

Vista general de capítulos

Cerveza: la bebida popular más antigua	21
1 Materias primas	35
2 Elaboración de la malta	105
3 Elaboración del mosto	197
4 Elaboración de cerveza	365
5 Envasado de la cerveza	535
6 Limpieza y desinfección	687
7 La cerveza terminada	703
8 Cervecerías pequeñas	761
9 Manejo de desechos y medio ambiente	781
10 Gestión energética en la cervecería y maltería	797
11 Automatización y planificación de plantas	847

Contenido

Cerveza: la bebida popular más antigua ...	21
1 Materias primas.....	35
1.1 Cebada.....	35
1.1.1 Cultivo y variedades de cebada	35
1.1.1.1 El cultivo de la cebada.....	35
1.1.1.2 Variedades de cebada	36
1.1.2 El cultivo de la cebada.....	37
1.1.3 Estructura del grano de cebada	38
1.1.3.1 Estructura externa.....	38
1.1.3.2 Estructura interna	38
1.1.4 Composición y propiedades de los componentes.....	40
1.1.4.1 Carbohidratos.....	40
1.1.4.2 Proteínas	44
1.1.4.3 Grasas (lípidos).....	46
1.1.4.4 Minerales.....	47
1.1.4.5 Otras sustancias.....	47
1.1.4.6 Enzimas de cebada	48
1.1.5 Evaluación de la cebada	50
1.1.5.1 Handboniting (evaluación visual) ..	50
1.1.5.2 Análisis mecánicos y químicos	52
1.1.5.3 Análisis fisiológicos	53
1.2 Lúpulo.....	54
1.2.1 Regiones productoras de lúpulo ...	54
1.2.2 Cosecha, secado y conservación del lúpulo	56
1.2.2.1 Cosecha	56
1.2.2.2 Secado	56
1.2.2.3 Conservación del lúpulo.....	56
1.2.3 Estructura del cono de lúpulo.....	57
1.2.4 Composición y propiedades de los componentes del lúpulo.....	57
1.2.4.1 Sustancias amargas o resinas	58
1.2.4.2 Aceites de lúpulo	59
1.2.4.3 Taninos o polifenoles	60
1.2.4.4 Proteínas	62
1.2.5 Evaluación del lúpulo	62
1.2.5.1 Evaluación manual del cono de lúpulo	62
1.2.5.2 Contenido amargo.....	63
1.2.6 Variedades de lúpulo	63
1.2.7 Productos de lúpulo	64
1.2.7.1 Pellets de lúpulo.....	65
1.2.7.2 Extractos de lúpulo	68
1.3 Agua	72
1.3.1 Ciclo del agua.....	72
1.3.2 Consumo de agua dulce en la fábrica de cerveza.....	73

1.3.3	Extracción del agua	73	2.1.1.1	Recepción de vehículos (remolques de camiones) o vagones ferroviarios	106
1.3.3.1	Extracción de aguas subterráneas..	73	2.1.1.2	Recepción de buques	106
1.3.3.2	Extracción de agua de manantial..	75	2.1.2	Limpieza y clasificación de la cebada	107
1.3.3.3	Extracción de aguas superficiales..	75	2.1.2.1	Prelimpieza de la cebada	108
1.3.3.4	Importancia del suministro propio de agua	75	2.1.2.2	Dispositivos magnéticos	109
1.3.4	Requerimientos para el agua	75	2.1.2.3	Separador de piedras en seco	110
1.3.4.1	Requerimientos del agua como agua potable	75	2.1.2.4	Desbarbador	110
1.3.4.2	Requerimientos del agua como agua cervecera.....	76	2.1.2.5	Trieur (limpiador de granos)	111
1.3.4.3	Importancia de los iones individuales.....	79	2.1.2.6	Clasificación de la cebada	112
1.3.5	Proceso de mejora del agua	79	2.1.3	Transporte de cebada y malta	116
1.3.5.1	Proceso de eliminación de sólidos en suspensión	80	2.1.3.1	Transportadores mecánicos.....	116
1.3.5.2	Eliminación de solutos.....	81	2.1.3.2	Transportadores neumáticos	119
1.3.5.3	Proceso para mejorar la alcalinidad residual.....	81	2.1.4	Sistemas de remoción de polvo	122
1.3.6	Posibilidades de ahorro de agua	87	2.1.4.1	Ciclones.....	122
			2.1.4.2	Filtro de polvo.....	122
1.4	Levadura	89	2.2	Secado y almacenamiento de la cebada	125
1.4.1	Estructura y composición de la célula de levadura.....	89	2.2.1	Respiración de la cebada	125
1.4.2	Metabolismo de la célula de levadura	92	2.2.2	Secado de la cebada	126
1.4.3	Reproducción y crecimiento de las levaduras	93	2.2.3	Enfriamiento de la cebada.....	127
1.4.4	Caracterización de las levaduras cerveceras.....	94	2.2.4	Almacenamiento de la cebada ...	127
1.4.4.1	Características morfológicas.....	95	2.2.4.1	Almacenamiento en silos	127
1.4.4.2	Diferencias fisiológicas	95	2.2.4.2	Almacenamiento en graneros	128
1.4.4.3	Diferencias en la tecnología de fermentación	95	2.2.4.3	Infestación de plagas	129
1.4.4.4	Clasificación sistemática.....	96	2.3	El remojo de la cebada.....	130
1.5	Adjuntos cerveceros (cereales crudos).....	97	2.3.1	Procesos durante el remojo	130
1.5.1	Maíz	97	2.3.1.1	Absorción de agua	130
1.5.2	Arroz	98	2.3.1.2	Suministro de oxígeno	133
1.5.3	Cebada.....	99	2.3.1.3	Limpieza	133
1.5.4	Sorgo/Mijo.....	99	2.3.2	Recipientes de remojo.....	134
1.5.5	Trigo.....	99	2.3.3	Proceso de remojo	139
1.5.6	Azúcar.....	100	2.4	Germinación de la cebada	140
1.5.7	Jarabe de glucosa	101	2.4.1	Procesos durante la germinación	140
1.5.8	Azúcar caramelo	101	2.4.1.1	Procesos de crecimiento.....	140
	(también -couleur)	101	2.4.1.2	Formación de enzimas	141
			2.4.1.3	Conversiones de sustancias durante la germinación	143
2	Elaboración de la malta	105	2.4.1.4	Conclusiones para la aplicación .	149
2.1	Recepción, limpieza, clasificación y transporte de la cebada	105	2.4.2	Proceso de germinación	150
2.1.1	Recepción de la cebada.....	106	2.4.2.1	Maltería de era o de granero	150
			2.4.2.2	Sistemas de malteado accionados neumáticamente.....	150
			2.4.2.3	Realización de la germinación	161
			2.4.2.4	Control de la germinación.....	162

