

CEREALES

(del lat. Ceres, diosa de la Agricultura)

CAA, art. 643

Semillas o granos comestibles de las gramíneas: arroz, avena, cebada, centeno, maíz, trigo, etc.

- Libres de impurezas, productos extraños, materias terrosas, parásitos
- No se hallarán alterados, averiados o fermentados
- N o deben contener más de 15% de agua a 100°-105°C

Está permitido:

- Pulimento, lustre, abrillantado o glaseado de creales descortezados mediante glucosa o talco (aumento de peso por la operación no mayor al 0,5%)
- Blanqueado con anhídrido sulfuroso (cereal puede presentar hasta 400 mg de SO₂/ kg)

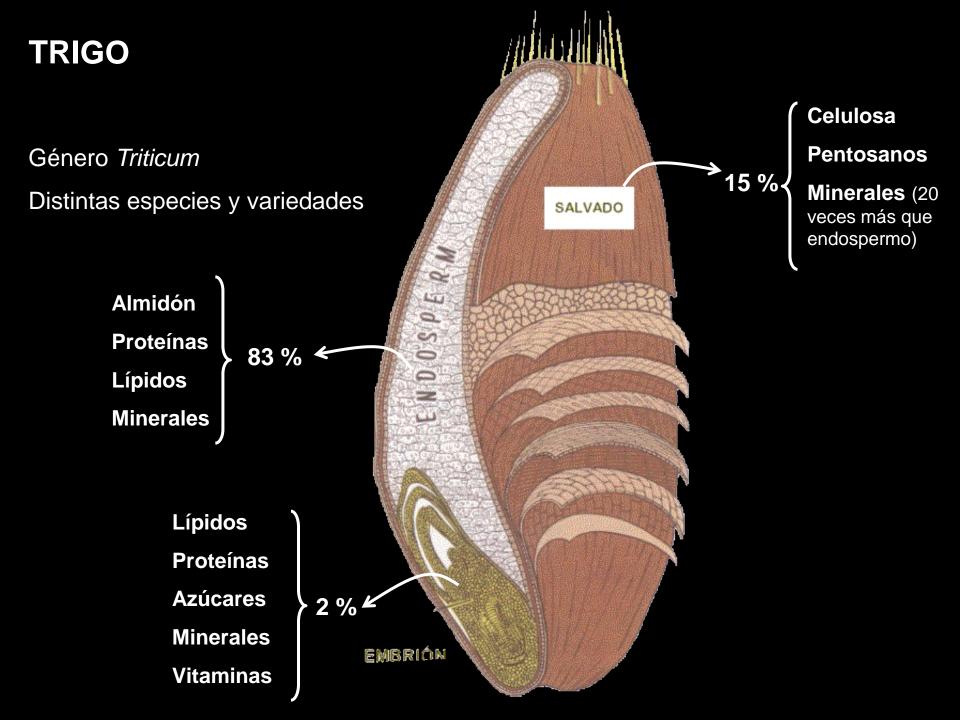
CEREALES

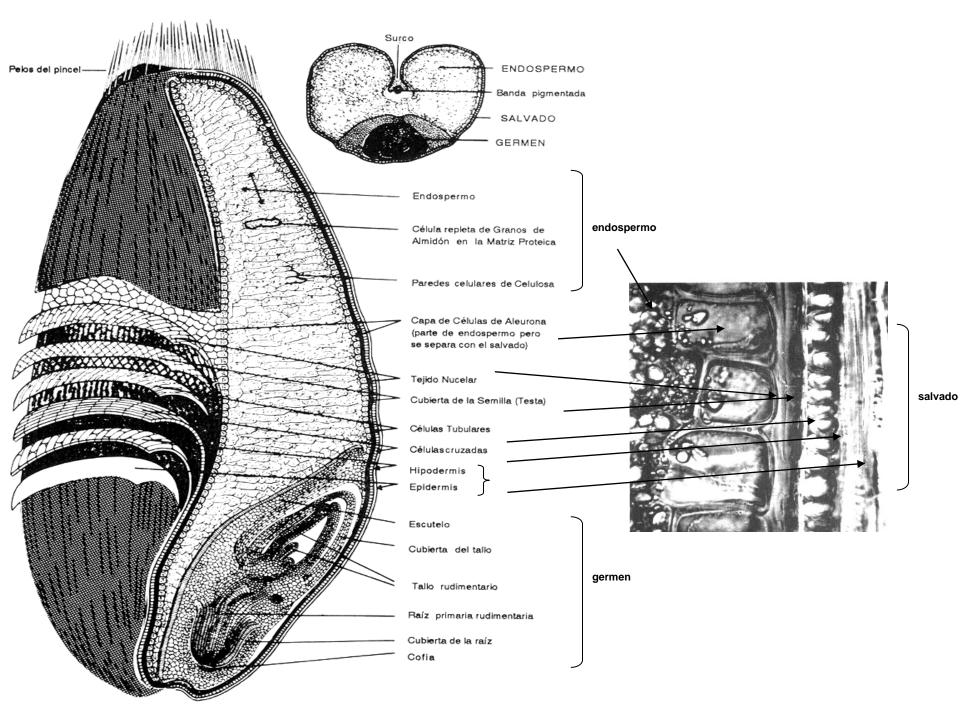
- Plantas herbáceas
- Clase Monocotiledónea
- Familia Poaceae o Gramineae
- Semillas empleadas para alimentación de gran interés (trigo > arroz > maíz > cebada > sorgo > mijo > avena).

Presentan un fruto seco e indehiscente llamado cariópside, o vulgarmente grano, a cuya única semilla está íntimamente adherido el pericarpio.

La cariópside está formada por:

- Pericarpio (parte externa, salvado, afrecho)
