

# Indicadores industriales en el uso del agua

## Industria alimenticia



Agua en la industria

**INDICADORES INDUSTRIALES EN EL USO DEL AGUA,  
INDUSTRIA ALIMENTICIA**

Comisión Nacional del Agua

Indicadores industriales en el uso del agua  
Industria alimenticia

IMTA

México, 2001

628.1683 Comisión Nacional del Agua  
C23 *Indicadores industriales en el uso del agua. Industria alimenticia* / Comisión Nacional del Agua. México: IMTA, 2001.

135 pp. 22.5 x 15.5 cm

Incluye bibliografía

ISBN 968-7417-92-7

1. Economía 2. Uso del agua en la industria

3. Alimentos

Coordinación editorial:  
Subcoordinación de Editorial y Gráfica.

Revisión literaria:  
Antonio Requejo del Blanco.

Diseño de portada:  
Ricardo Espinosa Reza

Diseño editorial, diagramación y formación:  
Gema Alín Martínez Ocampo

Primera edición: 2001.

DR © Comisión Nacional del Agua  
Av. Insurgentes Sur 2140  
Col. Ermita  
01070 México, DF

DR © Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Paseo Cuauhnáhuac 8532,  
62550 Progreso, Morelos

ISBN 968-7417-92-7

Hecho en México - *Printed in Mexico*

# **DIRECTORIO**

## **Comisión Nacional del Agua**

Cristóbal Jaime Jáquez  
Director General

César Herrera Toledo  
Subdirector General de Programación

Gustavo Paz Soldán Córdova  
Gerente de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral

J. Francisco Gaitán Neme  
Subgerente de Estudios Sociales, Económicos y Ambientales

Héctor Lugo Salazar  
Jefe de Proyecto

## **Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**

Álvaro A. Aldama  
Director General

Eduardo Donath de la Peña  
Coordinador de Desarrollo Profesional e Institucional

Gustavo A. Ortiz Rendón  
Subcoordinador de Tecnología Económica y Financiera del Agua

Ramón Ismael López Hernández  
Jefe de Proyecto

Alberto Román Rodríguez  
Paulina Romero Martínez.  
Colaboradores

Este documento corresponde a una sección del estudio Indicadores industriales en el uso del agua desarrollado durante 1999, basado en información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CNA), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (Canainca), la Cámara Nacional de la Industria de la Leche (Canilec), la Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar) e información directa de las industrias alimenticias, a quienes agradecemos sus aportaciones.

El uso del presente documento es para fines no comerciales.

## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	11
1 INDUSTRIA ALIMENTICIA	13
1.1 <i>Panorama nacional</i>	13
1.2 <i>Estructura</i>	15
1.3 <i>Producción</i>	16
1.4 <i>Localización de la industria alimenticia</i>	22
1.5 <i>Registro de uso del agua</i>	25
2 PROCESO DE FABRICACIÓN	37
2.1 <i>Industria de la carne</i>	37
2.2 <i>Elaboración de productos lácteos</i>	42
2.3 <i>Elaboración de conservas alimenticias</i>	45
2.4 <i>Molienda de cereales</i>	49
2.5 <i>Elaboración de productos de panadería</i>	52
2.6 <i>Beneficio del café</i>	56
2.7 <i>Fabricación de aceites y grasas comestibles</i>	57
2.8 <i>Fabricación de productos de confitería y chocolate</i>	61
3 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	66
3.1 <i>Principales contaminantes generados en la industria alimenticia</i>	66
3.2 <i>Problemas ambientales asociados con la actividad industrial</i>	66
3.3 <i>Tratamiento de aguas residuales en la industria alimenticia</i>	69
3.4 <i>Normatividad en materia de descarga de aguas residuales</i>	78
4 PARÁMETROS E ÍNDICES ESPECÍFICOS DE USO DEL AGUA	84
4.1 <i>Parámetros de uso del agua</i>	84
4.2 <i>Índices específicos de uso del agua</i>	89
4.3 <i>Índices específicos de carga de contaminantes</i>	91
4.4 <i>Comparación con otros estudios</i>	92
5 CONCLUSIONES	94
6 BIBLIOGRAFÍA	97
7 GLOSARIO DE TÉRMINOS	99
APÉNDICE. LOCALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA	108