2.5	El tostado de malta	162	2.8.2.8	Capacidad germinativa	179
2.5.1	Cambios durante el tostado	162	2.8.2.9	Densidad	179
2.5.1.1	Reducción del contenido de agua..	162	2.8.2.10	Método Calcofluor-Carlsberg (método de lijado del grano)	179
2.5.1.2	Interrupción de la germinación y modificación o degradación	163	2.8.3	Análisis físico-químicos.....	180
2.5.1.3	Formación de sustancias aromáticas y colorantes(reacción de Maillard)..	163	2.8.3.1	Contenido de agua (humedad)...	180
2.5.1.4	Formación de precursores de DMS	164	2.8.3.2	Proceso de maceración en laboratorio según congreso.....	180
2.5.1.5	Influencia de la temperatura y el tiempo de secado	165	2.8.4	Contrato de suministro de malta	183
2.5.1.6	Formación de nitrosaminas	166	2.9	Variedades de malta y maltas a partir de otros cereales	184
2.5.1.7	Inactivación de las enzimas.....	166	2.9.1	Malta tipo Pilsner (malta clara o pálida).....	184
2.5.2	Construcción de la sala de tostado (Darre).....	167	2.9.2	Malta oscura (estilo Múnich)	184
2.5.2.1	Calentamiento y ventilación de la sala de tostado	167	2.9.3	Malta Vienesa	184
2.5.2.2	Salas de secado de dos pisos de diseño antiguo.....	169	2.9.4	Malta escaldada (Brühmalz) / malta melanoidina	184
2.5.2.3	Tostadores con piso basculante ..	170	2.9.5	Malta caramelizada.....	185
2.5.2.4	Sala de tostado plana con cargador y descargador integrado.....	170	2.9.6	Malta ácida/agria (Sauermalz)	186
2.5.2.5	Salas de tostado verticales.....	172	2.9.7	Malta de germinación corta y tipo “Spitzmalz”	186
2.5.3	Realización del proceso de tostado.....	173	2.9.8	Malta ahumada	187
2.5.3.1	Elaboración de malta Pilsner.....	174	2.9.9	Malta diastásica	187
2.5.3.2	Producción de malta Munich.....	174	2.9.10	Malta torrefacta (Röstmalz)	187
2.5.3.3	Limpieza de la sala de tostado	175	2.9.11	Cerveza de malta torrefacta	187
2.5.3.4	Comprobación del proceso de secado	175	2.9.12	Malta de trigo.....	188
			2.9.13	Extracto de malta.....	189
			2.9.14	Malta a partir de otros cereales primarios	189
			2.9.15	Malta de sorgo	191
2.6	Tratamiento de la malta después del tostado	176	2.10	Prevención de accidentes en la maltería	193
2.6.1	Enfriamiento de la malta seca.....	176			
2.6.2	Limpieza de la malta	176	3	Elaboración del mosto	197
2.6.3	Almacenamiento de la malta.....	176	3.1	Molienda de la malta	197
2.6.4	Pulido de la malta	177	3.1.1	Tratamiento previo de la malta	198
2.7	Rendimiento durante el malteado	178	3.1.1.1	Eliminación de polvo y piedras de la malta	198
2.8	Evaluación de la malta	178	3.1.1.2	Pesaje de la cantidad de carga (Pesaje de lote de cocimiento) ...	199
2.8.1	Evaluación sensorial (visual).....	178	3.1.2	Principios básicos de la molienda	201
2.8.2	Evaluaciones mecánicas	178	3.1.3	Molienda en seco	202
2.8.2.1	Clasificación	178	3.1.3.1	Molinos de seis rodillos	202
2.8.2.2	Masa de mil granos.....	178	3.1.3.2	Molinos de cinco rodillos	203
2.8.2.3	Masa por hectólitro.....	178	3.1.3.3	Molinos de cuatro rodillos	203
2.8.2.4	Prueba de flotación (prueba de hundimiento)	179	3.1.3.4	Molinos de dos rodillos	204
2.8.2.5	Vidriosidad	179	3.1.3.5	Rodillos de los molinos de trituración	204
2.8.2.6	Friabilidad.....	179	3.1.3.6	Acondicionado de molienda en seco	206
2.8.2.7	Desarrollo de la acrospira	179			