- Endospermo o albumen
- Embrión (germen)





Pericarpio

Formado por diversos tegumentos. Celulosa (20%), proteínas (6%), cenizas (2%), lípidos (0,5%), pentosanos (70%).

La aleurona aporta P, fitatos, niacina, tiamina y riboflavina.

Endospermo

Porción farinácea. Rico en almidón, proteínas, lípidos, vitaminas del grupo B, A y E, y minerales.

Germen

Lípidos (52%), proteínas (25%), azúcares (18%) y minerales (5%). Vitaminas del grupo B y tocoferoles.

HARINAS

CAA, art. 661

...producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo que responda a las exigencias de éste.

Tipificación comercial (productos obtenidos por molienda gradual y metódica del endospermo en cantidad de 70-80% del grano limpio):

- cuatro ceros (0000)
- tres ceros (000)
- dos ceros (00)
- cero (0)
- medio cero (medio 0)
- harinilla de primera
- harinilla segunda

Harina tipo	Humedad g/100 g	Cenizas g/100 g	Absorción g/100 g	Volumen pan
	Máximo	Máximo		Mínimo
0000	15,0	0,492	56-62	550
000	15,0	0,65	57-63	520
00	14,7	0,678	58-65	500
0	14,7	0,873	60-67	475
1/20	14,5	1,350	-	-

