

Biotecnología Alimentaria: INDUSTRIA DEL PAN

Máster Universitario en Ingeniería Química
Prof. María Martín Conde

Antecedentes Históricos

- Uno de los alimentos de mayor antigüedad.
- Antiguo Egipto 3000 a de C.
- Antigua Roma hacia el año 100 a de C. existían unas 250 panaderías.
- A mediados del siglo XIX se comenzó a comercializar la levadura en la industria panadera.

El pan es el producto resultante de la cocción de una masa obtenida por mezcla de **harina**, **sal** y **agua potable**, fermentada por la adicción de **levaduras** activas.

Materias Primas: Harina

- La harina es el **ingrediente principal** en la elaboración del pan e influye de manera importante en el coste del producto final.
- Se obtiene del **cereal molido**.
- Existen números tipos de harinas: trigo, espelta, centeno, cebada, maíz, avena, arroz o incluso leguminosas.

Composición de distintos tipos de harinas (% peso)

Harina	Hidratos	Proteínas	Grasas	Fibra	Minerales	Humedad
Trigo	70,6	9,9	1,2	4,6	1,5	12,2
Espelta	60,5	12,7	2,4	9,0	1,8	13,6
Maíz	66,3	8,3	2,8	9,4	1,3	11,9
Centeno	64,8	8,9	2,2	8,5	1,9	13,7
Avena	57,7	15,0	6,4	5,6	2,8	12,5

Materias Primas: Harina

ALMIDÓN

El almidón es el mayor **polisacárido de reserva de los cereales**.

Es una macromolécula constituida por dos compuestos:

Amilosa (25%):

cadena lineales de glucosa

Amilopectina (75%):

cadena ramificadas de glucosa

Materias Primas: Harina

GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría.

Al aplicar calor (60-70°C) comienza el proceso de **gelatinización**.

El almidón se pone en contacto con agua y empieza a **absorberla**. A medida que se va cocinando la masa al horno, los gránulos de almidón se van **hinchando** a la vez que va entrando cada vez más agua dentro hasta que parte se rompen y se forma una pasta esponjosa.

Juega un papel fundamental en el **aumento del volumen de la masa** y en la formación de la **miga del pan**.

Materias Primas: Harina

GLUTEN

El **gluten** es un conjunto de **proteínas de pequeño tamaño**, contenidas exclusivamente en la harina de los cereales de secado (trigo, espelta, cebada, centeno, avena, ...)

Representa el 80% del total de las proteínas del trigo.

El gluten está compuesto por **Glutenina y Gliadina**.

El gluten es el responsable de la **elasticidad de la masa** de harina y **confiere consistencia a la masa horneada**. **Poder espesante** y favorece la **cohesión de los ingredientes de la masa**.

Muchas personas son incapaces de digerir esta proteína por completo ya que tras la ingesta se generan fragmentos proteicos que activan el sistema inmunológico al detectar esos fragmentos como tóxicos, desencadenándose una reacción adversa.

Materias Primas: Agua

El medio húmedo es necesario para la fermentación:

- **Hidratar la harina.**
- **Hinchar los gránulos de almidón.**
- **Favorecer la elasticidad del gluten.**

¿Influencia de la calidad del agua (dura – blanda)?

BAJA comparada con otros factores implicados
en el proceso de elaboración:
calidad de la harina, fermentación,
tipo y tiempo de amasado, masa madre usada, ...

Materias Primas: Sal

- La sal en la masa aumenta notablemente la **firmeza y mejora su manejabilidad**.
- El exceso de sal tiende a **reducir la capacidad de la levadura**, incluso puede detener la fermentación.
- **Inhibe la acción de las bacterias ácidas**. La sal reduce la acidez de la levadura por su propiedad antiséptica.
- La sal **favorece el colorido de la corteza** y le confiere un aspecto más atractivo. *El pan sin sal es siempre más pálido.*
- La sal **mejora el aroma y el sabor** del pan.
- La sal en el pan tiene la capacidad de aumentar la retención de humedad de la miga, prolongándose la **conservación del pan**.

Materias Primas: Levadura

Tipo de hongo que realiza la **fermentación de la masa transformando los azúcares en CO₂** creando pequeñas bolsas de aire.
La masa se hincha y gana volumen.

La levadura más utilizada se llama *Saccharomyces cerevisiae*
y se utiliza también para hacer vino y cerveza

Levadura de Panadería o Comercial

Se obtiene **industrialmente a partir de cultivos puros** de *S. cerevisiae*.
Uso muy extendido en los sistemas actuales de elaboración de pan.

LEVADURA FRESCA (prensada o en pasta)

Se comprime o prensa tras obtenerse del fermentador y posteriormente se **refrigera en forma de cubos** para su conservación.

Su **vida útil es corta**, de unas pocas semanas.