3.1.3.7	Tolva de malta molida	206	3.3.3.2	Cuba de filtración de diseño moderno (figura 3.77)	266
3.1.3.8	Molinos de martillos	207	3.3.3.3	Secuencia de trabajo para la filtración con la cuba de filtración convencional	270
3.1.3.9	Otros sistemas de molinos.....	210	3.3.4	Filtración con el filtro prensa de mosto	273
3.1.3.10	Separación de cáscaras	210	3.3.4.1	Filtros prensa de mosto convencionales	273
3.1.4	Molienda húmeda	210	3.3.4.2	Filtro prensa de nueva generación	274
3.1.5	Acondicionamiento húmedo o por remojo	211	3.3.5	Desarrollos más recientes de la tecnología de filtración de mosto	283
3.1.6	Trituración ultrafina con agua ...	213	3.3.6	Bagazo	283
3.1.7	Evaluación de la molienda	214	3.3.6.1	Transporte del bagazo	283
3.2	Maceración	216	3.3.6.2	Análisis de bagazo	284
3.2.1	Conversiones durante la maceración.....	216	3.4	Hervor del mosto.....	287
3.2.1.1	Finalidad de la maceración	216	3.4.1	Procesos durante el hervor del mosto	287
3.2.1.2	Propiedades de las enzimas.....	216	3.4.1.1	Solución y conversión de los componentes del lúpulo	287
3.2.1.3	Degradación del almidón	217	3.4.1.2	Precipitación de proteínas	288
3.2.1.4	Degradación del β -glucano	223	3.4.1.3	Evaporación del agua en exceso .	289
3.2.1.5	Degradación de sustancias proteicas.....	227	3.4.1.4	Esterilización del mosto	289
3.2.1.6	Conversiones de ácidos grasos (lípidos)	228	3.4.1.5	Destrucción de todas las enzimas	289
3.2.1.7	Otros procesos de degradación y disolución	230	3.4.1.6	Carga térmica del mosto (Valor TBI).....	290
3.2.1.8	Acidificación biológica	231	3.4.1.7	Reducción del valor del pH en el mosto	290
3.2.1.9	Composición del extracto	234	3.4.1.8	Formación de sustancias reductoras (reductonas)	291
3.2.1.10	Conclusiones aplicables al proceso de maceración	234	3.4.1.9	Evaporación de sustancias aromáticas volátiles	291
3.2.2	Recipientes para la maceración ..	236	3.4.1.10	Contenido de zinc del mosto	293
3.2.2.1	Recipientes de maceración	236	3.4.1.11	Mosto de paila llena	293
3.2.3	Proceso de mezcla	240	3.4.2	Diseño y calentamiento de la paila de hervor de mosto.....	294
3.2.3.1	Guía de agua de maceración (colada)	240	3.4.2.1	Pailas de hervor con calentamiento directo	294
3.2.3.2	Temperatura de inicio de mezcla	240	3.4.2.2	Paila de hervor con calentamiento con vapor	294
3.2.3.3	Mezcla del agua con la malta molida	242	3.4.2.3	Pailas de hervor a baja presión ...	297
3.2.4	Proceso de maceración	244	3.4.2.4	Hervor de mosto a alta temperatura	305
3.2.4.1	Puntos a tener en cuenta al realizar el proceso de maceración	244	3.4.2.5	Sistemas de hervor de mosto con ahorro de energía	306
3.2.4.2	Procedimiento de infusión	247	3.4.2.6	Sistemas modernos de hervor de mosto	308
3.2.4.3	Procedimiento por decocción	249	3.4.2.7	Consumo de energía durante el hervor de mosto	318
3.2.5	Duración del proceso de maceración.....	261	3.4.2.8	Enfriador de vahos.....	321
3.2.6	Comprobación la mezcla	261			
3.2.7	Intensidad de maceración	261			
3.3	Filtración del mosto	262			
3.3.1	Filtración principal y agua de lavado	262			
3.3.2	Última agua (weak wort)	263			
3.3.3	Filtrado con la cuba de filtración	265			
3.3.3.1	Construcción de la cuba de filtración	265			

3.4.2.9	Tanque de espera (tanque de almacenamiento de mosto)	322	3.8.3.3	Realización de la clarificación del mosto en el whirlpool	345
3.4.3	Realización del hervor de mosto	322	3.8.3.4	Clarificación mediante el Clarisaver (Meura S.A., Peruwelz/B).....	347
3.4.3.1	Hvor de mosto	322	3.8.4	Separadores	347
3.4.3.2	Dosificación de lúpulo	323	3.8.4.1	Principio de la centrifugación	347
3.4.4	Controles del mosto terminado .	327	3.8.4.2	Tipos de separadores centrífugos (centrífugas)	348
3.5	Rendimiento de la sala de cocimiento	328	3.8.4.3	Construcción y modo de funcionamiento de las centrífugas de autodescarga	348
3.5.1	Cálculo del rendimiento de la sala de cocimiento	328	3.8.4.4	Separación de mosto caliente.....	351
3.5.1.1	Determinación del porcentaje de masa (Ma-%)	328	3.8.5	Recuperación del mosto turbio ..	351
3.5.1.2	Determinación de la masa de extracto por 1 hl de mosto	329	3.9	Enfriamiento y clarificación del mosto	351
3.5.1.3	Conversión del volumen del mosto caliente en el del mosto frío	335	3.9.1	Procesos de enfriamiento	352
3.5.1.4	Cálculo de la cantidad de extracto obtenida en la sala de cocimiento	335	3.9.1.1	Enfriamiento del mosto	352
3.5.1.5	Determinación del rendimiento de la sala de cocimiento	336	3.9.1.2	Formación y eliminación óptima del trub frío	352
3.5.2	Influencia en el rendimiento de la sala de cocimiento	336	3.9.1.3	Cambios en la concentración del mosto	352
3.5.3	Evaluación del rendimiento de la sala de cocimiento	337	3.9.2	Dispositivos para enfriar el mosto	353
3.6	Equipamiento de la sala de cocimiento	337	3.9.2.1	Construcción del intercambiador de calor de placas	353
3.6.1	Número e instalación de los recipientes	337	3.9.2.2	Modo de funcionamiento del intercambiador de calor de placas .	355
3.6.2	Tamaño del recipiente	338	3.9.2.3	Ventajas del intercambiador de placas	356
3.6.3	Material del recipiente	339	3.9.3	Puntos básicos y aplicación de la aireación del mosto	357
3.6.4	Capacidad de producción de la sala de cocimiento	339	3.9.3.1	Proceso de aireación del mosto .	357
3.6.5	Equipos de cocimiento de tipo especial	340	3.9.3.2	Tiempo de aireación de la levadura	359
3.6.5.1	Equipos de cocimiento de pub breweries o cervecerías de restaurante	340	3.9.4	Dispositivos para la eliminación del trub frío	359
3.6.5.2	Equipo de cocimiento integral ...	341	3.9.5	Líneas de enfriamiento de mosto	359
3.6.5.3	Salas de cocimiento experimentales y educativas	341	3.10	Producción continua de mosto	359
3.7	Bombeo de mosto	342	3.11	Seguridad laboral en la elaboración de mosto	361
3.8	Retiro del trub caliente	342	3.11.1	Prevención de accidentes en la zona del molino	361
3.8.1	“Nave” de enfriamiento (Kühlschiff)	342	3.11.2	Prevención de accidentes al trabajar en recipientes de elaboración de mosto	362
3.8.2	Cuba de sedimentación	343	3.11.3	Prevención de accidentes al trabajar con centrífugas	362
3.8.3	Whirlpool	343	4	Elaboración de cerveza	365
3.8.3.1	Funcionamiento del whirlpool ...	343	4.1	Transformaciones durante la fermentación y la maduración	365
3.8.3.2	Diseño y construcción del Whirlpool	344	4.1.1	La levadura como el socio más importante del cervecero	366