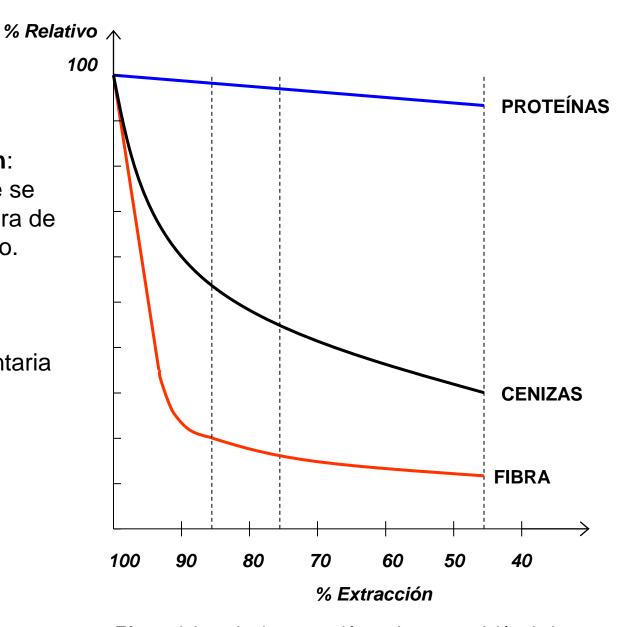
Harinillas tipo	Humedad g/100g	Cenizas g/100 g	Tamizado
	Máximo	Máximo	
Primera	14,5	1,35-2,00	50, 60 y 80 XX sin residuo
Segunda	14,5	2,00-3,00	50 y 60 XX 8 XX hasta 10%

- Humedad: 130°C, 1 h.
- Cenizas: 900-920°C (sobre producto seco. Tolerancia de hasta el 3% sobre valores establecidos).
- Absorción: cantidad de agua que absorben 100 g de harina.
- Volumen de pan: volumen de pan que se obtiene con 100 g de harina.
- Si humedad > 15 % se deteriora por formación de hongos

Grado de extracción:

Cantidad de harina que se obtiene luego de la moltura de 100 kg de grano limpio.

- > Grado de extracción
- cantidad de fibra alimentaria y cenizas



Efecto del grado de extracción en la composición de la harina

Composición de la harina de trigo (por g de harina)

Componentes

120 mg proteínas

710 mg de almidón

50 mg componentes minoritarios

120 mg humedad

Subcomponentes

39 mg gluteninas LMW 9 mg gluteninas HMW 48 mg gliadinas 24 mg globulinas

554 mg amilopectina156 g de amilosa

Pentosanos Lípidos Componentes de pared celular

Agua

Almidón

• Principal componente de la harina

57 % para harina de 100 % de extracción

71 % para harina de 75 % de extracción

• Forma gránulos de forma y tamaños variables

Trigo > distribución de tamaños

Centeno: grandes

Cebada: medios

Trigos duros

- Endospermo denso y duro
- Almidón y proteínas estrechamente ligados
- Mayor resistencia al molturado
- Granos mayores y más dañados
- Aptos para panificación

Trigos blandos

- Endospermo menos denso
- Almidón y proteínas poco ligados
- Mayor facilidad al molturado
- Gránulos más pequeños e íntegros
- Aptos para pastas y otros usos

Integridad de los gránulos de almidón

- Variedad de trigo
- Acondicionamiento del grano
- Proceso de molturación

Almidón absorbe agua junto con proteínas (estructura reticular)

Capacidad de absorción de agua

Tipo, tamaño e integridad de gránulos de almidón

A mayor dureza de trigo mayor daño en molienda

Gránulos más dañados:

- · Mayor absorción de agua
- Mayor sensibilidad a la acción enzimática
- Mayor liberación de azúcares (amilasas)
- · Color más intenso de la corteza
- Mayor producción de gas (mayor volumen)
- Mejor conservación

Enzimas amilolíticas o diastásicas

Tipo: hidrolasas

Sustrato: almidón

Presentes en harinas (distintas partes del grano) Rol fundamental en panificación

α -amilasa (1,4- α -D-glucanglucanohidrolasa)

- Endohidrolasa activa sobre enlaces glucosídicos α-1,4
- Actúa en gránulos dañados o nativos
- Proviene de aleurona y germen
- Productos: dextrinas y oligoglucósidos (maltosa, maltotriosa, maltotetrosa, etc.)
- Inactiva a 70-75 °C
- Disminuyen viscosidad del almidón

