

# ELS GLÚCIDS



# ELS GLÚCIDS 2

- Característiques dels glúcids.
- Els monosacàrids.
- **Els disacàrids.**
- **Els polisacàrids.**

# Els disacàrids

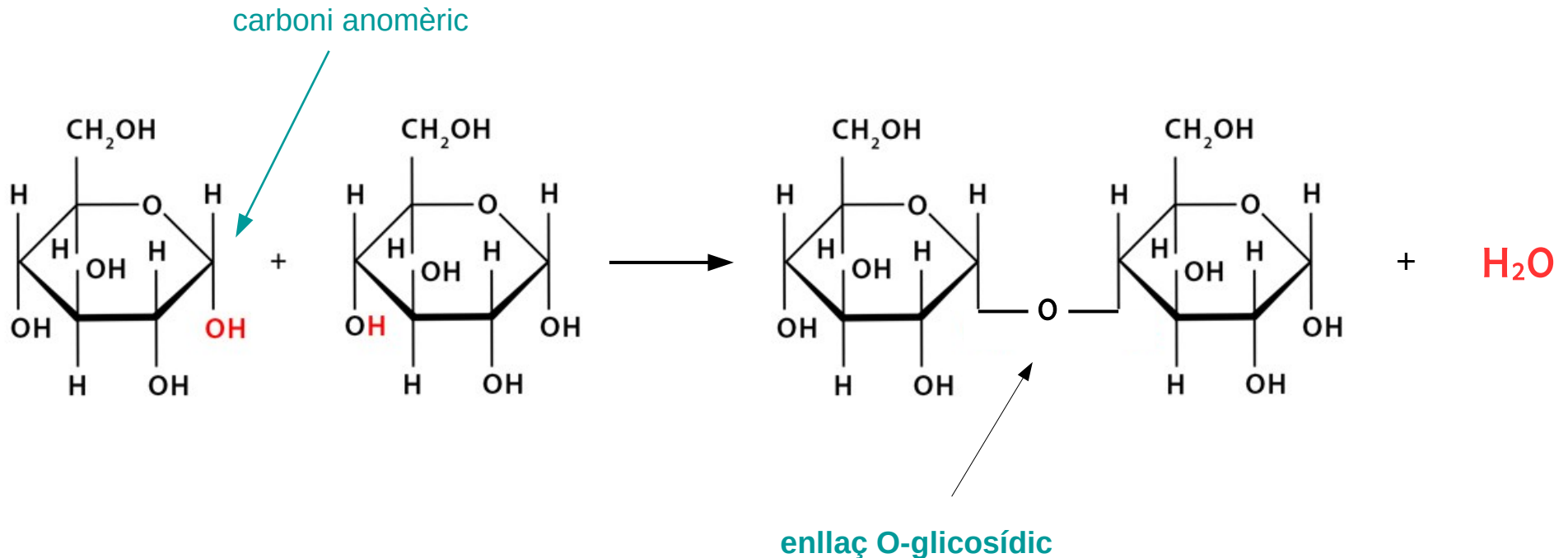
Formats per la unió de dos monosacàrids mitjançant un enllaç anomenat **O-glicosídic**. Per formar-se l'enllaç les molècules han d'estar ciclades i sempre intervé com a mínim un carboni anomèric.

- Sòlids cristal·lins
- De color blanc.
- Tenen gust dolç.
- Hidrosolubles.
- Hidrolitzables.
- Reductors quan el carboni anomèric d'un dels dos no està implicat en l'enllaç.
- La seva principal funció és l'energètica.

# Enllaç O-glicosídic

Els monosacàrids poden establir enllaços covalents entre ells en reaccionar el grup hidroxil (OH) del carboni anomèric d'un monosacàrid amb un grup hidroxil (OH) d'un altre monosacàrid.

La reacció desprèn una molècula d'aigua ( $H_2O$ ) i l'enllaç que es constitueix rep el nom d'enllaç **O-glicosídic**.



## Tipus d'enllaç O-glicosídic

### Enllaç monocarbonílic.

S'estableix entre un carboni anomèric i un altre normal. El disacàrid que es forma **té poder reductor**.

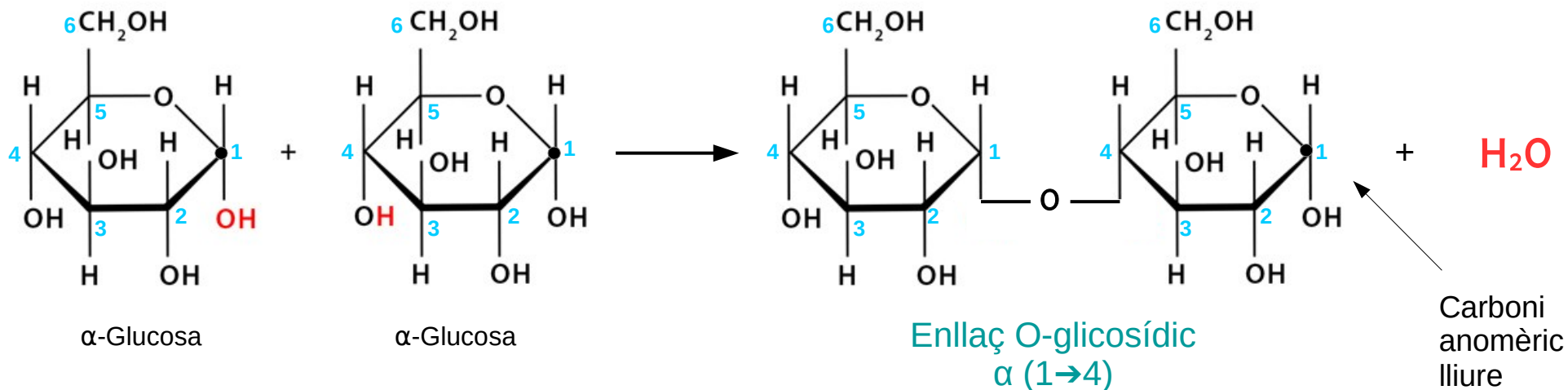
### Enllaç dicarbonílic.

S'estableix entre dos carbonis anomèrics. El disacàrid que resulta **no té poder reductor**.

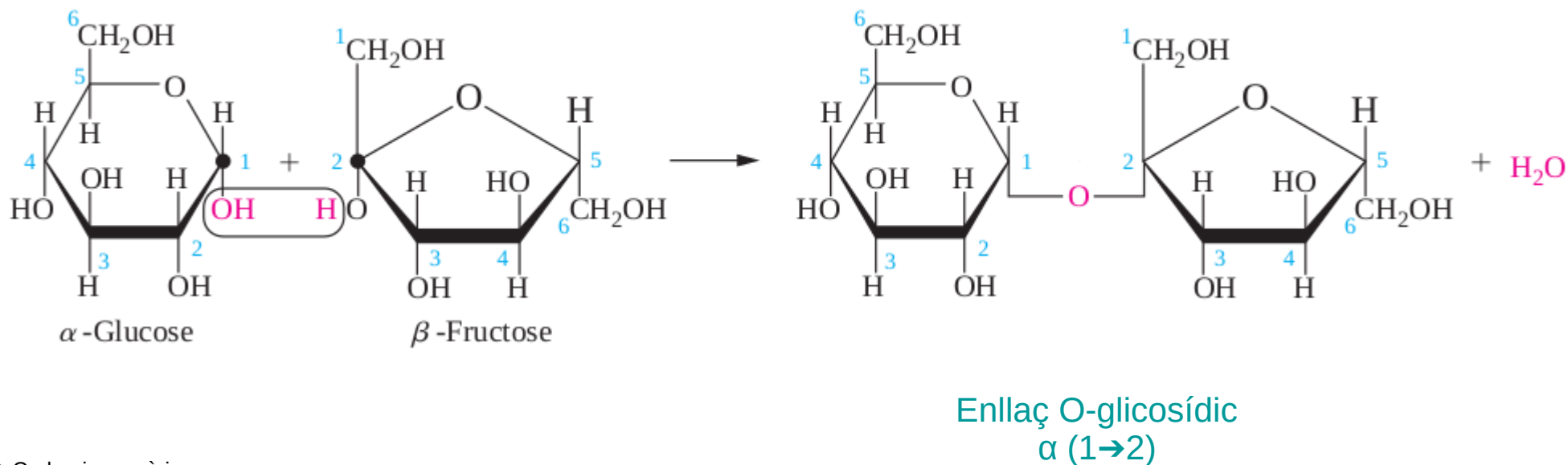
A més...

- Si el primer monosacàrid és de tipus  $\alpha$ , l'enllaç serà  $\alpha$ -glicosídic
- Si el primer monosacàrid és de tipus  $\beta$ , l'enllaç serà  $\beta$ -glicosídic

**Enllaç monocarbonílic.** S'estableix entre un carboni anomèric i un normal. Disacàrid: REDUCTOR.



**Enllaç dicarbonílic.** S'estableix entre dos carbonis anomèrics. Disacàrid: NO REDUCTOR



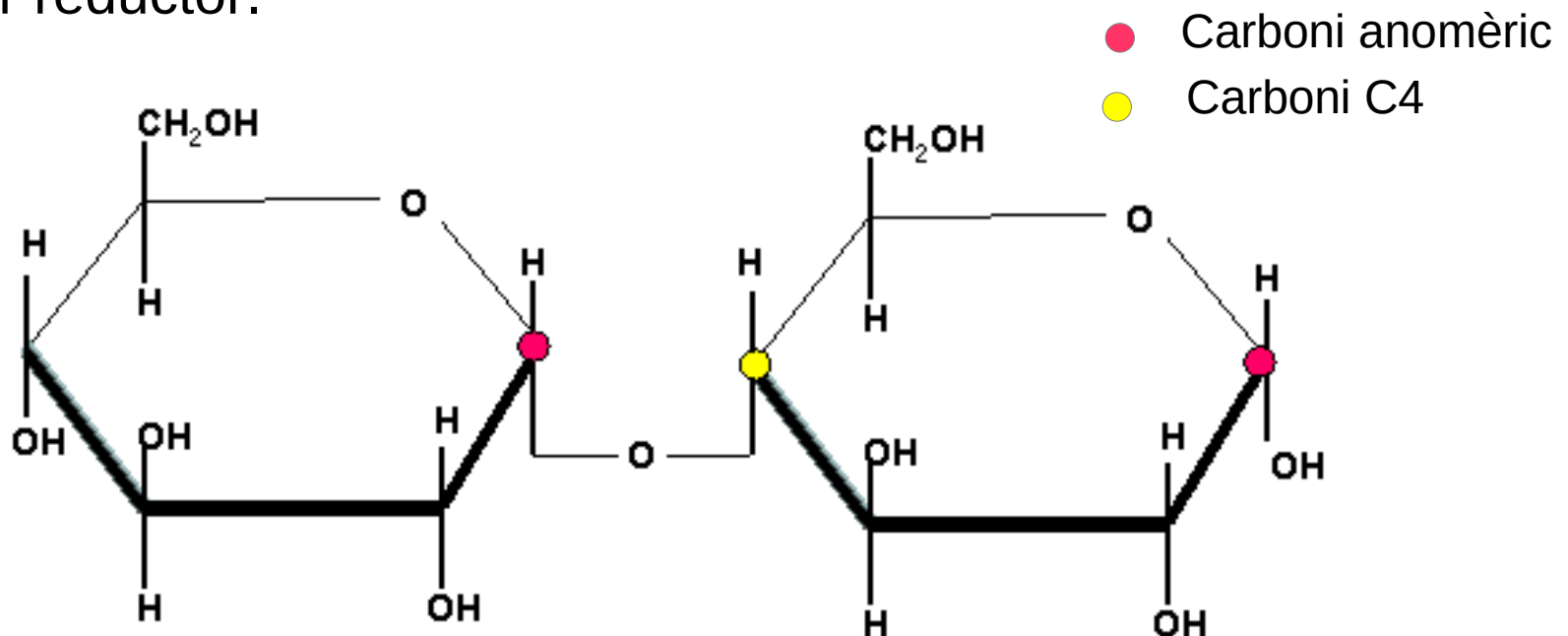
# Disacàrids d'interès biològic

MALTOSA  
CEL·LOBIOSA  
LACTOSA  
SACAROSA

# MALTOSA



- Dues molècules de D-glucosa unides per enllaç  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4)
- Lliure en el gra germinat d'ordi i altres cereals
- S'obté a partir de la hidròlisi del midó i del glicogen.
- Té poder reductor.



$\alpha$ -D-glucopiranosil (1  $\rightarrow$  4)  $\alpha$ -D-glucopiranos  
Enllaç  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4)

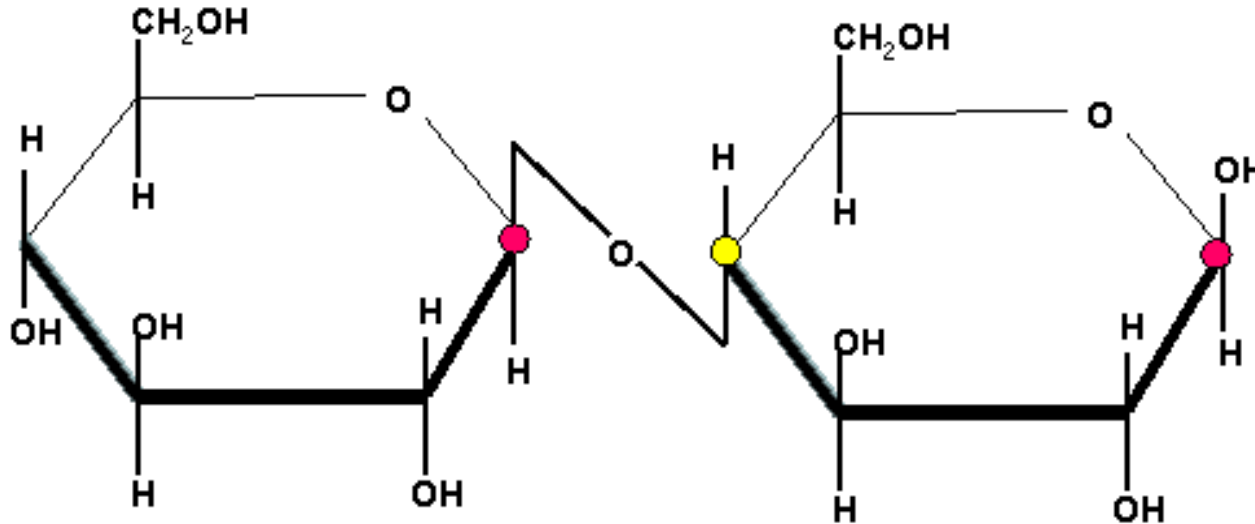


# CEL·LOBIOSA



- Dues molècules de D-glucosa unides per enllaç  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4)
- No es troba lliure a la natura.
- S'obté per hidròlisi de la cel·lulosa.
- Té poder reductor.

