

Biotecnología Alimentaria: INDUSTRIAS CARNICAS

Máster Universitario en Ingeniería Química

Prof. M^a del Mar de la Fuente García-Soto y Prof. Marina Patricia Arrieta Dillon

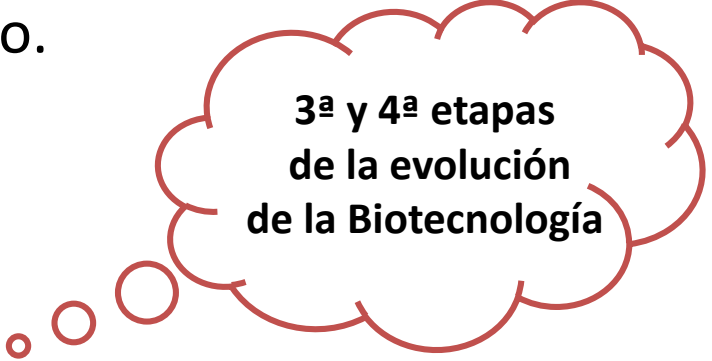
Esquema

1. Definición de embutido fermentado
2. Tipos de embutidos
3. Materias primas
4. Procesos fermentativos
5. Proceso de fabricación

1. Definición de embutido fermentado

Productos y derivados cárnicos preparados a partir de una **mezcla de carne picada**, grasas, sal, condimentos y aditivos que es introducida en **tripas naturales o artificiales** y sometida a un proceso de **fermentación** llevado a cabo por **microorganismos**, seguida de una fase de **secado**.

El producto final se almacena normalmente sin refrigeración y se consume sin tratamiento térmico.



3ª y 4ª etapas
de la evolución
de la Biotecnología

- 
- Conservación de alimentos
 - Selección de cepas ↔ características organolépticas

Norma de calidad de derivados cárnicos
Real Decreto 474/2014, de 13 de junio
«BOE» núm. 147, de 18 de junio de 2014

2. Tipos de embutido fermentado

Embutidos frescos: *Salchichas frescas y butifarras*

Elaboradas a partir de carnes frescas picadas.

No curadas, condimentadas y generalmente embutidas en tripas.

Suelen cocinarse antes de su consumo.



https://es.wikipedia.org/wiki/Salchicha#/media/Archivo:Longanizas_frescas_de_carne_de_cerdo.jpg

Embutidos secos y semisecos: *Salami de Génova, pepperoni, salchichón, chorizo, etc.*

Carnes curadas, fermentadas y desecadas al aire, pueden ahumarse antes de desecarse. Se sirven frías.

Embutidos cocidos: *Embutidos de hígado, mortadela.*

Carnes curadas o no, picadas, condimentadas, embutidas en tripas, cocidas y a veces ahumadas. Generalmente se sirven frías.



https://es.wikipedia.org/wiki/Mortadela#/media/Archivo:Mortadella_tagliata.jpg

Embutidos cocidos y ahumados: *Salchichas Frankfurt, salami.*

Carnes curadas picadas, condimentadas, embutidas en tripas, ahumadas y completamente cocidas. No requieren tratamiento culinario posterior, pero pueden calentarse antes de ser servidas.

Embutidos ahumados no cocidos: *Salchichas de cerdo ahumadas, Mettwurst.*

Se trata de carnes frescas, curadas o no, embutidas, ahumadas pero no cocidas.

Han de cocinarse completamente antes de ser servidas.

2. Tipos de embutido fermentado

Composición media por 100 g de porción comestible

	Energía	Agua	Proteínas		Lípidos		Colesterol	Glúcidos	Minerales (mg)	Vitaminas (mg)		
	(Kcal)	(g)	(g)	AGS	AGM	AGP	(mg)	(g)	K	Fe	Bit B2	Bit B3
Chorizo	367	39,4	22,5	11,58	13,51	3,46	66	1,80	180	1,6	0,22	6,50
Fuet	400	27,4	30,2	10,61	14,02	4,71	84	trazas	280	1,0	0,20	4,20
Jamón Curado	320	39,9	28,8	7,94	11,06	2,58	70	0,20	250	1,7	0,25	8,00
Sobrasada	604	24,0	12,9	20,70	28,91	8,91	72	0,00	259	1,9	0,27	2,68
Foie-gras	448	42,0	10,0	12,00	25,20	4,00	380	3,00	170	6,4	0,60	3,00
Jamón cocido	106	73,5	18,7	1,11	1,42	0,48	48	0,60	280	1,0	0,20	6,00
Mortadela	323	52,7	14,0	10,80	13,30	3,00	85	1,40	180	2,3	0,15	2,70
Salchicha frankfurt	290	56,4	12,7	9,33	12,02	2,96	65	1,30	170	1,0	0,20	2,40

AGS: ácidos grasos saturados, AGM: ácidos grasos monoinsaturados, AGP: ácidos grasos poliinsaturados

Calóricos y proteínicos

2. Tipos de embutido fermentado

Clasificación desde el punto de vista microbiológico

Categoría	Tiempo de curado	a_w final	Ahumado	Ejemplo
Secos mohos	> 4 semanas	< 0,90	No	Salami
Secos con mohos	> 4 semanas	< 0,90	Si (ferment.)	
Secos sin crecimiento de mohos	> 4 semanas	< 0,90	Si o No	Salchichón
Semi-secos con mohos	< 4 semanas	0,90-0,95	No	Varios
Semi-secos sin crecimiento de mohos	1,5 – 3 semanas	0,90-0,95	Si – con excepciones	La mayoría
Fermentados frescos para untar	< 2 semanas	0,94-0,96	Si o No	Sobrasada

3. Materias Primas

3.1. Carne cerdo, vacuno y ovino

Sacrificio acumulado de ganado en España.

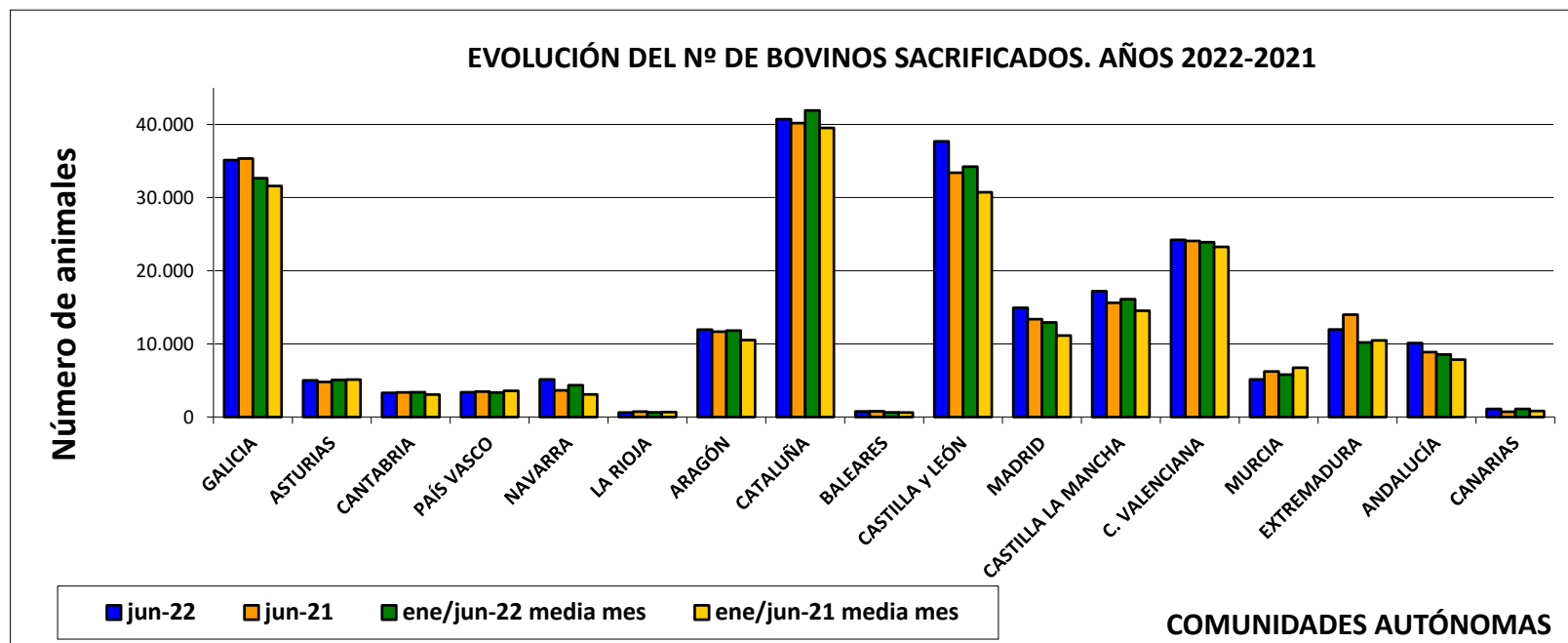
	Enero-Diciembre 2015		Enero-Julio 2016	
	Número de animales	Peso canal Tm	Número de animales	Peso cana Tm
Bovino total	2.333.895	626.104	1.564.460	420.245
Porcino	45.890.524	3.854.658	31.730.942	2.711.393
Ovino total	9.960.173	115.864	6.647.464	78.158
Caprino	1.210.269	9.120	607.016	5.733
Equino	52.908	12.940	35.414	8.664
Aves	736.455	1.446.990	506.561	1.005.774
Conejos	51.880	63.461	33.593	41.390

