



Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Ciencias Agrícolas

Ingeniero Agrónomo Industrial

UA: Tecnología de Cereales

Unidad 1. Importancia y generalidades de los cereales

Diaporama:

Tema 1.1.4. Composición química proximal.

Almidón

Autor: Dr. Néstor Ponce García



El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Méx. Septiembre 2019

Unidad 1:

Importancia y generalidades de los cereales

1.1. Cereales: una visión global

1.1.1. Introducción

1.1.2. Características generales

1.1.3. Principales cereales y usos generales

1.1.4. Composición química proximal

1.1.5. Aspectos nutrimentales y funcionales





Tema 1.1.4. Composición química proximal

Objetivo: Identificar los principales compuestos químicos y macromoléculas que conforman los granos maduros de cereales, destacando la importancia y funcionalidad específica que tienen el almidón y las proteínas en estos cultivos.

1.1.4. Composición química

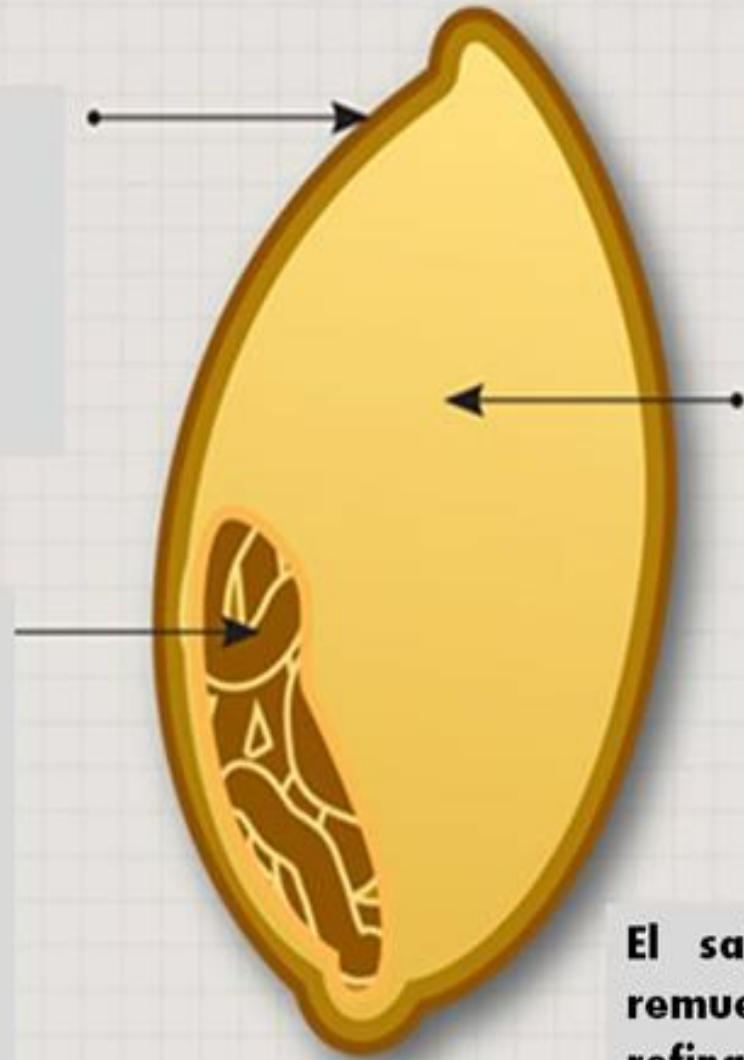


Salvado

- Fibra
- Vitaminas B
- Minerales

Germen

- Vitaminas B
- Vitamina E
- Minerales
- Ácidos grasos
- Antioxidantes
- Proteínas



Endospermo

- Carbohidratos
- Algunas vitaminas B
- Algunas proteínas

El salvado y el germen se remueven en el proceso de refinamiento

Composición química proximal del grano de trigo ^a

Tipo de trigo	Proteína (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Cenizas (%)	ELN ^b (%)
Fuerte	14.4	2.3	2.9	1.9	78.5
Suave	9.9	2.8	2.7	1.7	82.9
Cristalino	13.2	2.8	2.8	2.0	79.2

^a Todos los valores están expresados en materia seca.

^b Extracto libre de nitrógeno



Fuerte o semiduro



Suave



Cristalino

Composición química proximal del maíz ^a

Tipos de maíz	Proteína	Extracto	Fibra	Cenizas	ELN ^b
	(%)	etéreo (%)	cruda (%)	(%)	(%)
Dentado	9.1	4.4	3.0	1.7	81.8
Palomero	12.1	5.2	2.3	1.8	78.6

^a Todos los valores están expresados en materia seca.

^b Extracto libre de nitrógeno



Composición química proximal del arroz ^a

Tipo de arroz	Proteína (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Ceniza (%)	ELN ^b (%)
Palay (con glumas)	7.5	2.4	10.2	4.7	75.2
Café (con salvado)	9.2	2.5	0.9	1.5	85.9
Blanco (pulido)	7.8	0.5	0.4	0.6	90.7

^a Todos los valores están expresados en materia seca.

^b Extracto libre de nitrógeno



1.1.4. Composición química

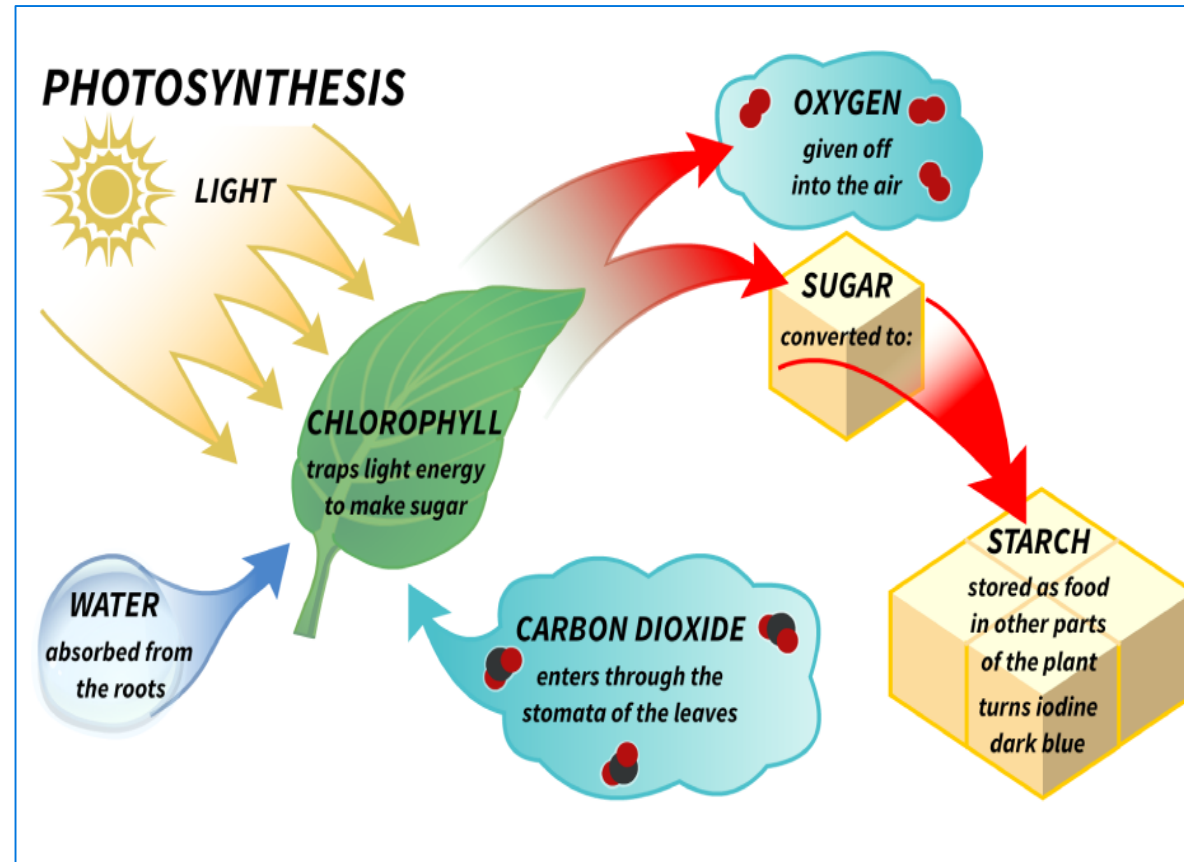


Almidón en cereales



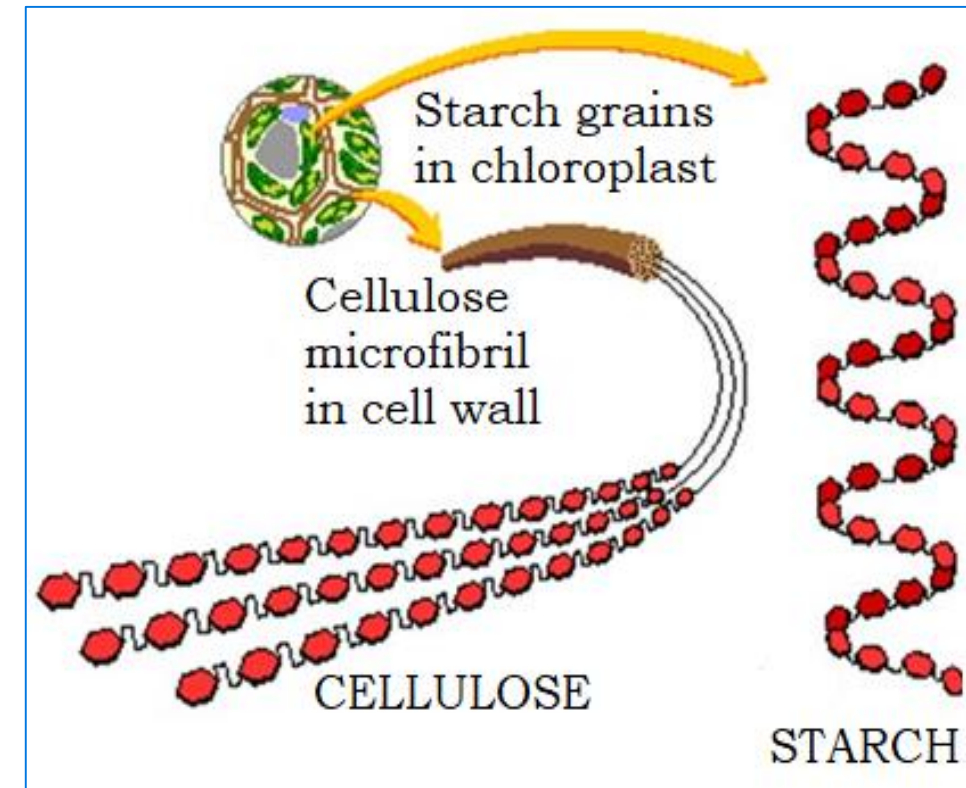
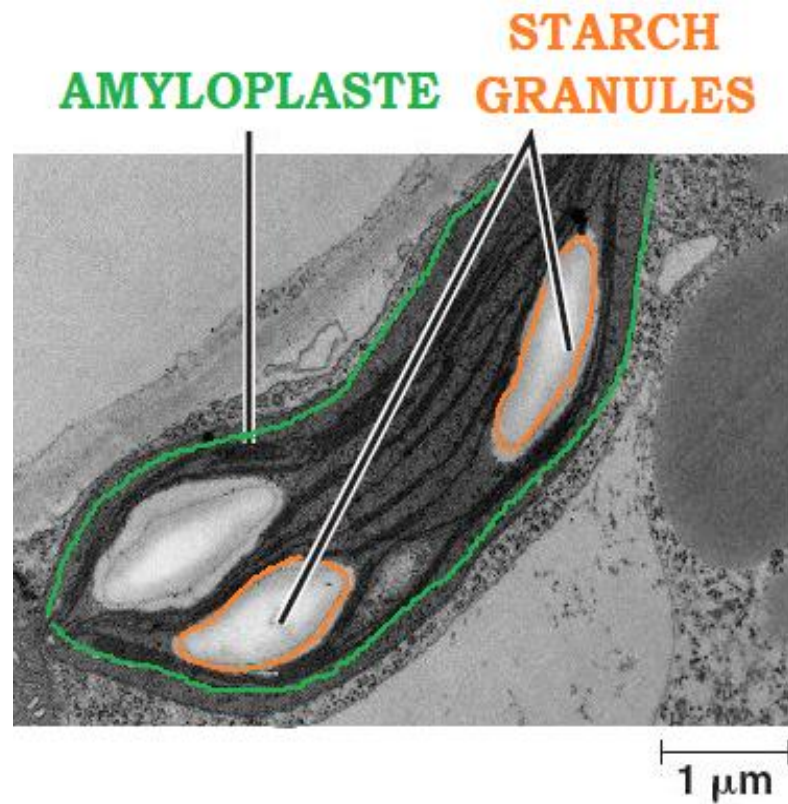
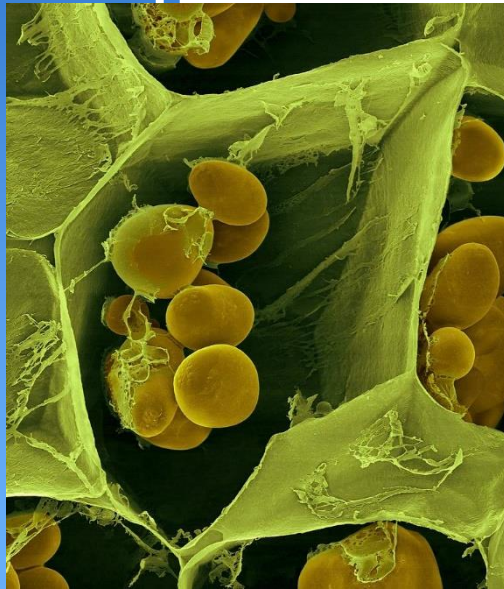


- ▶ El almidón es el **biopolímero más abundante** en la naturaleza.
- ▶ Es **producido por las plantas** como resultado del proceso final de fotosíntesis.





- ▶ Se **sintetiza** a manera de **gránulos** en los **amiloplastos**, siendo el hilum el punto de iniciación de la biosíntesis.



