ En condiciones experimentales algunos de sus productos tienen propiedades tóxicas y antienzimáticas.
- ✚ Propiedades funcionales (solubilidad, espumado y emulsificación) se reducen.
- ✚ Los productos lácteos son susceptibles por la lactosa.

Pardeamiento no Enzimático (Cont.)



Productos de la reacción de Maillard (degradación de proteínas y reacciones de pirólisis, condensación y polimerización), entre otros. No obstante, y debido precisamente a este origen reactivo de muchos compuestos determinantes de la calidad sensorial, el proceso de fritura debe controlarse de forma adecuada para asegurar una calidad óptima del producto frito, así como la mejor estabilidad del mismo.

II Caramelización:

Cambios en los azúcares cuando estos son calentados, sin intervención del grupo amino.

Reacciones:

- # Inversión de la sacarosa.
- # Condensación Intra e Intermolecular.
- # Isomerización de la aldosa a cetosa.
- # Equilibrio de formas anoméricas y cíclicas.
- # Deshidratación.
- # Fragmentación de polímeros insaturados.



Métodos de Control:

- # Temperatura.
- # pH.
- # Catalizadores iones metálicos, sulfatos y sustancias alcalinas y ácidos carboxílicos.

FIBRA ALIMENTARIA

✚ Es toda aquella fracción de alimentos vegetales no digeridos por las enzimas digestivas de los monogástricos y que son fermentadas en menor o mayor grado por la flora bacteriana.

✚ Están constituidas principalmente por fibra insoluble (celulosa, hemicelulosas) y fibra soluble (gomas, mucílagos, oligosacaridos). Estos compuestos se presentan en gran cantidad en legumbres y en cereales integrales.



BENEFICIOS DE LA FIBRA

- # Moderar el apetito y mejorar la digestión.
- # Equilibrar la función del aparato digestivo, previniendo el estreñimiento y reduciendo el riesgo de sufrir hemorroides.
- # Eliminar grasas y restos de alimentos que llegan a alojarse en el trayecto digestivo.
- # Regular la absorción de los azúcares y controlar la obesidad.
- # Prevenir padecimientos como el síndrome del intestino irritable, cáncer de colon y de mama, enfermedades cardiovasculares, nivel elevado de colesterol, diabetes y cálculos biliares.

REFERENCIAS

- # Badui, S. 2006. Química de Alimentos. 4ta. Edición. Pearson-Educación. P. 716.
- # Fenema, O. 1993. Química de Alimentos. 2da. Edición. Acribia. Zaragoza-España. P 1095.
- # Mathews, C. y Van Holde, K. 2001. Bioquímica. 2da. Edición. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid-España. P.1283.
- # National Institute of Neurological Disorders and Stroke. *Mucopolisidoses Fact Sheet*. 2007. Office of Communications and Public Liaison. Bethesda, MD; Publication No. 03-5115. February 13.
- # Curso Carbohidratos Prof. Ana Luisa Medina Dpto de Ciencia de Alimentos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis ULA
- # Páginas web consultadas:
 - # http://www.gruposos.com/web/es/nutricion/diet_carbohidratos.asp
 - # www.ciencia.cl/.../articulos/a2/figura1.gif