Fuente MAGRAMA

3. Materias Primas

3.1. Carne cerdo, vacuno y ovino

La información estadística se elabora mensualmente para las principales especies ganaderas (bovina, porcina, ovina, caprina, equina, aviar y cunícola), mediante una encuesta directa a mataderos, obteniéndose mediante la misma el número de cabezas sacrificadas y el peso canal obtenido.



Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

3. Materias Primas

3.1. Carne cerdo, vacuno y ovino

Producción de elaborados cárnicos (Tm)

Producto	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Jamón y paleta curados	271.900	245.000	251.000	255.000	247.500	254.000	260.500
Embutidos curados	197.020	185.200	188.000	185.000	183.000	186.000	191.500
Jamón y paleta cocidos	183.510	175.000	174.000	175.600	176.000	177.500	178.500
Otros tratados por el calor	382.450	385.000	393.000	408.700	421.000	417.000	413.000
Prod. Adobados y frescos	185.400	180.400	182.500	185.000	187.200	189.000	191.500
Platos preparados	84.220	80.600	82.000	83.000	86.3000	87.500	89.200
TOTAL ELABORADOS	1.304.500	1.251.200	1.270.500	1.292.300	1.301.000	1.311.000	1.323.700

Fuente ANICE Asociación Nacional de Industrias de la Carne de España

3. Materias Primas

3.1. Carne

Composición. Valores medios

Agua: componente mayoritario		75 %
Proteínas:		19
Conectivo	2,0	
Miofibrilar	11,5	
Sarcoplásmica	5,5	
Grasa		2,5
Carbohidratos:		1,2
Glucógeno	0,1	
Glucosa	0,2	
Acido láctico	0,9	
Compuestos varios solubles:		1,65
Nitrogenados aminoácidos	0,35	
Creatinina	0,55	
Otros compuestos	0,75	
Inorgánicos:		0,65
Potasio	0,35	
Fósforo	0,20	
Otros	0,10	
Vitaminas: Cantidades importantes de vitaminas B		
Actividad del agua (A _w) 0,99 con valores de pH 7,0-5,5		

3. Materias Primas

Carga microbiana inicial

Patógenos

Microorganismos en el interior de la carne

Bacterias Gram -

- **Escherichia**, Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella, Proteus, **Salmonella**, **Shigella**, Yersinia
- Acinetobacter, Moraxella
- Campylobacter, Flavobacter
- Pseudomonas

Bacterias Gram +

- **Bacillus y Clostridium**
- Corynebacterium, Anthrobacter
- Leuconostoc, Pediococcus, Enterococcus
- Brochothrix, Lactobacillus
- Staphylococcus, Micrococcus

Levaduras: Candida, Torulopsis, Debaromyces

Mohos: Penicillium, Scopulariopsis

Microorganismos en el exterior de la carne

Micrococcus, **Staphylococcus**, Pseudomonas

3. Materias Primas

Carga microbiana inicial

Causantes de putrefacción

Microorganismos en el interior de la carne

Bacterias Gram -

- *Escherichia*, **Enterobacter**, *Citrobacter*, *Klebsiella*, **Proteus**, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*
- *Acinetobacter*, *Moraxella*
- *Campylobacter*, **Flavobacter**
- **Pseudomonas**

Bacterias Gram +

- *Bacillus* y *Clostridium*
- *Corynebacterium*, *Anthrobacter*
- *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Enterococcus*
- *Brochothrix*, *Lactobacillus*
- *Staphylococcus*, *Micrococcus*

Levaduras: *Candida*, *Torulopsis*, *Debaromyces*

Mohos: *Penicillium*, *Scopulariopsis*

Microorganismos en el exterior de la carne

Micrococcus, *Staphylococcus*, **Pseudomonas**

3. Materias Primas

Carga microbiana inicial

Lipolíticos

Microorganismos en el interior de la carne

Bacterias Gram -

- *Escherichia, Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella, Proteus, Salmonella, Shigella, Yersinia*
- *Acinetobacter, Moraxella*
- *Campylobacter, Flavobacter*
- *Pseudomonas*

Bacterias Gram +

- *Bacillus y Clostridium*
- *Corynebacterium, Anthrobacter*
- *Leuconostoc, Pediococcus, Enterococcus*
- *Brochothrix, Lactobacillus*
- ***Staphylococcus***, *Micrococcus*

Levaduras: *Candida, Torulopsis, Debaromyces*

Mohos: *Penicillium, Scopulariopsis*

Microorganismos en el exterior de la carne

Micrococcus , *Staphylococcus, Pseudomonas*

3. Materias Primas

Carga microbiana inicial

Mohos y levaduras

Microorganismos en el interior de la carne

Bacterias Gram –

- *Escherichia, Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella, Proteus, Salmonella, Shigella, Yersinia*
- *Acinetobacter, Moraxella*
- *Campylobacter, Flavobacter*
- *Pseudomonas*

Bacterias Gram +

- *Bacillus y Clostridium*
- *Corynebacterium, Anthrobacter*
- *Leuconostoc, Pediococcus, Enterococcus*
- *Brochothrix, Lactobacillus*
- *Staphylococcus, Micrococcus*

Levaduras: *Candida, Torulopsis, Debaromyces*

Mohos: *Penicillium, Scopulariopsis*

Microorganismos en el exterior de la carne

Micrococcus, Staphylococcus, Pseudomonas

3. Materias Primas

3.2. Materiales grasos: tocino y panceta

Evitar enranciamiento

3.3. Tripas: naturales o artificiales

Naturales	Comparativa	Artificiales
• Embutido discontinuo	↔	• Embutido continuo
• Calibre desigual	↔	• Calibre homogéneo
• Peor manejo mecánico	↔	• Buen manejo mecánico
• Comestible	↔	• Comestibles o no comestibles
• Fácil rotura	↔	• Firmes
• Aspecto decorativo	↔	• Imagen artificial
• Difícil de automatizar	↔	• Fácil de automatizar
• Permeables al agua y al humo	↔	• Elección entre permeables e impermeables
• Condiciones especiales de almacenamiento	↔	• Almacenamiento sencillo

3. Materias Primas

3.4. Sal

- Reduce a_w
- Favorece la consistencia
- Contribuye al sabor
- Favorece la oxidación de las grasas

2,5-3,0 %

6,0-8,0 %

3.5. Condimentos y especias (adobo)

Pimentón, pimienta, anís, orégano, etc.

