



coordinadores
C.M. BOURGEOIS
J.P. LARPENT

EDITORIAL ACRIBIA, S.A.

MICROBIOLOGÍA ALIMENTARIA

2

FERMENTACIONES
ALIMENTARIAS

Índice de contenido

Pólogo	v	2.2 Nutrición y metabolismo	24
Lista de autores	vii	• Glúcidos • Nitrógeno • Aireación	
		• Etanol • Floculación	
Parte I - Los microorganismos de las fermentaciones	1	3 - Genética	27
<i>Cap. 1 Las bacterias lácticas</i>		3.1 Ciclos biológicos	27
J.P. LARPENT	3	3.2 Tipos sexuales	28
1 - Generalidades	3	3.3 Mejora de las cepas	30
2 - Streptococcaceae	7	<i>Bibliografía</i>	32
2.1 Streptococcus	7	<i>Cap. 3 Los mohos - C. MOREAU</i>	35
2.2 Leuconostoc	8	1 - Introducción	35
2.3 Pediococcus	11	2 - Mohos en quesería y charcutería	35
3 - Lactobacillaceae	11	2.1 Penicillium camemberti	35
3.1 Streptobacterium	12	2.2 Penicillium roqueforti	37
3.2 Thermobacterium	13	2.3 Geotrichum candidum	38
3.3 Betabacterium	13	2.4 Mohos de los quesos de pasta prensada	38
<i>Bibliografía</i>	16	2.5 «Starters» utilizados en charcutería	39
<i>Cap. 2 Las levaduras - J.M. BELIN</i>	19	3 - Mohos utilizados en las preparaciones culinarias exóticas (Extremo Oriente y África) ...	39
1 - Posición sistemática y características generales	19	3.1 Principales mohos	40
1.1 Morfología	20	3.2 Sustratos y elementos de base	41
1.2 Citología	20	• Fermentaciones en las que intervienen Aspergillus • Fermentaciones realizadas por mucorales	
1.3 Clasificación	22	3.3 Principales preparaciones culinarias	44
2 - Fisiología	22		
2.1 Reproducción	23		
• Reproducción vegetativa • Reproducción sexual			

3.4 Bebidas	44	• Masa fermentada • Diagrama intermedio: masa fermentada – levadura • Directo • «Poolish»	
• Bebidas africanas			
3.5 Varios	45		
4 - Mohos y aditivos alimentarios	46	3.4 Metabolismo de la levadura de panadería en la pasta de pan	64
4.1 Ácidos orgánicos	46	• Comparación cuantitativa entre la flora natural y la de la levadura de panadería en un trabajo en directo • Desarrollo anaerobio de las levaduras en la pasta para pan • La cinética de la producción del CO ₂ en la pasta • Otros aspectos de la fermentación de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la pasta	
4.2 Producción industrial de enzimas	46		
4.3 Otros aditivos	48	4 - Producción de levaduras de panadería	67
4.4 Otras acciones de mohos útiles en alimentación	50	5 - Evoluciones actuales y futuras	69
5 - Tecnología	50	Bibliografía	71
6 - Conclusiones	51		
Bibliografía	52	Cap. 2 La cerveza	
Parte II - La fermentación de los productos vegetales	55	C.M. BOURGEOIS, P. MAFART ..	73
Cap. 1 La fermentación del pan y de los productos de bollería M. MALINEAU, M. ARNOUX	57	1 - Historia	73
1 - Introducción	57	2 - La fabricación	74
1.1 Historia de la fermentación del pan	57	2.1 Las materias primas	74
1.2 El sistema de fermentación puesto en práctica	58	2.2 La mezcla	75
2 - Flora de las masas fermentadas	58	2.3 El mosto	75
2.1 Datos cuantitativos de la flora de las masas fermentadas	58	2.4 La fermentación	76
2.2 Datos cualitativos de la flora de las masas fermentadas	59	2.5 Últimos avances de la tecnología de fabricación	76
• Las levaduras • Las bacterias		3 - La puesta en marcha y el comportamiento de las levaduras	77
3 - La fermentación en la fabricación del pan	61	3.1 La propagación	77
3.1 La harina: composición	61	3.2 La fermentación primaria	77
3.2 Propiedades de la harina	61	• Fase de latencia • Fase de crecimiento y fermentación • Fase de fermentación sin crecimiento • Fase de floculación	
3.3 Diagrama de fabricación y las diferentes técnicas	62	3.3 La fermentación secundaria ..	80