## RESUMEN EJECUTIVO

La industria alimenticia tiene una gran importancia dentro del marco económico del país, ya que de acuerdo con el sistema de cuentas nacionales, el valor agregado bruto en 1997 (a precios de 1993), la industria alimenticia representó el 58% del subsector productos alimenticios, bebidas y tabaco, el 14.3% del sector manufacturero y el 3.0% nacional. La división estructural de la industria alimenticia, la presenta como industria cárnica, láctea, conservas alimenticias, molienda de cereales, beneficio del café, panadería industrial, aceites y grasas comestibles, y confitería. La industria alimenticia se encuentra distribuida en todo en el territorio nacional, principalmente en la región administrativa Lerma-Santiago-Pacífico y en zonas de disponibilidad de recurso hídrico media.

En la industria alimenticia, las operaciones más comunes donde se utiliza el agua son: lavado de materia prima, generación de vapor (precocido y cocimiento), llenado de envases, lavado de envases, agua de enfriamiento y, lavado de equipos y pisos. Una industria alimenticia tipo se caracteriza por el siguiente uso diario del agua:

Los principales contaminantes de la industria alimenticia, en orden de im-

Tipo de industria alimenticia	Abastecimiento [m <sup>3</sup> /día]	Recirculación-reúso [m <sup>3</sup> /día]	Demanda [m <sup>3</sup> /día]	Consumo [m <sup>3</sup> /día]	Descarga [m <sup>3</sup> /día]
Productos cárnicos.	87	25	113	6	81
Productos lácteos.	776	621	1,397	57	718
Conservas alimenticias.	3,233	2,265	6,498	372	2,861
Molienda de cereales.	439	373	812	29	410
Beneficio del café.	808	687	1,495	53	755
Panadería industrial.	215	328	543	72	143
Aceites y grasas comestibles.	546	1,108	1,654	83	463
Confitería y chocolate.	278	308	586	57	220

portancia, son:  $DBO_5$ , coliformes totales y fecales, DQO, sólidos suspendidos totales y grasas y aceites. La contaminación del agua residual de la industria alimenticia está caracterizada por los siguientes parámetros: Los índices específicos de uso del agua para la industria alimenticia, expre-

Tipo de industria alimenticia	Demanda bioquímica de oxígeno [mg/l]	Demanda química de oxígeno [mg/l]	Sólidos suspendidos totales [mg/l]	Grasas y aceites [mg/l]
Productos cárnicos.	702	1,587	272	23
Productos lácteos.	829	1,455	388	178
Conservas alimenticias.	967	1,427	268	196
Molienda de cereales.	2,537	4,488	3,970	-
Beneficio del café.	513	1,093	340	20
Panadería industrial.	2,150	4,870	1,002	557
Aceites y grasas comestibles.	548	640	87	113
Confitería y chocolate.	406	661	294	-

sados en metros cúbicos de agua por tonelada de producto son:

De acuerdo con los índices específicos obtenidos, la planta industrial de la

Tipo de industria alimenticia	Abastecimiento [m <sup>3</sup> /t]	Recirculación-reúso [m <sup>3</sup> /t]	Demanda [m <sup>3</sup> /t]	Consumo [m <sup>3</sup> /t]	Descarga [m <sup>3</sup> /t]
Productos cárnicos.	4.6	1.3	5.9	0.4	4.2
Productos lácteos.	14.4	11.5	25.9	1.1	13.3
Conservas alimenticias.	47.3	47.7	95.0	5.4	41.8
Molienda de cereales.	4.2	3.5	7.7	0.3	3.9
Beneficio del café.	76.3	64.9	141.2	5.0	71.3
Panadería industrial.	27.1	41.5	68.6	9.04	18.1
Aceites y grasas comestibles.	2.0	4.1	6.1	0.3	1.7
Confitería y chocolate.	8.4	9.4	17.8	1.74	6.7