4.1.2	Metabolismo de la levadura	367	4.3	Fermentación y maduración clásicas	401
4.1.2.1	Fermentación de los azúcares	367	4.3.1	Cubas de fermentación – instalación de la cava de fermentación abierta	401
4.1.2.2	Metabolismo protéico	372	4.3.1.1	Cubas de fermentación	401
4.1.2.3	Metabolismo de grasas	373	4.3.1.2	Instalación de la cava de fermentación abierta	402
4.1.2.4	Metabolismo de los carbohidratos	374	4.3.2	Rendimiento de la cava de fermentación	404
4.1.2.5	Metabolismo de minerales	375	4.3.3	Realización de una fermentación principal abierta	405
4.1.3	Formación y degradación de los subproductos de fermentación ..	376	4.3.3.1	Inoculación de la levadura (Anstellen)	405
4.1.3.1	Diacetilo (dicetonas vecinales) ...	377	4.3.3.2	Etapas de la fermentación	407
4.1.3.2	Aldehídos (carbonilos)	380	4.3.3.3	Grado de fermentación (grado de atenuación).....	409
4.1.3.3	Alcoholes superiores	380	4.3.3.4	Trasiego del recipiente	412
4.1.3.4	Ésteres.....	381	4.3.4	Cosecha de levadura en la cuba de fermentación	414
4.1.3.5	Compuestos azufrados	382	4.3.5	Procesos durante la maduración de la cerveza en tanques convencionales	414
4.1.3.6	Ácidos orgánicos	383	4.3.5.1	Saturación de la cerveza con dióxido de carbono bajo contrapresión ..	414
4.1.3.7	Criterios de evaluación de las sustancias aromáticas en la cerveza (según Miedaner)	383	4.3.5.2	Aclarado la cerveza	415
4.1.4	Otros procesos y conversiones ...	385	4.3.6	Instalaciones de la cava de maduración convencional	416
4.1.4.1	Cambios en la composición de las proteínas	385	4.3.6.1	Equipamiento de la cava de maduración	416
4.1.4.2	Reducción del pH	385	4.3.6.2	Tanques de maduración	416
4.1.4.3	Cambio de las relaciones redox en la cerveza	386	4.3.7	Realización la maduración en tanques convencionales	418
4.1.4.4	Cambio del color de la cerveza ..	386	4.3.7.1	Trasiego	418
4.1.4.5	Secreción de sustancias amargas y taninos	386	4.3.7.2	Carbonatación por control de contrapresión (Spunden)	419
4.1.4.6	Contenido de CO ₂ de la cerveza .	387	4.3.8	Conexión del tanque	420
4.1.4.7	Clarificación y coloides. Estabilización de la cerveza	387	4.3.8.1	Realización de la conexión	420
4.1.5	Efectos de diversos factores sobre la levadura	387	4.3.8.2	Presión al conectar y vaciar	420
4.1.6	Floculación de la levadura (formación de flóculos)	389	4.3.9	Vaciado de los tanques convencionales	421
4.1.7	Degeneración de la levadura	390	4.3.9.1	Caballote mezclador (Verschneidbock)	421
4.1.8	Estado fisiológico de la levadura .	390	4.3.9.2	Regulador de presión	421
4.2	Propagación de cepas de levadura puras.....	391	4.3.9.3	Recuperación de la cerveza de la levadura	422
4.2.1	Fundamentos de la propagación de la levadura	391	4.3.9.4	Enfriamiento de la cerveza	422
4.2.2	Obtención de células de levadura idóneas	392	4.3.9.5	Empujes (pre- y post-corridas) ...	422
4.2.3	Preparación en el laboratorio	392	4.4	Fermentación y maduración en tanques cilindro cónicos (TCC) 422	
4.2.4	Manejo de levadura en la producción	393	4.4.1	Construcción e instalación de tanques cilindro-cónicos (TCC) ..	422
4.2.4.1	Sistemas de propagación de levaduras	394			
4.2.4.2	Gestión optimizada de la levadura según Back	397			
4.2.4.3	Método de propagación en un solo tanque según Wackerbauer	398			
4.2.4.4	Gestión de levadura abierta	399			