4 - Caracterización, selección y mejora de las cepas de levaduras	81	4 - Las contaminaciones en enología	107
4.1 Caracterización y selección de las cepas	81	<i>Bibliografía</i>	109
• La caracterización intrínseca • Caracterización industrial y elección de la cepa		<i>Cap. 4 La sidra - J.-F. DRILLEAU</i>	113
4.2 Mejora de las cepas	83	1 - Generalidades y elaboración	113
• Técnicas		2 - Algunos sustratos fermentables	115
5 - Los problemas de contaminación	86	2.1 Compuestos nitrogenados	115
6 - Conclusión	87	2.2 Compuestos fenólicos	116
<i>Bibliografía</i>	88	3 - Microflora de la fermentación	117
<i>Cap. 3 El vino - B. DUTEURTRE ...</i>	91	3.1 Levaduras	117
1 - Introducción	91	3.2 Bacterias lácticas	118
2 - Composición y propiedades de los sustratos de fermentación	92	4 - Papel de la microflora	119
3 - Aplicación industrial de las fermentaciones	93	4.1 Acción de las levaduras	119
3.1 La fermentación alcohólica ...	93	4.2 Acción de las bacterias lácticas	119
• Preparación del mosto • Utilización de levaduras seleccionadas • Desarrollo de la fermentación • Tecnología de la fermentación • Caracterización de las cepas de levaduras utilizadas		5 - Perspectivas	121
3.2 La fermentación maloláctica .	97	<i>Bibliografía</i>	122
• Origen de la fermentación maloláctica • Sistema fermentativo utilizado • Sustrato de la fermentación maloláctica • Aplicación industrial de la fermentación • Evolución de las tecnologías		<i>Cap. 5 Las bebidas destiladas</i>	
3.3 La segunda fermentación alcohólica	102	C. JOURET	125
• Introducción • Composición del sustrato de fermentación • Aplicación industrial de la fermentación • Cepas de levaduras utilizadas, caracterización		1 - Introducción	125
		2 - Los sustratos de las fermentaciones	126
		3 - Los microorganismos implicados	127
		4 - Aplicación industrial de la fermentación	129
		5 - Conclusión	131
		<i>Bibliografía</i>	133
		<i>Cap. 6 El vinagre - C. DIVIES</i>	135
		1 - Introducción	135
		2 - Producción y usos del vinagre	136
		3 - Los procesos	137
		3.1 El método denominado de Orleans	137