- Mejoran el sabor
- Activan la digestión
- Poseen propiedades antisépticas
- Algunas son antioxidantes

3. Materias Primas

3.6. Aditivos

- Nitratos y nitritos $\rightarrow 100\text{-}150 \text{ mg kg}^{-1}$
 - ✓ Son responsables de la coloración
 - ✓ Contribuyen al aroma
 - ✓ Inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos como *Clostridium botulinum*
- Azúcares: glucosa, sacarosa $\rightarrow 0,3 \%$
 - ✓ Suavizan sabor amargo de NO_2^- y NO_3^-
 - ✓ Función reductora
 - ✓ Disminuyen a_w
 - ✓ Fuente de energía
- Antioxidantes E 300 y E 301 $\rightarrow 300\text{-}500 \text{ mg kg}^{-1}$
 - ✓ Ralentizan la oxidación al aire de los pigmentos de la carne
 - ✓ Proporcionan un medio reductor
 - ✓ Inhiben la formación de nitrosaminas
- Otros: Colorantes, ligantes, conservantes, etc.

3. Materias Primas

3.6. Aditivos

CHORIZO PAMPLONA

Ingredientes: Carne de cerdo, sal, pimentón, azúcar, ajo, estabilizantes (E-450) difosfatos, potenciador del sabor (E-621) glutamato sódico, antioxidante (E-301) ascorbato sódico, conservadores (E-250, E-252) nitritos y nitratos, colorantes (E-120, E-124) cochinilla y rojo de cochinilla

Defecto de Nitrificación



3. Materias Primas

3.7. Cultivos iniciadores - Estárteres

- Aseguran una disminución adecuada del pH
 - ✓ Consistencia: dureza al corte
 - ✓ Buena coloración
 - ✓ Se inhibe el desarrollo de gérmenes de putrefacción como *Staphylococcus Aureos*
- Contribuyen al aroma
- Calidad y características definidas
 - ***Pediococcus spp. y Lactobacillus spp***
 - Descenso de pH
 - Liga producto
 - ***Micrococcus spp.***
 - Reducen nitratos a nitrito.
 - Color/Aroma

1. B.A.L.
2. Micrococos
3. Mohos
4. Levaduras

Cultivos mixtos de bacterias

Cultivos mixtos de mohos y levaduras

3. Materias Primas

3.7. Cultivos iniciadores - Estárteres

B.A.L. HOMOFERMENTATIVAS

Especies: *Lactibacillus Plantarum*, *L. Sakei*, *L. Curvatus* y *Pediococcus Pentosaceus*

- Disminuyen el pH por formación de ácido láctico.
- Favorecen la coloración y secado.
- Producen aromas.
- Aumentan la consistencia: gelificación.
- Impiden el desarrollo de gérmenes.

Usan: Ribosa, Galactosa, Glucosa, Levulosa, N-acetil glucosalina, Escualina, Lactosa, Sacarosa

Hidrolizan
Arginina

Toleran
10 % sal

Producen: Galactosidasa, Acetoina

3. Materias Primas

3.7. Cultivos iniciadores - Estárteres

B.A.L. HOMOFERMENTATIVAS

Especies: *Lactibacillus Plantarum*, *L. sakei*,
L. curvatus y *Pediococcus pentosaceus*

- Disminuyen el pH por formación de ácido láctico.
- Favorecen la coloración y secado.
- Producen aromas.
- Aumentan la consistencia: gelificación.
- Impiden el desarrollo de gérmenes.

Usan: Ribosa, Galactosa, Glucosa,
Levulosa, N-acetil glucosalina,
Escualina, Lactosa, Sacarosa

Hidrolizan
Arginina

Toleran
10 % sal

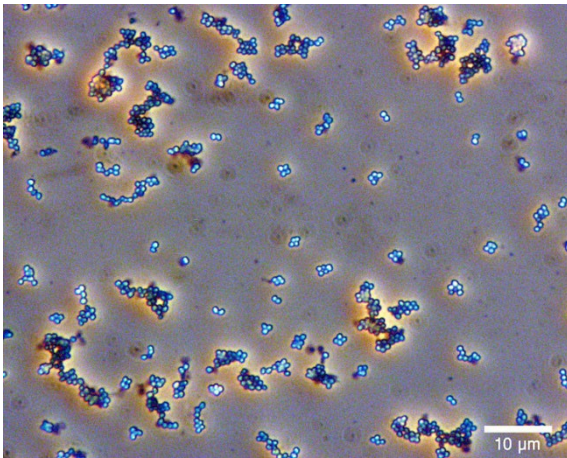
Producen: Galactosidasa, Acetoina

3. Materias Primas

3.7. Cultivos iniciadores - Estárteres

MICROCOCCACEAE

Especies: *Staphylococcus xylosus* biotipo 2



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M.l..jpg>

- Catalasa y nitrato reductasa
- Reducen NO_2^- y NO_3^- $5,3 < \text{pH} < 6,2$
- Producen catalasa que elimina H_2O_2
- Producen lipasas que hidrolizan grasas: aromas
- Favorecen buena coloración
- Toleran altos contenidos de sal
- Lenta disminución del pH

3. Materias Primas

3.7. Cultivos iniciadores - Estárteres

MOHOS

Especies: *Penicilium nalgiovense*

- Efecto antioxidante
- Microclima superficial
- Mejora aroma, olor y aspecto

Cantidades controlada

- Intercambios de agua
- Formación de costras

Proteolisis: exopeptidasas
Péptidos y aminoácidos

Lipolisis:
Ácidos grasos libres y
sustancias volátiles

Cepas blancas dominantes
Tª óptima: 25 °C (estufaje)
Por inmersión y sin ahumado

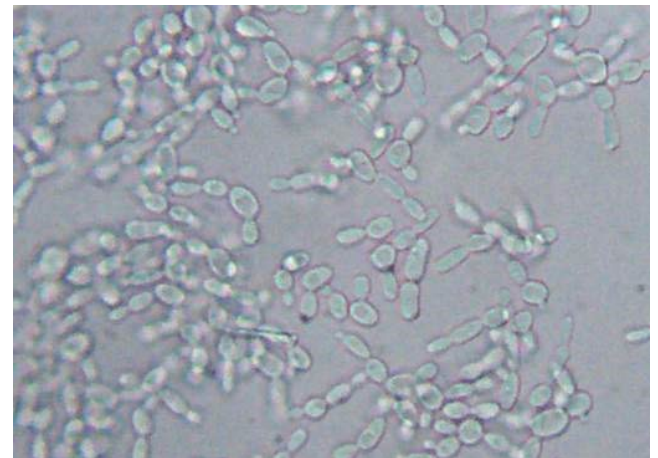
3. Materias Primas

3.7. Cultivos iniciadores - Estárteres

LEVADURAS

Especies: *Debaromyces hansenii*

- Aerobias
- Protección frente a luz y oxígeno
- Estabilización del color
- Retrasa enranciamiento: catalasa
- Actividad lipolítica y proteolítica
- Mejora el aroma (NH_4^+)