4.4.1.1	Construcción, geometría y material de los TCC	422	4.5	Filtración de la cerveza	462
4.4.1.2	Orden de magnitud de los TCC ...	423	4.5.1	Opciones de filtración	463
4.4.1.3	Instalación y disposición del TCC ..	425	4.5.1.1	Mecanismos de separación	463
4.4.2	Equipamiento de los tanques cilindro-cónicos	427	4.5.1.2	Soporte del medio filtrante.....	464
4.4.2.1	Elementos de mando y control y accesorios de seguridad.....	427	4.5.1.3	Productos auxiliares de filtración ..	465
4.4.2.2	Enfriamiento del TCC	434	4.5.2	Diseño de filtros de cerveza.....	468
4.4.2.3	Opciones para controlar y automatizar el sistema de enfriamiento	441	4.5.2.1	Filtro de masa	468
4.4.3	Realización de la fermentación y maduración en TCC.....	442	4.5.2.2	Filtros de precapa	468
4.4.3.1	Aspectos especiales de la fermentación y maduración en TCC	444	4.5.2.3	Filtro de capas (filtro de placas) ..	483
4.4.3.2	Fermentación en frío – Maduración en frío	447	4.5.2.4	Filtros de membrana	483
4.4.3.3	Fermentación en frío con foco en maduración en el TCC	448	4.5.2.5	Sistema multi-micro	485
4.4.3.4	Fermentación en caliente sin contrapresión – Maduración en frío	448	4.5.2.6	Zonas de filtración	486
4.4.3.5	Fermentación bajo contrapresión	448	4.5.2.7	Filtración de cerveza sin Kieselgur	486
4.4.3.6	Fermentación en frío - Maduración en caliente	449	4.6	Conservación de la cerveza.....	493
4.4.3.7	Fermentación primaria en frío con maduración programada	450	4.6.1	Conservación biológica de la cerveza	493
4.4.3.8	Fermentación primaria en caliente con maduración forzada por el método de un tanque.....	450	4.6.1.1	Pasteurización	494
4.4.4	Cosecha de levadura del TCC	450	4.6.1.2	Pasteurización flash (pasteurización instantánea)	494
4.4.4.1	Momento de la cosecha de levadura	451	4.6.1.3	Llenado en caliente de cerveza ..	496
4.4.4.2	Métodos de cosecha de levadura .	452	4.6.1.4	Pasteurización túnel pasteurizador	496
4.4.4.3	Manejo y almacenamiento de la levadura de cosecha	453	4.6.1.5	Tratamiento aséptico en frío de la cerveza	497
4.4.5	Calidad de la cerveza antes de la filtración	456	4.6.2	Estabilización coloidal de la cerveza	498
4.4.6	Recuperación de cerveza a partir de levadura excedente	456	4.6.2.1	Carácter de las turbiedades coloidales	498
4.4.6.1	Separación por sedimentación o filtros prensa	456	4.6.2.2	Mejorar la estabilidad coloidal de la cerveza	499
4.4.6.2	Centrifugación de levadura	456	4.6.2.3	Medidas tecnológicas para mejorar la estabilidad coloidal	499
4.4.6.3	Recuperación de la cerveza mediante un decanter.....	457	4.6.2.4	Dosificación de agentes estabilizadores	500
4.4.6.4	Filtración de levadura por membrana	458	4.6.2.5	Dosificación de productos pre-isomerizados des lúpulo (lúpulos downstream)	508
4.4.6.5	Tratamiento de cerveza a partir de levadura excedente (cerveza de levadura)	458	4.6.3	Sistema de filtración	508
4.4.7	Recuperación de CO ₂	459	4.6.4	Estabilidad del sabor	510
4.4.8	Levaduras inmovilizadas	461	4.6.4.1	Proceso de envejecimiento	510
			4.6.4.2	Factores que favorecen la estabilidad organoléptica	512
			4.6.4.3	Medidas para evitar el ingreso de oxígeno en la línea de filtración y de llenado	513
			4.6.4.4	Medidas para evitar influencias negativas en la estabilidad organoléptica tras el llenado	514
			4.7	Carbonatación de la cerveza .	516
			4.8	Procesos especiales para la elaboración de cerveza	516

4.8.1	Elaboración de cervezas concentradas (HGB)	517	5.1.4	Llenado de botellas	565
4.8.2	Elaboración de Eisbier	520	5.1.4.1	Principios de llenado	565
4.8.3	Procedimiento para retirar el alcohol	521	5.1.4.2	Diseño básico de las llenadoras de botellas	567
4.8.3.1	Proceso de separación por membrana	521	5.1.4.3	Montajes principales de las máquinas de llenado de botellas	568
4.8.3.2	Procesos térmicos/destilación ...	525	5.1.4.4	Construcción y función de las válvulas de llenado	571
4.8.3.3	Supresión de la formación de alcohol (proceso biológico).....	529	5.1.4.5	Inyección a alta presión– eliminar texto, dejar solamente (HDE).....	582
4.9	Prevención de accidentes durante la fermentación, maduración y filtración	531	5.1.5	Taponadora de botellas	584
4.9.1	Peligros de accidente debidos al dióxido de carbono de fermentación	531	5.1.5.1	Taponadora con tapas corona....	584
4.9.2	Trabajo en contenedores presurizados	532	5.1.5.2	Taponadoras de tapas com gancho	588
4.9.3	Manipulación de tierra diatomea (Kieselgur)	533	5.1.6	Limpieza de la llenadora y la taponadora	589
4.9.4	Información general sobre la prevención de accidentes	533	5.1.7	Control de las botellas llenas y tapadas	593
5	Envasado de la cerveza	535	5.1.7.1	Control del nivel de llenado	594
5.1	Llenado en botellas de vidrio retornables	535	5.1.7.2	Oxígeno en el cuello de botella ..	595
5.1.1	Botellas de vidrio retornables	535	5.1.7.3	Inspección completa de las botellas	597
5.1.1.1	Ventajas y desventajas de las botellas de vidrio	535	5.1.8	Pasteurización en botellas	597
5.1.1.2	Producción de botellas de vidrio	535	5.1.8.1	Aspectos básicos de la pasteurización en botellas	597
5.1.1.3	Moldes para botellas	535	5.1.8.2	Ensamblajes esenciales del túnel pasteurizador	598
5.1.1.4	Color de la botella	537	5.1.8.3	Medidas de seguridad durante la pasteurización	600
5.1.1.5	Recubrimiento de superficies	537	5.1.9	Etiquetado de botellas	600
5.1.1.6	Scuffing (rayado).....	537	5.1.9.1	Etiquetas y película	600
5.1.1.7	Mejoramiento de botellas	538	5.1.9.2	Pegamento de etiquetas	602
5.1.1.8	Botellas de vidrio retornables ligeras.....	538	5.1.9.3	Principio básico del etiquetado ..	603
5.1.1.9	Fases del proceso de llenado de botellas de vidrio retornables	538	5.1.9.4	Tipos de etiquetadoras	604
5.1.2	Limpieza de botellas de vidrio retornables	538	5.1.9.5	Plegado del cuello y la cabeza con láminas (encapsulado)	605
5.1.2.1	Clasificación de vacíos	539	5.1.10	Fechado de las etiquetas	606
5.1.2.2	Factores de exposición durante la limpieza de botellas	539	5.2	Particularidades del llenado en botellas de vidrio no retornables (botellas NR)	607
5.1.2.3	Lavadoras de botellas	540	5.2.1	Descarga de botellas de vidrio nuevas	607
5.1.2.4	Solución cáustica de limpieza	554	5.2.2	Enjuagadora (Rinser)	607
5.1.2.5	Trabajos de limpieza y mantenimiento de la lavadora de botellas	558	5.3	Llenado en botellas de PET	608
5.1.2.6	Limpieza (enjuague) de botellas y latas nuevas	558	5.3.1	Botellas de PET	608
5.1.3	Comprobación de las botellas de vidrio retornables limpias	559	5.3.1.1	Propiedades estructurales del PET	608
			5.3.1.2	Propiedades de barrera del PET ..	608
			5.3.1.3	Tecnologías de barrera	609
			5.3.1.4	Importancia del Scavenger	611
			5.3.2	Producción de botellas de PET ...	612
			5.3.2.1	Producción de las preformas	612