3.2 El método rápido	138	4.1 Propiedades de un fermento seleccionado	159
3.3 El cultivo por inmersión	138	•Crecimiento rápido y dominante • Acidificación • Osmotolerancia • Temperatura de fermentación • Pro- ducción de CO ₂ • Sedimentación de las bacterias • Resistencia a los fagos • Valores nutricionales y die- téticos de los productos de la fer- mentación láctica	
3.4 Las células inmovilizadas	140		
4 - Las bacterias acéticas	142	4.2 Experimentación de fermen- tos lácticos en cultivo puro ...	162
4.1 Clasificación	142		
4.2 Metabolismo	144	5 - Mejora de las técnicas – Pers- pectivas	163
• Oxidación de los hidratos de car- bono • Oxidación del acetato • Ne- cesidades nutricionales		6 - Conclusión	163
4.3 Cepas	145	Bibliografía	165
4.4 Genética	146		
4.5 Fisiología	146	Cap. 8 El ensilado de los vegeta- les – PH. GOUET	167
5 - Conclusión	147	1 - Introducción	167
Bibliografía	149	2 - Microflora de los forrajes	168
Cap. 7 Los vegetales fermentados		3 - Evolución fermentativa y bac- teriológica de los ensilados ...	168
J. LE GUERN	153	3.1 Composición y evolución del sustrato	170
1 - Introducción	153	3.2 Evolución cuantitativa y cuali- tativa de la microflora	173
2 - Principio de la fermentación – Puesta en marcha	153	3.3 <i>Lactobacillus</i> y <i>Streptococcus</i>	174
2.1 Principio	153	3.4 Bacterias perjudiciales	174
2.2 Desarrollo de la fermentación	154	• Grupo de las butíricas • Grupo de las proteolíticas	
• Inicio • Fermentación primaria • Fermentación secundaria • Post- fermentación		4 - Factores que controlan el cre- cimiento bacteriano	175
2.3 Las especies microbianas	155	4.1 La temperatura	175
3 - Algunos ejemplos de fermen- tación espontánea	156	4.2 Concentración en glúcidos y disponibilidad	175
3.1 Fabricación de la col fermen- tada	156	4.3 Capacidad tampón	176
• Técnica de preparación • Micro- biología de la fermentación • De- fectos – Problemas de fabricación		4.4 Incremento del porcentaje de materia seca	176
3.2 Producción de aceitunas fer- mentadas	157	5 - Conservantes	176
• Principio de fabricación • Micro- biología de la fermentación • De- fectos de fabricación			
4 - Utilización de un fermento seleccionado	159		

<i>Bibliografía</i>	178	4.3 Influencia en la detoxicación	204
<i>Cap. 9 Los alimentos de soja fermentados</i> – S. GAUTHIER, J. DE PRENEUF, M. ROCHEMAN	179	5 - Perspectivas	205
1 - Introducción	179	<i>Bibliografía</i>	207
2 - Salsa de soja	180	Parte III – La fermentación de los productos animales	209
3 - Miso	182	<i>Cap. 1 Los yogures y las leches fermentadas</i> – J. HERMIER, J.P. ACCOLAS	211
4 - Tofu, sufu y meitauza	185	1 - Introducción	211
5 - Natto	187	2 - El yogur	212
6 - Tempeh	187	2.1 Composición y propiedades de la leche como sustrato de la fermentación del yogur	212
7 - Leche de soja fermentada	189	2.2 Fermentación industrial del yogur	213
8 - Conclusiones: interés nutricional de los alimentos fermentados de soja	190	• Conservación de los fermentos • Producción del fermento • Desarrollo de la fermentación • Tecnología de la fermentación • Evolución del yogur después de la fermentación • Contaminación del yogur	
<i>Bibliografía</i>	194	2.3 Productos a base de yogur	218
<i>Cap. 10 El gari</i> – G. CHUZEL, D. GRIFFON	195	2.4 Caracterización, selección y mejora de las cepas de bacterias del yogur	218
1 - Introducción	195	• Bacterias utilizadas • Criterios de caracterización y de selección • Resistencia a los bacteriófagos • Mejora genética de las cepas	
2 - La fabricación tradicional del gari	196	3 - Otras leches fermentadas	220
2.1 Generalidades	196	3.1 Bebidas lácticas alcohólicas	221
2.2 El método tradicional	196	3.2 Leches fermentadas por intervención de bacterias lácticas mesófilas	222
2.3 El producto acabado	196	3.3 Leches fermentadas que contienen bacterias de origen intestinal	223
3 - Toxicidad de la mandioca	197	4 - Perspectivas	224
3.1 Carácter cianogénico de la mandioca	197	<i>Bibliografía</i>	226
3.2 Degradación de los glucósidos cianogénicos	199		
3.3 Detoxicación de la mandioca	200		
3.4 Toxicología	200		
4 - La fermentación tradicional ..	202		
4.1 Estudio biológico	202		
4.2 Condiciones de la fermentación	203		