industria alimenticia requiere un abastecimiento anual de 214 millones de metros cúbicos, de los cuales el 33% corresponde a lácteos, el 29% a conservas alimenticias, el 18% a panadería, el 11% a molienda de cereales, el 3% a aceites y grasas comestibles, el 1% a cárnicos y el 1% a confitería y chocolate. La industria demanda para su operación un volumen anual de 435 millones de metros cúbicos, equivalente a dotar de agua a una población de 6 millones de habitantes (200 litros diarios por persona) durante un año, y descarga 185 millones de metros cúbicos de aguas residuales, generando anualmente 200 mil toneladas de  $DBO_5$ , 151 mil toneladas de sólidos suspendidos totales y 26 mil toneladas de grasas y aceites.

# 1 INDUSTRIA ALIMENTICIA

## 1.1 Panorama nacional

La industria alimenticia es un segmento grande e importante de la economía de México, ya que genera bienes básicos de consumo inmediato, por lo cual posee un efecto amortiguador sobre la economía en su conjunto y mantiene cierta capacidad para diversificarse, reestructurarse y enfrentar los desequilibrios de otras ramas industriales. La dinámica de la industria alimenticia, según el tipo de producto para consumo humano directo, refleja de manera más clara los cambios en la composición de la demanda y en las estrategias productivas de las empresas para permanecer en el mercado. Las tendencias más generales muestran que las empresas orientan su producción para satisfacer una dieta basada en productos que permitan a los consumidores la preparación de los alimentos en poco tiempo.

De acuerdo con el sistema de cuentas nacionales, el valor agregado bruto en 1997 (a precios de 1993), la industria alimenticia representó el 58% de la división I (productos alimenticios, bebidas y tabaco); el 14.3% de la gran división 3 (sector manufacturero) y el 3.0% nacional. Empleó en forma directa a 409,268 trabajadores, en promedio.

La división estructural de la industria alimenticia la presenta definida como industria cárnica, láctea, conservas alimenticias, molienda de cereales (maíz y trigo), beneficio del café, panadería industrial, aceites y grasas comestibles, confitería y otras actividades relacionadas.

De acuerdo con el INEGI, la industria cárnica mostró en 1998 un crecimiento del 7% con respecto a 1997, al alcanzar una producción de 592,676 toneladas. La industria cárnica cuenta con 4,736 establecimientos, da empleo directo a 40,103 personas y la principal producción de cárnicos se localiza en: Estado de México, Guanajuato y Nuevo León.

De acuerdo con el INEGI, la industria láctea mostró un comportamiento ascendente en el tratamiento y envasado de leche. Registró durante 1999 un aumento del 2.6% con respecto a 1998, al alcanzar una producción de 3,624.4 millones de litros que representó el 41.1% de la producción de leche fresca nacional (Sagar, 1999). También, la producción de queso registró un incremento sustancial del 7.5%. La industria láctea cuenta con 11,350 establecimientos, da empleo directo a 57,281 personas y la principal producción de lácteos se localiza en: Estado de México, Jalisco, Distrito Federal y Veracruz. La balanza comercial de productos lácteos durante 1999, registró un saldo negativo de 435.1 millones de dólares. Del total de las importaciones de la industria láctea, la leche representó el 51.6%, y los productos derivados el 48.4% restante, destacando la leche en polvo, quesos duros y semiduros, suero de leche en polvo con contenido de proteínas y grasa butírica deshidratada.