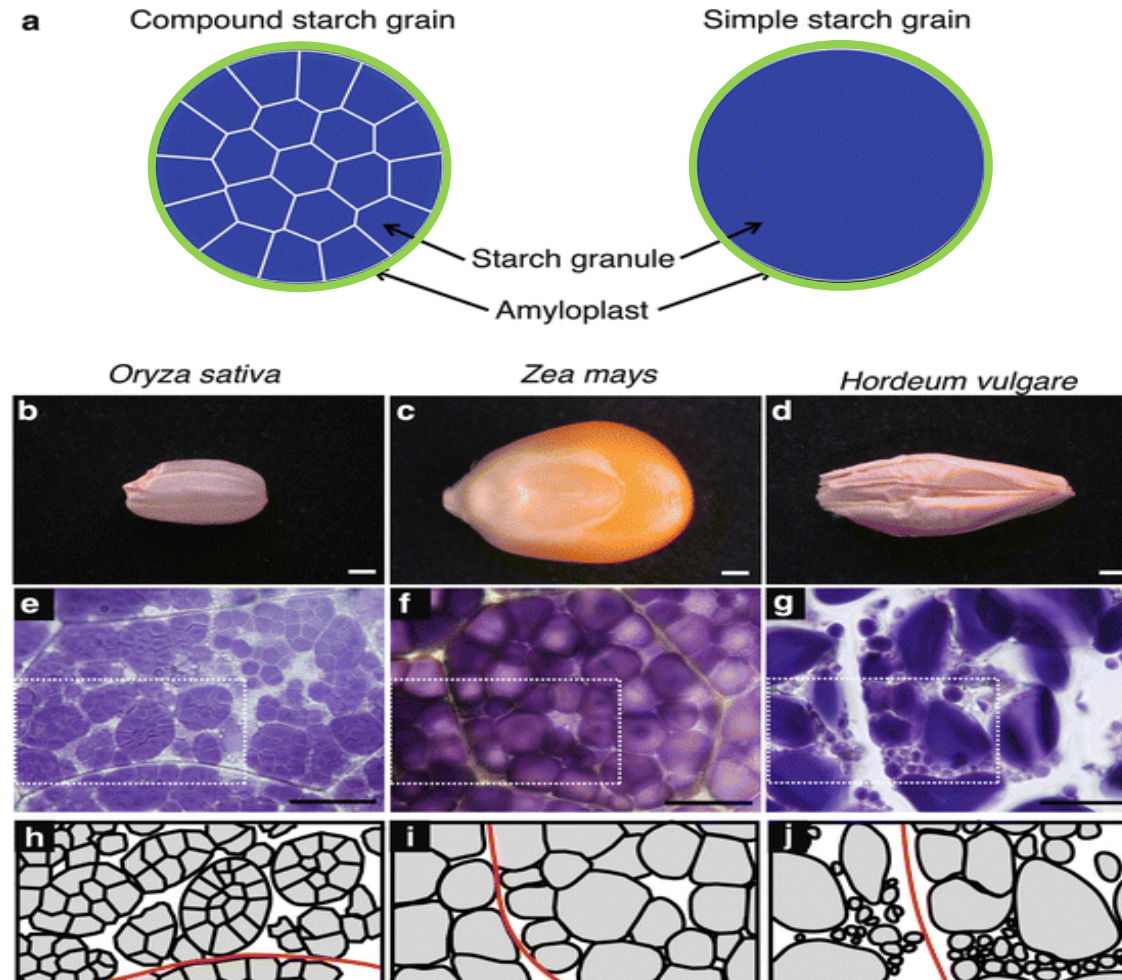


- ▶ La morfología, estructura y composición de los gránulos **depende de la genética de la fuente de origen.**
- ▶ Las principales fuentes de obtención del almidón son: **granos cereales, tubérculos y leguminosas.** Específicamente, en los cereales el almidón representa alrededor del **60-75%** del peso del grano.



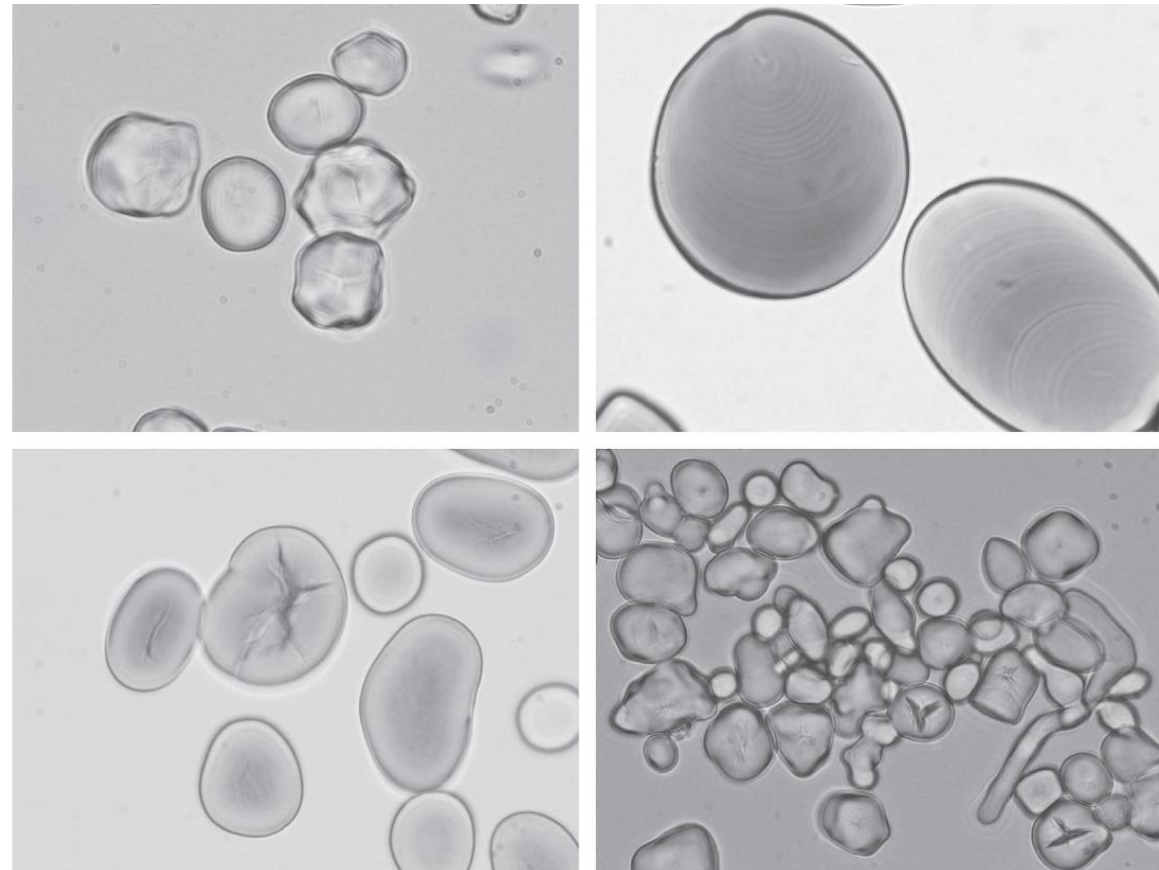


- ▶ Los gránulos se clasifican en: **simples** (ej. maíz, trigo, cebada); **compuestos** (ej. arroz y avena) y **semi-compuestos** (ej. chícharo).



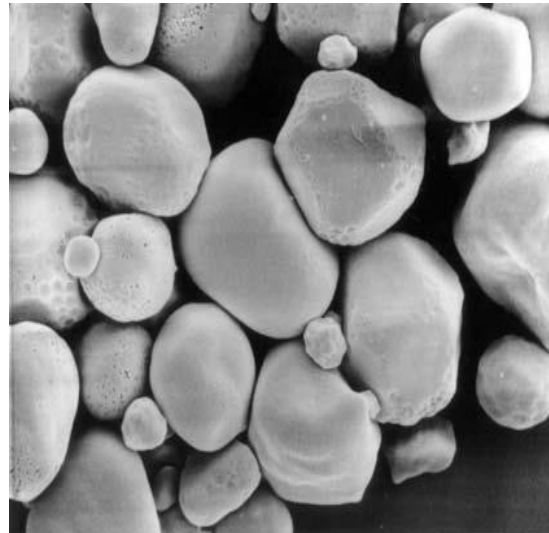


- ▶ El diámetro de los gránulos varía de **0.1-200 μm** , aunque el **tamaño más común** oscila entre **2-100 μm** .

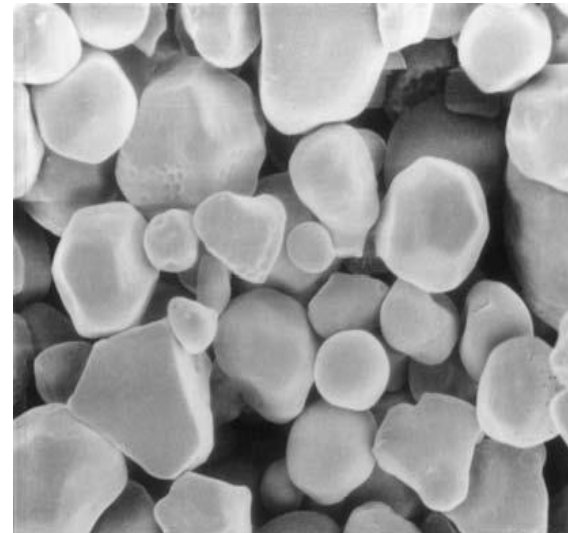




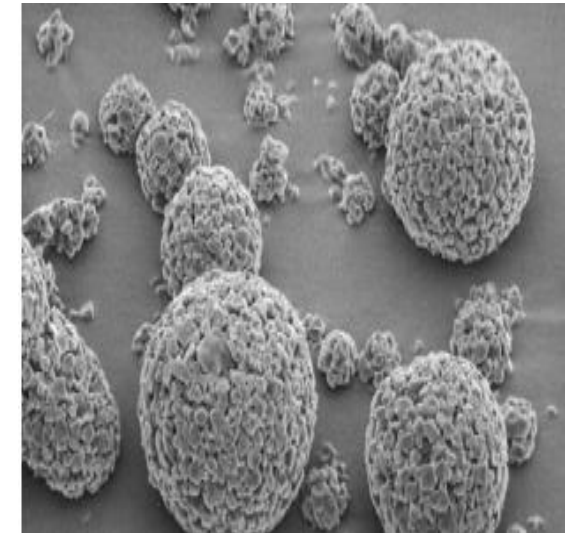
- ▶ Los gránulos de los **cereales** generalmente son **pequeños** y presentan formas **redondeadas** o **poliédricas**, además de una distribución de **tamaño unimodal**.



Sorgo



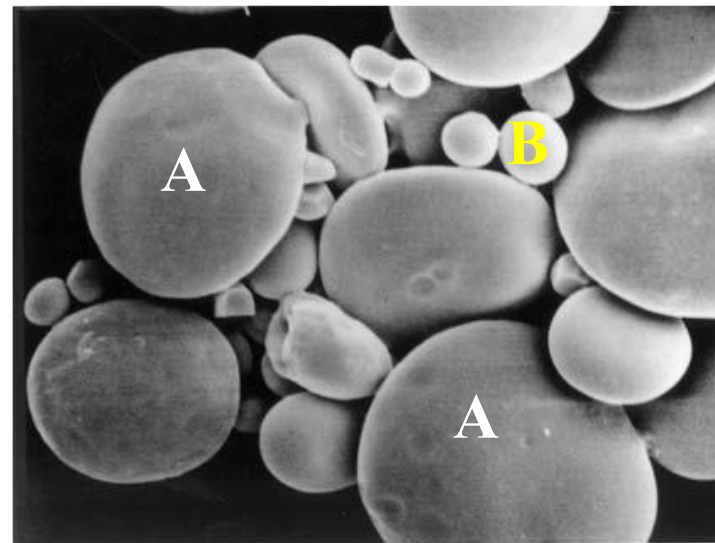
Maíz dentado



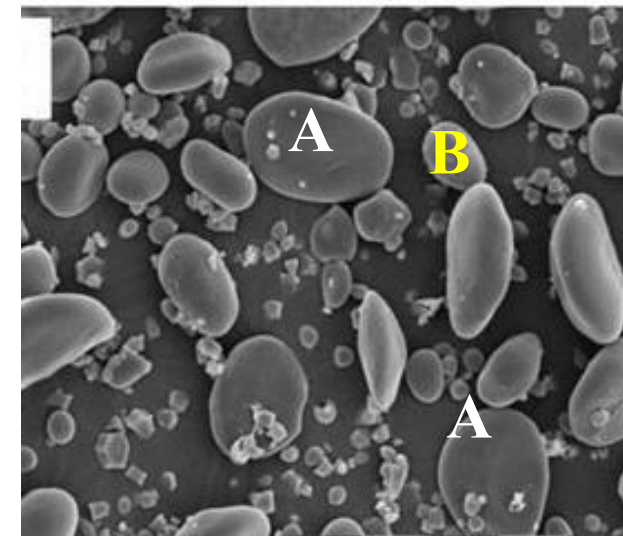
Arroz



- ▶ Particularmente los almidones de trigo, triticale, centeno y cebada exhiben una distribución de **tamaño bimodal**, con gránulos grandes (**Tipo-A**) y pequeños (**Tipo-B**).



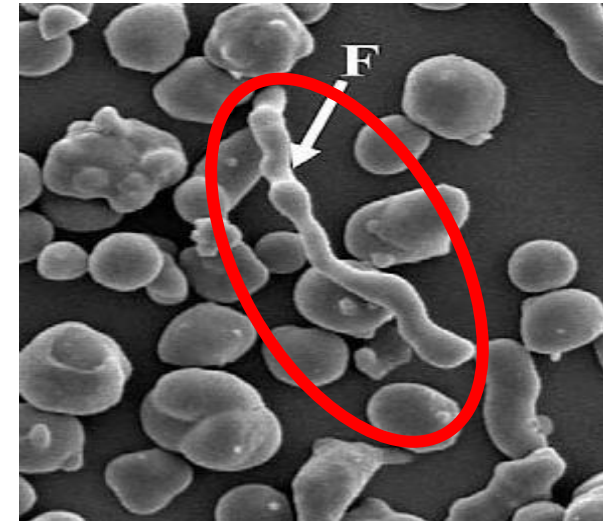
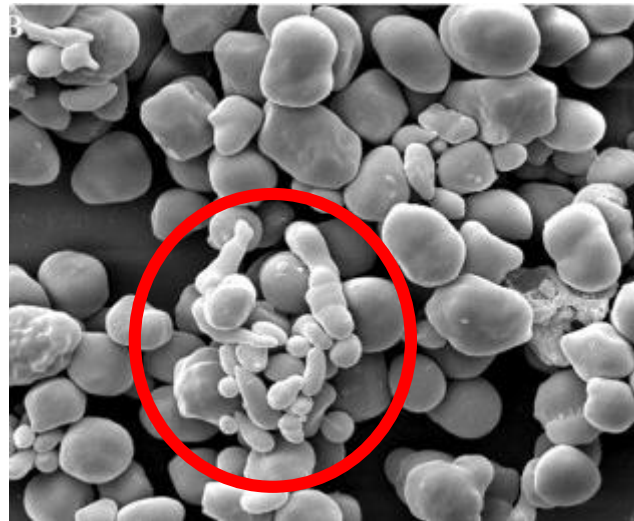
Trigo



Cebada



- ▶ Los almidones **altos en amilosa** generalmente presentan formas **irregulares**, filamentosas o en forma de bastón o varilla.