<i>Cap. 2 Los quesos de pasta fresca, blanda, prensada y azul</i>	
J. P. LARPENT	229
1 - Introducción	229
2 - Distintos tipos de quesos	230
2.1 Los quesos frescos	230
2.2 Los quesos de pasta blanda ...	231
2.3 Los quesos de pasta prensada no cocida y semi-cocida	233
2.4 Los quesos de pasta azul	235
3 - Fermentos microbianos	238
3.1 Cultivos de fermentos lácticos	238
3.2 Los distintos tipos de fermentos utilizados en lechería	239
• Los fermentos lácticos • Las levaduras • Los mohos	
4 - Papel que desempeñan los microorganismos en la fabricación de los productos lácteos	246
4.1 Glúcidos y sustratos próximos	246
4.2 Lípidos	247
4.3 Protidos	248
4.4 Algunos ejemplos de fermentos	249
5 - Sensibilidad a los bacteriófagos	249
5.1 Efectos de los bacteriófagos .	249
5.2 El origen de los fagos	253
5.3 Medios de defensa	253
<i>Bibliografía</i>	254
 <i>Cap. 3 Los quesos de pasta prensada y cocida - J. F. CHAMBA y F. PROST</i>	255
1 - Introducción	255
2 - La fermentación láctica	255
2.1 Las bacterias lácticas termófilas	255
• Fermentación por <i>S. thermophilus</i>	
• Fermentación por los lactobacilos termófilos	
2.2 La fermentación láctica en tecnología quesera	257
2.3 Aplicación industrial de la fermentación láctica	260
• Los fermentos artesanales de suero • El cuajo natural • Los fermentos comerciales • Los medios de cultivo	
3 - La fermentación propiónica ..	261
3.1 Caracteres generales de las bacterias propiónicas	261
• Morfología-localización • Clasificación • Exigencias nutricionales • Influencia de los factores físico-químicos • Acción de otros microorganismos	
3.2 La fermentación propiónica y la formación de ojos	265
• Metabolismo • La multiplicación de las bacterias propiónicas en los quesos de pasta cocida • La formación de ojos	
3.3 Aplicación industrial	268
3.4 Perspectivas de futuro	268
<i>Bibliografía</i>	269
 <i>Cap. 4 Productos cárnicos fermentados - J. F. LARPENT</i>	271
1 - Microorganismos de la carne y su acción	271
1.1 Lipólisis	271
1.2 Proteólisis	272
1.3 Microorganismos que confieren color verde	272
1.4 Alteraciones diversas	272
• En aerobiosis • En anaerobiosis	273
2 - Los fermentos	273
2.1 Los lactobacilos	273

2.2 Los pediococos	273	grupos moleculares implica-	
2.3 Las micrococaceas	274	dos	292
3 - Actividad de los fermentos		2.1 Pirazinas	292
microbianos	275	2.2 Compuestos azufrados	293
3.1 Evolución de los microorga-		2.3 Alcoholes	293
nismos a lo largo de la madu-		3 - Necesidad de profundizar en	
ración	275	nuestro conocimiento de los	
3.2 Acción sobre el pH	275	metabolismos que dan lugar	
3.3 Aromatización	276	a compuestos aromáticos	295
4 - Los fermentos de superficie ..	277	3.1 Compuestos azufrados	296
<i>Bibliografía</i>	279	3.2 Compuestos con núcleos	
<i>Cap. 5 Los productos de la pesca</i>		aromáticos	296
<i>fermentados - T. IN</i>	281	4 - Control de los aromas median-	
1 - Introducción	281	te el control de los microorga-	
2 - Productos tradicionales	281	nismos	298
2.1 Europa	281	4.1 Problema general de los fer-	
2.2 Asia	282	mentos	298
• Las salsas • Otros productos	283	4.2 Producción de metabolitos	
3 - Nuevos productos	284	secundarios	299
3.1 Los ensilados biológicos	284	5 - Control de los aromas median-	
3.2 Productos fermentados elabo-		te la utilización de enzimas ...	302
rados	285	6 - Eliminación de los aromas y	
4 - Aspectos bioquímicos	285	sabores defectuosos	303
4.1 Proteólisis asociada	285	6.1 Defectos del aroma debidos a	
4.2 La fermentación microbiana	285	microorganismos	304
4.3 El papel de la sal	286	6.2 Control del sabor amargo	304
5 - Interés de la fermentación de		7 - Conclusiones	306
los productos de la pesca	286	<i>Bibliografía</i>	307
<i>Bibliografía</i>	287	<i>Cap. 2 Propiedades antimicrobia-</i>	
<i>Parte IV - Perspectivas</i>	289	<i>nas de las bacterias lácticas</i>	
<i>Cap. 1 El control de los sabores</i>		E. BELIARD, D. THUAULT	309
M. DESMAZEAUD, J. ADDA	291	1 - Introducción	309
1 - Introducción	291	2 - Actividad antimicrobiana	
2 - Necesidad de profundizar en		debida a la producción de	
nuestro conocimiento de los		ácidos orgánicos	310
		2.1 Efecto de la acidificación	310
		2.2 Efectos específicos	310