De acuerdo con el INEGI, la industria de conservas alimenticias mostró un comportamiento ascendente en 1998, el cual registró un crecimiento del 10% con respecto a 1997. La industria de conservas alimenticias cuenta con 923 establecimientos y da empleo directo a 60,985 personas. La principal producción de conservas alimenticias se localiza en: Estado de México, Guanajuato, Nuevo León, Jalisco, Distrito Federal, Sinaloa y Veracruz.

De acuerdo con el INEGI, la industria de molienda de cereales presentó en 1998 un comportamiento descendente del 2% con respecto a 1997. La industria de molienda de cereales cuenta con 978 establecimientos, da empleo directo a 25,477 personas y la principal producción de molienda de cereales se localiza en: Nuevo León, Estado de México, Veracruz y Distrito Federal.

De acuerdo con el Consejo Mexicano del Café, A.C., la industria de beneficio del café cuenta con 260 establecimientos y da empleo directo a 1,606 personas. El café en México es producido por cerca de 300 mil productores, agrupados en 16 organizaciones. México ocupa el quinto lugar en el mundo como productor de café, después de Brasil, Colombia, Indonesia y Vietnam. La variedad que produce es la «arábica», y dentro de ésta, se clasifica en el grupo de «otros suaves». El café se produce sobre una superficie de 690 mil hectáreas, en doce estados de la República Mexicana, situados en la parte centro-sur del país. Los principales productores, por orden de importancia, son: Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Guerrero, Hidalgo y San Luis Potosí. La producción total de la cosecha 1997-1998 fue de 6,262,043 quintales, que equivalen a 4,800,900 sacos de 60 kilos. En lo que se refiere a la exportación, éstas ascendieron en el ciclo 1997-1998 a 3,881,902 sacos de 45.5 kilos y se exportó a 52 países del mundo.

De acuerdo con el INEGI, la industria de productos de panadería cuenta con 22,702 establecimientos y da empleo directo a 131,895 personas. La prin-

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

principal producción se localiza en: Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León y Jalisco. En 1998 la producción total fue de 1,458,047 toneladas, 6% mayor a la de 1997.

De acuerdo con el INEGI, la industria de grasas y aceites comestibles presentó en 1998 un volumen de producción de 2,892,090 toneladas, cuenta con 137 establecimientos y da empleo directo a 12,966 personas. La principal producción de grasas y aceites comestibles se localiza en: Jalisco, Estado de México, Yucatán y Nuevo León. La industria de confitería cuenta con 1,057 establecimientos y da empleo directo a 27,752 personas. Produjo en 1998 6,365,634 toneladas; la principal producción de confitería se localiza en: Jalisco y Distrito Federal.

## 1.2 Estructura

La industria alimenticia se ubica dentro de la división I (productos alimenticios, bebidas y tabaco) correspondiente con las ramas 11 (carnes y lácteos), 12 (preparación de frutas y legumbres), 13 (molienda de trigo), 14 (molienda de maíz), 15 (beneficio y molienda de café), 16 (azúcar) y 17 (aceites y grasas comestibles), de la actividad económica del INEGI. De este estudio se excluye la rama industria azucarera, la cual fue tema de desarrollo en un estudio similar al presente. La industria alimenticia se clasifica basándose en sus diferentes procesos para la obtención de sus productos principales.

**Industria cárnica.** Es aquella que se dedica a la congelación y empaqueo de carne fresca y preparación de conservas y embutidos de carne.

**Industria láctea.** Es aquella que se dedica al tratamiento y envasado de la leche, elaboración de cremas, mantequilla y queso, elaboración de leche condensada, evaporada y en polvo, y otros productos lácteos, tales como yogures y alimentos basándose en leche para niños.

**Industria de conservas alimenticias.** Es aquella que se dedica a la preparación y envasado de frutas y legumbres, deshidratación de frutas y legumbres, elaboración de sopas y guisos preparados, congelación y empaque de pescado y mariscos frescos, preparación y envasado de conservas de pescado y mariscos, secado y salado de pescados y mariscos, elaboración de concentrados para caldos de carne de res, pollo, pescado, mariscos y verduras.