● Carboni anomèric  
● Carboni C4

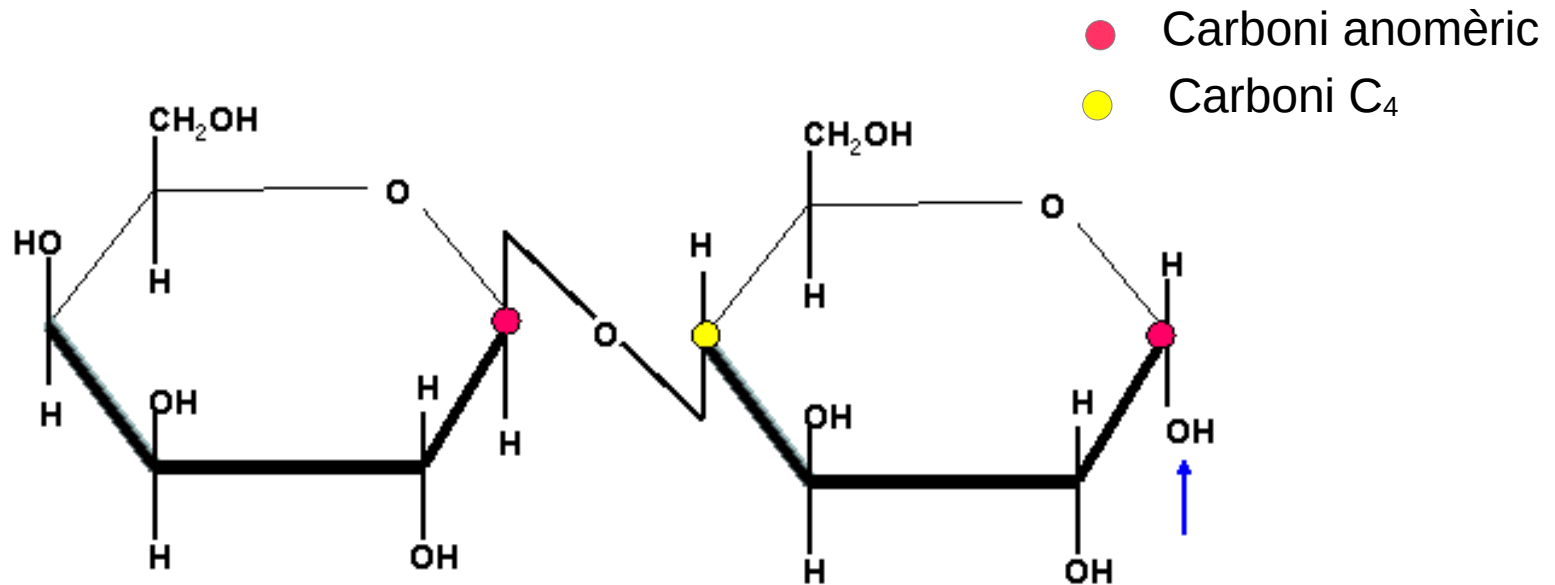


$\beta$ -D-glucopiranosil (1  $\rightarrow$  4)  $\beta$ -D-glucopiranososa  
Enllaç  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4)

# LACTOSA



- Una molècula de D-galactosa unida per enllaç  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4) a una molècula de D-glucosa.
- Es troba lliure a la llet dels mamífers.
- Durant la digestió, la lactosa és hidrolitzada per l'enzim **lactasa**.
- Té poder reductor.

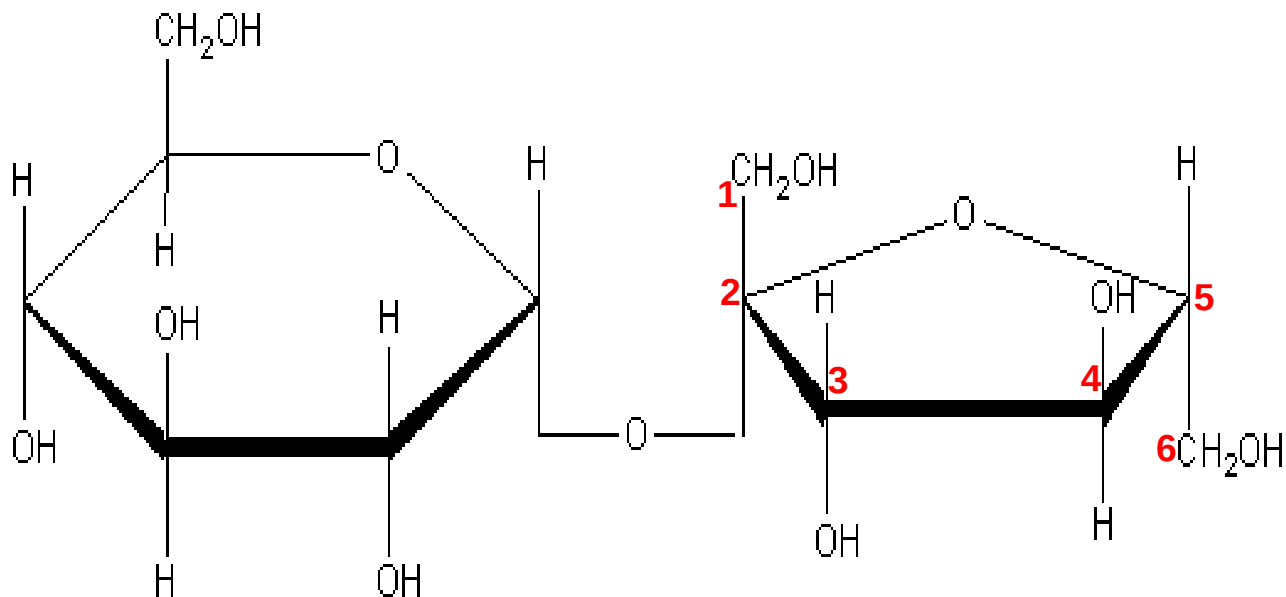


$\beta$ -D-galactopiranosil (1  $\rightarrow$  4)  $\alpha$ -D-glucopiranososa  
Enllaç  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4)

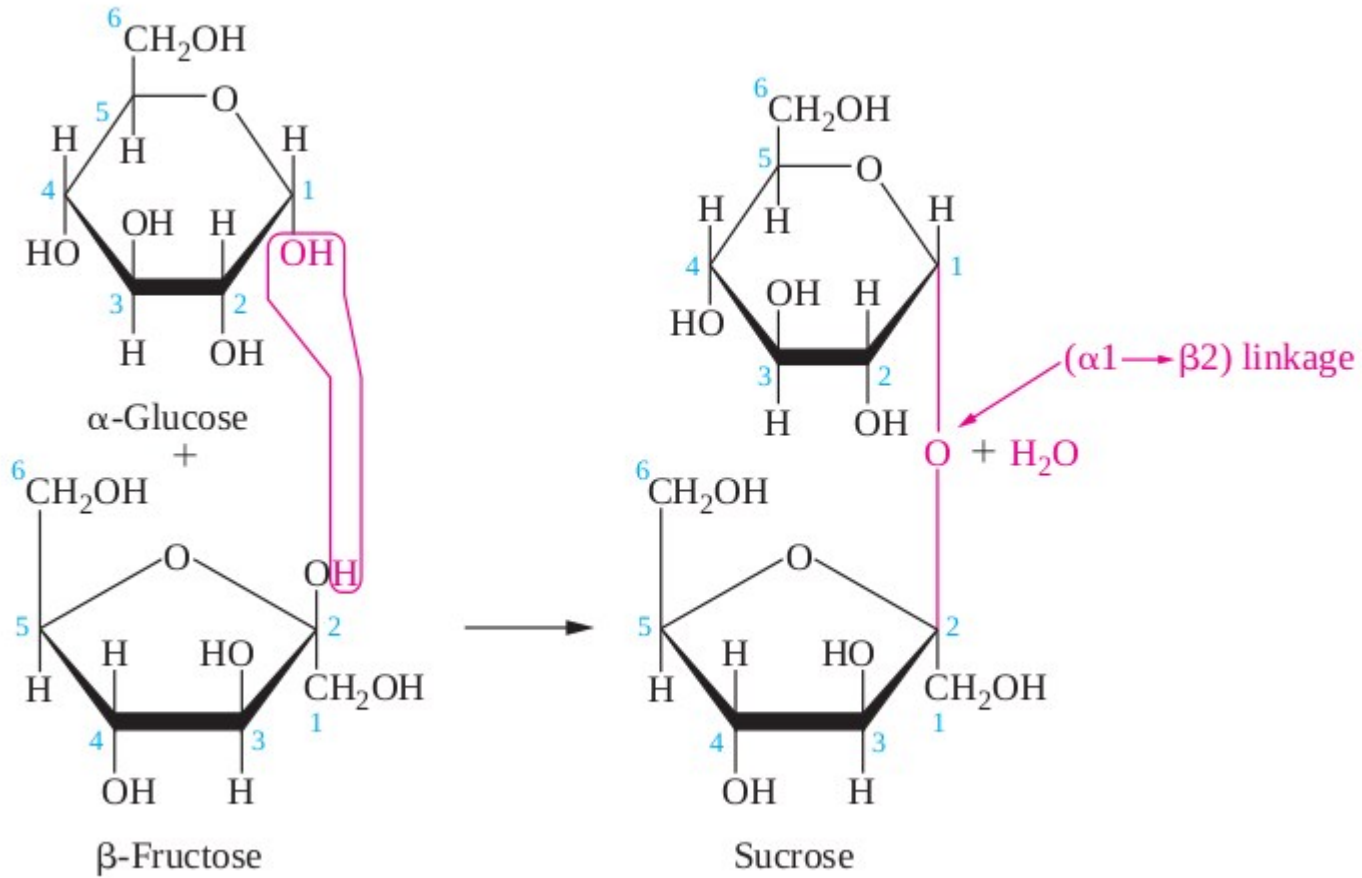
# SACAROSA



- Disacàrid més abundant a la natura.
- Una molècula de D-gucosa unida per enllaç  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  2) a una molècula de D-fructosa.
- Es troba a la canya de sucre i a la remolatxa sucrera.
- És la forma com els hidrats de carboni són transportats per les plantes.
- Es comercialitza com a sucre domèstic.
- No té poder reductor: no redueix Fehling.



$\alpha$ -D-glucopiranosil (1  $\rightarrow$  2)  $\beta$ -D-fructofuranòsid



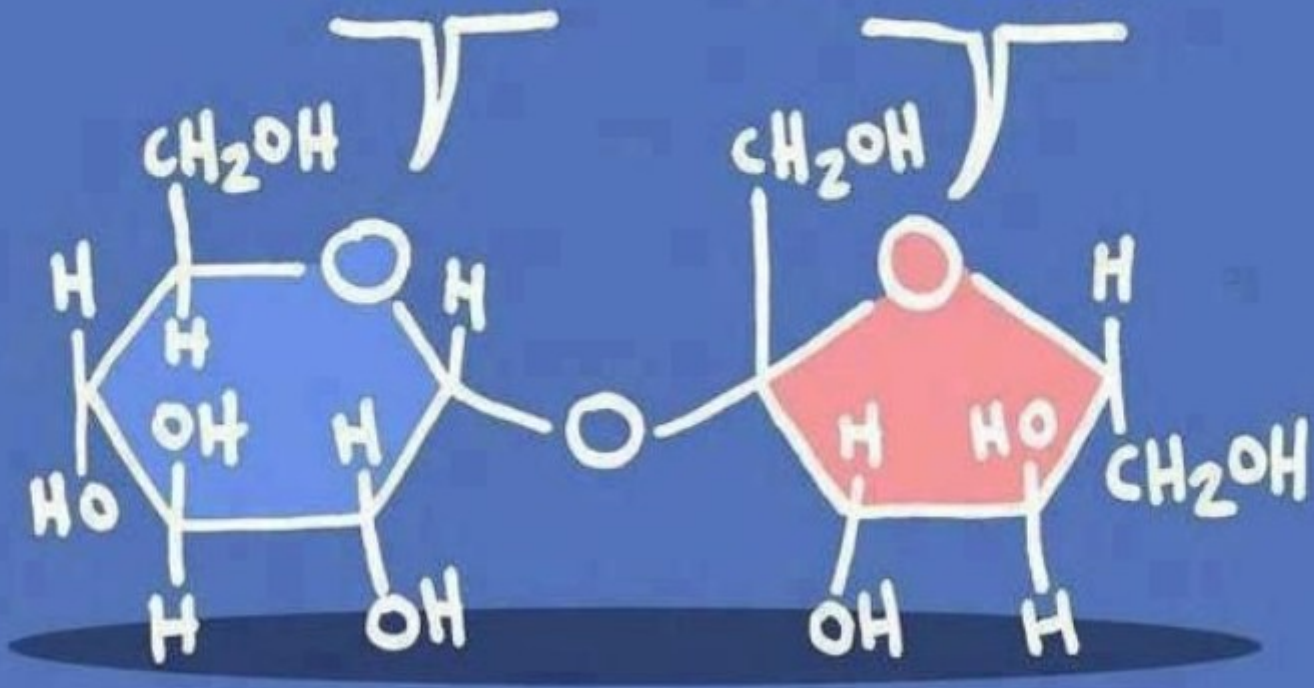
Una altra forma de representar la sacarosa



La sacarosa és dextrogira, però si s'hidrolitza, la mescla de D-glucosa i de D-fructosa que s'obté és levogira (ja que la fructosa és molt més levogira que la glucosa dextrogira).

Eres tan dulce

Tú endulzas mi vida



# Els polisacàrids

Són polímers de monosacàrids (de més de 10 a uns quants milers) units per enllaç O-glicosídic, amb pèrdua d'una molècula d'aigua per cada enllaç.



- Tenen pesos moleculars molt elevats.
- **No** cristal·litzen.
- **No** són dolços
- **No** redueixen el reactiu de Fehling (no tenen poder reductor)
- Alguns, com la cel·lulosa, són insolubles. Altres, com el midó, formen dispersions col·loïdals.
- Poden exercir funció estructural o de reserva energètica.

# Tipus de polisacàrids

<b>Homopolisacàrids</b> (formats per un sol tipus de monosacàrids)		<b>Heteropolisacàrids</b> (formats per més d'un tipus de monosacàrids)
Enllaç tipus $\alpha$	Enllaç tipus $\beta$	Enllaç tipus $\alpha$
MIDÓ	CEL·LULOSA	PECTINA
GLICOGEN	QUITINA	AGAR
		GOMA ARÀBIGA

Els homopolisacàrids que presenten **enllaç  $\beta$**  fan una **funció estructural**. Aquest enllaç és molt estable i resistent, ja que la major part dels organismes no tenen els enzims necessaris per trencar-los.