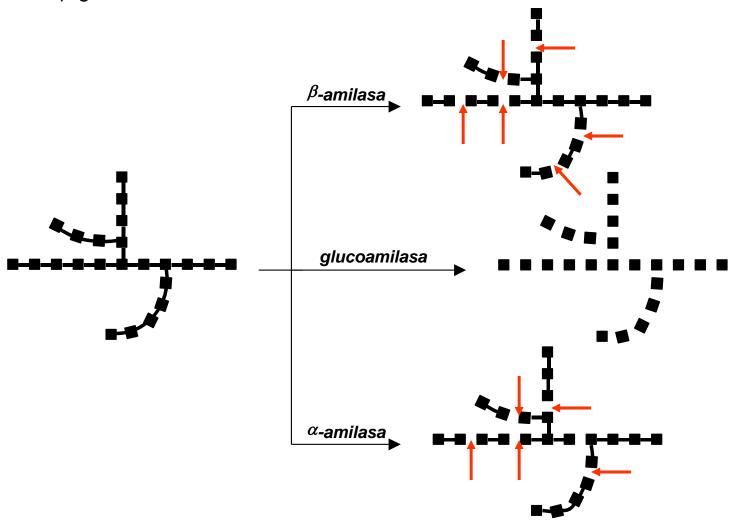
β-amilasa

- Exohidrolasa activa sobre enlaces glucosídicos α -1,4 desde extremo no reductor
- Actúa sobre gránulos de almidón dañados o con previa acción de la α-amilasa
- Proviene de endospermo
- Productos: maltosa y dextrinas límite
- Inactiva a 52-65 °C



Glucoamilasa o amiloglucosidasa

- Enzima desramificante (bajas proporciones) activa sobre enlaces glucosídicos α -1,4 y β -1,6, desde extremos no reductores
- Producto: β-glucosa



PRODUCTOS PANIFICADOS

- Harina es el ingrediente más importante
- Formación de masa viscoelástica (retiene gas de fermentación)
- Se obtiene de granos de cereales

Aptitud o Capacidad de panificación de las harinas

TRIGO (excelente en ciertas variedades)
CENTENO (media)
CEBADA (baja)
AVENA, ARROZ, MAÍZ, SORGO, MIJO (no aptas)

Características de las harinas, dependen de:

- Cosecha (Iluvias, temperaturas, plagas, fertilización, riego, etc.)
- Condiciones de cultivo
- Procesamiento
- Almacenamiento

Enzimas amilolíticas generan azúcares fermentables → Sustratos de levaduras

- Evolución de CO₂ (esponja)
- Generación de sustancias volátiles (sabor, flavor)

 α -amilasa más importante

- Hidroliza almidón dañado
- Mayor termoestabilidad
- Estable a pH 5-5,6
- Se activa frente a Ca (mientras β-amilasa se inactiva)

Falling number

- Actividad de α -amilasa de una harina (se expresa en s)
- Valores normales: 220-250 s
- A mayor falling number menor actividad de α-amilasa (menor hidrólisis, viscosidad disminuye poco)
- Puede aumentarse por agregado de amilasas exógenas

Azúcares

- 1,5-2,5 % de azúcares simples presentes en la harina
- Sacarosa y maltosa
- Sustratos de enzimas nativas (maltasa, invertasa)
- Generan glucosa (sustrato inicial de levaduras)

Proteínas

Clasificación de acuerdo a solubilidad:

Prolaminas: solubles en etanol 70%

Glutelinas: solubles en medios ácidos o básicos diluidos

Albúminas: solubles en agua o soluciones salinas diluidas coagulan con calor

Globulinas: solubles en soluciones salinas diluidas

Reserva (endospermo) Pobres en Lys, Met y Tyr

Aleurona, salvado y germen Mejor balance de aa

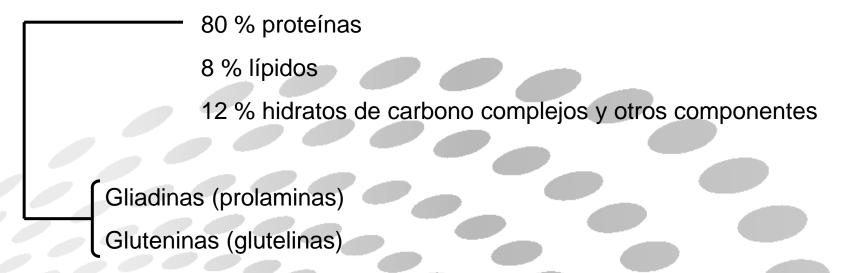
Trigo, cebada y centeno

Contienen glicoproteínas solubles en agua y no coagulables por calor **Maíz, sorgo y arroz**

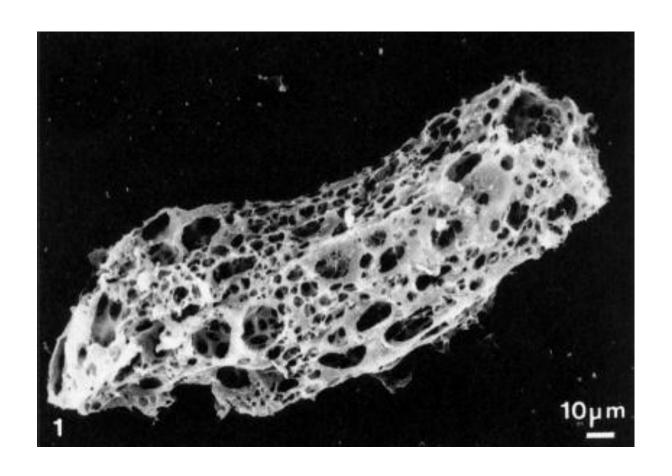
Contienen proteínas insolubles en ácidos o bases diluidas

GLUTEN

- Material gomoso que resulta al lavar una masa hasta eliminar completamente el almidón
- Formado por:



- Rol determinante en la calidad panadera de una harina
- Condiciona capacidad de absorción de agua, cohesividad, viscosidad y elasticidad



Micrografía de una partícula de harina luego de la remoción del almidón

Gluten

- Dos fracciones proteicas principales (por solubilidad en alcohol diluido)
- Determinan características reológicas de la masa (funciones divergentes)

Gliadinas solubles Gluteninas insolubles

Gliadinas hidratadas

- Poco elásticas y menos cohesivas que gluteninas
- Contribuyen a la viscosidad y extensibilidad de la masa

Gluteninas hidratadas

- Cohesivas y elásticas
- Responsables de la fuerza y elasticidad de la masa

Gluten: pegamento de dos componentes Gliadinas actúa como plastificante o solvente de las gluteninas

Proporción de ambas fracciones determina propiedades viscoelásticas de la masa (calidad de producto final)

Gliadinas

- Polipéptidos de PM entre 28 y 80 kDa
- Tipos α , β , γ y ω
- Enlances disulfuro intermoleculares no abundantes (principalmente intramoleculares)
- Masa de gliadina + almidón es viscosa y no elástica

Gluteninas

- Polipéptidos de PM entre 12 y 130 kDa (> 90 kDa: alto PM)
- En el gluten forman agregados mediante enlaces disulfuro intermoleculares (muy altos PM)
- Reacciones de intercambio: SH ⇔ S₂ confieren elasticidad

Ambos tipos de proteínas se unen a lípidos (enlaces hidrofóbicos)

Contenido proteico total de una harina: medida relativa del nivel de proteínas formadoras de gluten (índice de aptitud panadera)

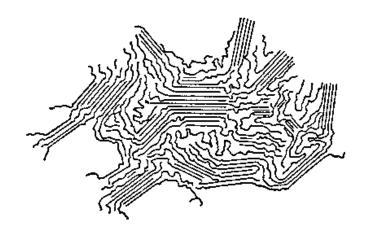
7 – 8, 5 % : repostería 10 – 11,7 % todo uso 11,7 – 12,9 % pan 13 – 13,7 % de gluten medio/alto 13,8 – 14,2 % de extra alto gluten