LEVADURA SECA O DESHIDRATADA (polvo)

Se obtiene de tanques de fermentación y posteriormente se deseca por **liofilización** para detener los procesos metabólicos de las levaduras **y alargar su vida útil** sin que tengan que conservarse refrigeradas.

Para su **reactivación metabólica** tiene que rehidratarse en medio acuoso templado (25-30°C) antes de mezclarse con la masa.

Levadura de Masa Madre

La masa madre es un **cultivo de levaduras presente de manera natural** en alimentos como la harina.

Antes de que existiese la levadura comercial se utilizaba para fermentar el pan.

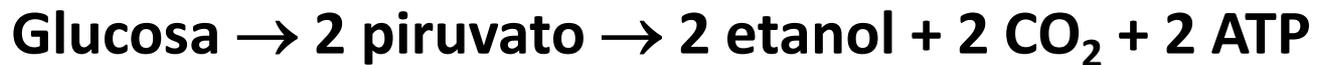
Se debe mezclar harina y agua hasta obtener una masa fluida. Después, **se deja reposar durante unos días** y, pasados esos días, se quita la mitad de esa masa y se añade más mezcla de harina y agua. Así, varias veces.

En una semana, tendremos una especie de cultivo que burbujea y que es la que se puede utilizar cuando hacemos el pan, mezclándola con harina y agua.

Una de las ventajas de la masa madre es que no tengamos que hacer uso de la levadura industrial y que la fermentación sea más lenta (mejor conservación del pan y reducción de la carga glucémica).

Los panes elaborados con masa madre **son un poquito más ácidos y algo más pesados**. La corteza puede tener un color más oscuro y ser un poquito más dura.

Fermentación Alcohólica



- **Enzimas** catalizan todas las reacciones.
- **CO₂**, gas que “infla” la masa, en forma de burbujas.
- El alcohol (**etanol**) se evapora durante el horneado.

Miga del Pan

MIGA DEL PAN: Almidón + CO₂

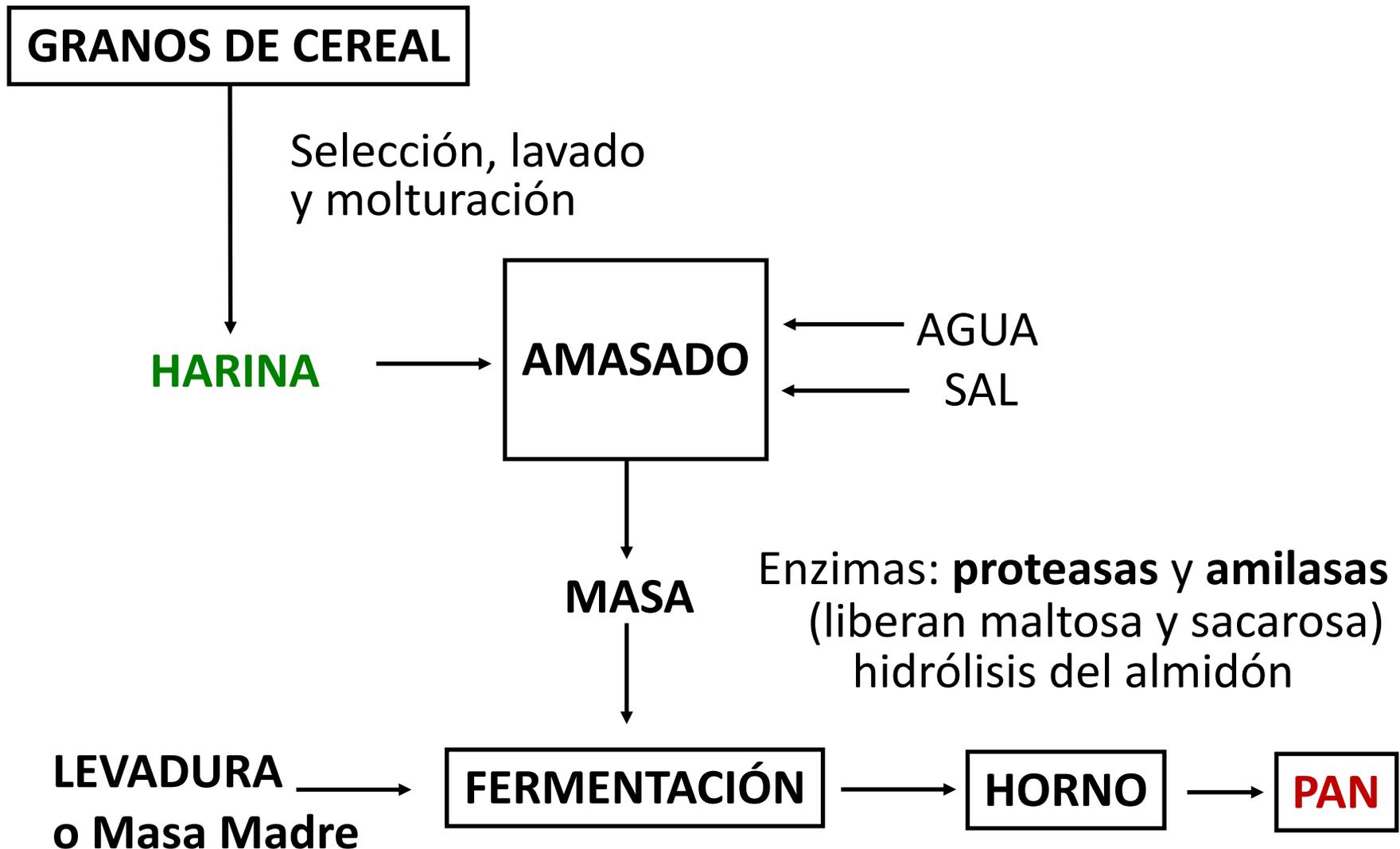
En el **AMASADO** se humedece la parte externa del almidón (insoluble en agua fría).