Els homopolisacàrids que presenten **enllaç  $\alpha$**  tenen una funció de **reserva energètica**. La major part dels organismes tenen els enzims necessaris per trencar aquest enllaç i obtenir els monosacàrids lliures.

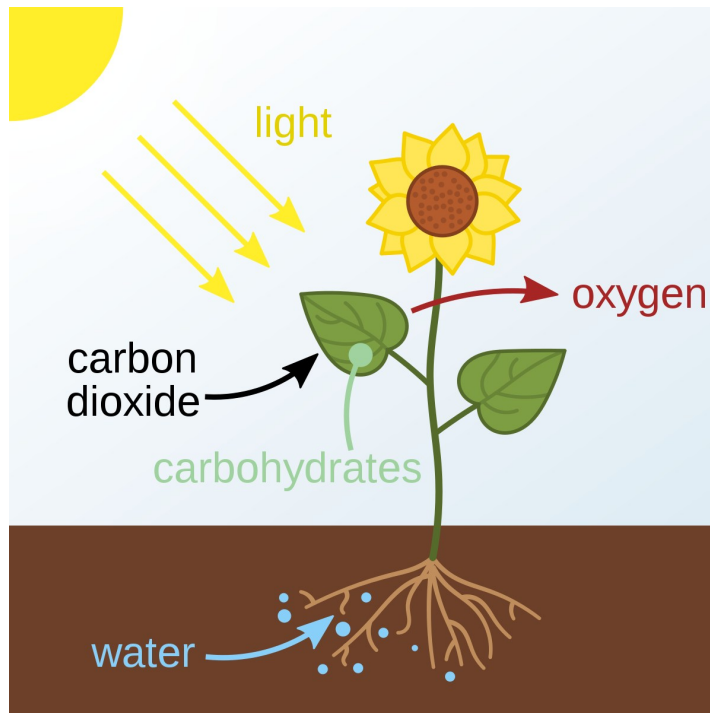


La **D-glucosa** és el monosacàrid predominant en els polisacàrids.

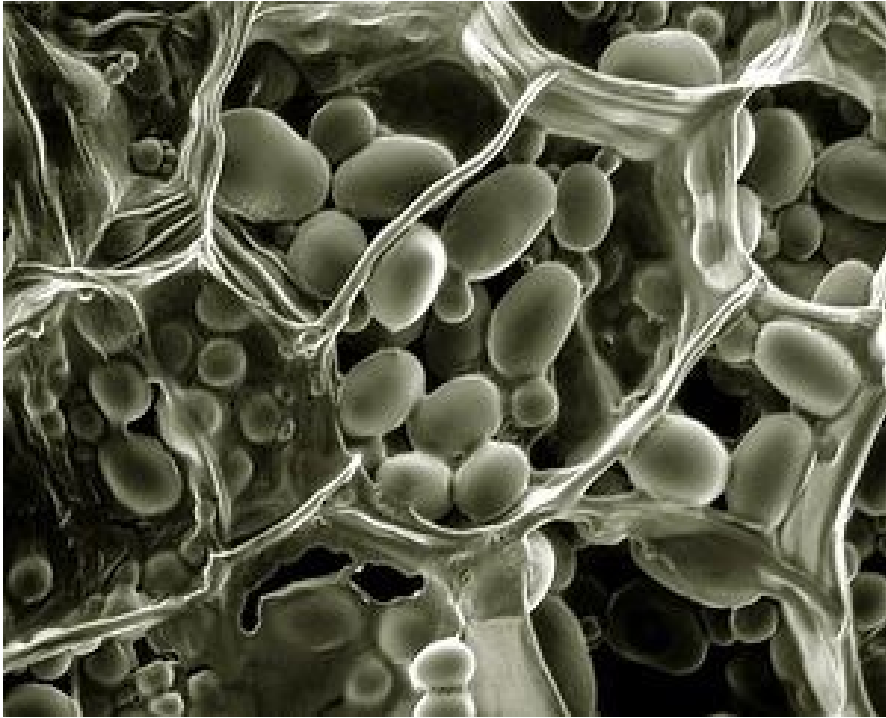
La principal manera que tenen els organismes d'emmagatzemar la glucosa quan no la necessiten és formar polímers, que s'acumulen en forma de grànuls a l'interior de les cèl·lules. D'aquesta manera, com que les glucoses no estan dissoltes en el citoplasma no influeixen en la pressió osmòtica interna de la cèl·lula constituint una gran reserva energètica. Les plantes l'emmagatzemen en forma de midó i els animals en forma de glicogen.

# EL MIDÓ

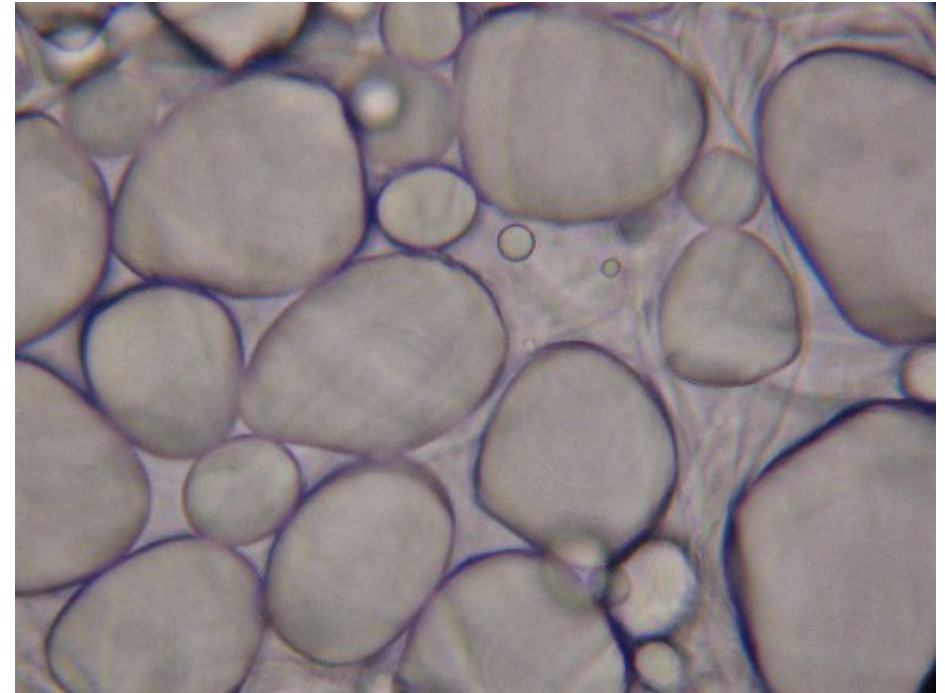
- Polisacàrid de **reserva energètica dels vegetals**.
- Format per la unió de milers de molècules de glucosa.
- S'acumula en forma de grànuls de midó dins la cèl·lula (amiloplasts).



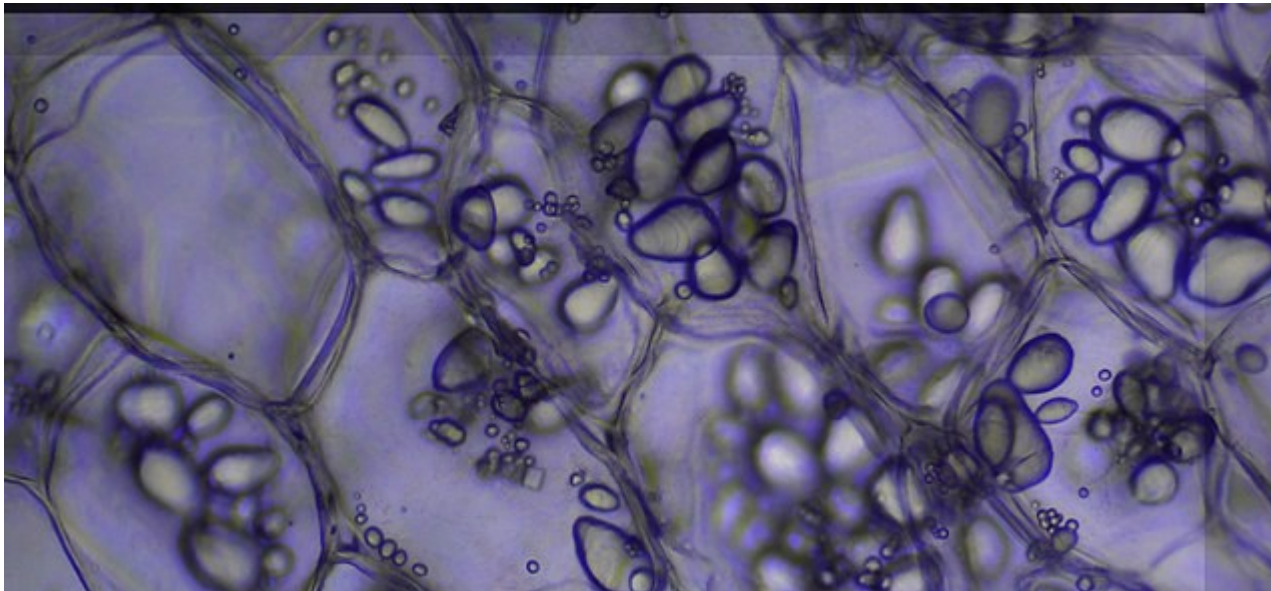
Les plantes sintetitzen glucosa mitjançant la fotosíntesi i l'excés l'emmagatzemen en forma de midó en diferents parts de la planta, en especial a les arrels i a les llavors.



Wikipedia



<http://www.microscopy-uk.org.uk>

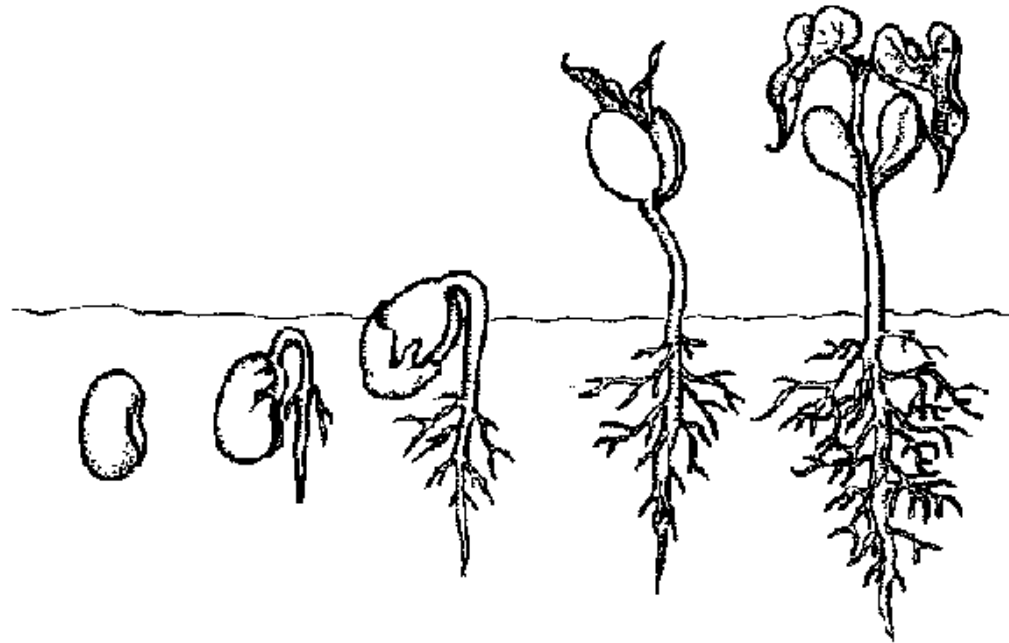


Wikimedia Commons

Grànuls de midó  
(amiloplasts) vistos  
al microscopi.

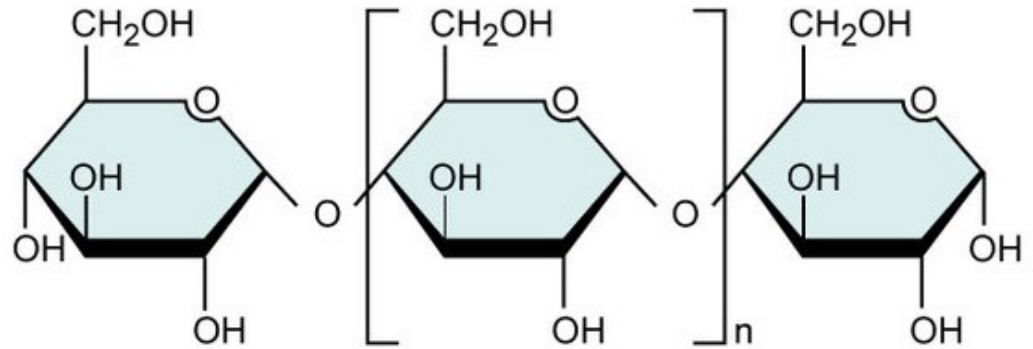
Les principals fonts de midó són les llavors dels **cereals** (arròs, blat, blat de moro) i dels **llegums** (cigrons, fessols, llenties) i els **tubercles** (pataca i moniato).

A partir del midó les plantes poden obtenir energia sense necessitat de rebre llum, i això els permet dur a terme processos com la germinació de les llavors.