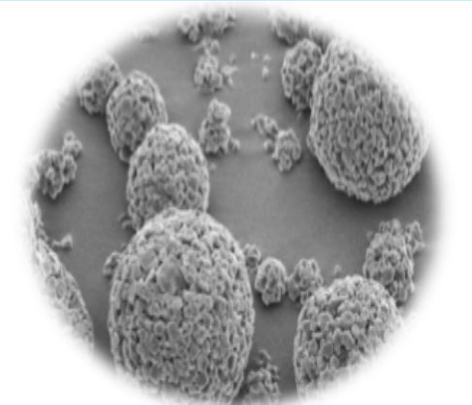
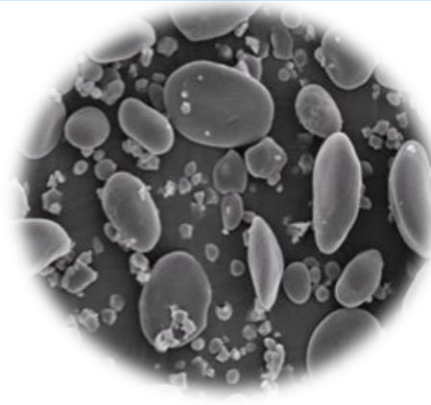
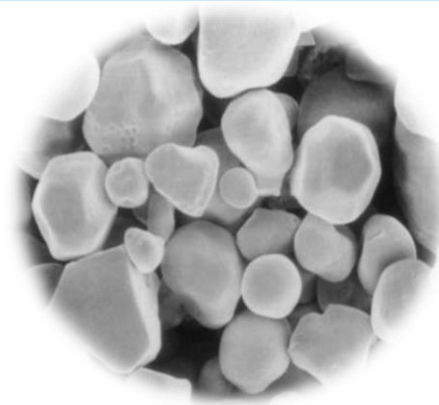
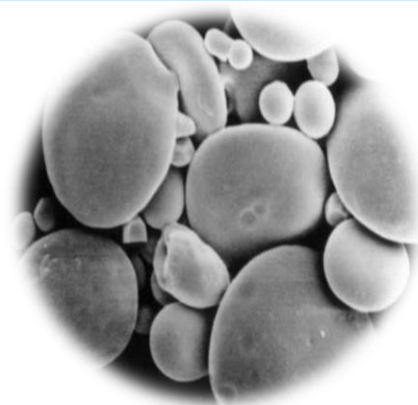


Maíz alto en amilosa



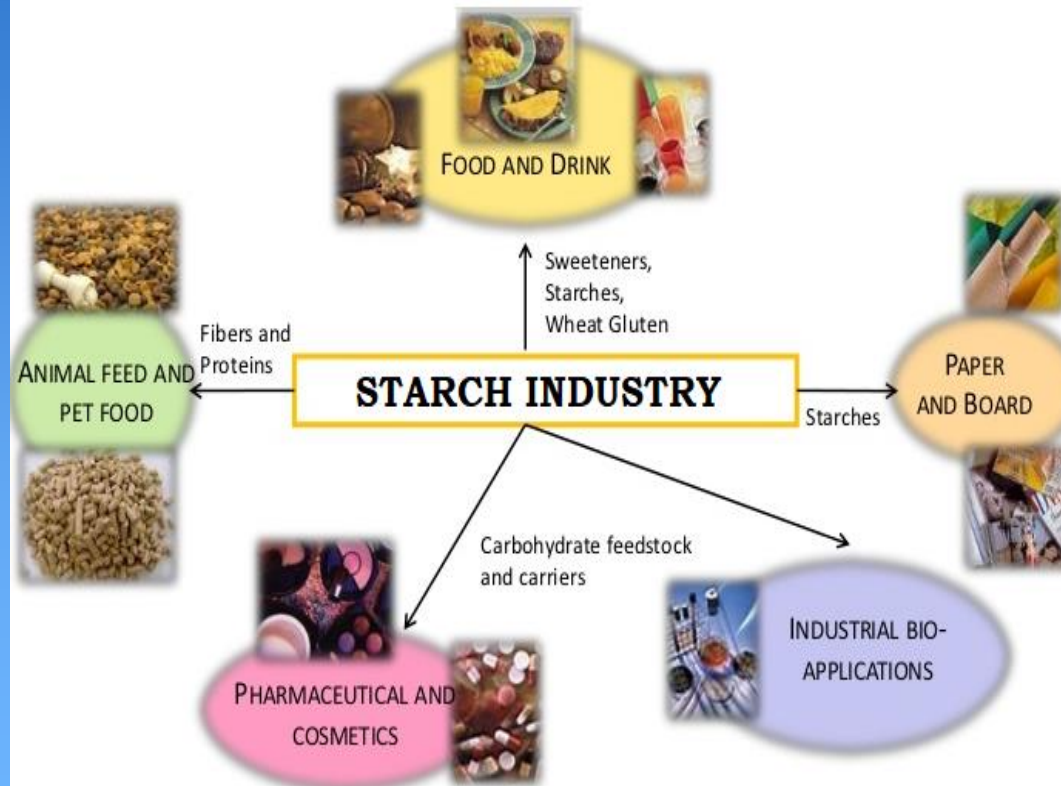
Tamaño aproximado y forma de los gránulos de almidón de algunos cereales

Propiedad	Maíz dentado	Maíz céreo	Maíz alto en amilosa	Trigo	Arroz
Diámetro del gránulo (µm)	5 - 30	5 - 30	5 - 30	1 - 45	1 - 3
Forma	Poligonal, redondeada	Poligonal, redondeada	Poligonal, redondeada, irregular	Redondeada, lenticelar	Poligonal, esférica compuesta de gránulos





- ▶ El consumo de almidón en la dieta humana aporta la mayor parte de energía ($\approx 70-80\%$ calorías requeridas).

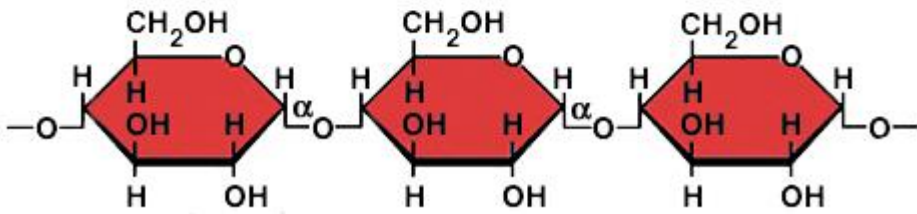
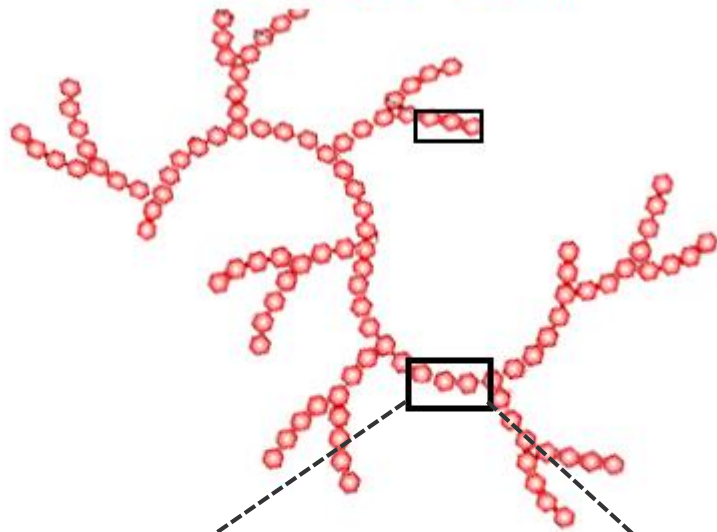


- ▶ Adicionalmente, es un importante **ingrediente funcional** utilizado en diversos alimentos y productos no alimenticios.

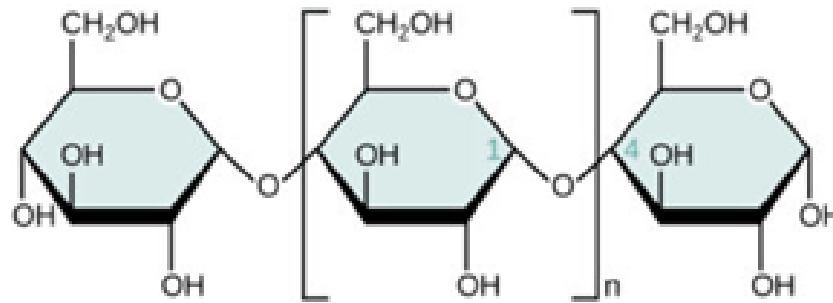
1.1.4. Composición química



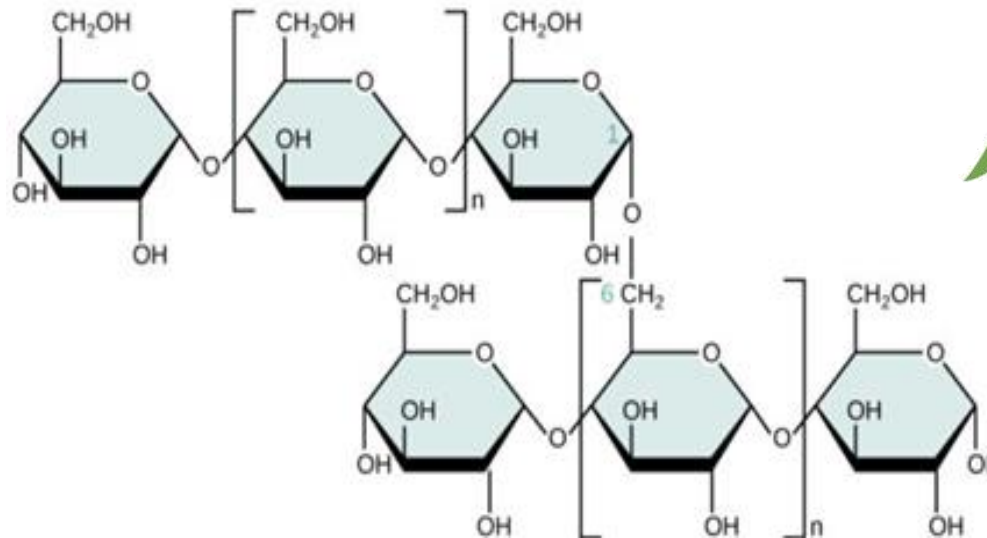
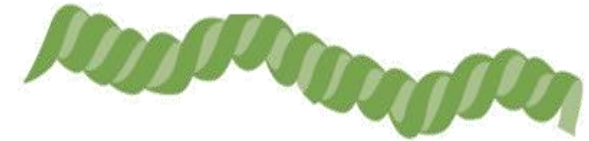
Starch