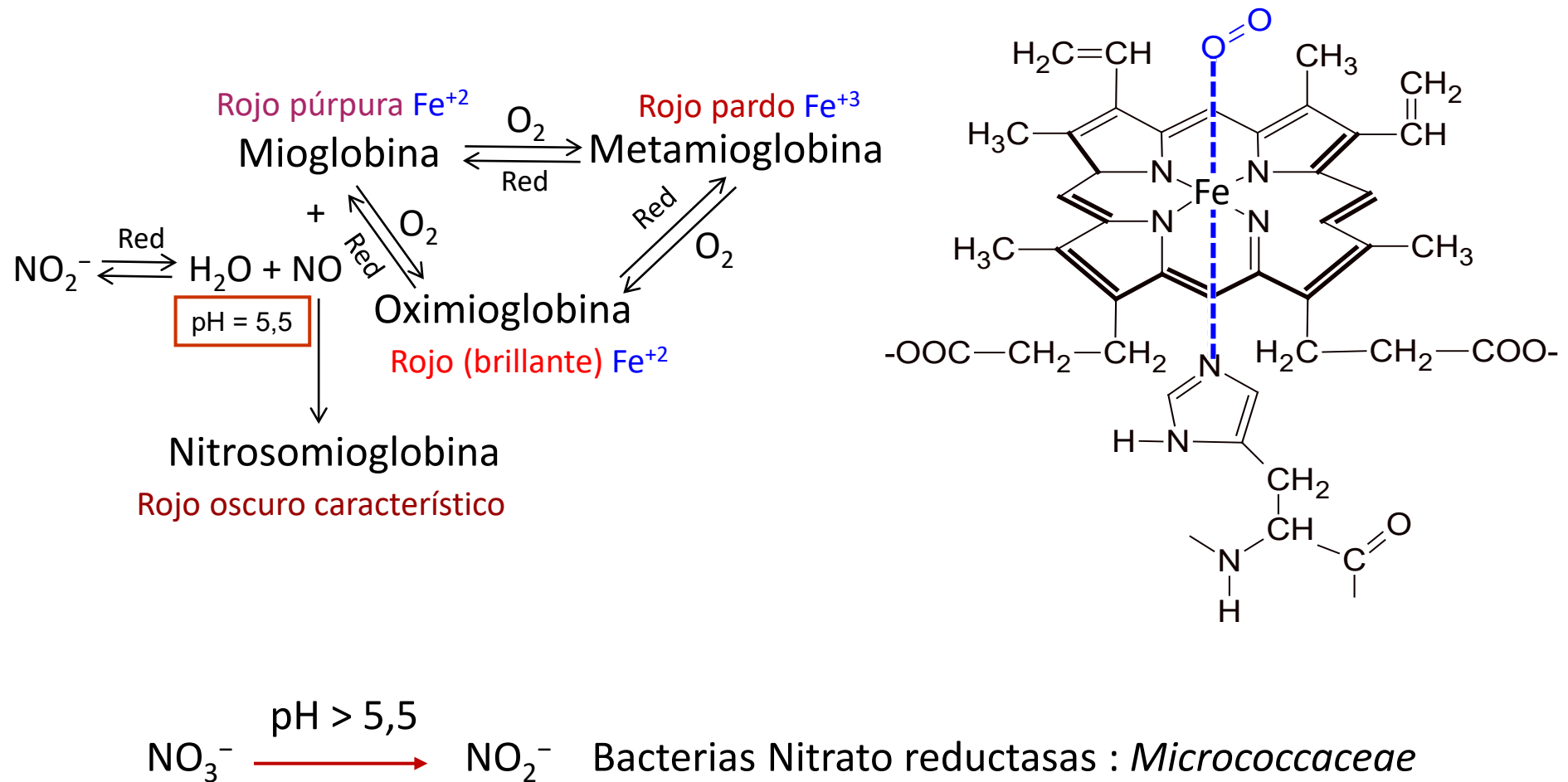


https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Candida_wet_mount.jpg

Blanco marfil
Por inmersión

4. Procesos bioquímicos y fermentativos

4.1. Formación de nitrosomioglobina



4. Procesos bioquímicos y fermentativos

4.2. Fermentación

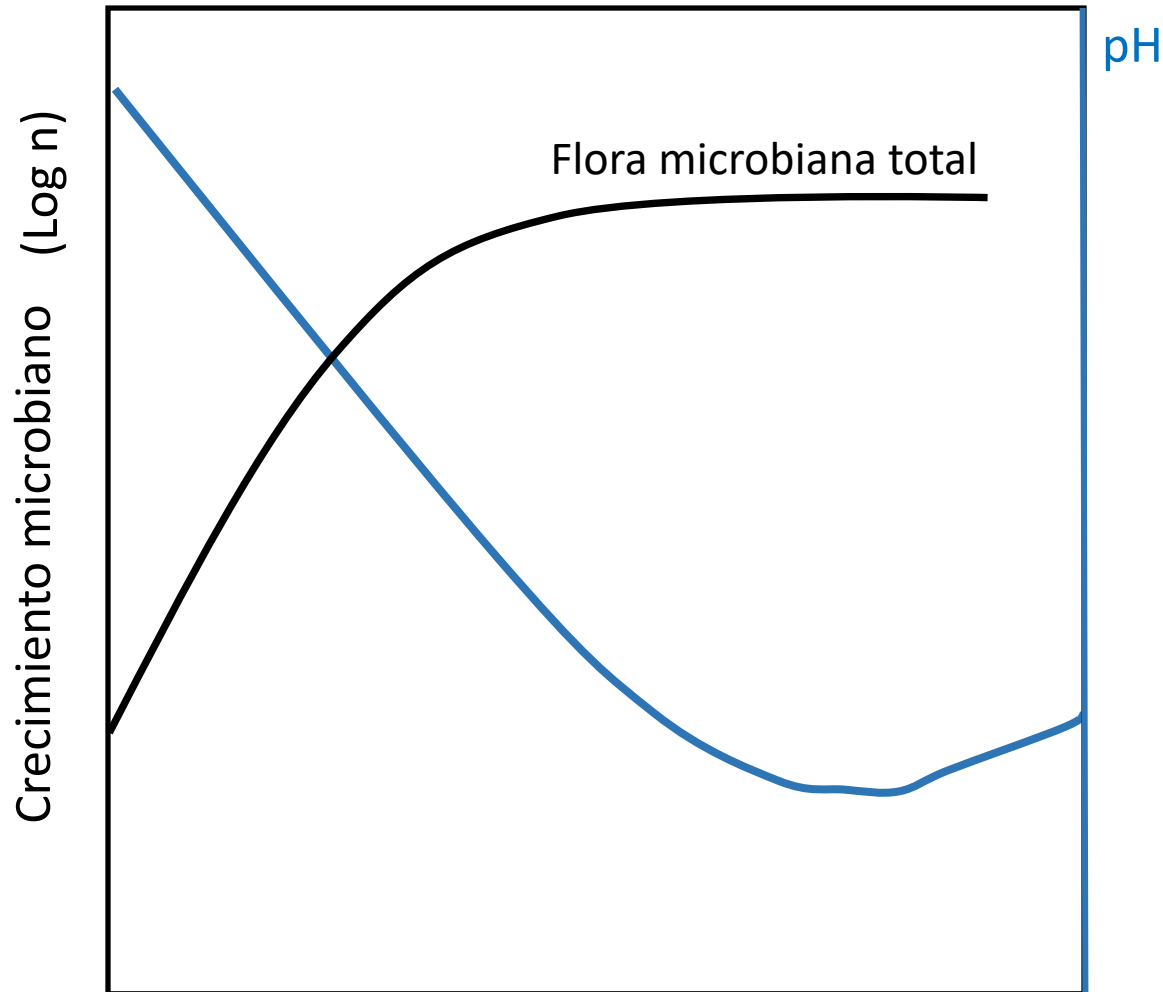
- Ruta Embden-Meyerhof (vía glicolítica)
 1. Enterobacteriaceas
 2. Enterococcus
 3. **Lactobacillus - dominantes**
 4. Pediococcus
- Crecimiento rápido de B.A.L.
- pH 6 hasta pH < 5,3
- Potencial redox +200 mV hasta -200 mV
- Pseudomonas, Gram – y aerobios desaparecen 2-3 días

Lactobacillus: 10^3 ufc/g $\rightarrow$ 10^6 - 10^8 ufc/g (2-5 días)
Levaduras: 10^3 ufc/g