Desarrollo del gluten

- Formación de una red tridimensional formada por gliadinas, gluteninas, otros componentes y agua mediante la aplicación de trabajo mecánico (amasado)
- Se producen "desnaturalización", interacciones proteína-proteína (enlaces disulfuro)
- También intervienen interacciones hidrofóbicas, puentes de H y enlaces iónicos

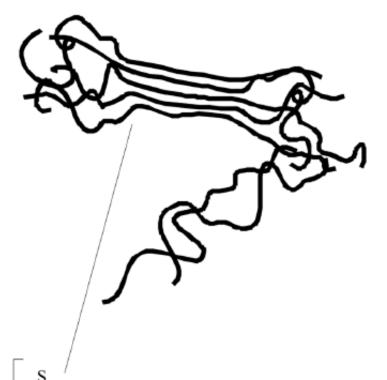
ESTRUCTURA DE UNA MASA PANIFICABLE

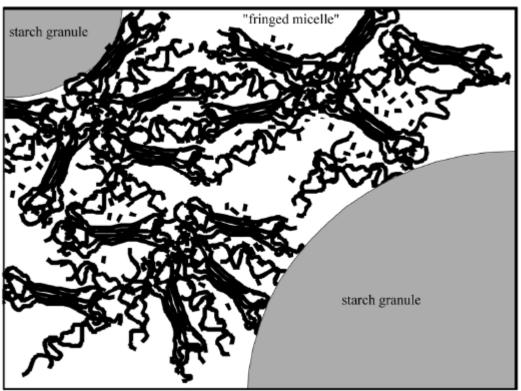
Intervienen proteínas y almidón



Micela "con flecos" (2001): complejo que incluye zonas "ordenadas" constituidas de macropolímeros (líneas negras), que representan principalmente subunidades de gluteninas, parcialmente alineados mediante puentes disulfuro, que se encuentran ligadas mediante zonas amorfas

Zonas de macropolímeros alineadas mediante puentes disulfuro (formados durante amasado)





S

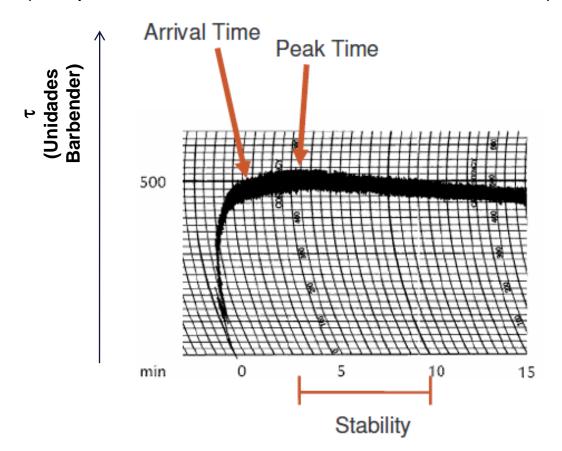
Representación
esquemática de los
polímeros formados
mediante enlaces disulfuro
entre subunidades de
gluteninas

ESTUDIO DE LA FORMACIÓN Y DESARROLLO DE LA MASA

Ingredientes + fuerza mecánica —————— masa cohesiva viscoelástica

Reología: estudia la deformación, flujo o falla (ruptura, colapso) de los materiales bajo la aplicación de una fuerza

FARINOGRAMA (comportamiento de la masa durante el amasado)



Harina se mezcla con suficiente cantidad de agua hasta centrar el trazo en 500 UB (absorción)

- Tiempo de arrivo: tiempo que toma la masa en llegar a 500 UB
- Tiempo pico: tiempo que toma la masa en llegar a la máxima fuerza

(indicadores de la cantidad/calidad proteica de la harina)