Durante la **COCCIÓN** del pan, los gránulos de almidón retienen agua, se hinchan y se agrupan. Así, forman una **capa rígida que sirve de pared a las burbujas de CO₂**.

Las burbujas de CO₂ intentan salir al exterior.

Los gránulos de almidón comienzan a gelatinizarse y así se forma una masa esponjosa en el pan y se construye una red formada por galerías interconectadas que se llama **miga**.

Proceso de fabricación del Pan



Elaboración Tradicional del Pan

No existe un sólo método de panificación, varía en función del tipo de pan, el obrador y las materias primas a utilizar. Las etapas más comunes son:

- **Amasado:** Mezclar de forma homogénea los ingredientes básicos (agua, harina, sal y levadura) hasta una masa flexible y elástica.
- **Reposo - 1ª fermentación:** Se deja la masa hasta doblar su volumen.
- **División:** Pesar y cortar la masa en partes homogéneas.
- **Boleado:** Preformado para un mejor manejo de la masa.
- **Formado:** Forma deseada al pan.
- **2ª Fermentación:** Se deja la masa reposar de nuevo hasta doblar el volumen.
- **Cocción - horneado:** Internamente se forma la miga, la corteza se endurece y adquiere un tono dorado.
- **Enfriamiento:** Completa las reacciones químicas (restos agua, etanol y CO₂).

Elaboración Industrial del Pan

No existe un sólo método de panificación, varía en función del tipo de pan, el obrador y las materias primas a utilizar. Las etapas más comunes son:

- **Amasado, fermentación y 1ª cocción:** la masa se elabora, fermenta y cuece como en el proceso tradicional, pero la cocción se interrumpe antes del acabado del producto.
- **Enfriamiento y congelación:** el pan se enfría y posteriormente se congela.
- **Almacenamiento y transporte:** se almacena a temperatura constante no superior a -18°C y se transporta hasta el punto de venta en vehículos congeladores, para no romper la cadena de frío.
- **2ª Cocción-horneado:** una vez en el punto de venta, se termina la cocción en hornos especiales.

La principal diferencia es el tiempo de fermentación y las dos cocciones del pan

Reacción de Maillard

El **color de la corteza del pan** proviene de la caramelización de los azúcares de las **reacciones de Maillard** entre azúcares reductores y aminoácidos.

- Requieren **calor** y son **reacciones no enzimáticas**.
- **Reacciones complejas y en etapas**, comenzando con la combinación de un grupo aldehído ($-CHO$) de un azúcar reductor con el grupo amino ($-NH$) de un aminoácido de una base. En las siguientes etapas, se pueden producir más de cien diferentes compuestos.
- Los productos de las reacciones de Maillard van desde **productos sin color hasta los de color intenso**.

Retrogradación

Una vez que el pan se saca del horno y se deja enfriar, comienza el proceso de envejecimiento en el que finalmente la **miga del pan se endurece**.

RETROGRADACIÓN:

reposo de las moléculas de amilosa y amilopectina que se habían desordenado durante la cocción que se reorganizan uniéndose entre ellas formando una estructura ordenada.

La cristalización tiene como resultado el **endurecimiento de la miga de pan**.

Este proceso conduce también a pérdida de agua de la miga, que migra hacia la parte exterior del pan y que tiene como efecto que la corteza del pan se ablande a la vez que el interior se endurece.

El endurecimiento del pan supone pérdidas económicas importantes.

Mejora biotecnológica de levaduras de panadería

CRISPR

Herramienta de **edición genética** que está revolucionando la medicina y la agricultura.

Trigo genéticamente modificado SIN GLUTEN apto para pacientes celíacos. Elimina el 90% de las gliadinas en trigo. Proceso de interferencia por ARN, que **detiene la producción de proteínas específicas**.

No se añade ningún gen externo, por lo tanto, no se trata de organismos transgénicos. Modificación de alguna letra del gen de interés, bien sea para inactivarlo o para reactivarlo.