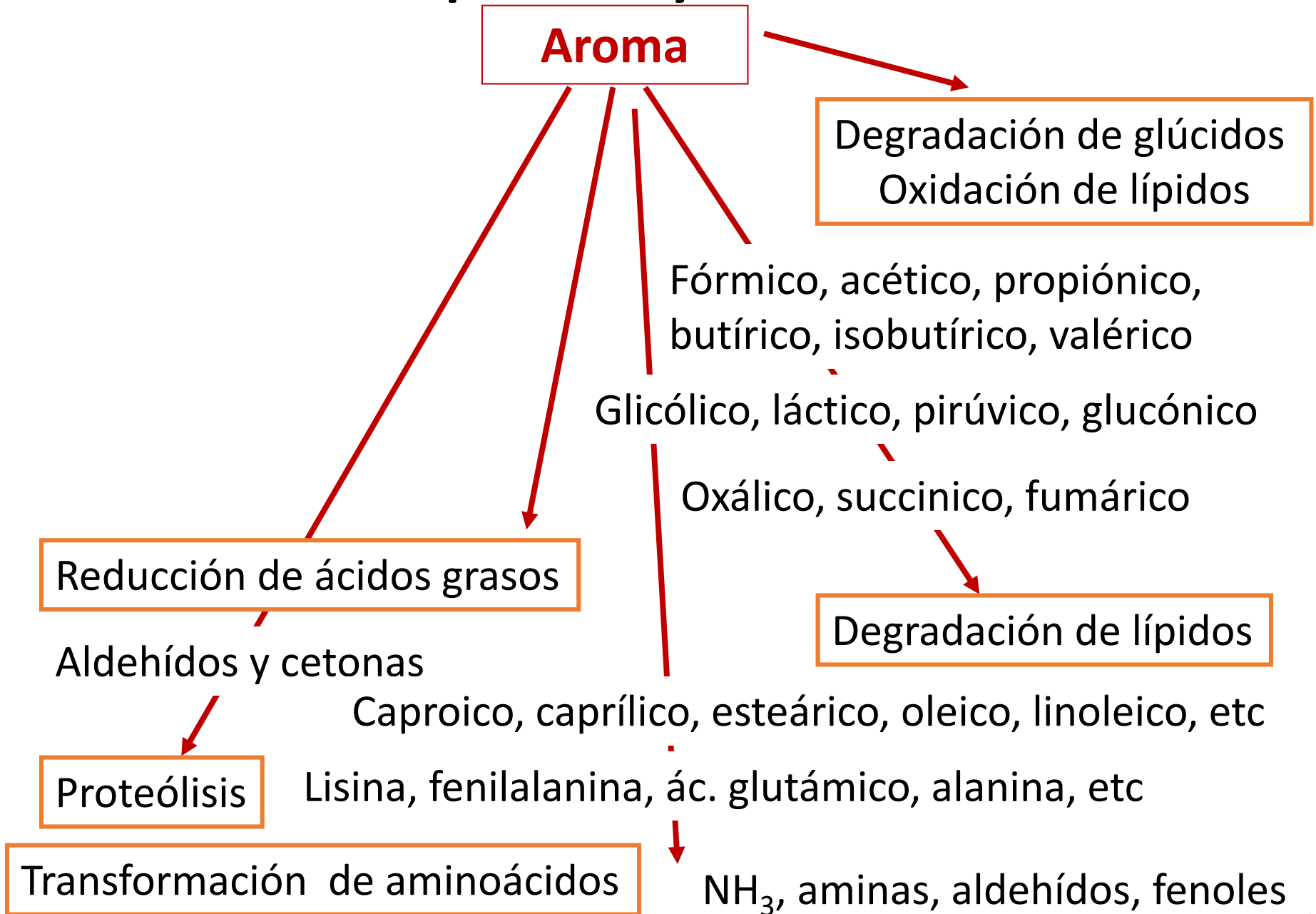
- Proteinasas endógenas degradan estructura proteica
- Gran producción de sabores y aromas