Glucose molecules



Amilosa

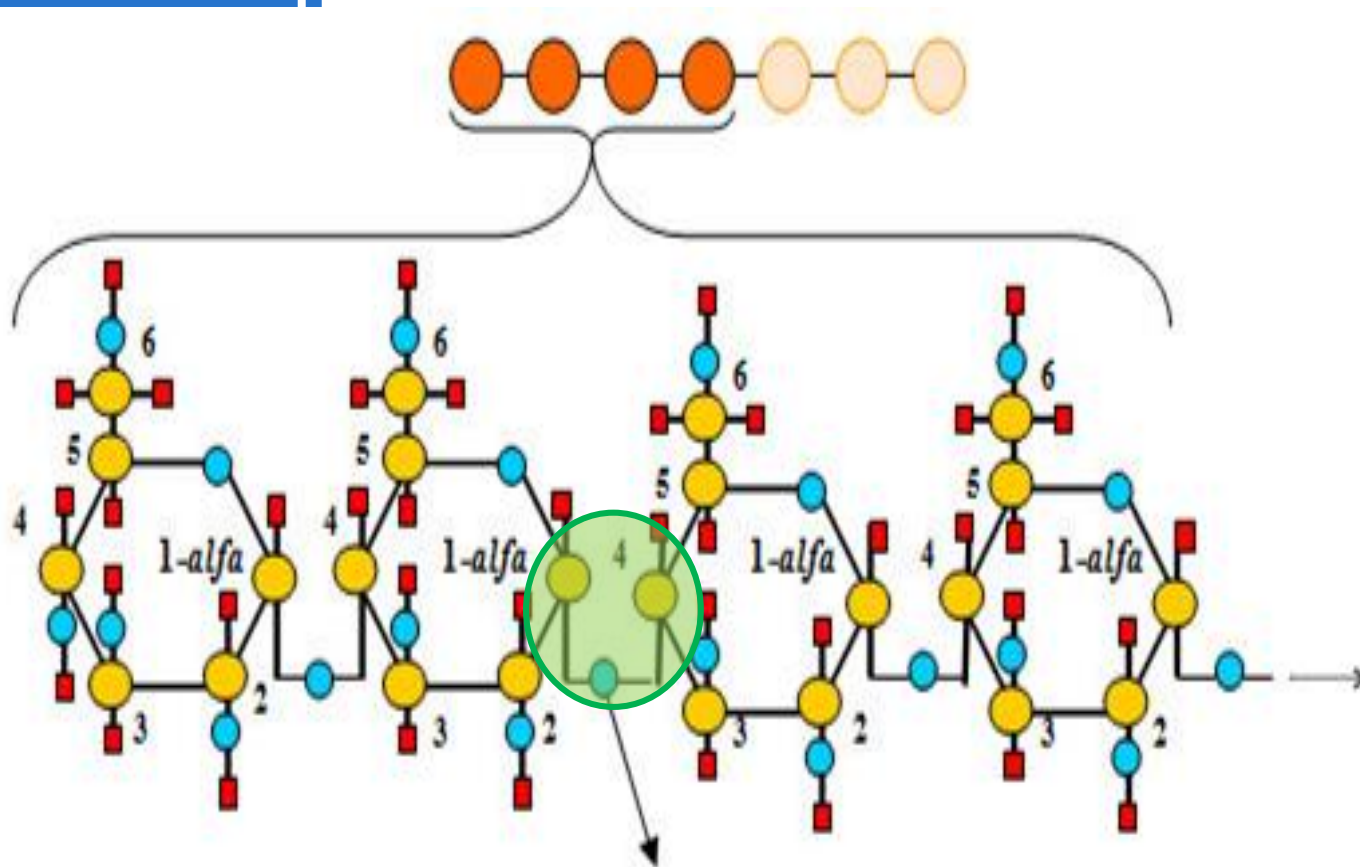


Amilopectina





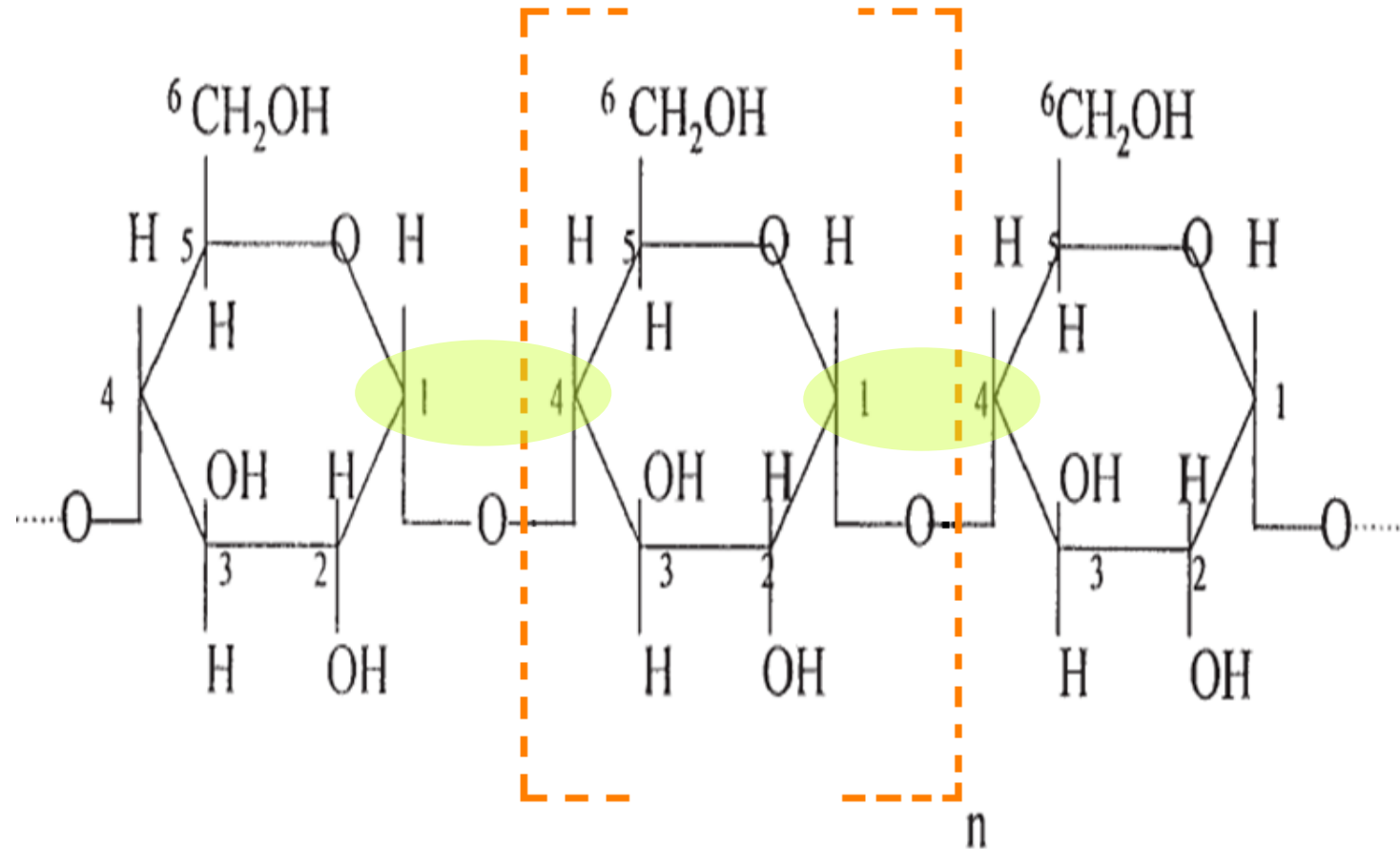
- ▶ La polimerización de la glucosa en almidón resulta en dos compuestos principales que lo conforman: **amilosa** y **amilopectina**.



AMILOSA

Las moléculas de **glucosa** se **unen** mediante **enlaces glucosídicos** entre el grupo aldehído del **C1** en posición **α** perteneciente a una glucosa y el grupo alcohol del **C4** de la siguiente glucosa: es un enlace **α -1,4**.

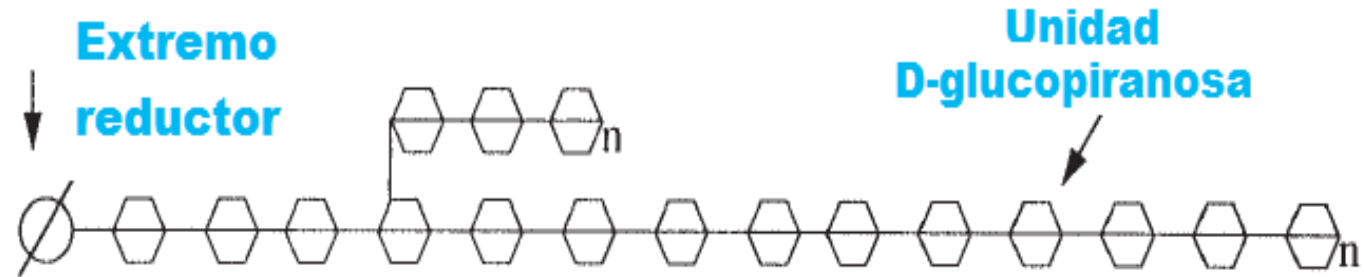
Se distingue como un polímero de estructura esencialmente **lineal**, pudiendo ser en forma de **hélice**.



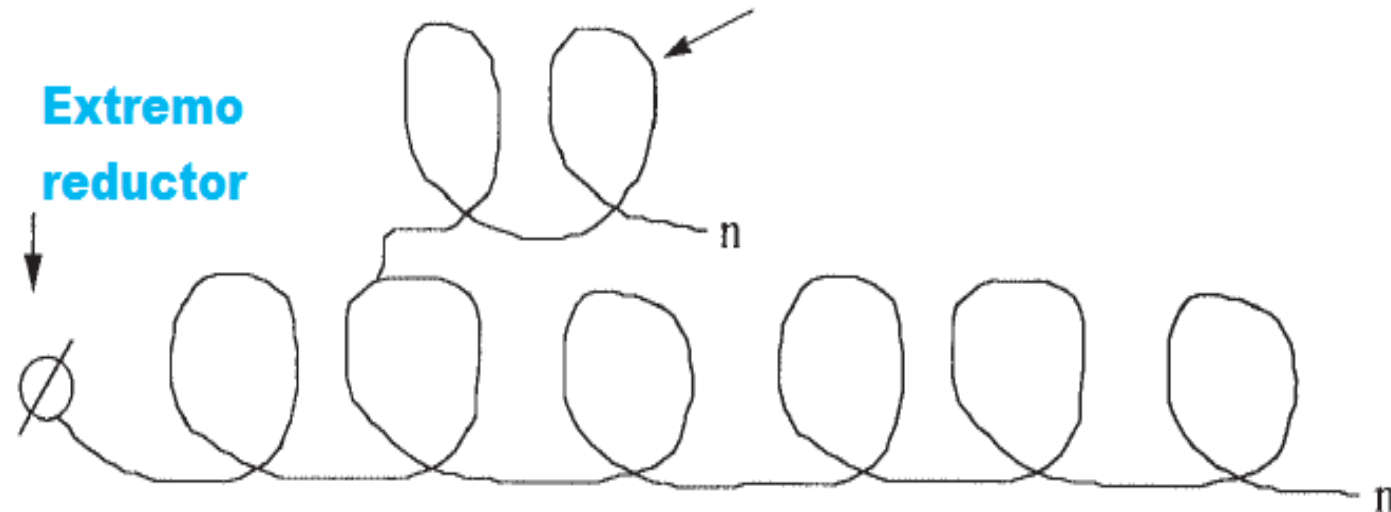
- ▶ La **amilosa** se forma prácticamente sólo de enlaces **α -1,4**, sin embargo, suele contener **mínima presencia** de enlaces **α -1,6**.

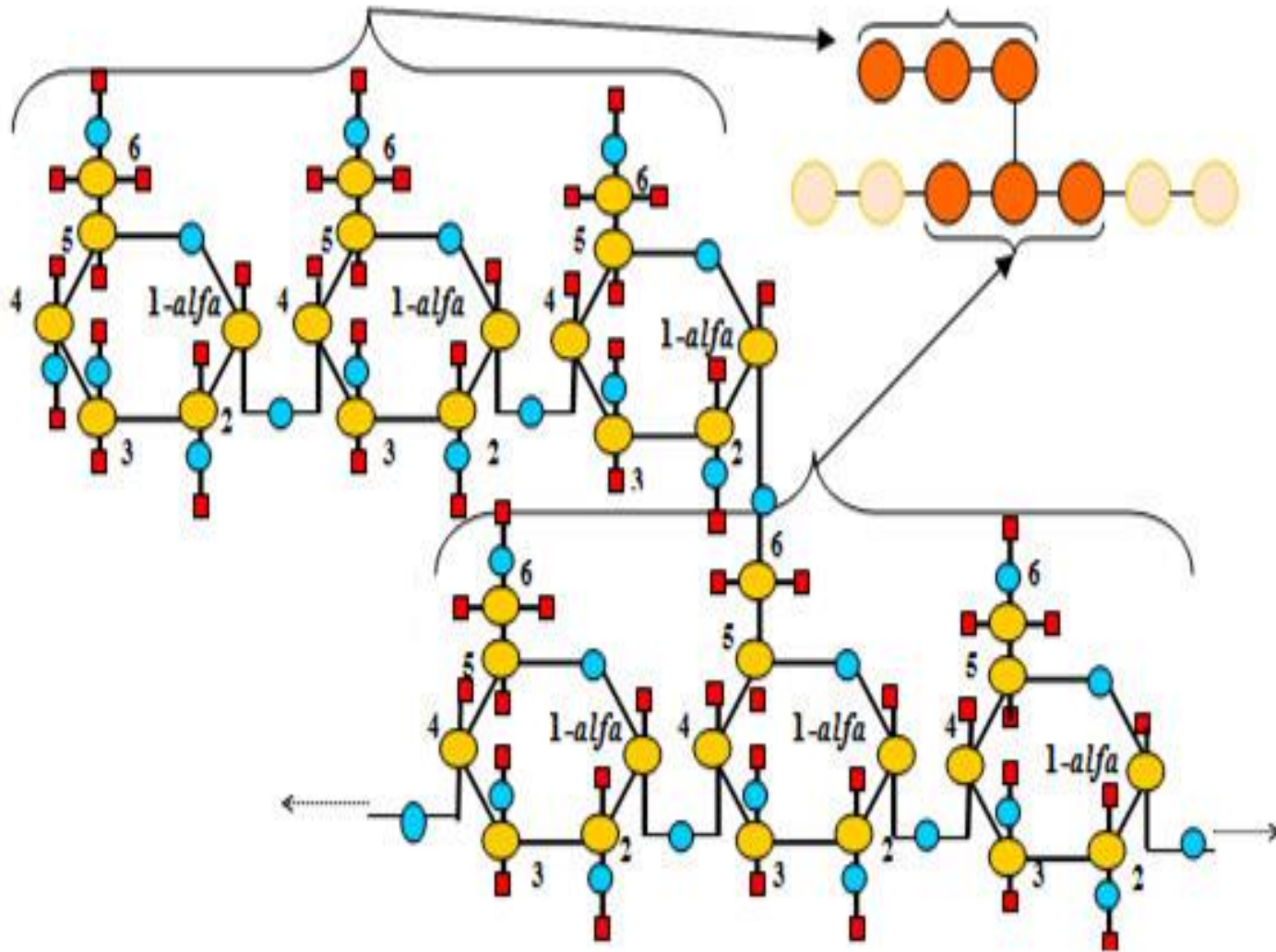


Disposición de glucosas y enlaces α -1,4 en amilosa. Estructura lineal o hélice



6 unidades glucosa por vuelta en hélice





AMILOPECTINA

Conformada por cadenas muy **largas** y **ramificadas** de moléculas de D-glucopiranososa unidas por enlaces α -1,4 y α -1,6.

Los enlaces α -1,6 representan el punto en el cual se forma cada **ramificación**.