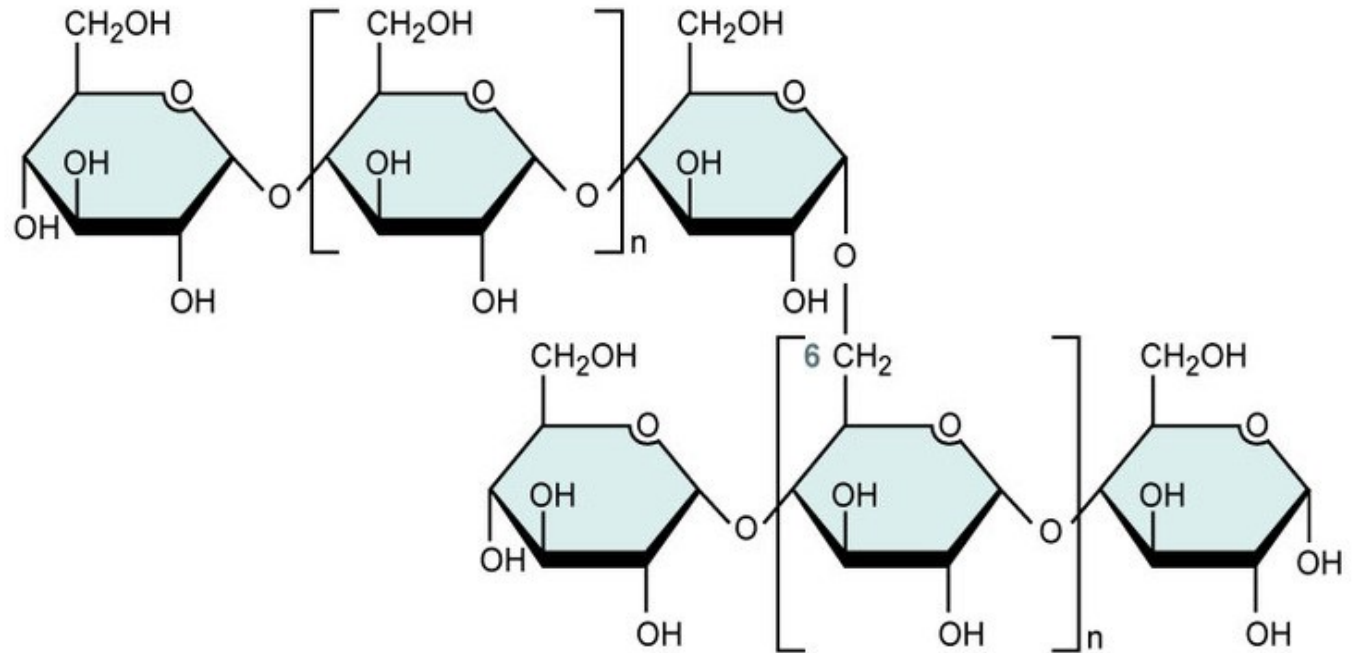


El midó està format per dos tipus de polímers: **AMILOSA** i **AMILOPECTINA**.

Amylose



Amylopectin

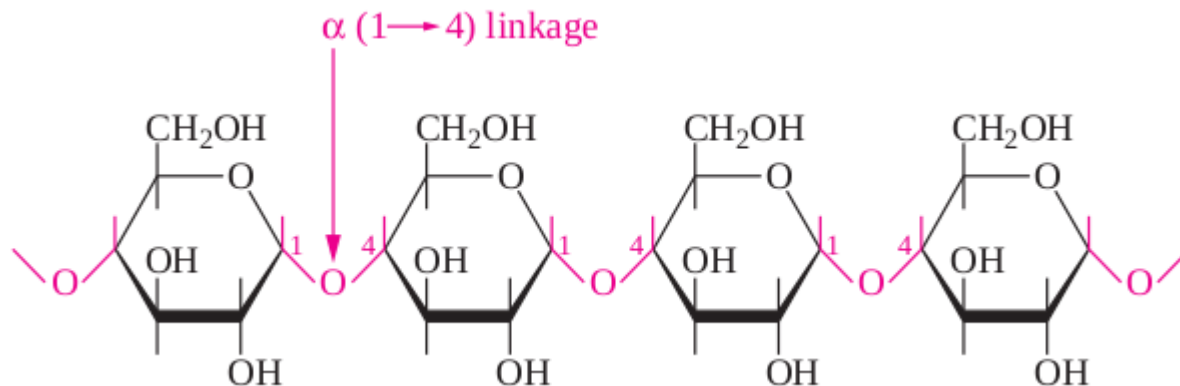
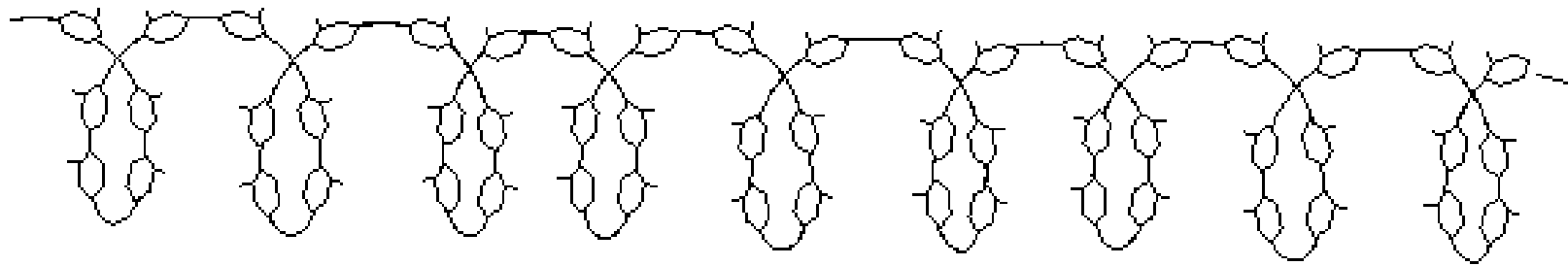
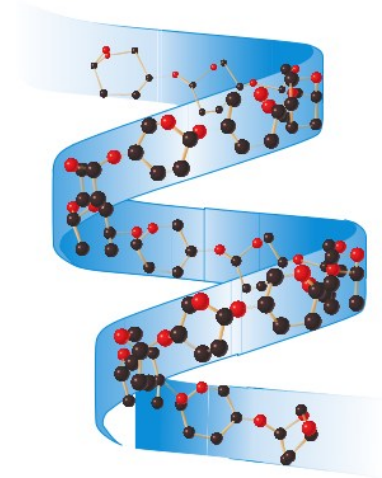


## Amilosa

Representa el 30% del pes total del midó.

L'amilosa és un polímer de glucoses unides per enllaç  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4). Té una estructura lineal i adopta una disposició helicoidal amb sis glucoses per volta. Pot arribar a tenir unes 300 glucoses. L'hèlix es manté gràcies a ponts d'hidrogen.

Amb iode pren una tonalitat blavosa.



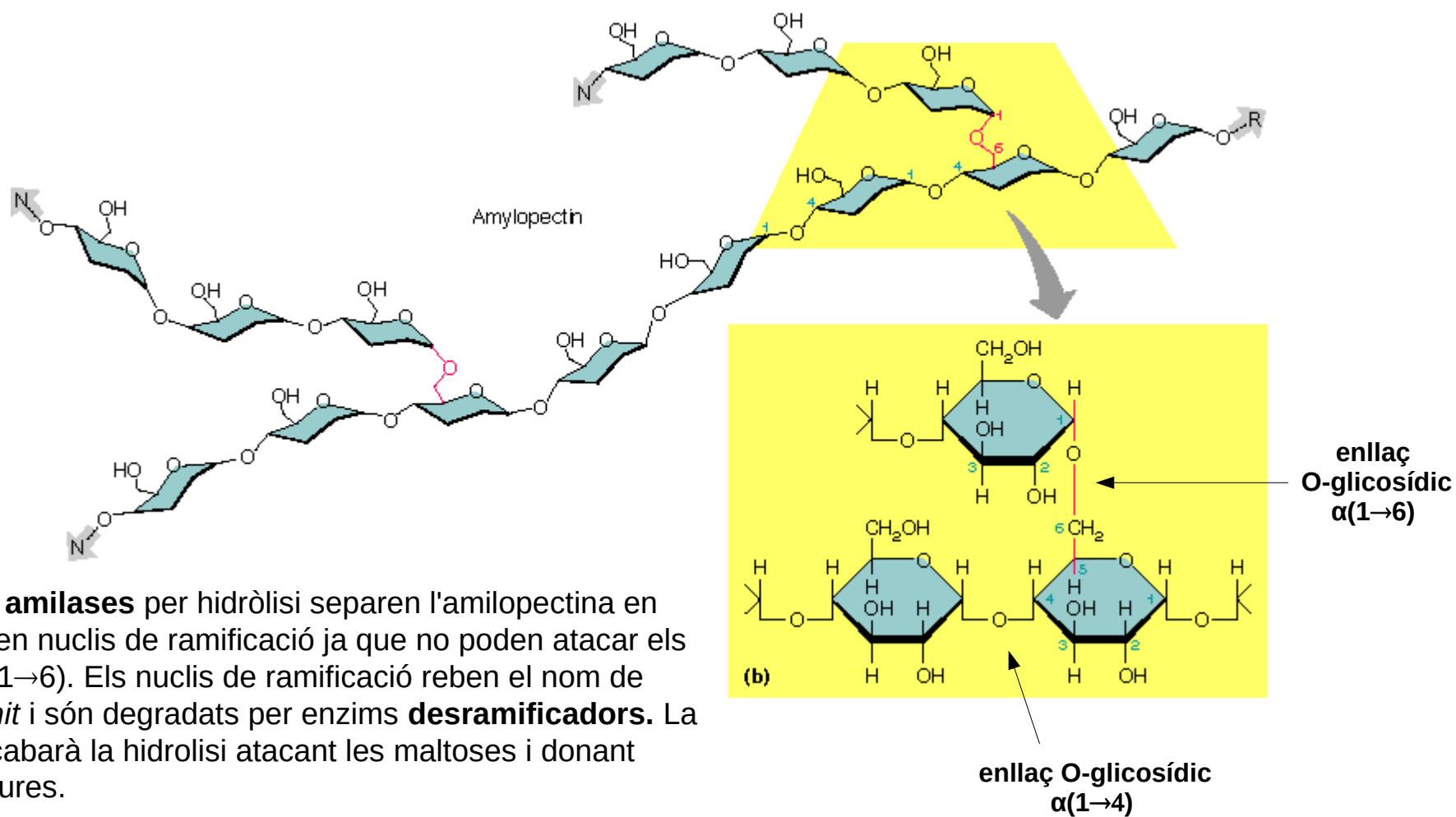
Els enzims **amilases** hidrolitzen indistintament els enllaços  $\alpha$ (1 $\rightarrow$ 4) de l'amilosa i acaben donant lloc a una mescla de glucoses i maltoses. L'enzim **maltasa** ataca les maltoses i les transforma en unitats de D-glucosa.

## Amilopectina

Representa el 70% del pes total del midó.

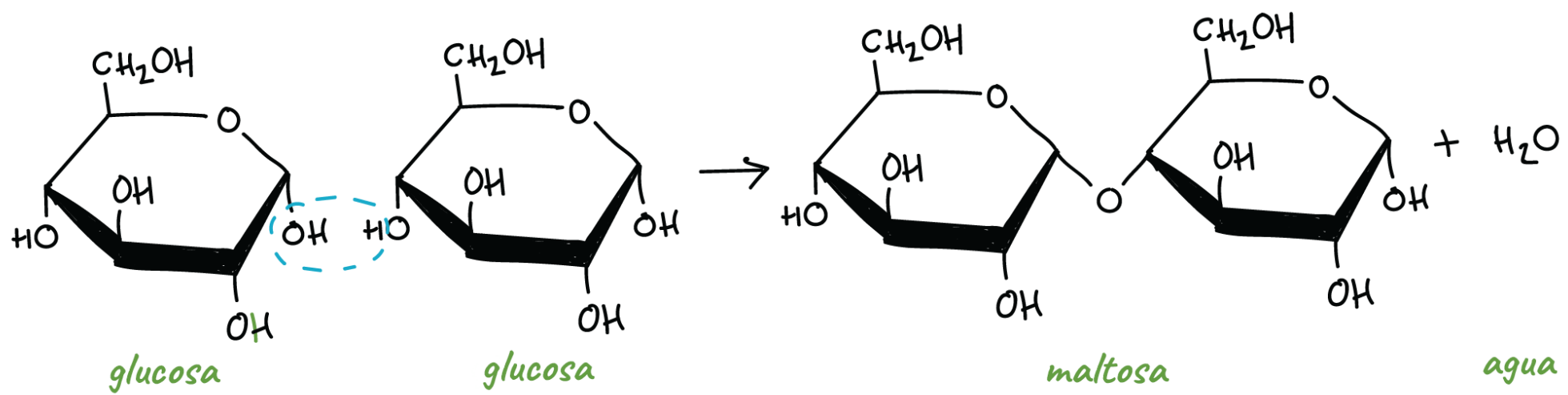
L'amilopectina és un polímer de glucoses unides per enllaç  $\alpha(1\rightarrow4)$ , amb ramificacions  $\alpha(1\rightarrow6)$  cada 25 o 30 unitats. Les branques tenen al voltant de 12 glucoses unides per enllaç  $\alpha(1\rightarrow4)$ . Pot arribar a tenir fins a unes 3000 glucoses.

Amb iode l'amilopectina pren una tonalitat violàcia

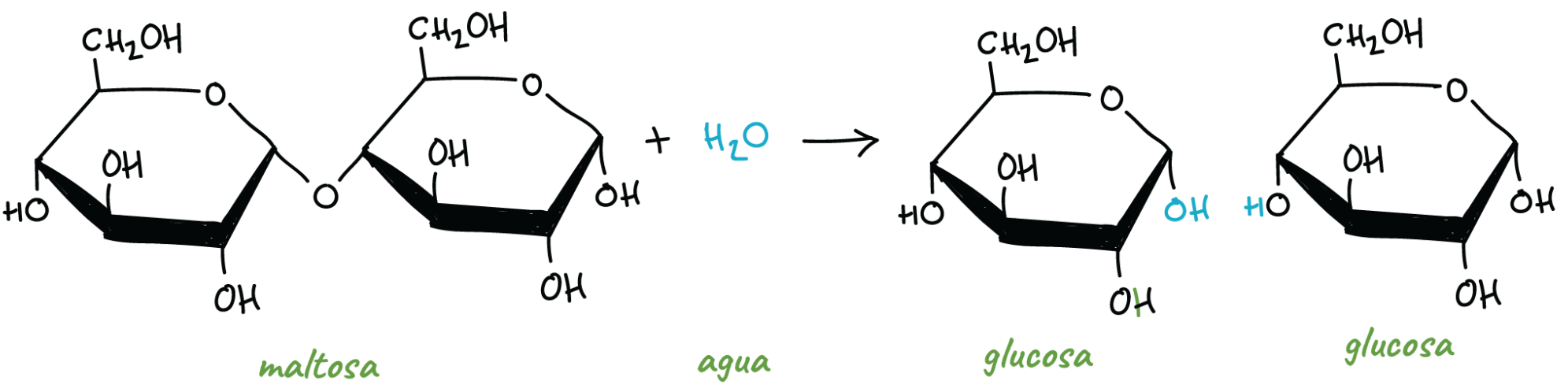


Els enzims **amilases** per hidròlisi separen l'amilopectina en maltoses i en nuclis de ramificació ja que no poden atacar els enllaços  $\alpha(1\rightarrow6)$ . Els nuclis de ramificació reben el nom de *dextrina limit* i són degradats per enzims **desramificadors**. La **maltasa** acabarà la hidròlisi atacant les maltoses i donant glucoses lliures.