4. Procesos bioquímicos y fermentativos

Evolución de las poblaciones microbianas en función del tiempo

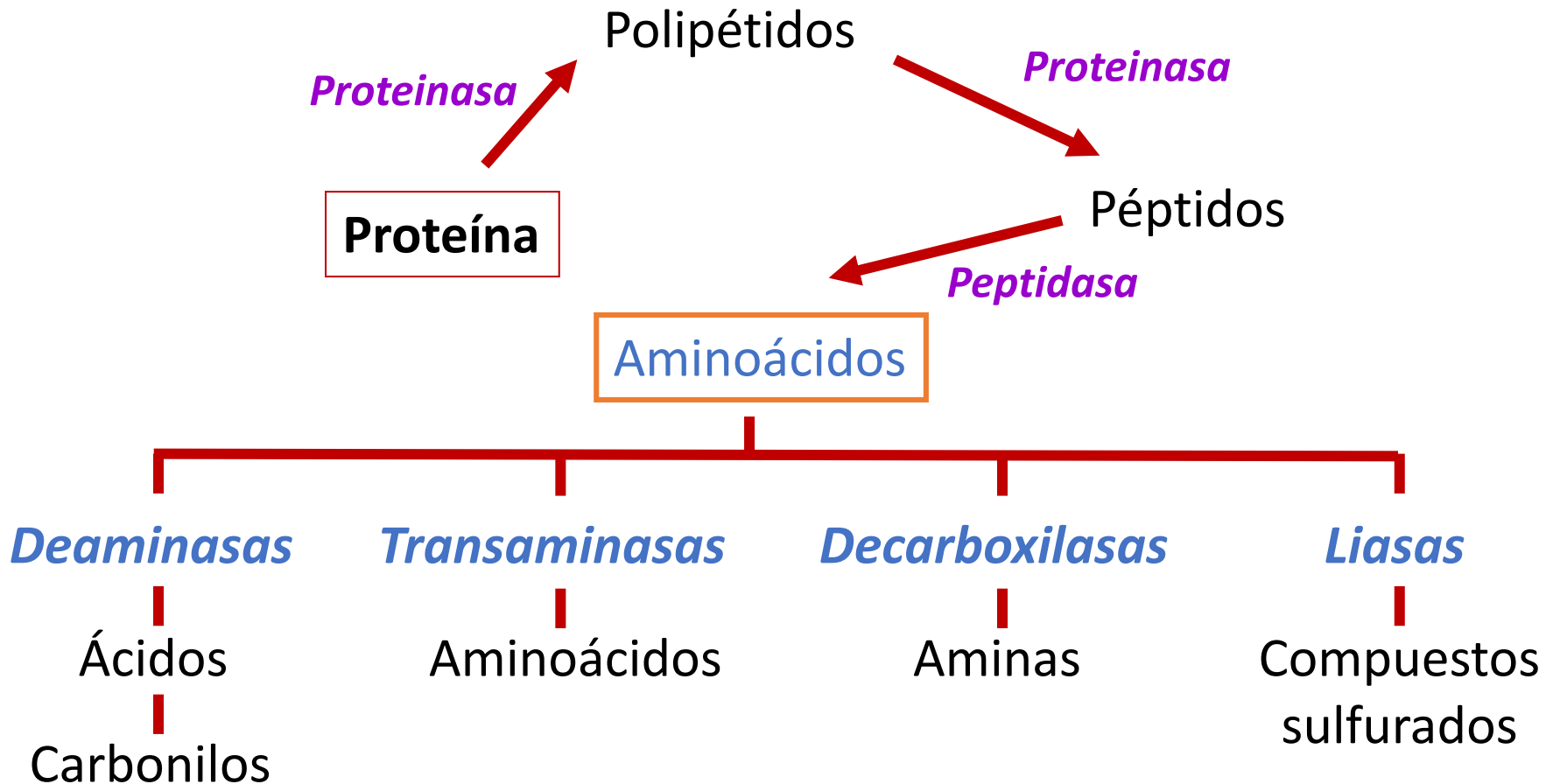


4. Procesos bioquímicos y fermentativos



4. Procesos bioquímicos y fermentativos

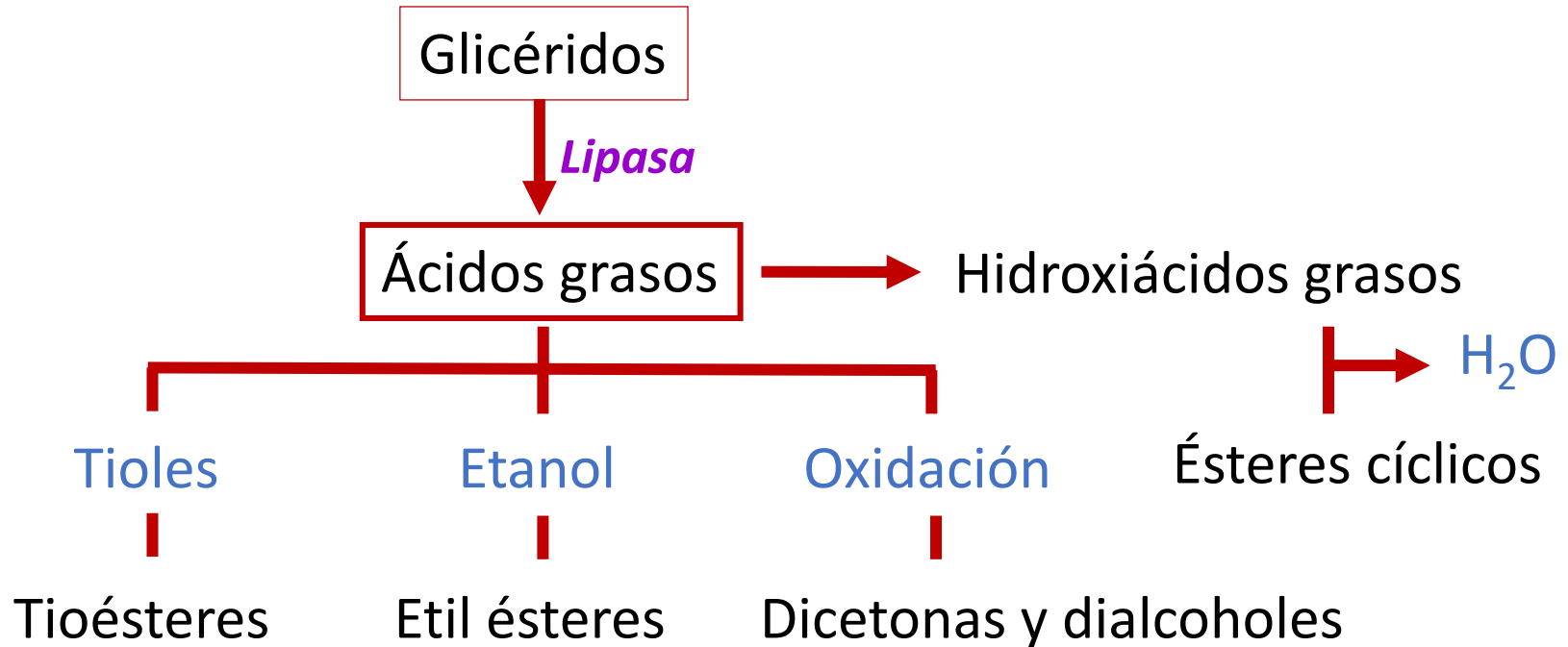
Proteolisis: Transformación de las proteínas



- ablandamiento debido a ruptura de la red proteica
- Contribución a romas y sabores