5.3.2.2	Estirado y soplado de botellas de PET	612	5.6.3.2	Llenado de los kegs	654
5.3.2.3	Verificación de las botellas de PET producidas	612	5.6.4	Equipos completos para kegs	655
5.3.2.4	Enjuagadora de botellas nuevas (Rinser)	614	5.6.5	Llenado de barriles pequeños y de fiesta	655
5.3.3	Transporte de las botellas de PET .	614	5.6.6	Llenado de latas grandes	656
5.3.4	Llenado de las botellas de PET ...	614	5.7	Transporte y embalado	657
5.3.5	Taponadora de botellas de PET ..	615	5.7.1	Contenedores de transporte	657
5.3.5.1	Tapas roscadas de plástico	615	5.7.2	Manejo de las cajas de plástico ..	659
5.3.5.2	Tapa roscada de aluminio (cierres roll-on)	618	5.7.2.1	Clasificación de cajas y botellas extrañas y dañadas	659
5.3.6	Etiquetado de botellas de PET	619	5.7.2.2	Lavado de las cajas	660
5.4	Llenado en botellas de plástico retornables	621	5.7.2.3	Depósito de cajas (magazín)	660
5.4.1	PEN / PLA	621	5.7.3	Tecnología del transporte	661
5.4.2	Limpieza de botellas de plástico retornables	621	5.7.3.1	Transporte de botellas y latas	661
5.4.3	Inspección de botellas vacías	621	5.7.3.2	Transporte de envases	664
5.5	Llenado en latas	625	5.7.4	Tecnología de empaques	665
5.5.1	Latas y tapas de latas	625	5.7.4.1	Cabezal de agarre y tulipas de agarre	665
5.5.2	Almacenamiento, depaletizado y desplazamiento de latas vacías	629	5.7.4.2	Tipos de embaladoras	667
5.5.3	Inspección de latas vacías	630	5.7.5	Equipo de paletizado y despaletizado	672
5.5.4	Enjuagadora de latas (Rinser).....	630	5.7.5.1	Tecnología robótica	672
5.5.5	Llenado de las latas	630	5.7.5.2	Construcción y funcionamiento del equipo de paletizado y despaletizado	672
5.5.5.1	Llenadoras mecánicas de latas....	632	5.7.5.3	Apilado de paletas llenas	675
5.5.5.2	Llenadora de latas con llenado volumétrico	634	5.7.5.4	Sistemas de transporte para paletas	675
5.5.6	Cierre de las latas	641	5.7.5.5	Espacios para paletas	675
5.5.7	Limpieza de la llenadora de latas y de la cerradora	642	5.7.5.6	Dispositivos de entrada y salida .	675
5.5.8	Widgets	643	5.7.5.7	Almacenes de paletas	676
5.5.9	Inspección de las latas llenas	644	5.7.5.8	Control de paletas	676
5.5.10	Pasteurización de las latas	644	5.7.5.9	Aseguramiento de las paletas	676
5.5.11	Etiquetado envolverte de latas ..	644	5.7.5.10	Paletización en el proceso de llenado de barriles	676
5.6	Llenado de barriles, barricas de cerveza, barriles para fiestas y latas grandes	646	5.8	Diseño completo de líneas de envasado (layout de líneas)	677
5.6.1	Barriles de madera y llenado de barriles	646	5.9	Merma cervecera	681
5.6.2	Barriles metálicos (Kegs) y espadines de barril (fittings)	649	5.9.1	Cálculo de la cantidad de cerveza de venta producida	682
5.6.2.1	Material, forma y tamaño de los barriles hoy en día.....	649	5.9.2	Inventario y conversión a cerveza para la venta.....	682
5.6.2.2	Espadines de barril (fittings)	650	5.9.3	Cálculo de la merma en volumen .	683
5.6.2.3	Barriles (Kegs) plásticos	652	5.9.4	Cálculo del consumo de malta en kg de malta/hl de cerveza para la venta	684
5.6.3	Lavado y llenado de kegs de metal	653	5.9.5	Importancia de la merma y formas de minimizarla	685
5.6.3.1	Lavado de Kegs: Limpieza externa	653			