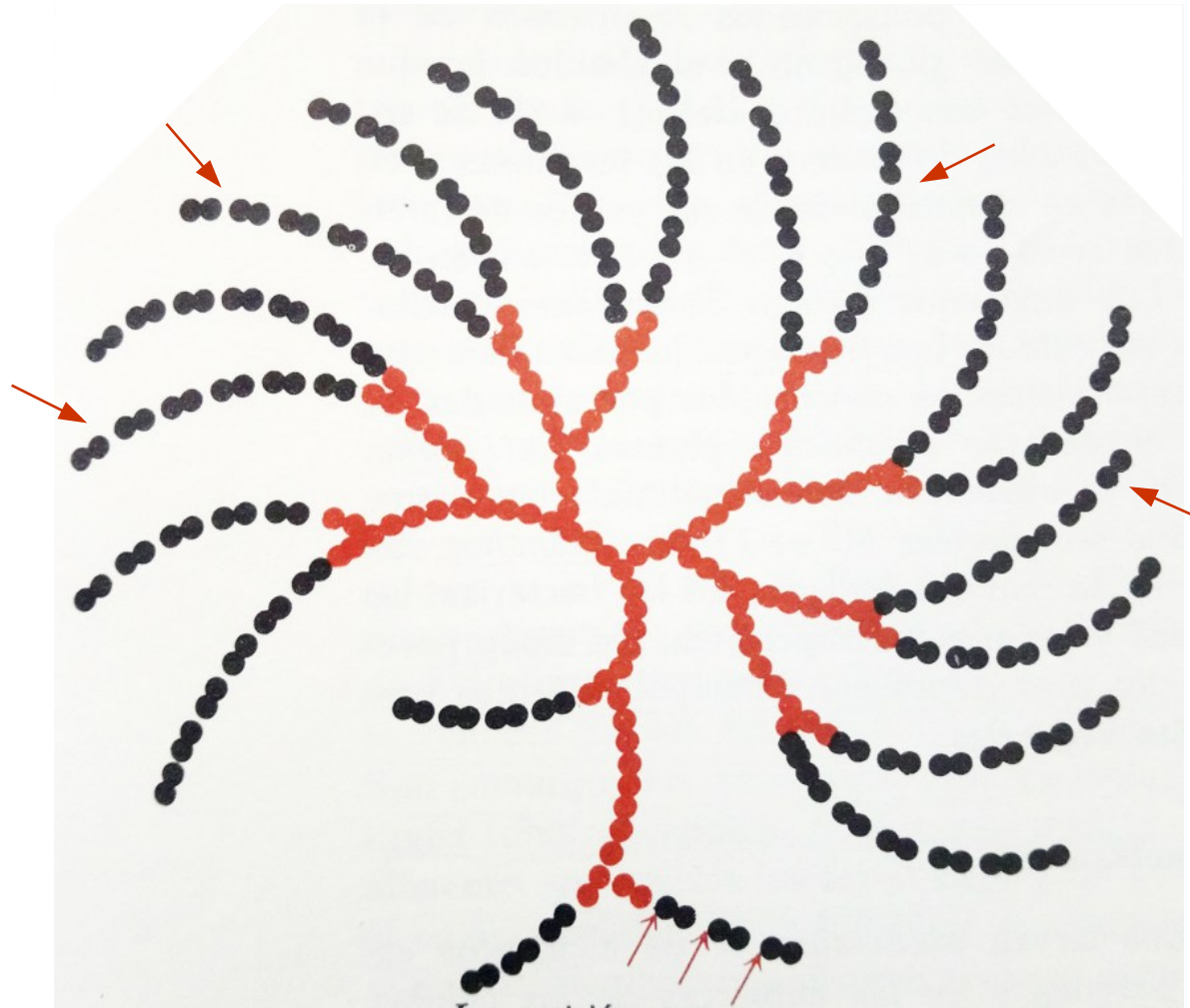
# SÍNTESIS POR DESHIDRATACIÓN



# HIDRÓLISIS

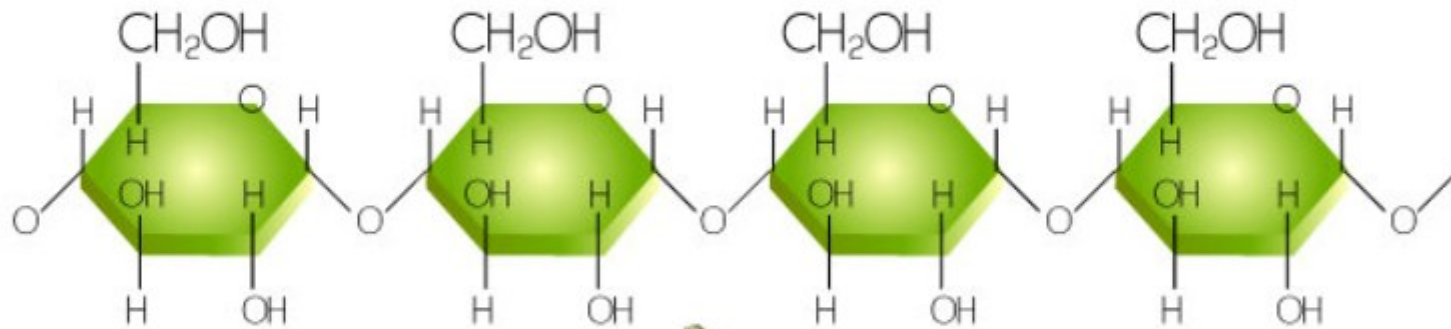
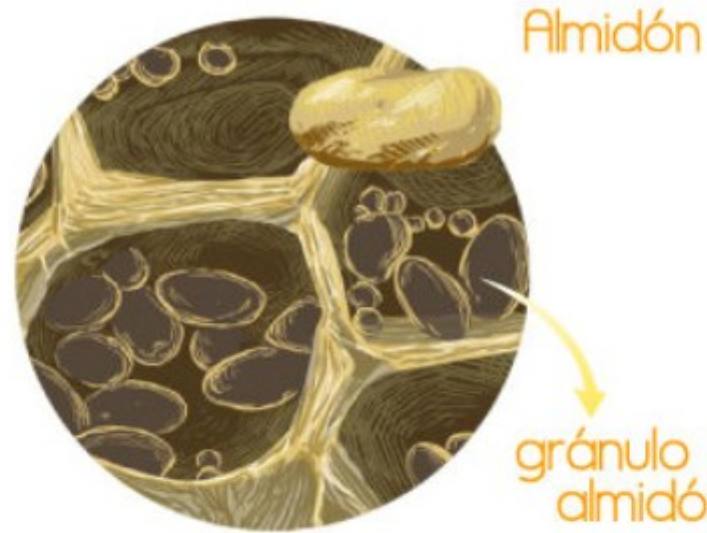






### Acció de les amilases sobre l'amilopectina.

A mesura que l'amilopectina va sent hidrolitzada per les amilases van quedant lliures unitats de glucosa i de maltoses. Ara bé, les amilases no poden hidrolitzar els enllaços  $\alpha(1\rightarrow6)$  dels punts de ramificació. El producte final de l'acció d'aquests enzims és un nucli (en vermell a la imatge), gran i molt ramificat anomenat **dextrina limit** (el nom indica que és el limit d'atac de les amilases). Un enzim desramificador hidrolitzarà els enllaços  $\alpha(1\rightarrow6)$ .



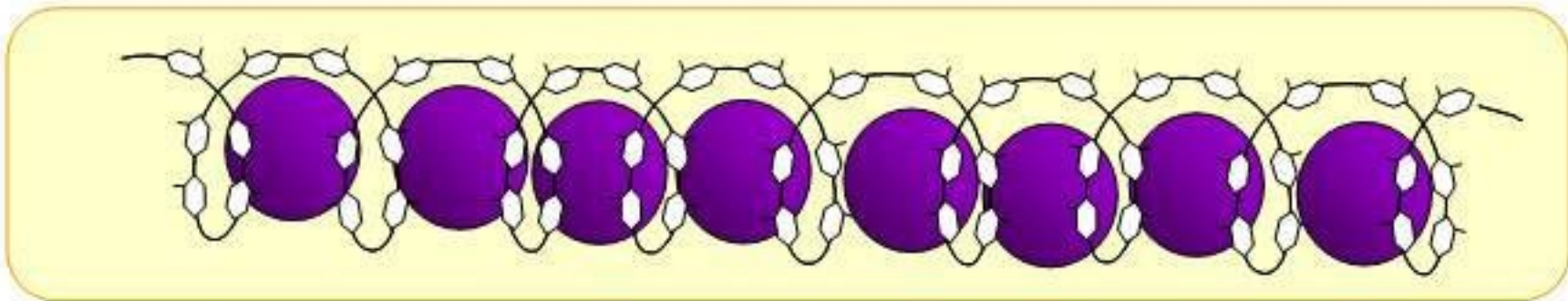
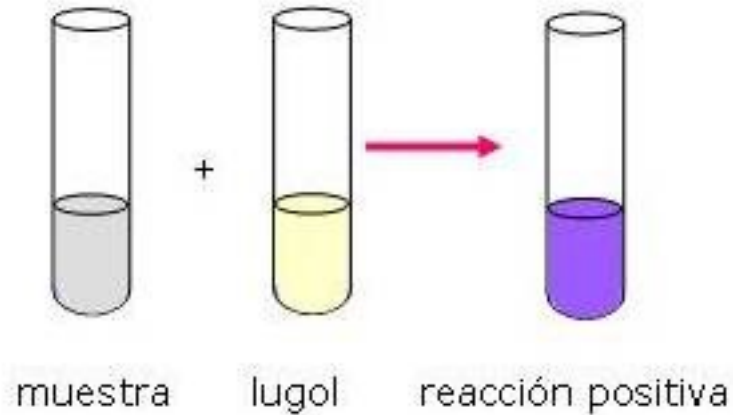
Amilosa:  
no ramificada



Amilopectina:  
ramificada

## Reacció amb lugol

Quan posem substàncies amb midó en una solució de iode (Lugol), aquesta es tenyeix d'un color blau-violeta, ja que el iode s'introdueix entre les hèlix de glucoses i li dona aquesta coloració.

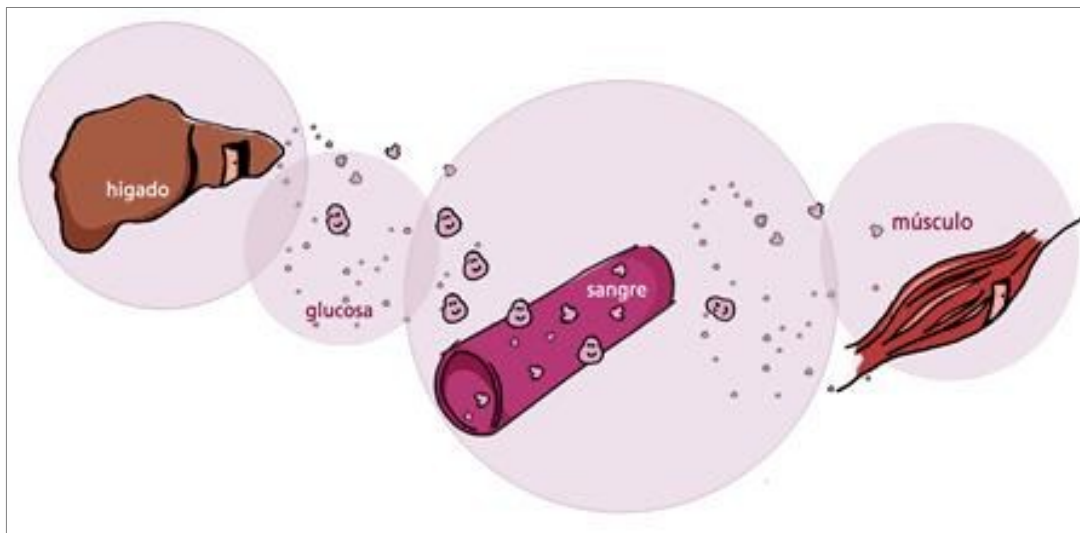


La prova del lugol és útil per detectar fraus alimentaris (oferir al consumidor productes on la composició no concorda amb l'etiquetatge). Per exemple, l'ús de farines en els embutits sense indicar-lo en l'etiqueta, amb l'objectiu d'augmentar el pes i la consistència (vendre midó a preu de pernil dolç,...).



# EL GLICOGEN

- Polisacàrid de **reserva energètica en els animals** (forma de reserva a curt termini)
  - En el fetge, com a reserva energètica de tot l'organisme.
  - En els músculs, com a reserva energètica exclusiva dels músculs.



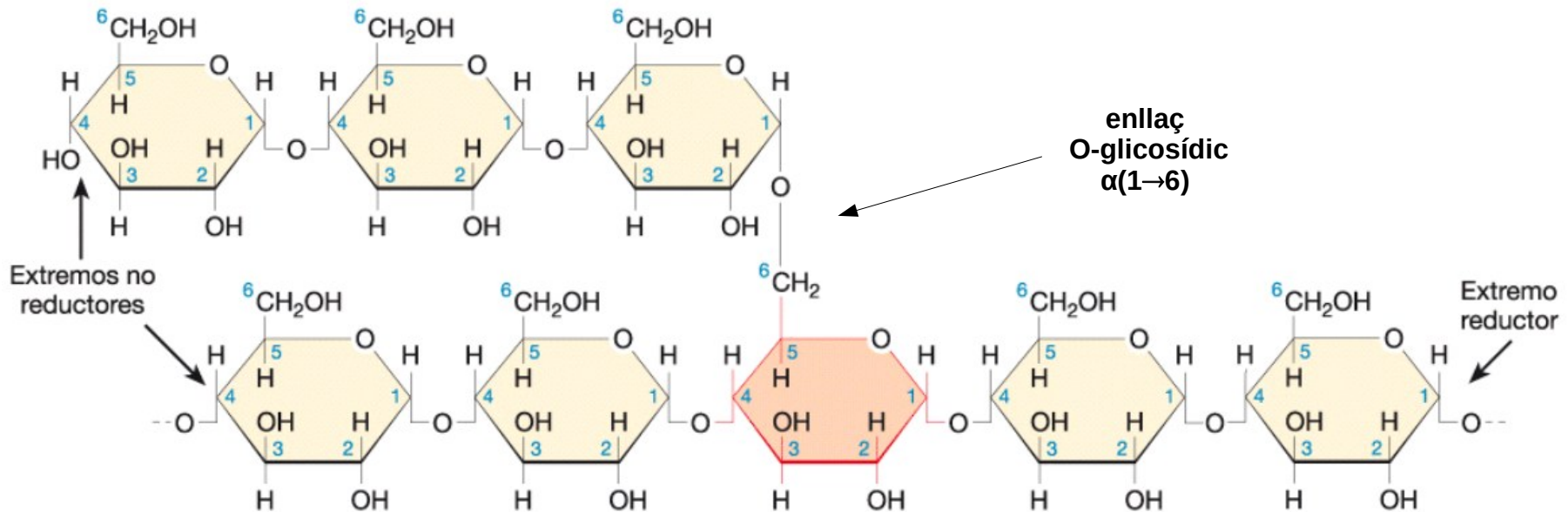
Quan el nivell de glucèmia de la sang baixa, el glicogen s'hidrolitza i allibera molècules de glucosa per a que pugui ser absorbida i utilitzada per les cèl·lules.