4. Procesos bioquímicos y fermentativos

Lipólisis: Transformación de ácidos grasos

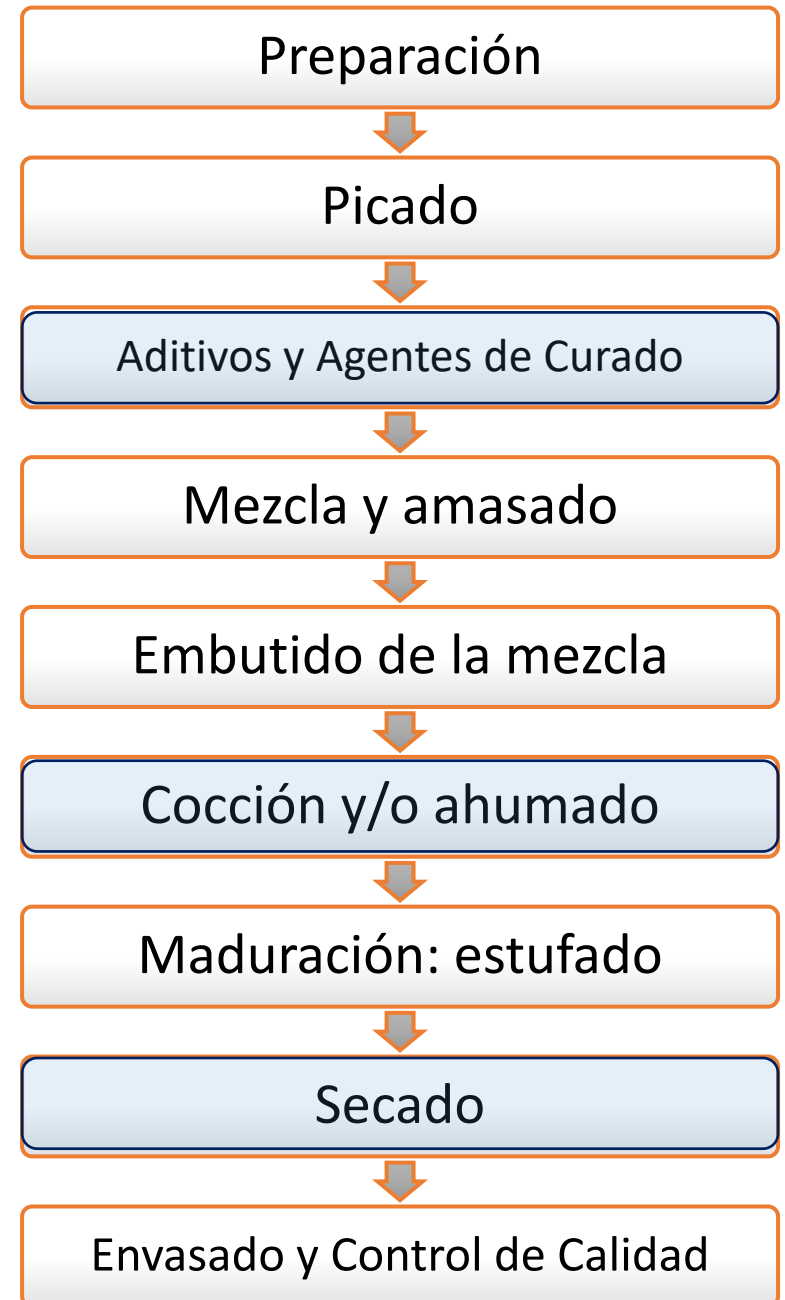


- Gran contribución a los aromas y sabores

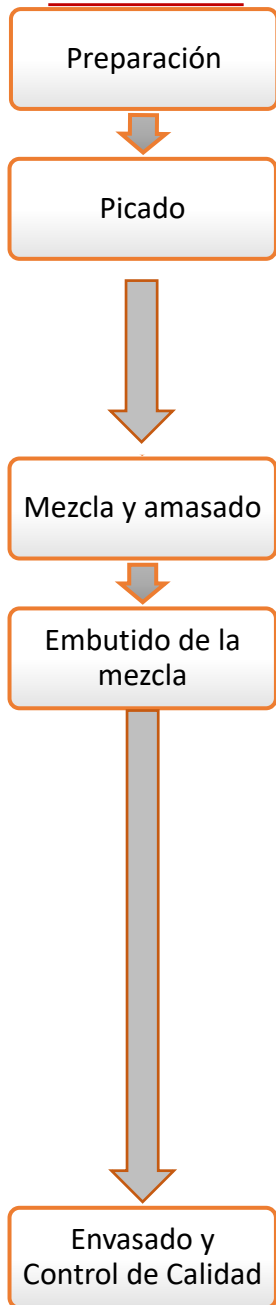
5. Proceso de Fabricación

Esquema

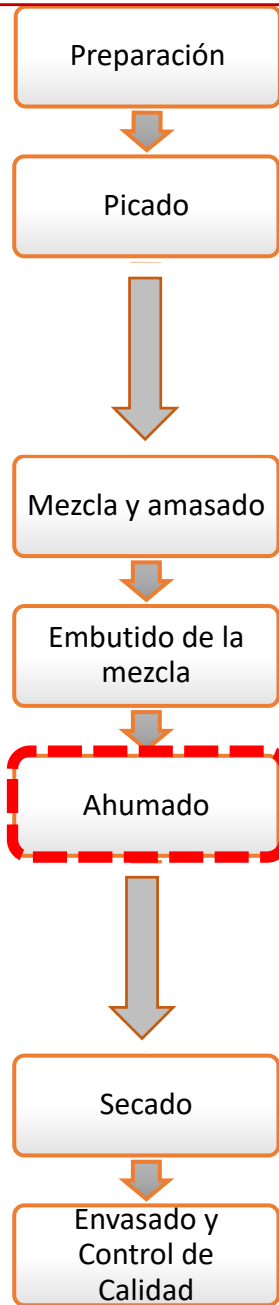
1. Definición de embutido fermentado
2. Tipos de embutidos
3. Materias primas
4. Procesos fermentativos
5. Proceso de fabricación



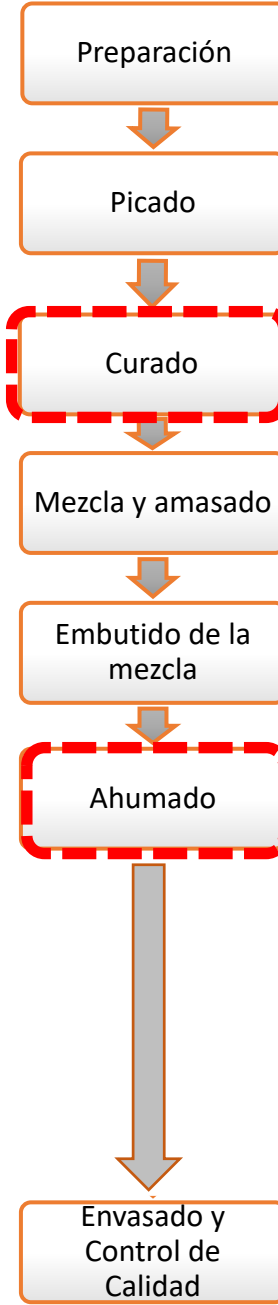
Embutidos frescos



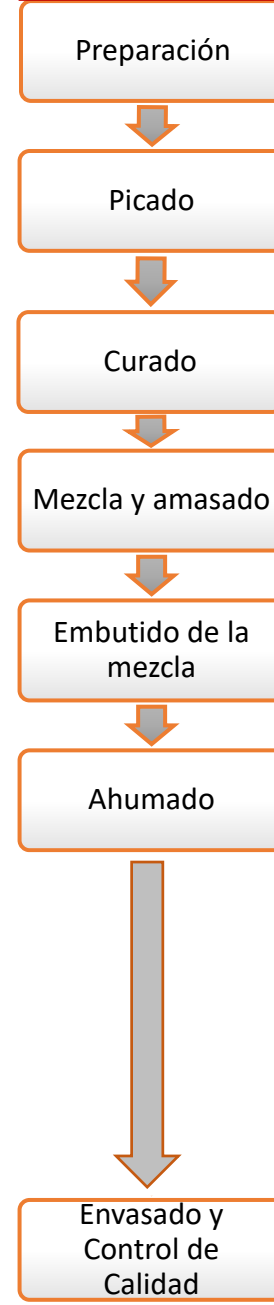
secos y semisecos



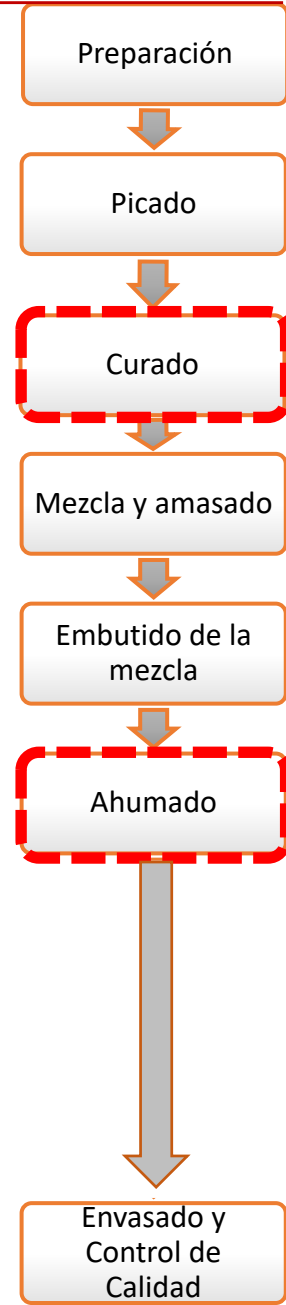
cocidos



cocidos y ahumados



ahumados no cocidos



5. Proceso de Fabricación

- **Elaboración tradicional:** dificultad para garantizar las características finales.
- **Elaboración industrial:** Maduración controlada (proceso fermentativo).

5.1. Preparación Congelar grasas y refrigerar carne

1. Retardar desarrollo de microorganismos.
2. Evitar enranciamiento.
3. Aumentar consistencia.

5.2. Picado: cortadoras y picadoras

5. Proceso de Fabricación

5.3. Aditivos

5.4. Mezcla y amasado: mezcladoras

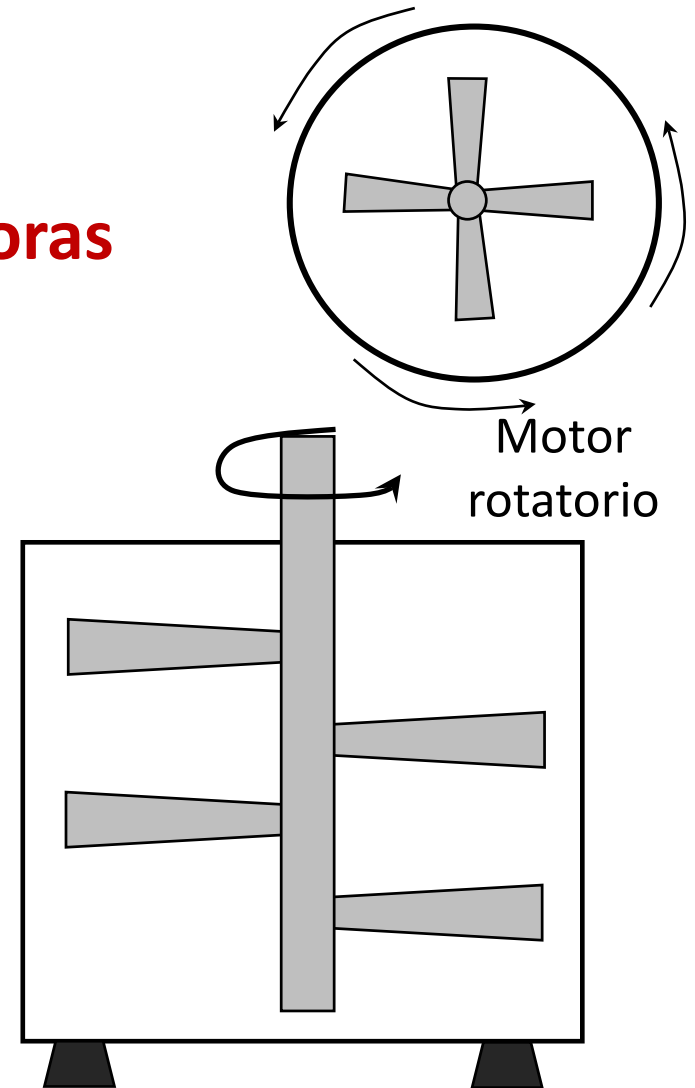
Condiciones:

en frío y a vacío, después del picado

Artesas tradicionales - reposo



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Russian_Sausage_Making.jpg



5. Proceso de Fabricación

5.5. Embutido de la mezcla: embutidoras

Embutidoras manuales de pistón

Embutidoras hidráulicas de pistón

Embutidora dosificadora

Embutidora automática



<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=embutidos&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>