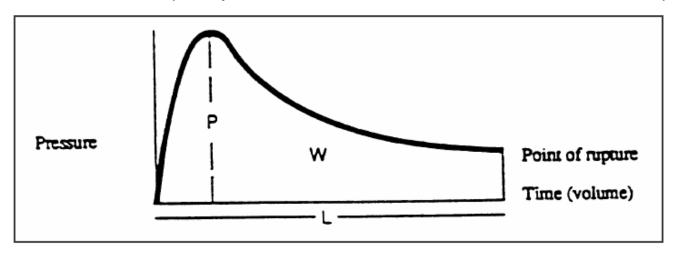
- *Estabilidad*: período entre el tiempo pico y el tiempo en que la fuerza de la masa cae por debajo de 500 UB (calidad proteica)
- Índice de tolerancia de amasado: caída en UB desde el valor registrado a tiempo pico y a 5 min luego del mismo (comportamiento de la masa durante la etapa crítica final del amasado)

Parámetros farinográficos de harina adecuada para elaborar baguettes:

Absorción: 61 % +/- 2 % Tiempo pico: 7 min Estabilidad: 12,5 min

ITA: 30 UB

ALVEOGRAMA (comportamiento de la masa durante el levado)



P: altura de pico: resistencia de la masa a la deformación (propiedades elásticas)

L: longitud de la curva desde el origen hasta el punto de ruptura (propiedades de extensibilidad)

Relación P/L: indicativa de propiedades viscoelásticas de la masa

P/L = 1 (balance entre elasticidad y viscosidad)
P/L > 1 (mayor elasticidad)
P/L< 1 (mayor extensibilidad)

W: Área bajo la curva (proporcional a la energía requerida para la deformación: fuerza de la masa)

Rango W Características / usos

45-120 Muy débil. No adecuada para panificación

120-160 Débil. Adecuada para galletitas

160-250 Fuerza media. Apta para ciertos panes (ciabatta, focaccia, etc.)

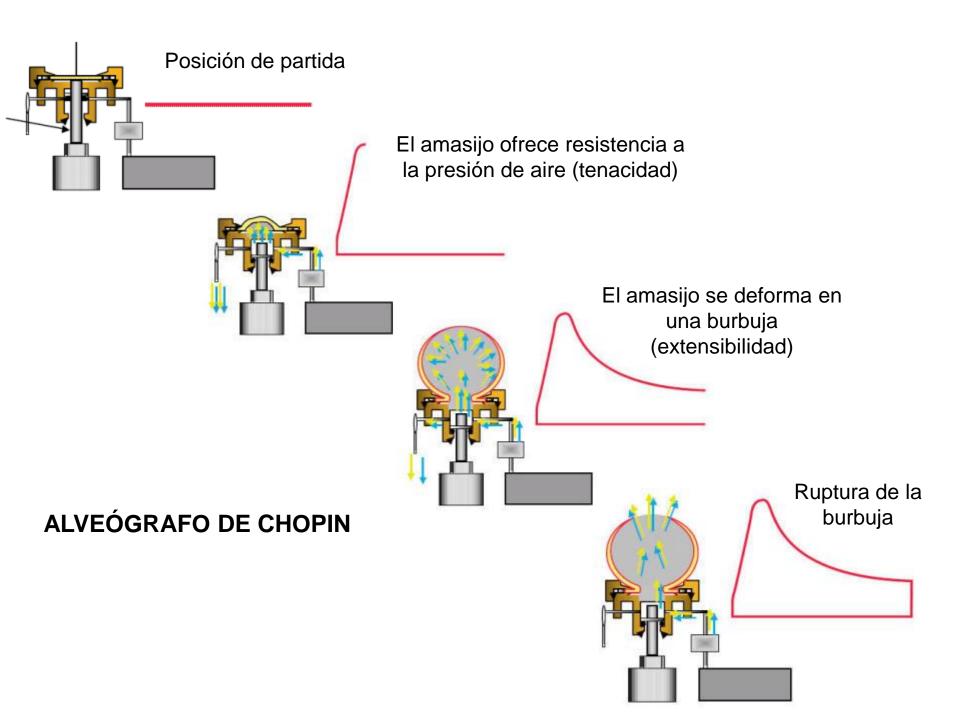
250-310 Buena fuerza. Apta para panes de volumen