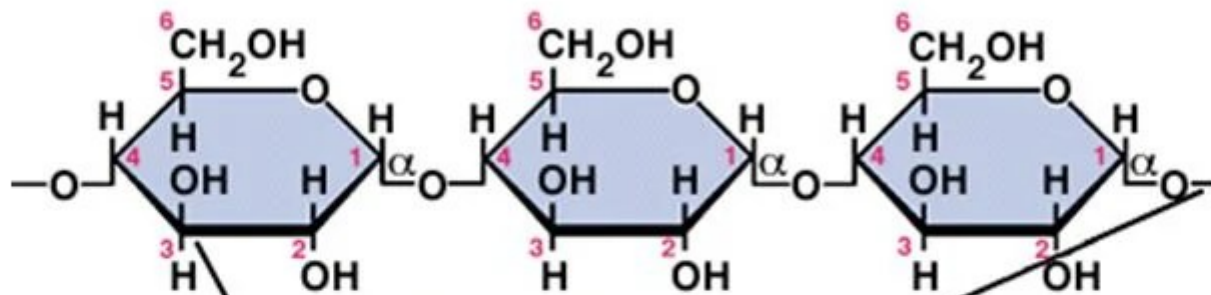
## Estructura GLICOGEN

L'estructura bàsica del glicogen és com la de l'amilopectina: polímers de maltoses unides per enllaç  $\alpha(1\rightarrow4)$ , amb ramificacions  $\alpha(1\rightarrow6)$ .

A diferència de l'amilopectina **les ramificacions són més freqüents**: cada 10 glucoses aproximadament. Això fa que sigui més compacte que el midó.

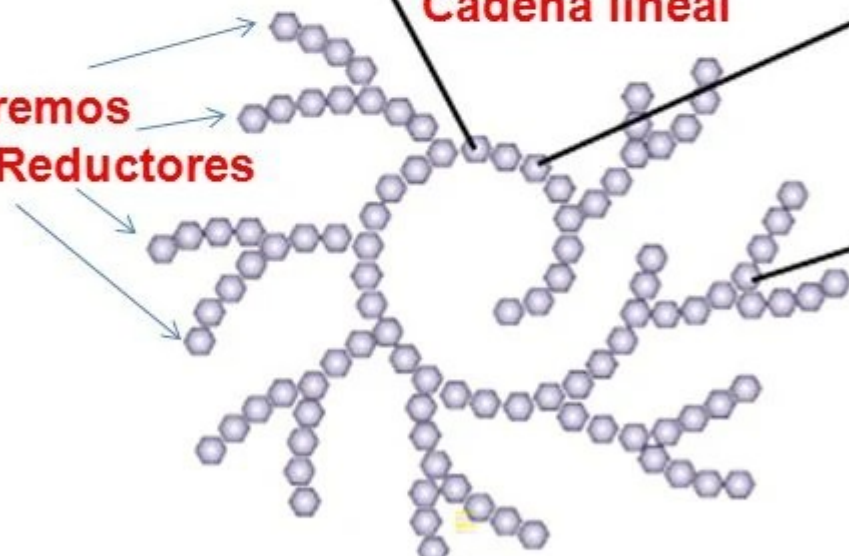
Amb el lugol el glicogen es tenyeix de vermell fosc.





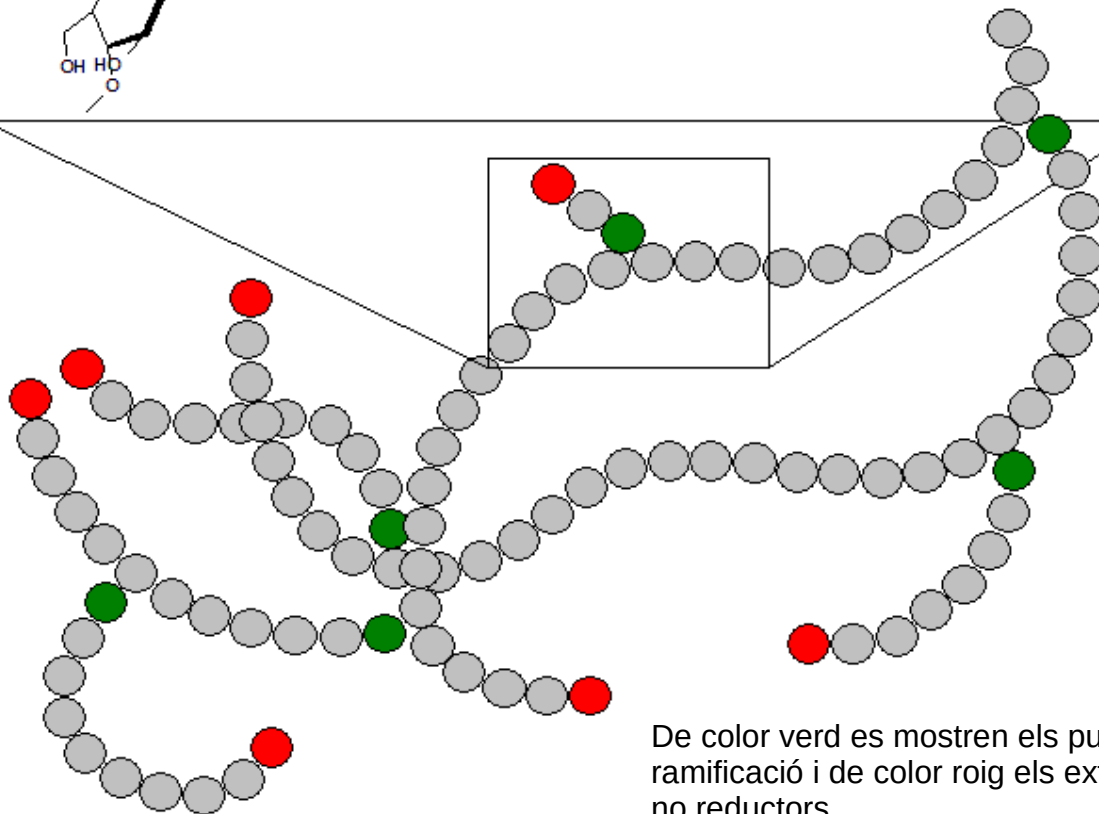
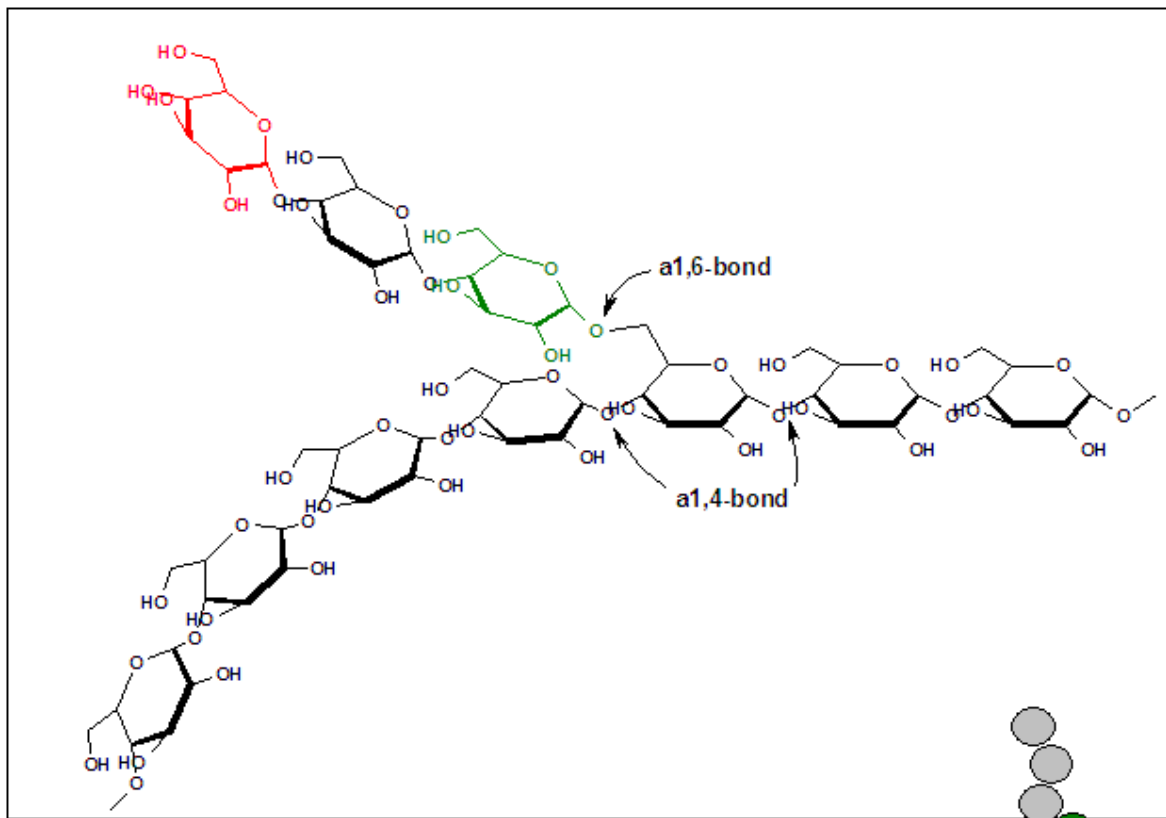
**unión ( $\alpha$  1-4)**  
**Cadena lineal**

**Extremos**  
**No Reductores**



**unión ( $\alpha$  1-6)**  
**Punto de Ramificación**

## Estructura del glicogen



De color verd es mostren els punts de ramificació i de color roig els extrems no reductors.



Representació de la gran ramificació del glicogen.



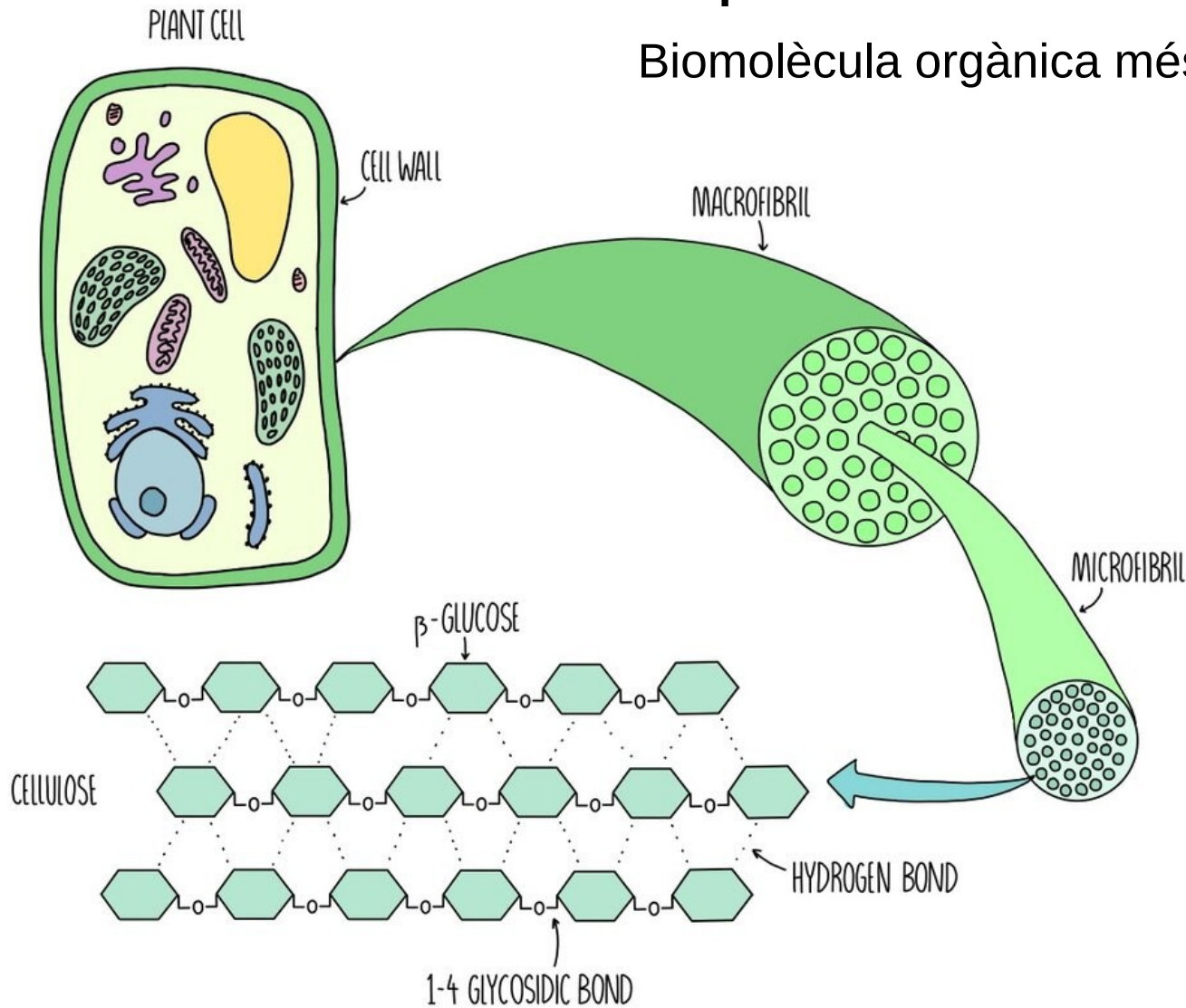
# La cel·lulosa

Polisacàrid propi dels vegetals.

Té funció esquelètica.

Component més important de la **paret cel·lular de les plantes**.

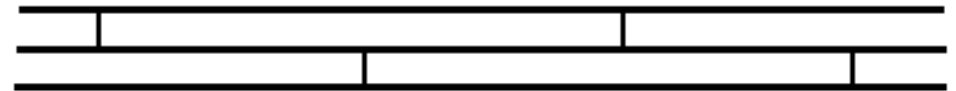
Biomolècula orgànica més abundant de la natura.