5. Proceso de Fabricación

5.6. Cocción y/o ahumado

- Cocidos: morcilla, butifarra, morcón
- Ahumados: chorizos de la sierra
- Ambos: salchichas Frankfurt, mortadela

Cocción

- Proporciona consistencia firme
- Fija el color – desnaturalización mioglobina
- Supone pasteurización

Condiciones

- Tª 75-80 °C, 10-120 minutos, 98-100 % humedad
- Mínimo 4 días de reposo de la pasta – Maduración previa
- Aromatización
- Limitado tiempo de conservación: $\uparrow$ pH y $\uparrow$ a_w

5. Proceso de Fabricación

5.6. Cocción y/o ahumado

Ahumado

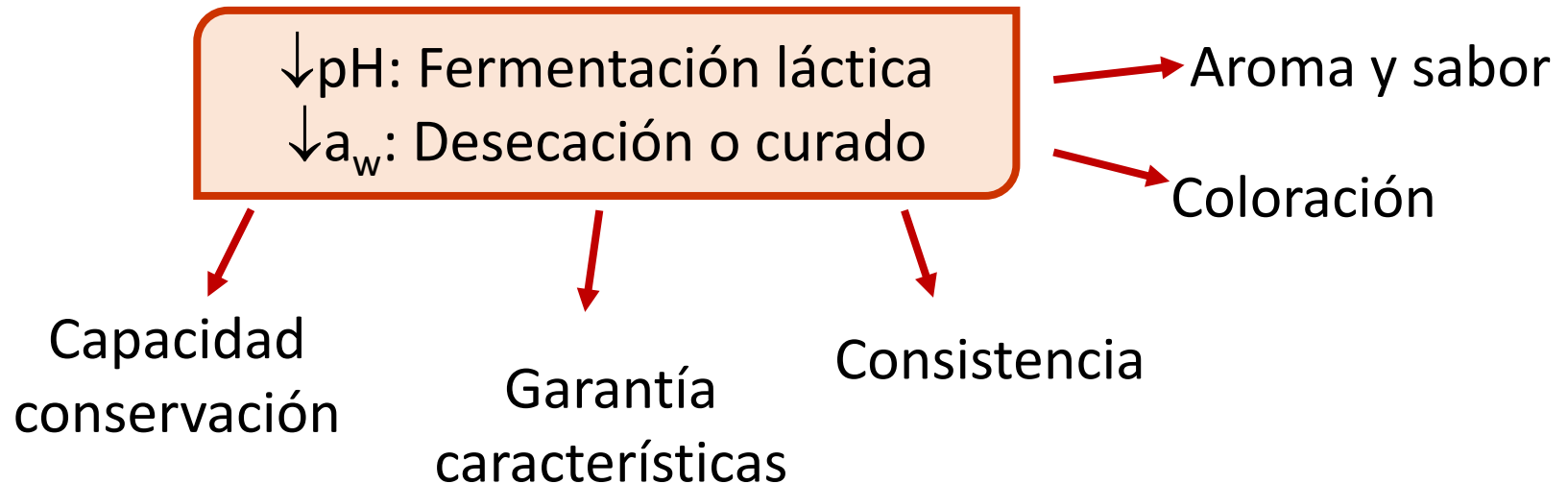
- Proporciona aspecto y aroma característico
- Produce desecación
- Acción bactericida del fenol y derivados
- Propiedades reductoras de algunos gases CO: evita enranciamiento

Condiciones

- Frío o caliente: 20-80 °C
- Tiempo 30 min. – 48 h
- Humedad relativa 60-70 %
- Forma artesanal: ahumadoras o cocinas

5. Proceso de Fabricación

5.7. Maduración



Maduración natural: invierno (5-15 °C), 70-90 % humedad, locales ventilados → proceso muy prolongado

5. Proceso de Fabricación

5.7. Maduración

Estufado

Condiciones

- Tª 20-22 °C
- Humedad relativa 95 %
- Gradiente humedad 2-4 %
- Ventilación suave homogénea
- Tiempo de estancia
2 días para calibres < 60 mm
3 días para calibres superiores



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Visita_a_la_empresa_de_embutidos_EMCESA_\(49865585633\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Visita_a_la_empresa_de_embutidos_EMCESA_(49865585633).jpg)

5. Proceso de Fabricación

5.8. Secado

Pérdida de peso
Diminuir a_w

Condiciones

- T^a 12-15 °C
- Humedad relativa 70-75 %
- Ventilación suave homogénea
- Evitar luz y oxígeno directo
- Evitar enmohecimientos
- Deben colgarse separados



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Embutidos_frescos.JPG

5.9. Envasado, control de calidad y almacenaje

Bibliografía

1. F.K.LUCKE "Fermented sausages" *Microbiology of fermented foods*. B.J.B. WOOD. Ed: **Blackie Academic and Profesional**. 1998
2. F.K.LUCKE "Fermented meat products" *Encyclopedia of food science and nutrition*. Ed: **Academis Press**. 2003
3. C.W. BAMFORTH. *Alimentos, fermentación y microorganismos*. Ed: **Acribia S.A.**
4. P. DURAN. *Tecnología de los productos de charcutería y salazones*. Ed: **Acribia S.A.**
5. KEIKO SHIRAI. docencia.izt.uam.mx/smk/233208/.../Microbiologiacarneresumen.ppt (22/10/2013)
6. <http://es.scribd.com/doc/36289851/Clasificacion-de-Productos-Carnicos> (22/10/2013)
7. <http://www.itescham.com/Syllabus/Doctos/r637.PDF> (22/10/2013)
8. <http://www.meatsandsausages.com/sausage-making/mixing-meat> (22/10/2013)
9. C.M. BURGEOIS and J.P. LARPENT. *Microbiología Alimentaria: Fermentaciones Alimentarias*. Ed: **Acribia S.A.**
10. <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-sacrificio-ganado/> (18/11/2016)
11. http://www.anice.es/v_portal/informacion/informacionver.asp?cod=9776&te=7&idage=11909&vap=0 (18/11/2016)
12. E. ESSIEN. *Sausage manufacture. Principles and practice*. Ed: **CRC Press**
13. B. J.B. WOOD. *Microbiology of fermented foods*. Ed: **Elsevier applied science publishers**
14. PRESCOTT, DUNN. *Microbiología Industrial*. Ed: **Aguilar S.A.**
15. B.H. LEE. *Fundamentos de Biotecnología de los Alimentos*. Ed: **Acribia S.A.**
16. G. GARIBAY, Q. RAMÍREZ y L. MUNGUÍA. *Biotecnología Alimentaria*. Ed: **Limusa**
17. *Catálogo de Productos Cárnicos Iberoamericanos. Helthy meat, Red CYTED 119RT0568, 2020.*
18. *Aleu 2018. Tesis Doctoral. Estudio de distintas matrices de formulación con propiedades funcionales de embutidos crudo-curados característicos de la provincia de Córdoba (Argentina). UCC, Argentina.*