6	Limpieza y desinfección	687	7.3.2.3	Cerveza tipo Export / Helles.....	728
6.1	Los materiales y su comportamiento frente a los productos de limpieza	688	7.3.2.4	Cervezas negras.....	729
6.1.1	Envases de aluminio	688	7.3.2.5	Cervezas de festividades	729
6.1.2	Recipientes, tuberías y accesorios de acero al cromo-níquel	688	7.3.2.6	Ice Beer.....	729
6.2	Productos de limpieza	692	7.3.2.7	Märzen (Maerzen).....	729
6.3	Desinfectante	693	7.3.2.8	Cerveza Bock	729
6.4	Realización de la limpieza y desinfección (CIP)	694	7.3.2.9	Doppelbock	730
6.5	Proceso de limpieza	699	7.3.2.10	Cerveza sin alcohol	730
6.6	Limpieza mecánica	701	7.3.2.11	Cerveza baja en carbohidratos ..	731
6.7	Comprobación de la limpieza y la desinfección	701	7.3.2.12	Cerveza ligera (cerveza light)	732
6.8	Seguridad laboral durante la Limpieza y desinfección	701	7.3.2.13	Bebida de malta (Cerveza de malta)	733
7	La cerveza terminada.....	703	7.3.2.14	Otras variedades de cervezas.....	733
7.1	Componentes de la cerveza	703	7.3.2.15	Bebidas mezcladas con cerveza ..	734
7.1.1	Componentes de la cerveza	703	7.3.2.16	Hard Seltzer.....	735
7.1.2	Cerveza y salud.....	706	7.3.3	Tendencias en el desarrollo de variedades de cerveza que no cumplen con la ley de pureza alemana	736
7.2	Sabor y espuma	707	7.4	Inspección de calidad	738
7.2.1	Sabor de la cerveza	707	7.4.1	Degustación de la cerveza.....	738
7.2.1.1	Aroma de la cerveza.....	708	7.4.2	Análisis microbiológicos	740
7.2.1.2	Cuerpo de la cerveza.....	710	7.4.3	Análisis de la cerveza.....	744
7.2.1.3	Rescencia.....	711	7.4.3.1	Determinación del extracto de mosto original.....	744
7.2.1.4	Amargor de la cerveza	711	7.4.3.2	Determinación del color cerveza ...	748
7.2.2	Espuma de la cerveza	712	7.4.3.3	Determinación del valor del pH ..	748
7.3	Tipos de cerveza y sus especialidades	715	7.4.3.4	Determinación de la concentración de oxígeno en la cerveza	748
7.3.1.1	Particularidades de la fermentación alta.....	716	7.4.3.5	Determinación de la concentración de diacetilo en la cerveza	750
7.3.1.2	Cerveza de trigo	718	7.4.3.6	Determinación de la estabilidad de la espuma	750
7.3.1.3	Berliner Weiße	723	7.4.3.7	Determinación de la concentración de dióxido de carbono	751
7.3.1.4	Altbier	723	7.4.3.9	Determinación de la tendencia al enturbiamiento	752
7.3.1.5	Kölsch	724	7.4.3.10	Filtrabilidad de la cerveza	753
7.3.1.6	Ale	724	7.4.3.11	Otros análisis	753
7.3.1.7	Stout	725	7.5	Tecnología de medición y análisis de procesos	753
7.3.1.8	Porter	725	7.5.1	Dispositivos de medición de la temperatura	754
7.3.1.9	Cervezas belgas	725	7.5.2	Medidores de flujo (caudalímetros)	754
7.3.2	Cervezas de fermentación baja...	726	7.5.3	Dispositivos de medición de nivel..	755
7.3.2.1	Cervezas estilo Pilsen	727	7.5.4	Densímetros	755
7.3.2.2	Cervezas tipo Lager (Vollbier)	728	7.5.5	Tecnología óptica de medición en línea	756
			7.5.6	Dispositivos de medición de oxígeno.....	758

7.5.7	Aparatos de medición del valor de pH.....	758	9.2.3.4	Tratamiento de aguas residuales de mezcla y compensación.....	787
7.5.8	Dispositivos de medición de la conductividad	758	9.3	Materiales residuales y desechos.....	789
7.5.9	Sondas de valor límite	758	9.3.1	Bagazo de malta y de lúpulo	789
7.5.10	Manómetros.....	758	9.3.2	Trub	790
8	Cervecerías pequeñas	761	9.3.3	Levadura excedente	791
8.1	Cervecería de restaurante (brewpub)	762	9.3.4	Lodos de tierra diatomea.....	791
8.1.2	Consideraciones para la planificación de una cervecería de restaurante	763	9.3.5	Etiquetas usadas	792
8.2	Microcerveceros	769	9.3.6	Vidrio roto	792
8.3	Cerveceros por contrato ("contract brewer")	770	9.3.7	Latas de cerveza.....	792
8.4	Cerveceros caseros y aficionados	771	9.3.8	Pequeñas cantidades de desechos	792
8.4.1	El aspecto legal de la elaboración de cerveza artesanal.....	771	9.4	Emisiones	792
8.4.2	Adquisición de materias primas..	771	9.4.1	Polvo y emisiones de polvo.....	792
8.4.3	Elaboración de malta a pequeña escala	771	9.4.2	Emisiones de la sala de cocimiento	793
8.4.4	Elaboración de cerveza para cerveceros caseros	773	9.4.3	Emisiones de gases de combustión	793
8.4.4.1	Especificaciones	773	9.4.4	Emisiones sonoras.....	793
8.4.4.2	Cálculo de la carga.....	774	9.5	Reciclaje de botellas PET	793
8.4.4.3	Cálculo de la cantidad de agua de mezcla	776	9.5.1	Verificación de los reciclados de PET	795
8.4.4.4	Cálculo de la mezcla total	777	10	Gestión energética en la cervecería y maltería	797
8.4.4.5	Filtración del mosto.....	777	10.1	Necesidades energéticas en la elaboración de cebada malteada y cerveza.....	797
8.4.4.6	Cálculo del agua de lavado posterior.....	778	10.2.1	Combustibles.....	798
8.4.4.7	Hervor del mosto	778	10.2.2	Vapor	799
9	Manejo de desechos y medio ambiente	781	10.2.2.1	Calor de evaporación	800
9.1	Derecho medioambiental	782	10.2.2.2	Vapor húmedo.....	800
9.2	Aguas residuales.....	782	10.2.2.3	Vapor sobrecalentado	801
9.2.1	Costos de las aguas residuales....	782	10.2.2.4	Agua sobrecalentada	801
9.2.2	Terminología relacionada con las aguas residuales.....	784	10.2.3	Caldera de vapor	801
9.2.3	Tratamiento de aguas residuales ..	785	10.2.3.1	Clasificación de las calderas de vapor	801
9.2.3.1	Plantas de tratamiento aeróbico de aguas residuales.....	785	10.2.3.2	Tipos de calderas de vapor según su construcción	802
9.2.3.2	Plantas de tratamiento anaeróbico de aguas residuales.....	786	10.2.3.3	Caldera de tres pasos.....	802
9.2.3.3	Cantidad y composición de las aguas residuales de la cervecería...	786	10.2.3.4	Recuperación de energía y mejora de la eficiencia	804
			10.2.4	Máquinas de vapor	805
			10.2.5	Unidades combinadas de calor y electricidad	806
			10.3	Sistemas de refrigeración	808
			10.3.1	Refrigerantes y portadores de refrigerantes	808
			10.3.1.1	Refrigerante.....	808
			10.3.1.2	Medio refrigerante.....	809