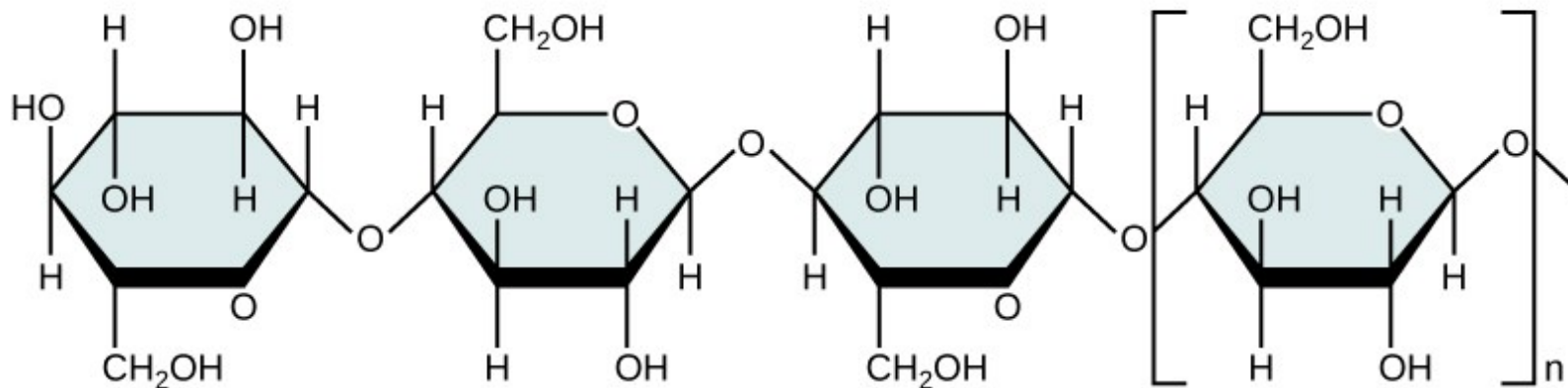
## Estructura CEL·LULOSA

- Polímer de D-glucoses unides per mitjà d'enllaços  $\beta(1\rightarrow4)$ .
- Presenta **estructura lineal**, no ramificada. Les molècules de glucosa estan invertides de forma alternada en relació a les seves veïnes, la qual cosa dona com a resultat llargues cadenes, rectes, no helicoidals, de cel·lulosa.
- Les **cadenaes de cel·lulosa es disposen paral·lelament** entre elles mantenint-se unides mitjançant ponts d'hidrogen. Això dona a la cel·lulosa una gran resistència a la tracció.

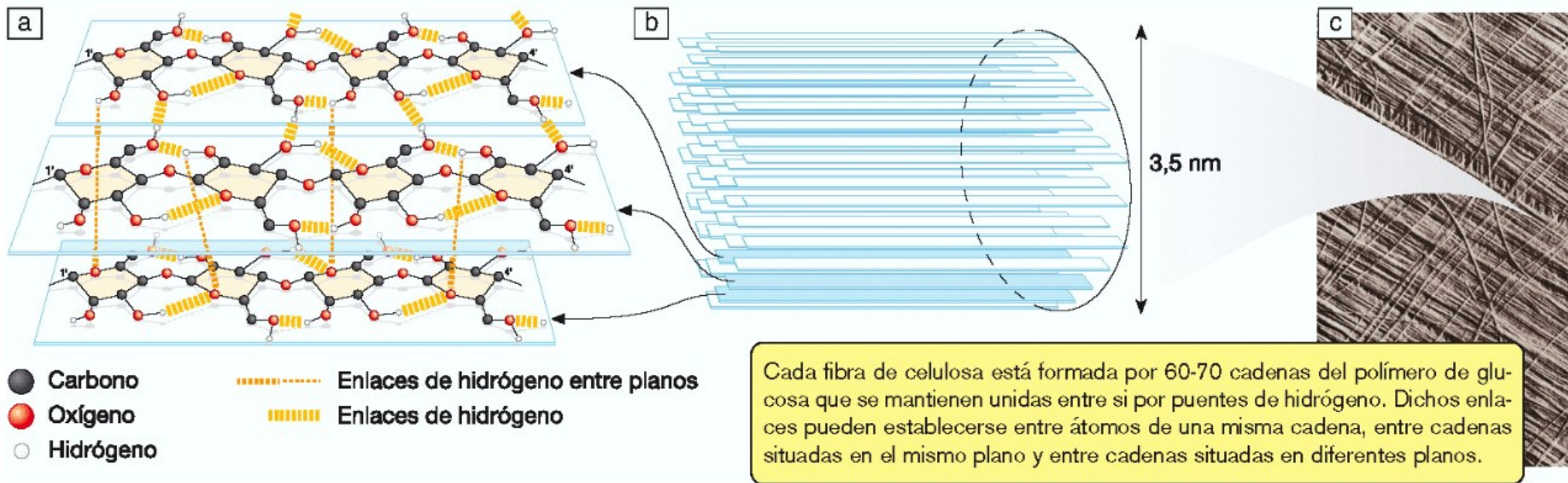
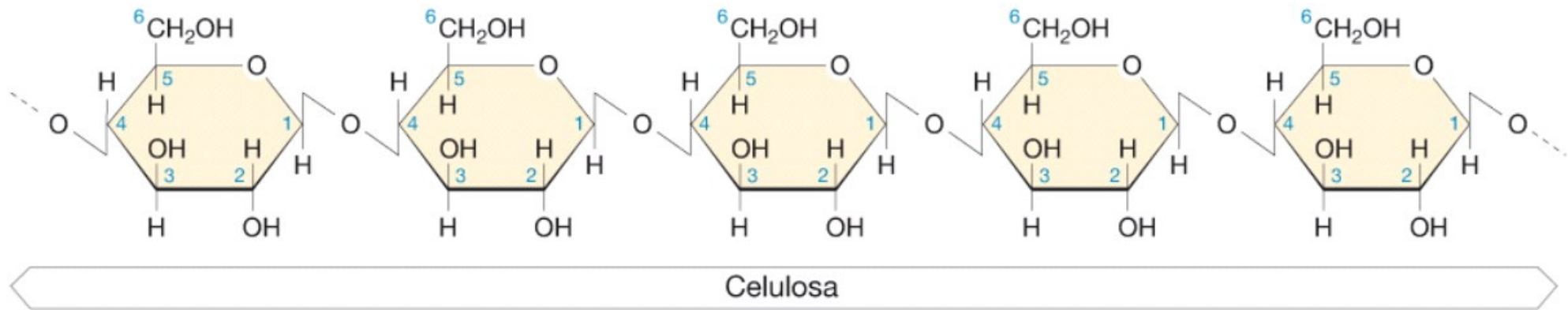
Modelo de moléculas de celulosa unidas por puentes de Hidrógeno

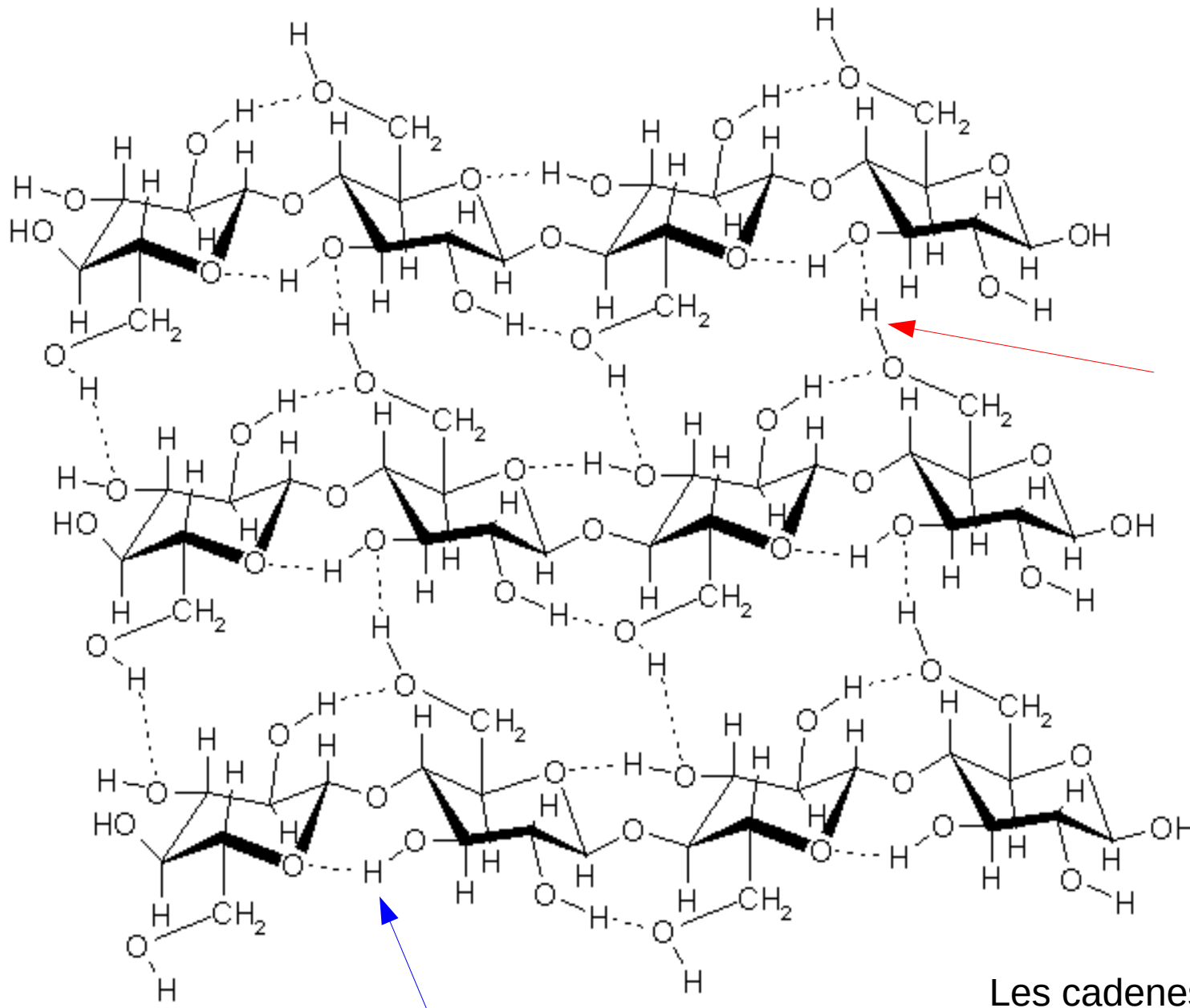


Cellulose structure



Els angles dels enllaços  $\beta(1\rightarrow4)$  que connecten les glucoses determina que les molècules girin  $180^\circ$  respecte les seves veïnes.

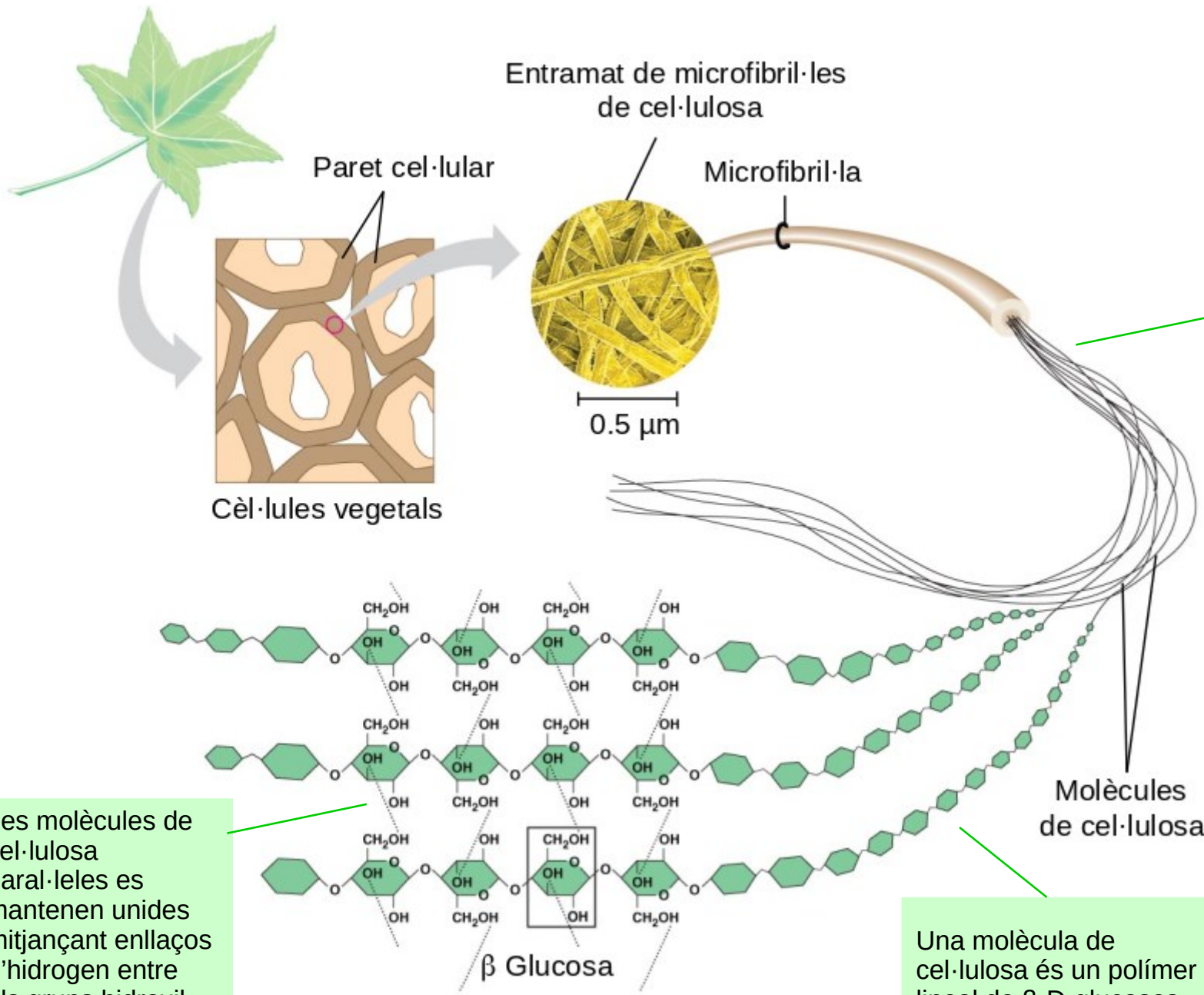




**Ponts d'hidrogen intermoleculars**

**Ponts d'hidrogen intramoleculars**

Les cadenes de cel·lulosa es mantenen unides mitjançant ponts d'hidrogen entre els grups hidroxil.