3 - Actividad antimicrobiana debida al peróxido de hidrógeno	311	5.1 La fermentación maloláctica (F.M.L.)	339
3.1 Formación del peróxido de hidrógeno por las bacterias lácticas	311	5.2 La producción de ácido láctico	339
3.2 Acción sobre los microorganismos	313	5.3 La fabricación de productos lácteos fermentados	340
4 - Otros inhibidores no específicos	314	5.4 La formación de burbujas según el método champenoise	341
5 - Las bacteriocinas y la nisina	314	5.5 Fermentación alcohólica y elaboración de bebidas efervescentes	344
5.1 Definición	314	6 - Conclusión	345
5.2 La nisina	315	Bibliografía	346
• Estructura y modo de acción • Soporte genético de la producción de nisina • Espectro de acción de la nisina • Aplicaciones de la nisina		Cap. 4 Las perspectivas abiertas a la industria por la ingeniería genética de las bacterias lácticas - G. NOVEL	349
5.3 Las bacteriocinas	318	1 - Introducción. Las dos vías de mejora de las cepas microbianas: mutación-variación y transferencia genética	349
6 - Conclusión	320	1.1 La mutación	349
Bibliografía	322	1.2 La variación	350
Cap. 3 Los microorganismos inmovilizados - C. DIVIES	327	1.3 La transferencia genética	350
1 - Introducción	327	2 - Utilización de mutantes o variantes	350
2 - Las técnicas de inmovilización	328	2.1 Mutantes metabólicos más productivos	351
2.1 Adsorción	328	2.2 Mutantes o variantes resistentes a los fagos	351
2.2 La unión covalente	330	3 - La transferencia genética natural	351
2.3 La floculación	331	3.1 La conjugación por un plásmido residente	351
2.4 La inclusión	331	• Los plásmidos residentes • Las funciones de los plásmidos residentes • La capacidad de transferencia de los plásmidos residentes	
2.5 Retención por membranas	332		
3 - Restricciones cinéticas de los microorganismos inmovilizados por inclusión y reactores utilizables	332		
4 - Comportamiento de las levaduras y de las bacterias lácticas (método de inclusión)	335		
5 - Las aplicaciones industriales	339		

3.2 La conjugación mediante plásmidos o transposones exógenos	354	nología del clonaje molecular • Los genes de las bacterias lácticas actualmente clonadas • Conclusiones a partir de los resultados actuales	
3.3 La transducción por fagos atenuados	354	5 - Perspectivas: la mejora de las cepas y su adaptación	360
• Los fagos atenuados de las bacterias lácticas • La transducción en las bacterias lácticas		5.1 Mejorar las propiedades metabólicas de las cepas de los fermentos	361
3.4 La importancia de la conjugación y de la transducción	355	5.2 Mejorar la resistencia de las cepas	362
4 - La transferencia genética provocada	356	• Mejorar la resistencia a los fagos • Mejorar la resistencia al medio	
4.1 La fusión de protoplastos	356	5.3 Cepas alimentarias modificadas	362
4.2 La ingeniería genética: la transferencia de genes aislados <i>in vitro</i>	356	<i>Bibliografía</i>	364
• Las características del clonaje molecular • Las exigencias de la tec-			