**Industria de molienda de cereales.** Es aquella que se dedica al beneficio de arroz, molienda de trigo, elaboración de harina de maíz, elaboración de otros productos de molino a base de cereales y leguminosas, incluye harinas y beneficio de otros productos agrícolas (frijol, habas, lentejas y otros).

**Industria del beneficio de café.** Es aquella que se dedica al beneficio, húmedo y seco del café.

**Industria de panadería industrial.** Es aquella que se dedica a la elaboración de galletas, pastas alimenticias, panadería y pastelería industrial, elaboradas en plantas industriales con alta tecnificación.

**Industria de aceites y grasa comestibles.** Es aquella que se dedica a la fabricación de aceites y grasas vegetales comestibles (incluye pastas y harinas de semillas oleaginosas y subproductos), y fabricación de grasa y aceites animales comestibles.

**Industria de confitería.** Es aquella que se dedica a la elaboración de cocoa y chocolate de mesa (incluye beneficio de cacao), elaboración de dulces, bombones y confituras, y fabricación de chicles.

### 1.3 Producción

La producción nacional de la industria alimenticia se basa principalmente en cárnicos, lácteos, conservas alimenticias, panadería y molienda de cereales. En la tablas 1.1-1.8 se muestra la producción histórica nacional de la industria alimenticia para el periodo de 1996-1998, como sigue:

Tabla 1.1. Industria alimenticia, producción de cárnicos.

Cárnicos (volumen en toneladas)		Año		
		1996	1997	1998
Matanza de ganado				
	Bovino	19,752	21,990	20,307
Carnes rojas en canal	Porcino	17,773	17,753	18,616
Carnes rojas deshuesadas	Porcino	30,559	30,282	32,114
Congelación y empaqueo de carne fresca				
Carnes rojas	Bovino	33,571	31,827	33,816
	Porcino	8,542	9,176	8,247
Carnes rojas deshuesadas	Bovino	17,667	18,374	19,100
	Equino, mular y asnal	16,646	13,579	10,898
	Porcino	38,963	33,164	37,718
Preparación de conservas y embutidos de carne				
Carnes frías	Jamones de todos tipos	129,126	152,383	168,198
	Tocinos	12,655	12,999	12,538
Embutidos	Chorizo y longaniza	17,750	17,533	16,707
	Pavo	11,461	15,914	14,220
	Mortadela	12,136	13,920	14,064
	Salchicha	145,639	162,119	178,834
Carnes preparadas en otras formas	Chuletas ahumadas	6,610	6,332	7,299
<b>Total</b>		<b>518,850</b>	<b>557,345</b>	<b>592,676</b>

Tabla 1.2. Industria alimenticia, producción de lácteos.

Lácteos (volumen en toneladas, excepto cuando se especifique)		Año		
		1996	1997	1998
Tratamiento y envasado de la leche				
Leche (miles de litros)	Pasteurizada	98,512	45,198	50,259
	Pasteurizada y homogeneizada	1,775,753	1,880,929	1,961,897
	Ultrapasteurizada	692,882	837,540	898,005
	Rehidratada	710,007	700,340	663,040
<b>Total</b>		<b>3,277,154</b>	<b>3,464,007</b>	<b>3,573,201</b>
Derivados de la leche	Crema o grasa butírica	29,226	32,865	36,993
	Yogur	22,482	33,487	42,448
Elaboración de crema, mantequilla y queso				
Crema de leche	Natural	25,222	28,405	31,030
Quesos de leche de vaca	Amarillo	16,912	18,365	19,001
	Chihuahua	8,256	9,902	10,366
	Doble crema	10,124	10,590	12,727
	Fresco	38,491	39,000	45,774
	Manchego	16,523	16,720	16,572
	Oaxaca	10,920	11,965	11,923
	Panela	8,306	9,867	10,367
Mantequilla	Mantequilla	12,680	12,097	13,180
Productos a base de grasas vegetales	Margarinas	37,485	41,716	36,592
Yogur o leche búlgara	Al natural	27,799	36,154	46,068
	Con frutas	123,374	141,454	155,684
Elaboración de leche condensada, evaporada y en polvo				
Leche en polvo	Entera	311,203	531,767	785,020
	Para lactantes	23,169	25,306	26,885
<b>Total</b>		<b>722,172</b>	<b>999,660</b>	<b>1,300,630</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