10.3.1.3	Principio de funcionamiento de la refrigeración.....	809	11	Automatización y planificación de plantas	847
10.3.2	Sistemas de refrigeración por compresión.....	813	11.1	Control y automatización de procesos	847
10.3.2.1	Principio de funcionamiento.....	813	11.2	Planificación del equipamiento de una planta	849
10.3.2.2	Evaporador	814	11.2.1	Introducción	849
10.3.2.3	Compresores	815	11.2.1.1	Consideraciones generales para la planificación de plantas e instalaciones	850
10.3.2.4	Condensador	817	11.2.1.2	Información básica sobre el proceso de planificación de plantas e instalaciones	850
10.3.2.5	Válvula de regulación	818	11.2.2	Principios básicos de la planificación de plantas e instalaciones	852
3.10.2.6	Sistema de almacenamiento de agua helada	819	11.2.3	Variantes para la ejecución de la planificación de plantas e instalaciones	854
10.3.3	Sistema de refrigeración por absorción.....	819	11.2.4	Documentación y registros importantes de la planificación de plantas e instalaciones	855
10.3.4	Refrigeración de ambientes y líquidos	820	11.2.4.1	Información general.....	855
10.3.4.1	Refrigeración de las salas convencionales de fermentación y maduración.....	820	11.2.4.2	El esquema del proceso.....	856
10.3.4.2	Sistemas modernos de refrigeración	822	11.2.4.3	Diagrama básico de flujo.....	856
10.3.4.3	Refrigeración de líquidos.....	822	11.2.4.4	El diagrama de flujo de procesos	856
10.3.5	Comentarios acerca del funcionamiento económico de un sistema de refrigeración	825	11.2.4.5	El diagrama de flujo de tuberías e instrumentación	857
10.4	Instalaciones eléctricas.....	826	11.2.4.6	Planos de tuberías y de montaje ..	861
10.4.1	Compra de energía eléctrica	826	11.2.4.7	La descripción de procesos.....	861
10.4.2	Factor de potencia cos ϕ	826	11.2.4.8	Diseño de la documentación de ejecución	862
10.4.3	Conversión de la corriente eléctrica.....	828	11.2.5	Aspectos a considerar en la redacción de contratos.....	863
10.4.4	Medidas de protección.....	829	11.2.6	Puesta en marcha y prueba de rendimiento.....	864
10.4.5	Informaciones sobre el consumo económico de energía eléctrica ..	830	11.2.7	Finalización del proyecto	864
10.4.6	Otras fuentes de energía	830	11.2.8	Documentación del proyecto	865
10.5	Bombas, ventiladores y compresores	831	11.3	Diseño plantas e instalaciones y requerimientos para las mismas.....	866
10.5.1	Bombas	831	11.3.1	Información general.....	866
10.5.1.1	Bombas centrífugas	831	11.3.2	Premisas para la automatización de instalaciones modernas	866
10.5.1.2	Bomba de desplazamiento positivo.....	834	11.3.3	Diseño higiénico de tuberías e instalaciones	866
10.5.1.3	Dimensionamiento de bombas...	838	11.3.4	Exigencias para la seguridad operativa de las plantas e instalaciones.....	867
10.5.1.4	Control de velocidad bombas	838	11.3.4.1	Separación de medios	867
10.5.1.5	Sello mecánico.....	839	11.3.4.2	Aseguramiento del sistema contra presiones inadmisibles.....	869
10.5.2	Ventiladores y compresores.....	840	11.3.5	Referencias acerca del diseño de tuberías.....	870
10.5.2.1	Ventilador y soplador	840			
10.5.3	Sistemas de aire comprimido.....	840			
10.5.3.1	Compresores de aire	841			
10.5.3.2	Secador de aire	843			
10.5.3.3	Tanque de presión	845			
10.5.3.4	Red de tuberías de distribución de aire comprimido.....	845			
10.5.3.5	Filtros de aire	845			

11.3.5.1 Informaciones generales 870

11.3.5.2 Conexiones de tuberías 870

11.3.5.3 Instalación de tuberías y diseño de
soportes de tuberías..... 872

11.3.5.4 La velocidad del flujo en las tuberías;
pérdidas de presión..... 874

11.3.5.5 Medidas contra el golpe de ariete
y las vibraciones 875

11.3.5.6 Purga de las tuberías, desalojo
del oxígeno..... 877

11.3.5.7 Diseño del aislamiento térmico
para tuberías..... 877

11.3.5.8 Diseño de las salidas de
las tuberías 878

11.3.5.9 Aseguramiento de las tuberías
contra congelamiento
y obstrucciones..... 878

11.3.5.10 Espacios muertos en las tuberías 879

11.3.5.11 Tuberías de vapor 879

11.3.6 Referencias sobre las conexiones
de las tuberías, el uso de accesorios
y la toma de muestras 879

11.3.6.1 Información general..... 879

11.3.6.2 La técnica de conexión manual .. 880

11.3.6.3 Tuberías fijas..... 880

11.3.6.4 Válvulas y accesorios para tuberías
y elementos de equipos..... 881

11.3.6.5 Válvulas de muestreo 882

11.3.6.6 Diseño y tipos de válvulas 883

11.3.7 Información sobre el diseño y el
funcionamiento de las estaciones CIP
Requerimientos para la limpieza
y desinfección automáticas 886

11.3.8 Informaciones sobre el almacenamiento
de productos químicos..... 888

11.3.9 Información sobre el acabado
superficial de los equipos 888

Lista de abreviaturas 891

Lista de anunciantes..... 892

Sustancias relevantes en relación con el
envejecimiento de la cerveza 893

Variables medidas y conversiones 894

Referencias a las ilustraciones y
documentación utilizados 897

Bibliografía 900

Índice de materias..... 910