310-320 Alta fuerza









ADITIVOS OXIDANTES Y REDUCTORES

Afectan desarrollo del gluten mediante formación/ruptura de enlaces disulfuro. Cisteína (-SH) se convierte en cistina (-S-S-) inclusive bajo una acción oxidante suave. En la reacción inversa actúan agentes reductores.

$$2R-CH_2-SH \stackrel{-2H}{\underset{+2H}{\rightleftharpoons}} R-CH_2-S-S-CH_2-R$$

OXIDANTES

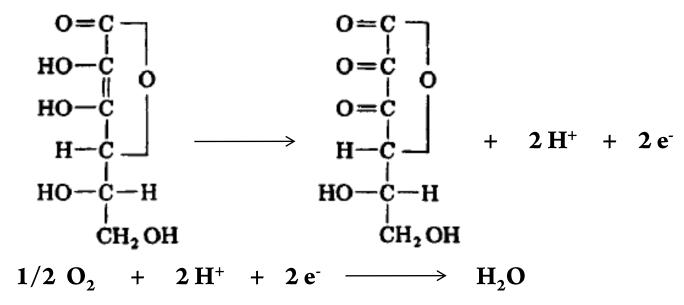
Peróxidos Bromatos Persulfatos Azodicarbonamida

REDUCTORES

Sulfitos
Cisteína
Glutatión
Ácido ascórbico

ÁCIDO L-ASCÓRBICO

- Es un reductor, aunque actúa como oxidante (50-75 ppm)
- 1) Oxidación a ácido L-dehidroascórbico mediante O₂ atmosférico



- Catalizada por la enzima ascórbico oxidasa (termolábil) y por iones metálicos pesados (catálisis termoestable)
- Dependiente de la concentración de O₂ disponible (influye tipo y tiempo de amasado)
- 2) Ácido L-dehidroascórbico promueve la formación de enlaces disulfuro

AZODICARBONAMIDA

- 10-20 ppm
- Acción muy rápida

$$H_2N-CO-N=N-CO-NH_2$$

$$-N=N- + 2RSH \longrightarrow RSSR + -NH-NH-$$

HALOGENATOS

- No requieren O₂
- BrO₃- (20-50 ppm) afecta reología durante fermentación y horneado
- IO₃- (10-20 ppm) es completamente consumido durante amasado

$$BrO_3^- + 2RSH \xrightarrow{slow} BrO_2^- + RSSR + H_2O$$
 $IO_3^- + 2RSH \xrightarrow{fast} IO_2^- + RSSR + H_2O$
 $BrO_2^- + 4RSH \xrightarrow{fast} Br^- + 2RSSR + 2H_2O$
 $IO_2^- + 4RSH \xrightarrow{fast} I^- + 2RSSR + 2H_2O$

ENZIMAS

Glucosa oxidasa

- De origen fungal
- Genera tenacidad en la masa y panes de mayor volumen
- Puede usarse en combinación con xilanasas
- Oxida glucosa consumiendo O₂ atmsoférico
- Se produce ácido glucónico y H₂O₂

$$\beta$$
-D-glucose + O₂ + H₂O \rightarrow D-gluconic acid + H₂O₂

L-CISTEÍNA

- Agente reductor económico (30-70 ppm)
- Disminuye tiempo de desarrollo y estabilidad de la masa
- Facilita el formado
- Aumenta volumen en harinas de trigos duros (texturas más esponjosas)
- Se usa hidrocloruro (mayor solubilidad)

$$CSH + RSSR' \rightarrow RSH + CSSR'$$

$$CSH + CSSR' \rightarrow R'SH + CSSC$$