Tabla 1.3. Industria alimenticia, producción de conservas alimenticias.

Conservas alimenticias (volumen en toneladas, excepto cuando se especifique)		Año		
		1996	1997	1998
Preparación y envasado de frutas y legumbres				
Jugos y néctares de frutas, (Miles de litros)	Mango	46,823	60,040	72,131
	Naranja	63,602	82,191	98,360
	Piña	17,671	22,307	20,616
	Uva	26,425	30,288	32,982
	Manzana	64,666	77,428	86,071
	Durazno	51,076	63,883	83,077
	Otras frutas	71,891	80,823	102,629
	<b>Total</b>	<b>342,154</b>	<b>416,960</b>	<b>495,866</b>
Frutas congeladas	Fresa	28,080	22,350	30,771
Hortalizas en conservas	Chiles en escabeche	219,351	252,645	263,581
	Tomates en puré o en otras formas	105,939	92,084	112,671
Legumbres y otros vegetales en conserva	Brócoli	2,120	2,439	1,766
	Chicharos	10,383	10,642	12,745
	Elotes	11,275	15,497	16,612
	Frijoles	15,592	24,990	38,814
	Otras legumbres y vegetales	19,999	13,782	13,752
Otros productos de frutas, hortalizas y legumbres.	Mermeladas	42,448	46,399	48,390
	Salsas de diversos tipos	18,864	28,619	28,677
Elaboración de sopas, guisos preparados y concentrados para caldo				
Guisos preparados y enlatados		15,072	17,754	18,879
Concentrados para caldos y sopas		23,020	24,582	26,161
Otros productos	Condimentos	70,391	81,132	81,996
Salsas	Salsas picantes y no picantes	21,723	25,042	24,543
Congelación y empaque de pescados y mariscos frescos				
Camarón congelado	Sin cabeza	1,440	1,411	1,372
Otros crustáceos, moluscos y mariscos congelados	Langosta	317	297	353
	Pulpo	3,733	3,421	1,868
Pescados congelados	Fileteados y/o rebanados	3,119	1,633	1,570
	Enteros	3,152	5,363	4,106
Preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos				
Pescados, moluscos y crustáceos envasados	Atún	57,990	64,495	57,730
	Sardina	40,596	43,630	33,494
	Abulón	283	228	177
<b>Total</b>		<b>714,887</b>	<b>778,435</b>	<b>820,028</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

Tabla 1.4. Industria alimenticia, producción de molienda de cereales.

Molienda de cereales (volumen en toneladas)		Año		
		1996	1997	1998
Beneficio del arroz				
Arroz beneficiado	Medio grano	16,965	20,570	20,939
	Superior 5%	123,267	149,963	145,596
	Superior 15%	32,244	35,605	37,564
Subproducto del beneficio de arroz	Granillo	21,222	29,226	22,558
Beneficio de café				
Café beneficiado (oro lavado)	Tipo exportación	118,945	99,688	82,988
	Tipo desmanche	8,438	12,279	7,859
Café beneficiado (oro natural)	Tipo Atoyac	4,578	2,604	536
Café beneficiado parcialmente	Pergamino	1,782	450	36
Tostado de molienda y café				
Café tostado	Café tostado	333	362	321
Café tostado y molido	Con azúcar	13,187	12,955	12,774
	Sin azúcar	3,362	3,083	3,119
Molienda de trigo				
Harina de trigo	De primera	2,516,913	2,530,131	2,505,555
	De segunda	79,626	72,682	70,516
Otros productos de la molienda de trigo	Salvado de trigo	670,334	636,341	570,352
	Semita o acemite	211,370	214,788	224,509
Elaboración de harina de maíz				
Harina de maíz	Harina de maíz	2,580,528	2,235,159	2,231,943
<b>Total</b>		<b>6,403,094</b>	<b>6,055,886</b>	<b>5,937,165</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