**Porción de una molécula
de amilopectina**



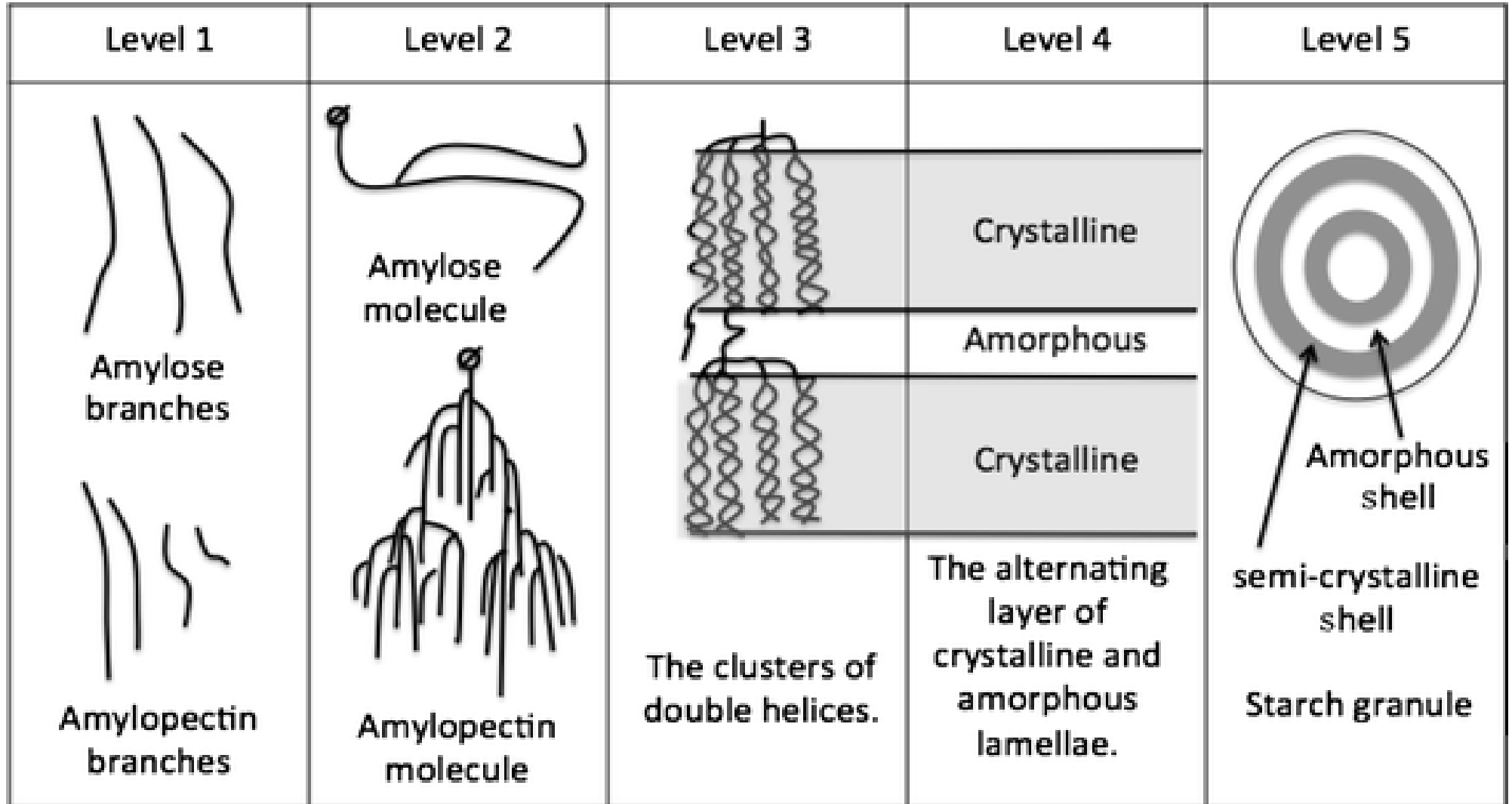


	Starch	
	Amylose	Amylopectin
Source	Plant	Plant
Subunit	α -glucose	α -glucose
Bonds	1-4	1-4 and 1-6
Branches	No	Yes (~per 20 subunits)
Diagram		
Shape		



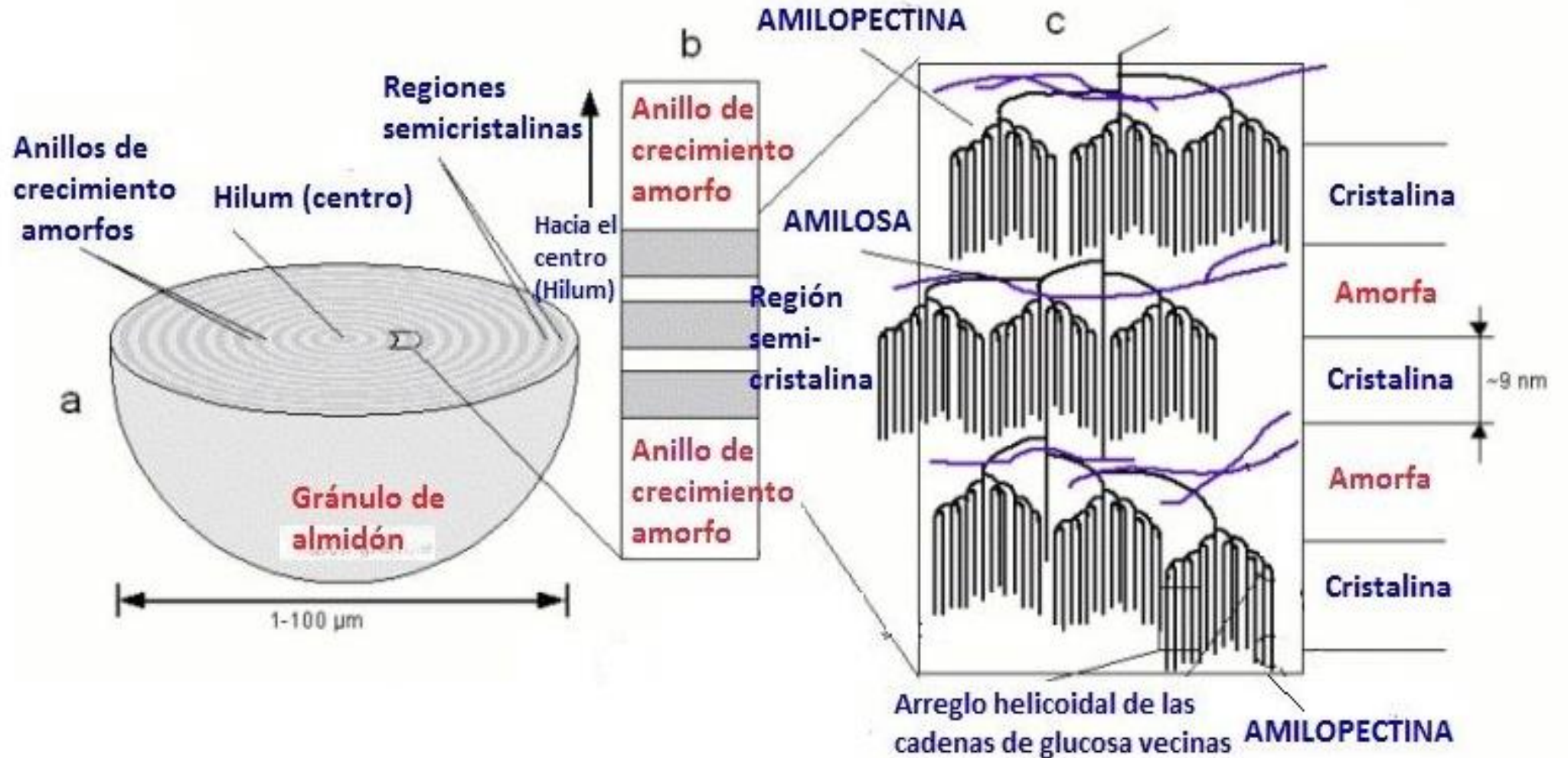


¿Cómo se forman los gránulos de almidón?



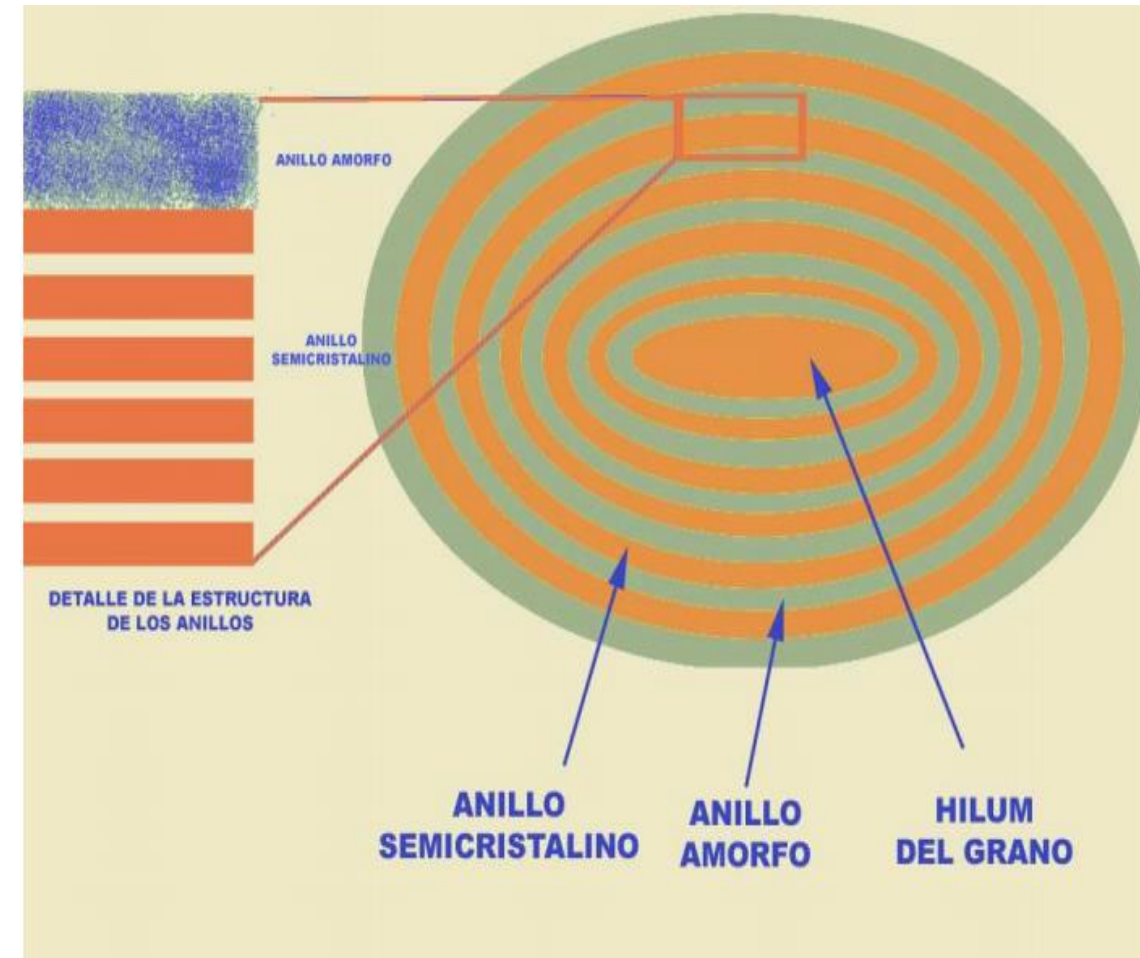
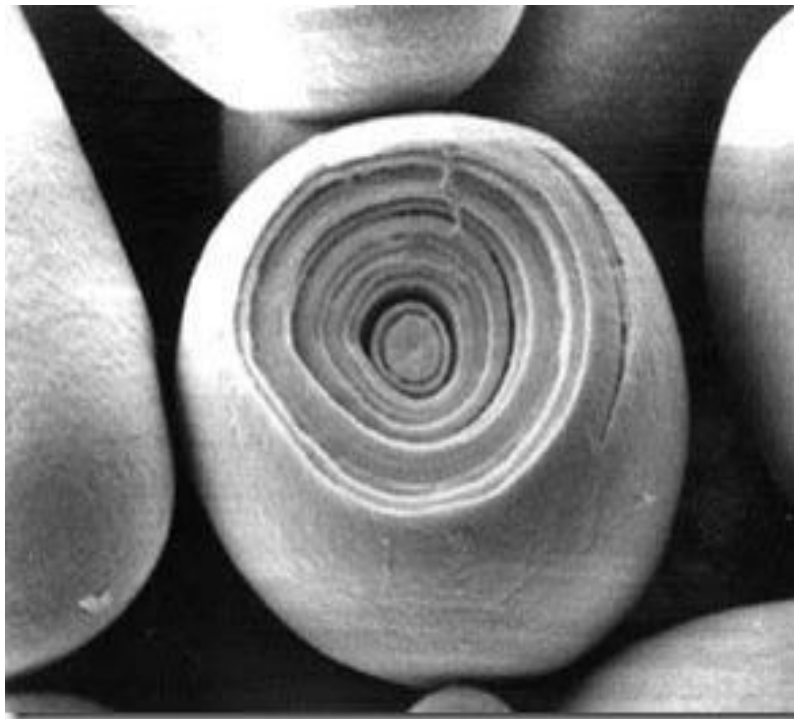


¿Cómo se forman los gránulos de almidón?



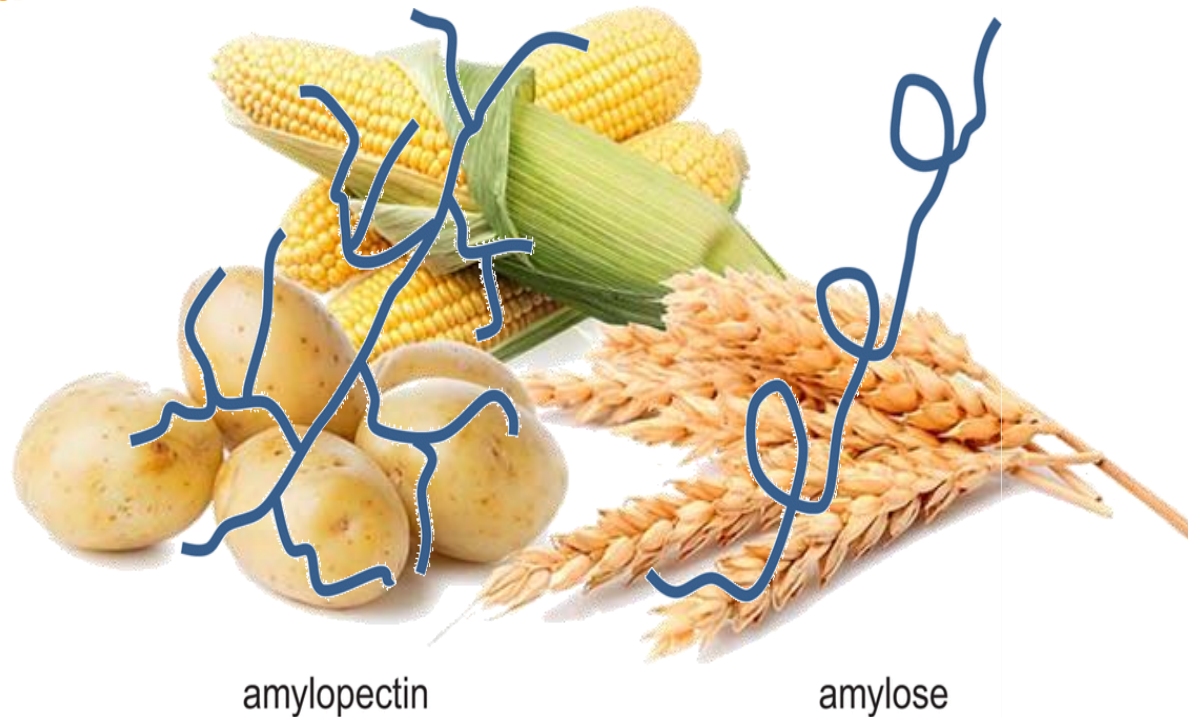


Formación de anillos en un gránulo de almidón de sorgo





- ▶ La **proporción y estructura** de la amilosa y amilopectina, además del **origen** (fuente) del almidón, determinan sustancialmente su **uso y funcionalidad**.