Entramat de microfibril·les de cel·lulosa

Paret cel·lular

Microfibril·la

0.5 μm

Cèl·lules vegetals

Al voltant de 80 molècules de cel·lulosa s'associen per formar una microfibril·la, principal unitat arquitectònica de la paret cel·lular de les plantes.

Molècules de cel·lulosa

Les molècules de cel·lulosa paral·leles es mantenen unides mitjançant enllaços d'hidrogen entre els grups hidroxil.

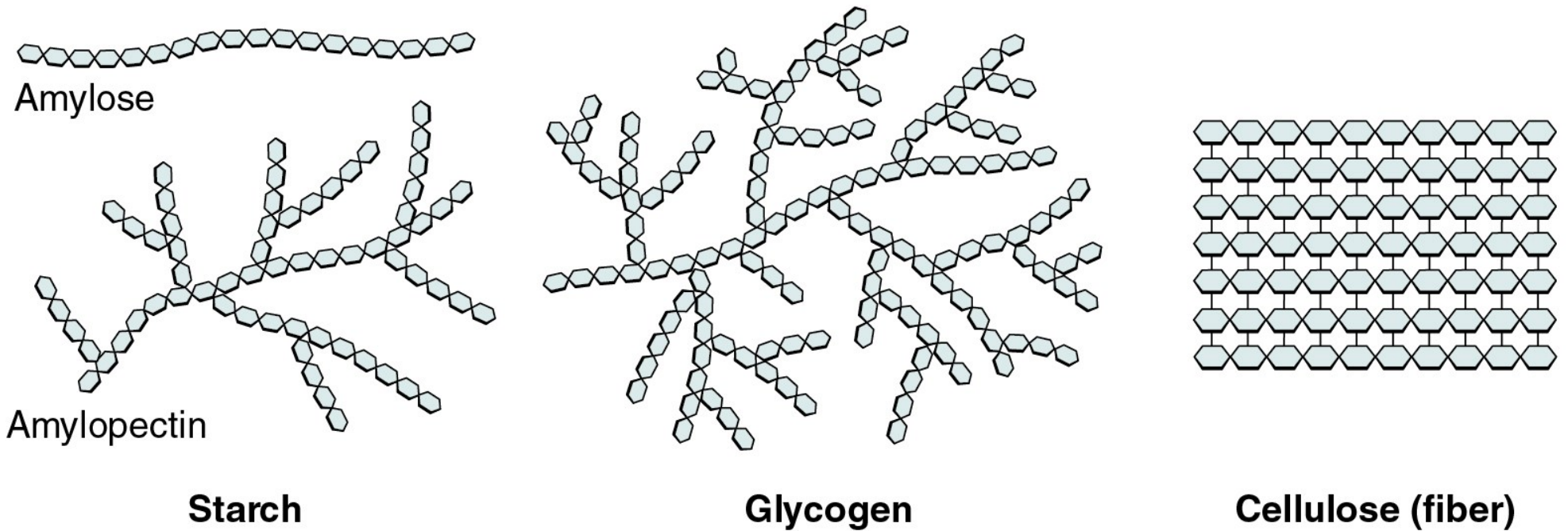
Una molècula de cel·lulosa és un polímer lineal de β-D-glucoses

β Glucosa

- La hidròlisi parcial de cel·lulosa dona cel·lobiosa. La hidròlisi total produeix molècules de D-glucosa.
- Els aparells digestius dels animals no tenen enzims capaços de trencar els enllaços  $\beta(1\rightarrow4)$  i, per tant, els animals no poden aprofitar la cel·lulosa com a font d'energia.
- Els insectes xilòfags (tèrmits, corcs...) i els animals herbívors remugants (ovella, vaca, camell, cabra,...) aprofiten la cel·lulosa gràcies als microorganismes simbiòtics del tracte digestiu que sí produeixen l'enzim cel·lulasa.



*Comparem els polisacàrids estudiats...*



*i ara una taula resum...*

	Cellulose	Starch		Glycogen
		Amylose	Amylopectin	
Source	Plant	Plant	Plant	Animal
Subunit	$\beta$ -glucose	$\alpha$ -glucose	$\alpha$ -glucose	$\alpha$ -glucose
Bonds	1-4	1-4	1-4 and 1-6	1-4 and 1-6
Branches	No	No	Yes (~per 20 subunits)	Yes (~per 10 subunits)
Diagram				
Shape				



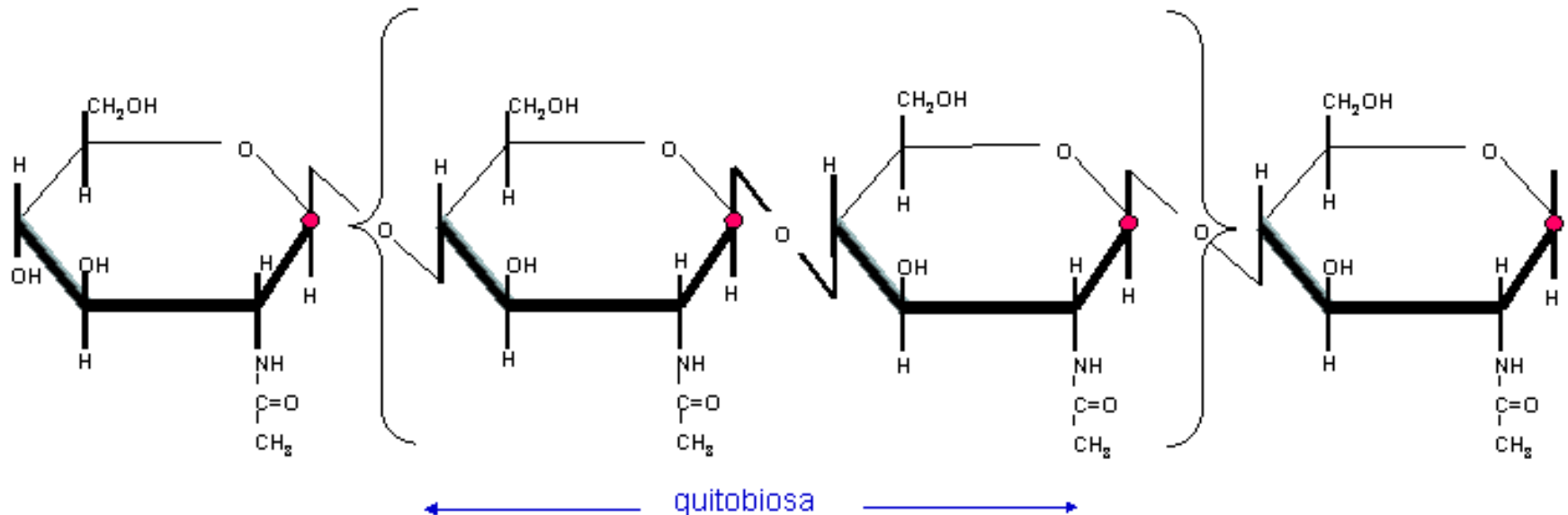
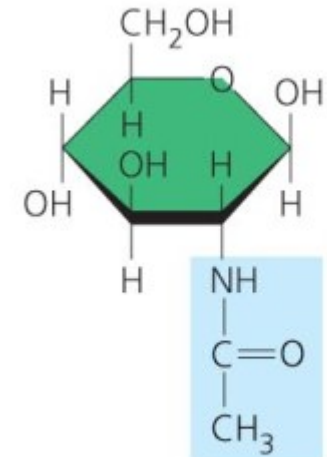
# La quitina

- Component principal de l'exoesquelet dels artròpodes. En els crustacis impregnada de carbonat càlcic per augmentar la duresa.
- També forma la paret cel·lular dels fongs.



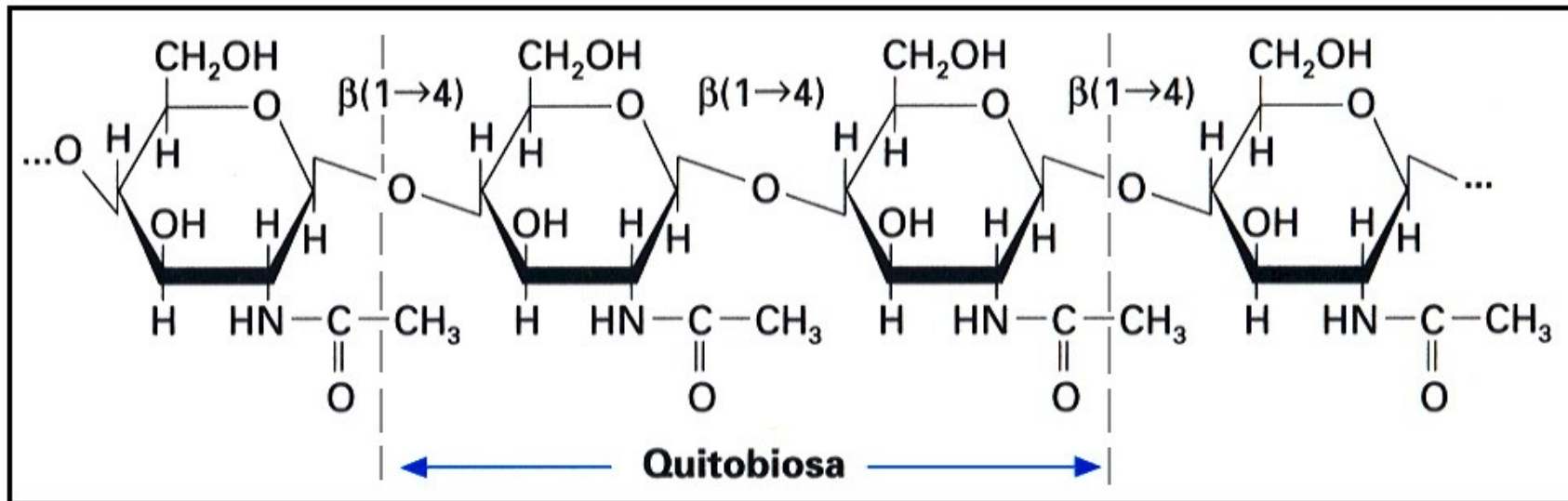
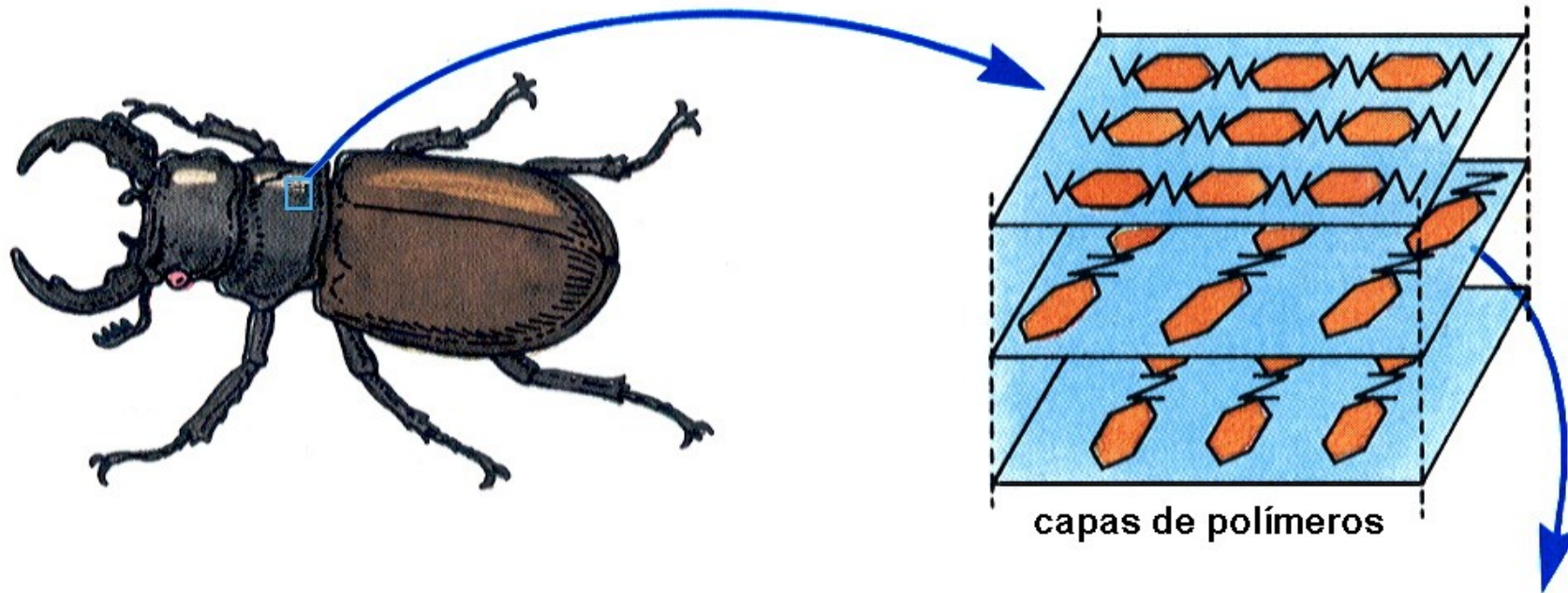
## Estructura QUITINA

- Polímer de N-acetilglucosamines (derivat de la D-glucosa amb grup amino i un grup acetil) unides per enllaç  $\beta(1 \rightarrow 4)$ .
- L'estructura que en resulta és força semblant a la cel·lulosa, amb cadenes unides per ponts d'hidrogen.



Dos molècules de N-acetilglucosamina formen el disacàrid **quitobiosa**.

Les cadenes de quitina formen capes que, superposades constitueixen l'esquelet extern dels artròpodes.



## Heteropolisacàrids

Per hidròlisi donen lloc a dos o més tipus de monosacàrids.

Destaquem:

Pectina.

Agar.

Goma aràbiga.

## Pectina

Polisacàrid que forma part de la paret cel·lular de les plantes. Molt abundant a la pera, poma, pruna i codony. Capacitat gelificant aprofitada per fer melmelades.



## Agar-agar

Polisacàrid de la paret cel·lular d'algunes algues (algues vermelles). Preparació industrial d'aliments i en microbiologia com a medi de cultiu.



## Goma aràbiga

Polisacàrid secretat per plantes (acàcia) per tancar ferides. S'utilitza com a goma d'enganxar.



# Glúcids associats a molècules no glucídiques

- **Heteròsids** (color pètals, antibiòtics,...).
- **Peptidoglicans** (paret bacteris).
- **Proteoglicans** (àcid hialurònic, heparina,...).
- **Glicoproteïnes** (anticossos, receptors de membrana, hormones,...).
- **Glicolípidis** (receptors de membrana,...)

Como el azucar afecta el cerebro



<https://www.youtube.com/watch?v=IEXBxijQREo&t=3s>