Tabla 1.5. Industria alimenticia, producción de productos de panadería.

Productos de panadería (volumen en toneladas)		Año		
		1996	1997	1998
Elaboración de galletas y pastas alimenticias				
Galletas	Dulces	295,337	289,536	306,401
	Saladas	41,287	51,774	52,315
	De otros tipos	42,645	19,495	16,506
Otros productos a base de harinas	Pastas alimenticias	240,013	245,964	243,118
Panadería y pastelería industrial				
Pan blanco de trigo	De caja sin tostar	197,600	194,878	203,213
	De caja tostado	36,061	33,340	38,944
	Para hamburguesas	28,943	30,425	34,379
Pan integral de trigo	De caja sin tostar	72,258	83,744	82,241
Galletas	Dulces	66,015	76,188	96,582
Pan dulce	Pan dulce	171,168	184,547	198,611
Pasteles y pastelillos	Panqués	22,079	25,922	29,835
	Pastelillos recubiertos	65,418	61,315	65,094
Otros productos	Tortillas de harina	66,655	78,332	90,808
<b>Total</b>		<b>1,345,479</b>	<b>1,375,460</b>	<b>1,458,047</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

Tabla 1.6. Industria alimenticia, producción de aceites y grasas comestibles.

Aceites y grasas comestibles (volumen en toneladas)		Año		
		1996	1997	1998
Fabricación de aceites y grasas comestibles				
Aceites refinados comestibles	De cártamo	3,841	3,826	2,878
	De girasol	232,118	231,696	225,705
	De soya	385,282	362,024	402,105
	De nabo y/o canola	153,550	146,176	147,189
	Otros aceites y mezclas de aceites comestibles	370,545	372,613	387,652
Aceites crudos para la venta	Aceites crudos para la venta	102,244	95,156	110,379
Grasas vegetales y comestibles	Grasa o manteca	336,800	361,462	362,061
Pastas	Soya	1,339,254	1,193,591	1,254,121
<b>Total</b>		<b>2,923,634</b>	<b>2,766,544</b>	<b>2,892,090</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

Tabla 1.7. Industria alimenticia, producción de cocoa, chocolate y confitería.

Cocoa, chocolate, y artículos de confitería (volumen en toneladas)		Año		
		1996	1997	1998
Elaboración de cocoa y chocolate de mesa				
Chocolates de mesa	En barra	20,147	20,730	18,933
	En polvo	37,389	34,877	39,330
Golosinas a base de chocolate	Tabletas	6,652	9,900	9,915
	Con frutas y/o cereales	678	517	405
	Con rellenos diversos	7,455	7,148	4,979
Otros productos	Chocolate cobertura	7,658	7,782	7,604
Fabricación de chicles				
Chicles	Sin confitar	19,958	25,983	27,994
	Confitados	23,624	26,535	24,348
	Dulces y caramelos	30,900	37,010	36,629
<b>Total</b>		<b>154,461</b>	<b>170,482</b>	<b>170,137</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

Tabla 1.8. Industria alimenticia, elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano.