- ▶ La **relación amilosa:amilopectina** varía según el origen botánico.

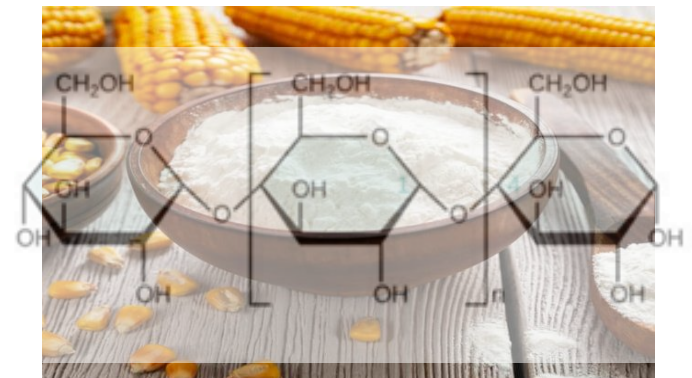


- ▶ Los almidones “normales” (maíz, arroz, trigo) contienen **70-80% amilopectina** y **20-30% amilosa**.



- ▶ Los almidones “céreos” **no contienen amilosa ó <1%**, con algunas excepciones como la cebada cérea (8% amilosa). El término “céreo” **NO tiene relación** alguna con el contenido de “cera”.

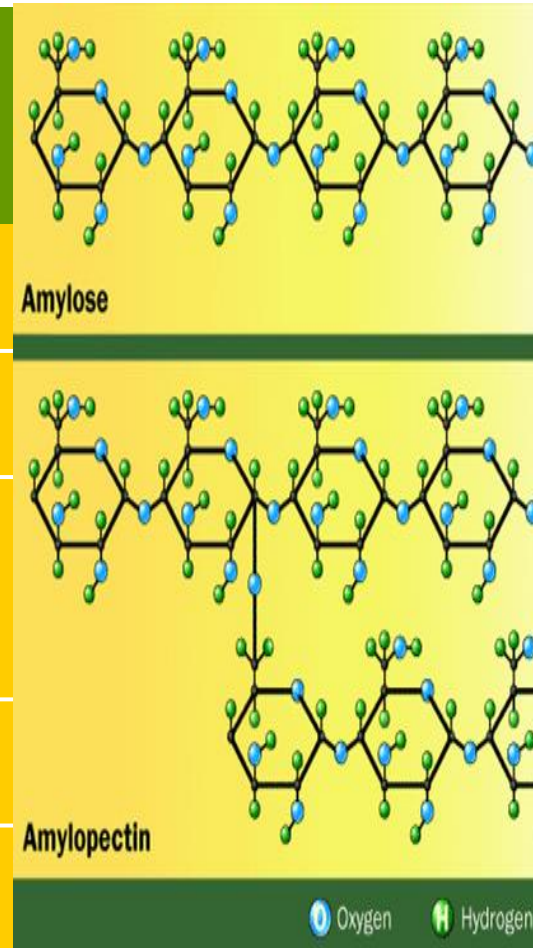
- ▶ Los almidones “altos en amilosa” contienen **más de 50% de amilosa**.





Proporción amilosa:amilopectina en algunos cereales

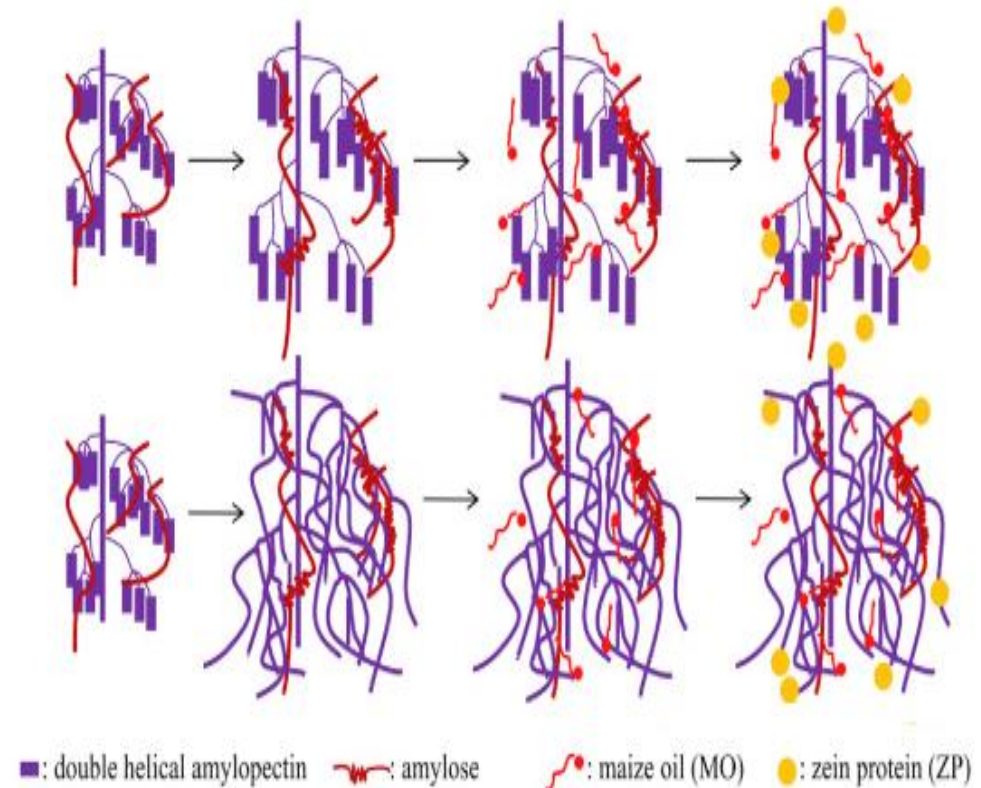
Fuente de Almidón	Contenido de Amilosa (%)	Contenido de Amilopectina (%)
Maíz dentado	25	75
Maíz céreo	<1	>99
Maíz alto en amilosa	55 -70 (o más alto)	45 - 30 (o menos)
Trigo	25	75
Arroz	19	81

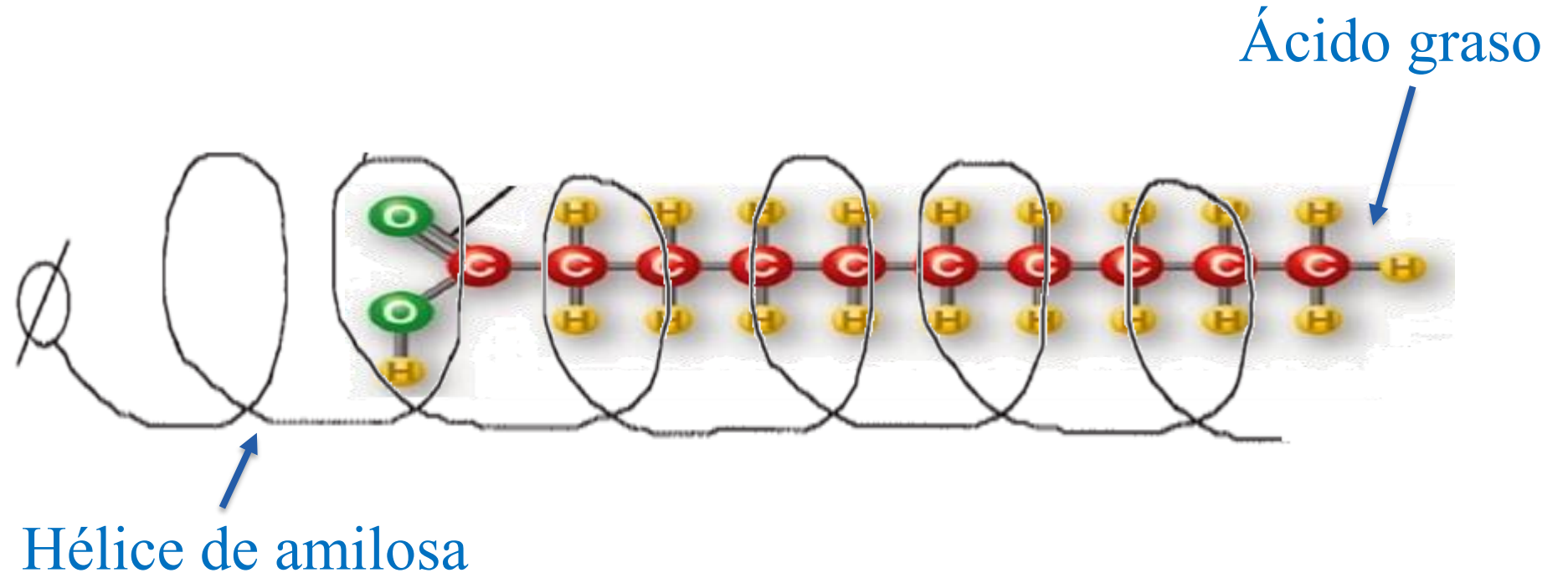




- ▶ Además de amilosa y amilopectina, los almidones de cereales contienen otros compuestos: **lípidos** (lisofosfolípidos y ácidos grasos libres) y **proteínas/enzimas**.

	Dent Corn	Waxy Corn	Wheat
Protein (%)	0.35	0.25	0.4
Lipid (%)	0.80	0.20	0.90

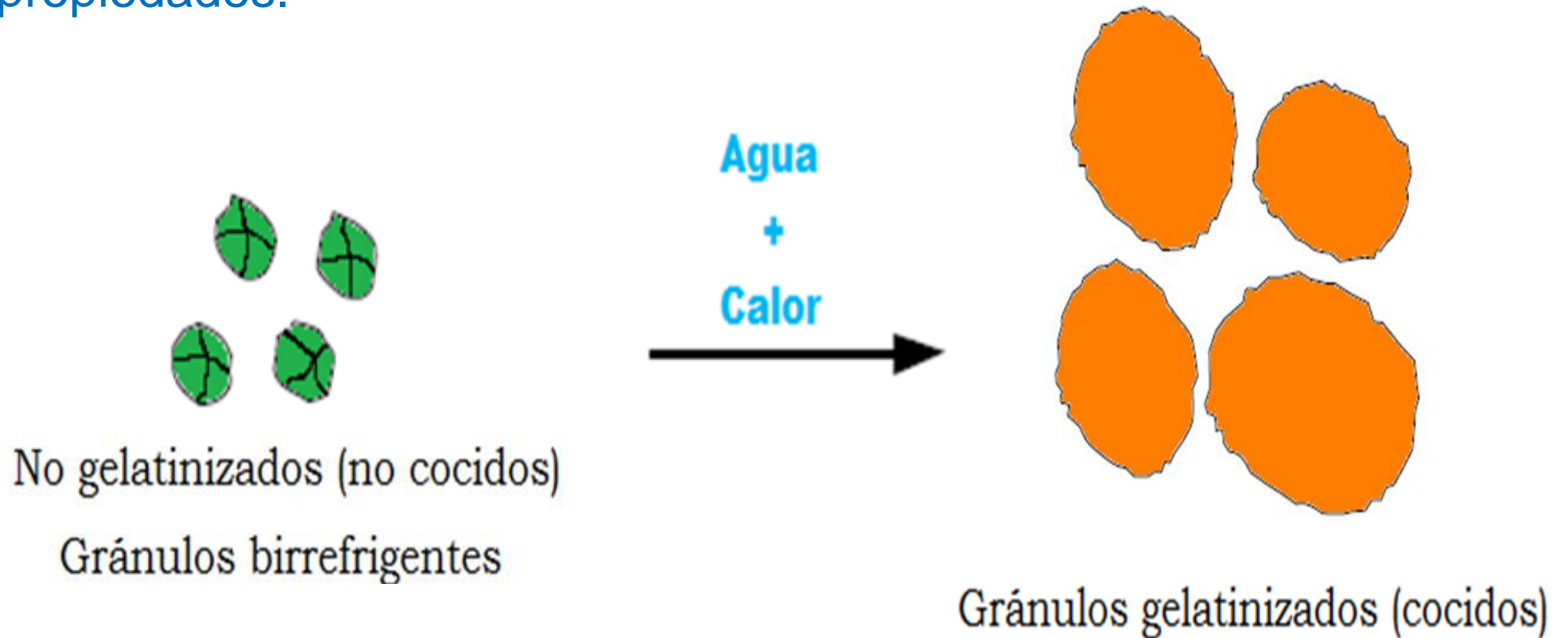




Complejo almidón-lípido. Hélice de amilosa con inclusión de una cadena de ácido graso.

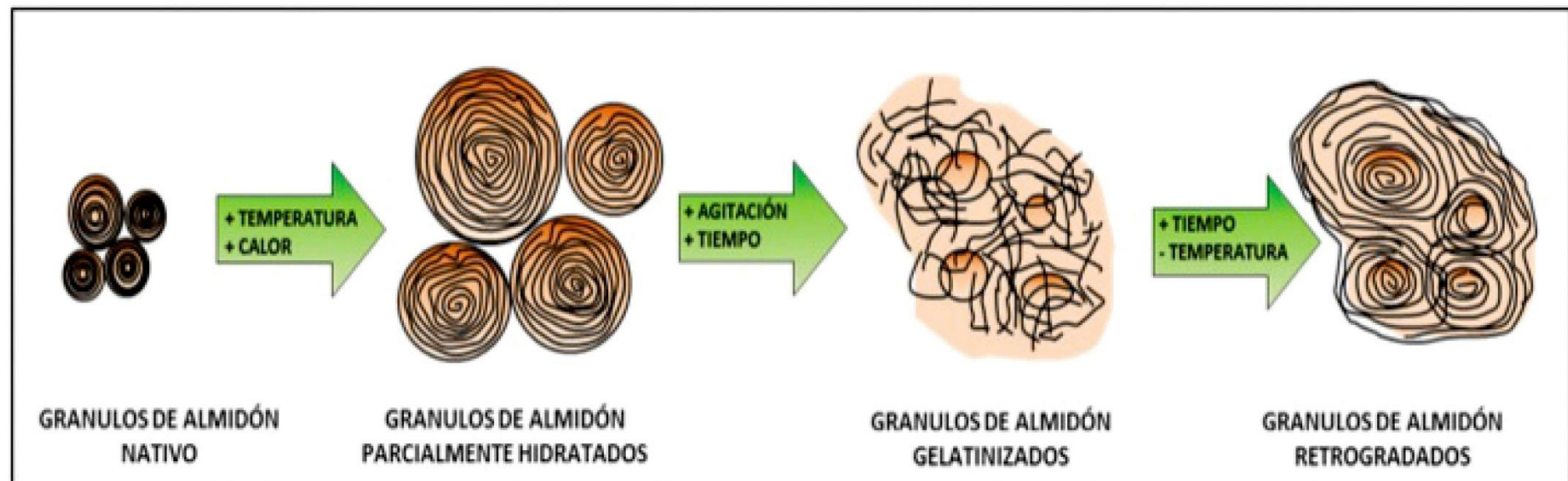


Dependiendo del tipo de almidón, estos exhiben **diferentes temperaturas de gelatinización, grado de viscosidad, pastificación, capacidad de gelificación y tasa de retrogradación**, entre otras propiedades.

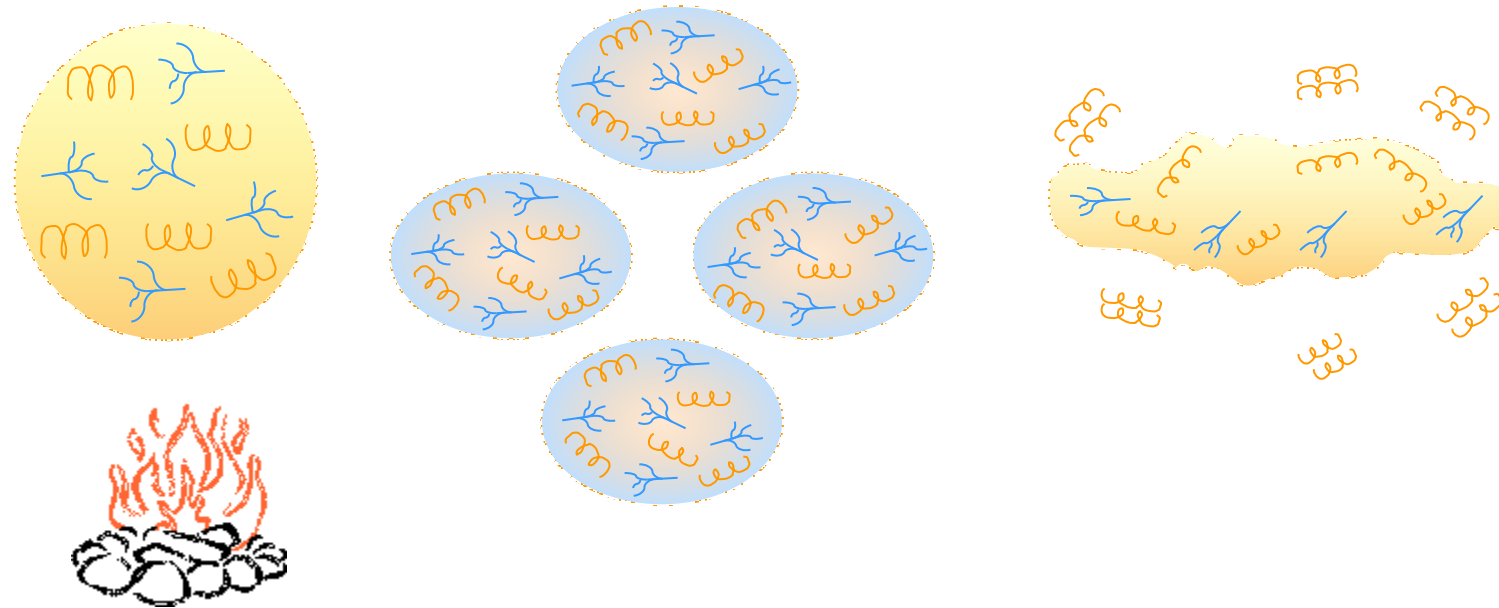




- ▶ En dispersión acuosa, la **amilosa** presenta una **mayor tendencia a recristalizarse (retrogradarse)**, a **formar geles y películas fuertes** y a manifestar un color **azul oscuro** al reaccionar con el yodo.
- ▶ La **amilopectina** retrograda más **lentamente**, forma **geles débiles y películas frágiles** y presenta una coloración **café-rojiza** al combinarse con el yodo.

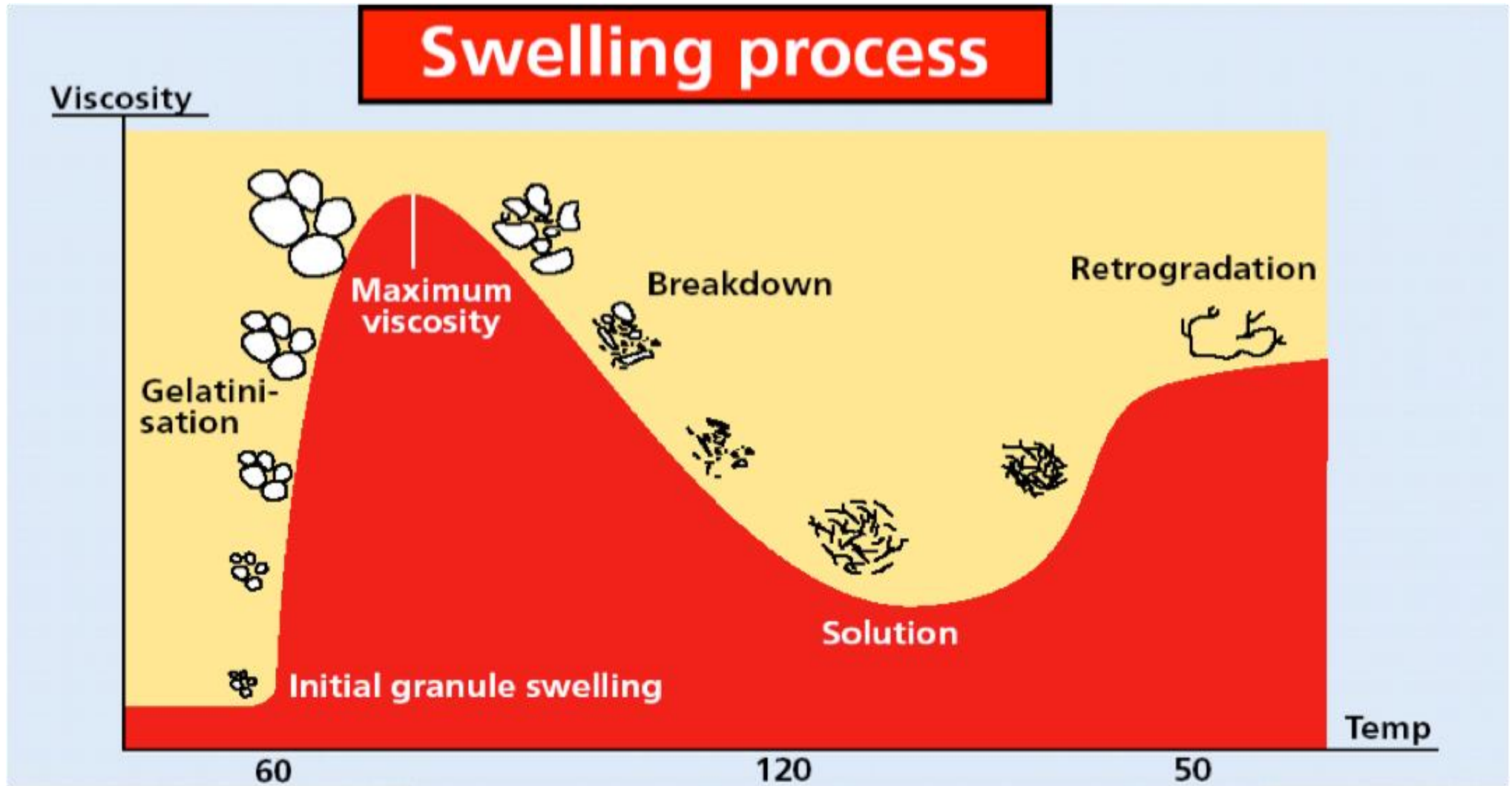


Efecto del calentamiento



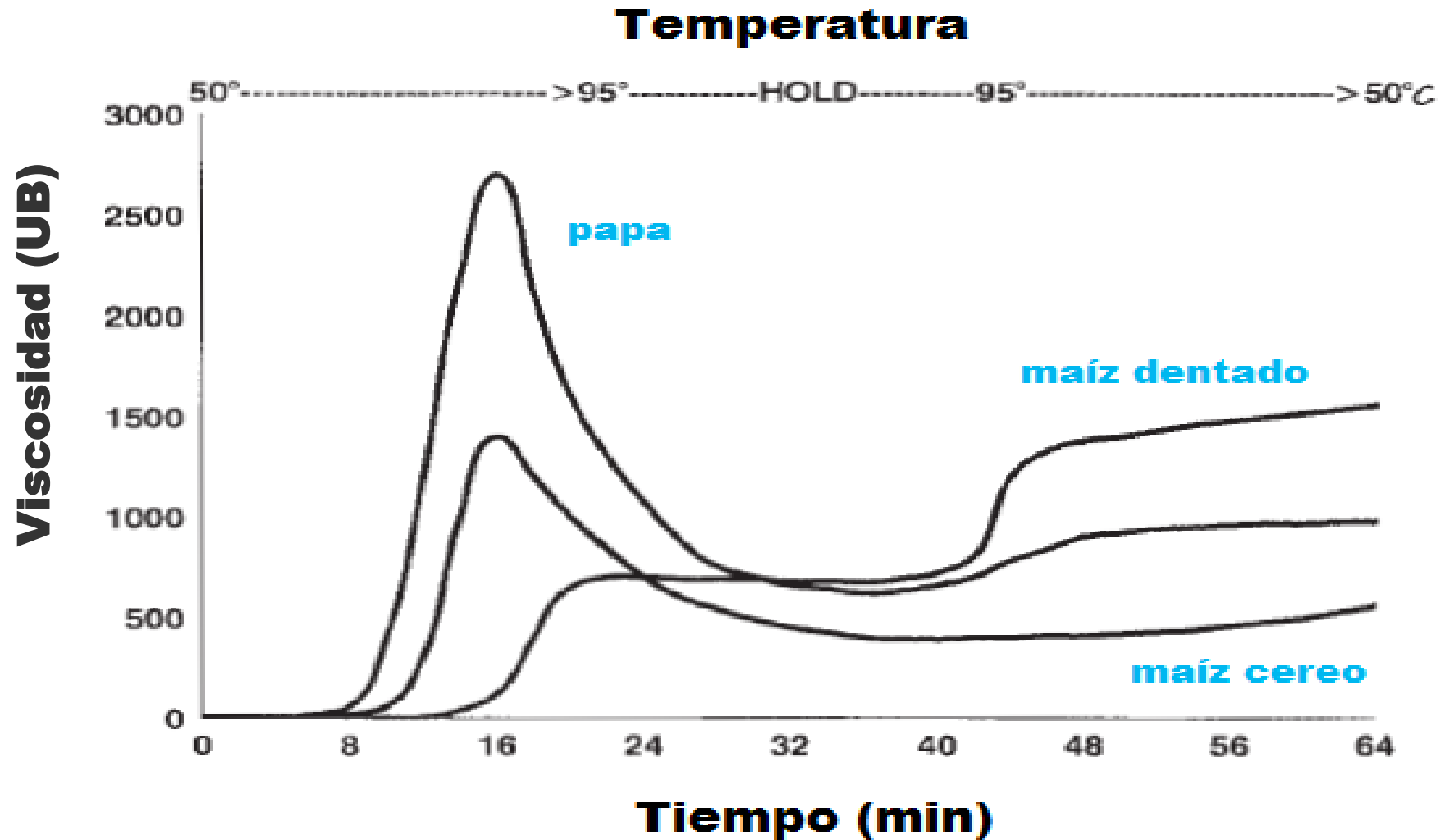


Representación de gránulos de almidón en relación a su viscosidad (viscoamilógrafo)



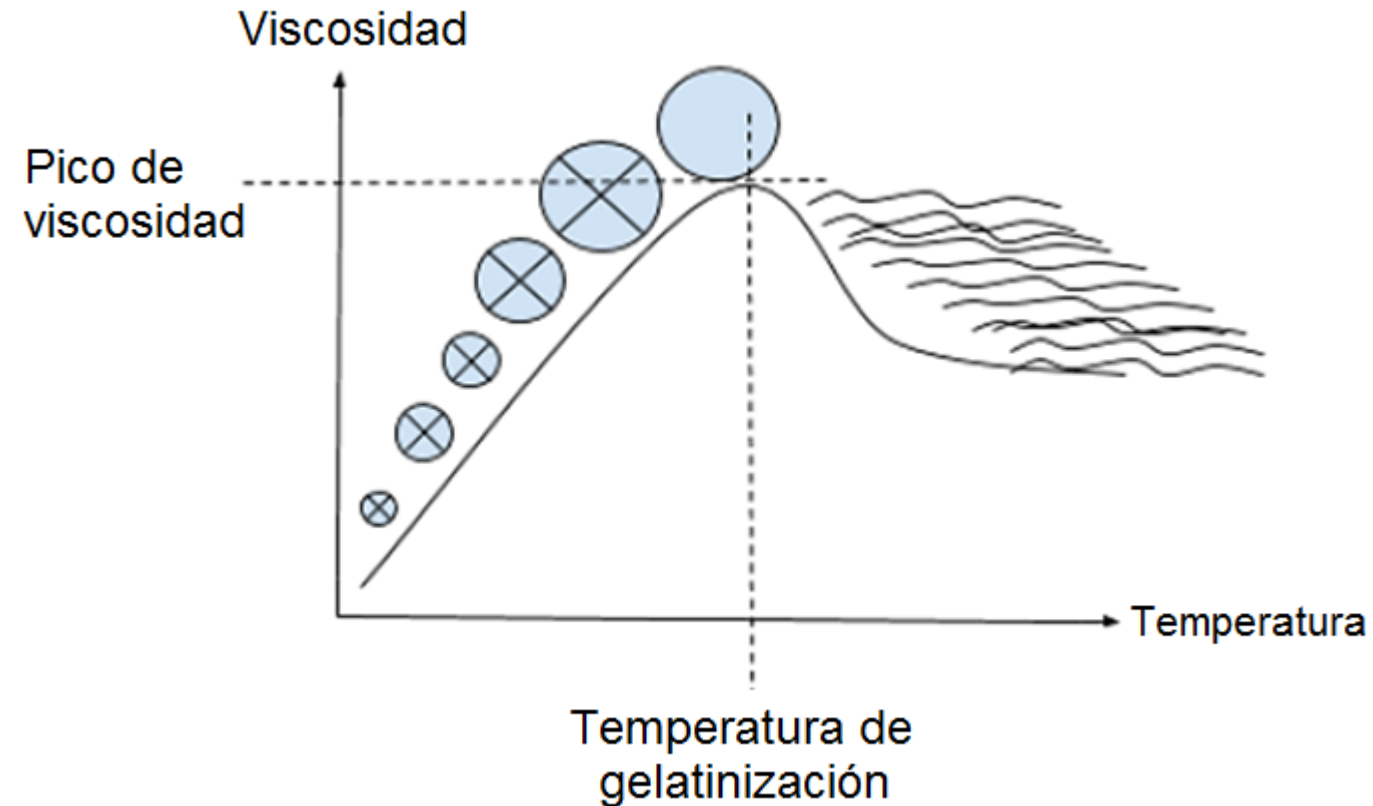


Perfiles de viscosidad de diferentes gránulos de almidón





Gelatinización: Colapso (interrupción) del orden molecular dentro del gránulo de almidón, manifestado por **cambios irreversibles** tales como hinchamiento del gránulo, fusión cristalina, pérdida de birrefringencia y solubilización del almidón.



1.1.4. Composición química

Propiedades del almidón en cereales



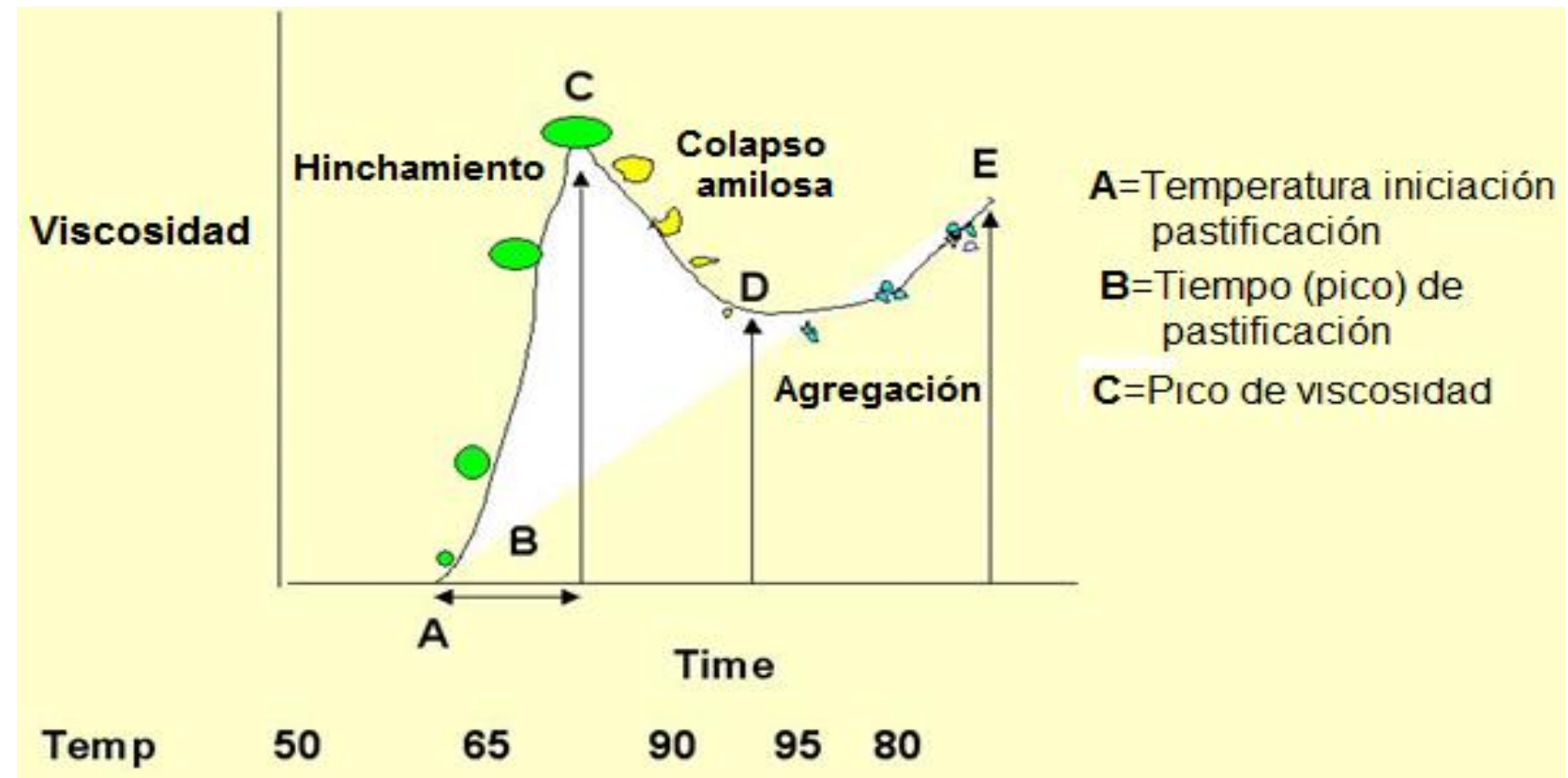
Característica	Amilosa	Amilopectina
Formación gel	Gel fuerte	No gelifica o forma geles suaves
Películas	Fuertes	Frágiles
Color con yoduro	Azul	Café-rojiza

Tipo de almidón (fuente)	°T Gelatinización (°C)
Maíz dentado	62 - 80
Maíz céreo	63 - 72
Trigo	52 - 85
Papa	58 - 65



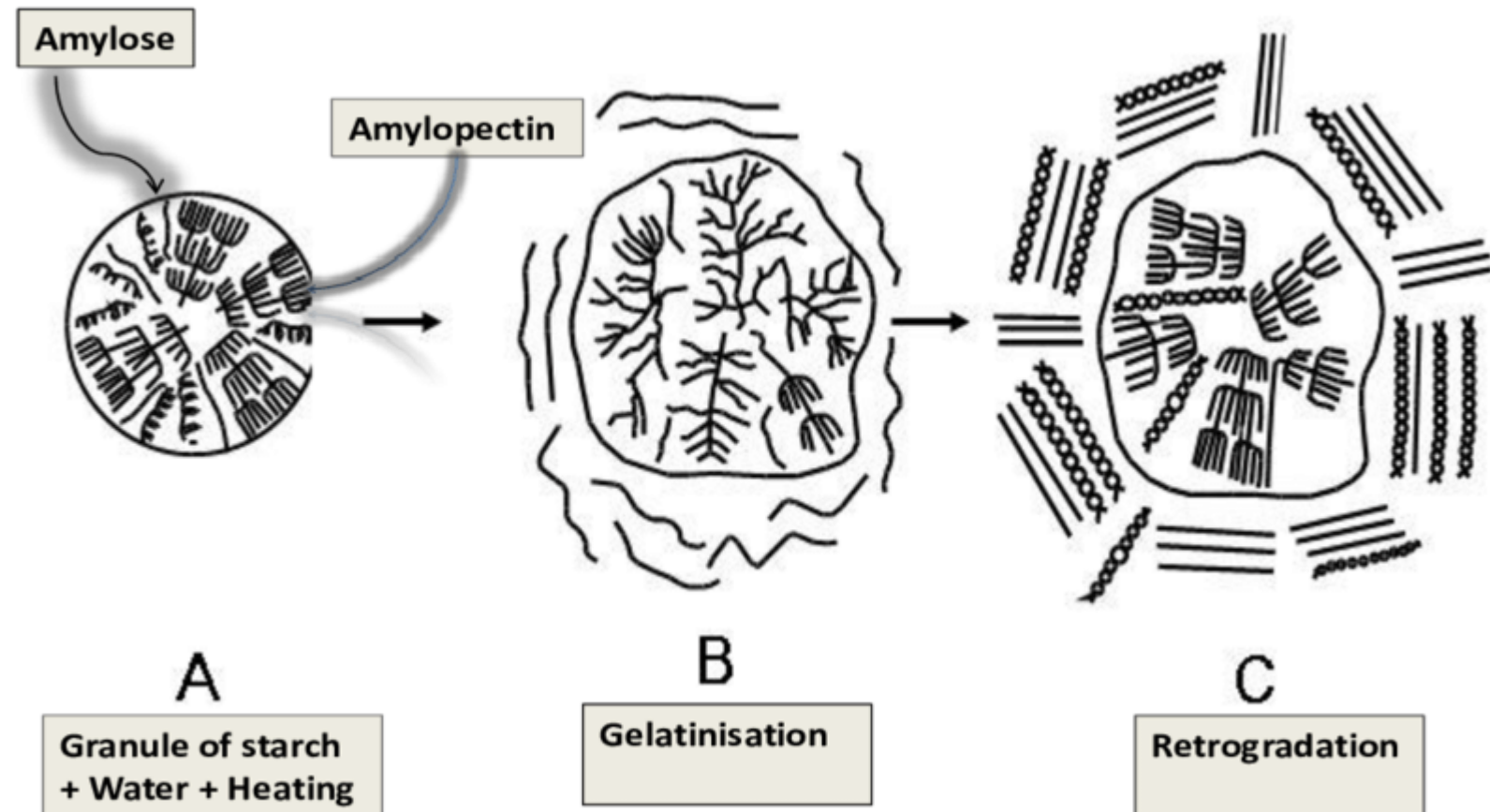


Pastificación: Ocurre cuando los gránulos se han sometido a gelatinización, provocando un **incremento en la viscosidad**. La pastificación implica hinchazón granular y exudación de los componentes moleculares granulares.



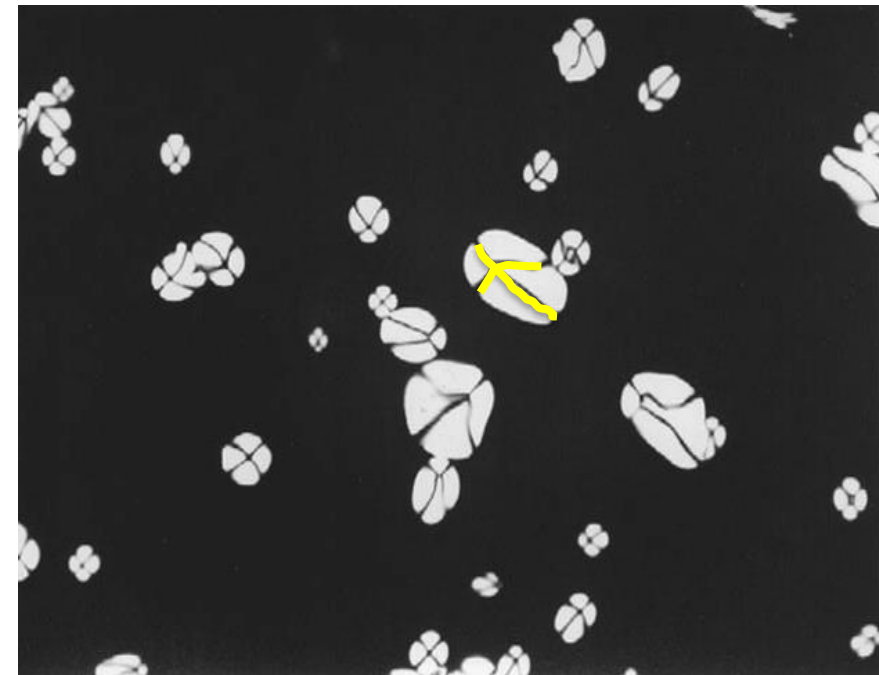
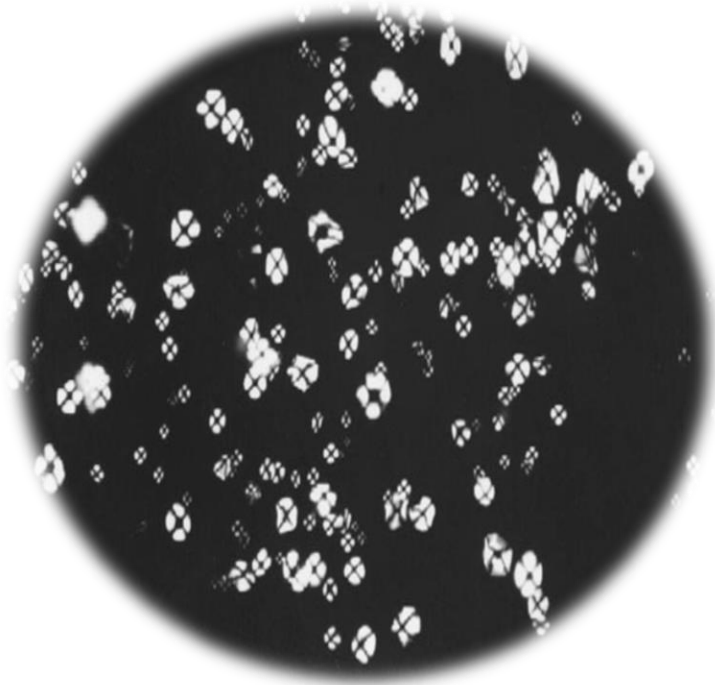


Retrogradación: Proceso durante el cual las cadenas de almidón comienzan a **re-asociarse** en una estructura ordenada.





Birrefringencia: Fenómeno que ocurre cuando la luz polarizada interactúa con una estructura altamente ordenada, como un cristal. Un patrón de **difracción cruzada**, a menudo denominado "**cruz de Malta**", se crea por la rotación de la luz polarizada a través de una región cristalina o **altamente ordenada**, tal como la que se encuentra en los gránulos de almidón.



Lectura de apoyo recomendada (solicitar o descargar)



ELSEVIER

Journal of Cereal Science 39 (2004) 151–165

Journal of
**CEREAL
SCIENCE**

www.elsevier.com/locate/jnlabr/yjcrs

Review

Starch—composition, fine structure and architecture

Richard F. Tester*, John Karkalas, Xin Qi



- ▶ BeMiller, J., y Whistler, R. (Eds.). (2009). *Starch: Chemistry and Technology*. 3ra. Ed. Elsevier & Academic Press. UK. 900 p.
- ▶ Eliasson, A-C. (Ed.). (2004). *Starch in Food. Structure, Function and Applications*. CRC Press. USA. 601 p.
- ▶ Serna, S.S.O. (2010). *Cereal Grains. Properties, Processing, and Nutritional Attributes*. CRC Press. USA. 796 p.
- ▶ Sjöo, M., y Nilsson, L. (Eds.). (2018). *Starch in Food. Structure, Function and Applications*. 2ª. Ed. Elsevier & Woodhead Publishing. UK. 918 p.
- ▶ Wrigley, C., Corke, H., Seetharaman, K. y Faubion, J. (Eds.). (2016). *Encyclopedia of Food Grains*. 2ª. Ed. Elsevier & Academic Press. UK. 1956 p.