Otros productos alimenticios para el consumo humano (volumen en toneladas)		Año		
		1996	1997	1998
Elaboración de café soluble				
Café soluble	Con cafeína	23,798	23,990	23,693
	Sin cafeína	1,975	1,935	1,805
Otros productos	Polvos para preparar bebidas	42,764	46,917	26,991
Elaboración de concentrados, jarabes y colorantes naturales para alimentos				
Concentrados para la elaboración de refrescos	De cola	23,376	24,284	28,305
	De frutas	10,962	12,192	13,310
Jugos concentrados de frutas	De naranja	26,753	30,675	37,339
Otros productos para preparar alimentos	Extractos en polvo	6,696	6,972	6,591
	Saborizantes naturales	2,868	3,761	4,253
	Saborizantes artificiales	31,158	29,594	30,789
Elaboración de almidones, féculas y levaduras				
Almidones	De maíz	430,592	493,491	508,058
Féculas	De maíz	142,295	119,358	105,437
Germen	De maíz	52,464	69,240	77,263
Glucosa	De maíz	187,915	203,263	208,244
Gluten	De maíz	59,759	72,128	77,667
Otros productos de maíz	Salvado de maíz	145,538	210,897	243,063
Levaduras y polvo para hornear	Levaduras	43,598	48,693	51,690
Elaboración de gelatinas, flanes y postres en polvos para preparar en el hogar				
Gelatinas en polvo	Gelatinas en polvo	29,058	32,904	34,665
Preparados en polvo para postres	Flanes	3,148	3,394	3,263
Grenetinas comestibles	Grenetinas comestibles	5,380	5,781	5,663
Elaboración de botanas y productos de maíz no mencionados anteriormente				
Frituras de maíz	Charritos	7,522	9,841	8,237
	Totopos	53,854	61,047	69,827
	Infladas	19,643	25,615	33,123
Otros productos de maíz	Palomitas	10,652	7,287	6,249
Otros productos fritos y tostados, excepto de maíz	Cacahuates en otras formas	5,527	4,431	5,051
	Chicharrones de harina de trigo	7,923	8,970	8,202
	Papas fritas	42,270	49,321	55,856
Elaboración de otros productos alimenticios				
Huevo procesado	Líquido	8,225	9,662	11,532
Otros productos	Complementos para la industria alimenticia	20,535	34,348	33,262
	Alimentos preparados refrigerados	3,696	5,162	6,262
<b>Total</b>		<b>1,449,944</b>	<b>1,655,153</b>	<b>1,725,690</b>

(Banco de información económica, INEGI, 1998)

## 1.4 Localización de la industria alimenticia

De acuerdo con el INEGI, la industria alimenticia cuenta con 47,619 establecimientos. La tabla 1.9 resume los estados de mayor actividad del sector alimenticio y la figura 1.1 esquematiza la localización de los principales estados productores de alimentos. En el apéndice A se muestra la localización por estado, región administrativa y zona de disponibilidad de las industrias más importantes del sector alimenticio en México.

Tabla 1.9. Estados de mayor actividad productiva, industria alimenticia.

Estado	Cárnicos	Lácteos	Conservas alimenticias	Molienda de cereales	Beneficio de café	Panadería industrial	Aceites y grasas comestibles	Confitería
Estado de México	16%	17%		13%		12%	23%	7%
Nuevo León	11%			15%		10%	9%	
Distrito Federal	7%	13%		9%		29%		15%
Jalisco		15%				8%	23%	19%
Veracruz		7%	12%	11%	20%			
Guanajuato	14%		23%					
Sinaloa	5%		27%					
Sonora	4%						7%	
Querétaro		6%		17%				
Durango		5%		17%				
Chihuahua	6%	5%						
Chiapas					30%			
Oaxaca					20%			6%
Yucatán							10%	
<b>TOTAL</b>	<b>63%</b>	<b>68%</b>	<b>62%</b>	<b>82%</b>	<b>70%</b>	<b>59%</b>	<b>72%</b>	<b>47%</b>

(El sector alimentario, INEGI, 1998 y Consejo Mexicano del Café, A.C., 1999)

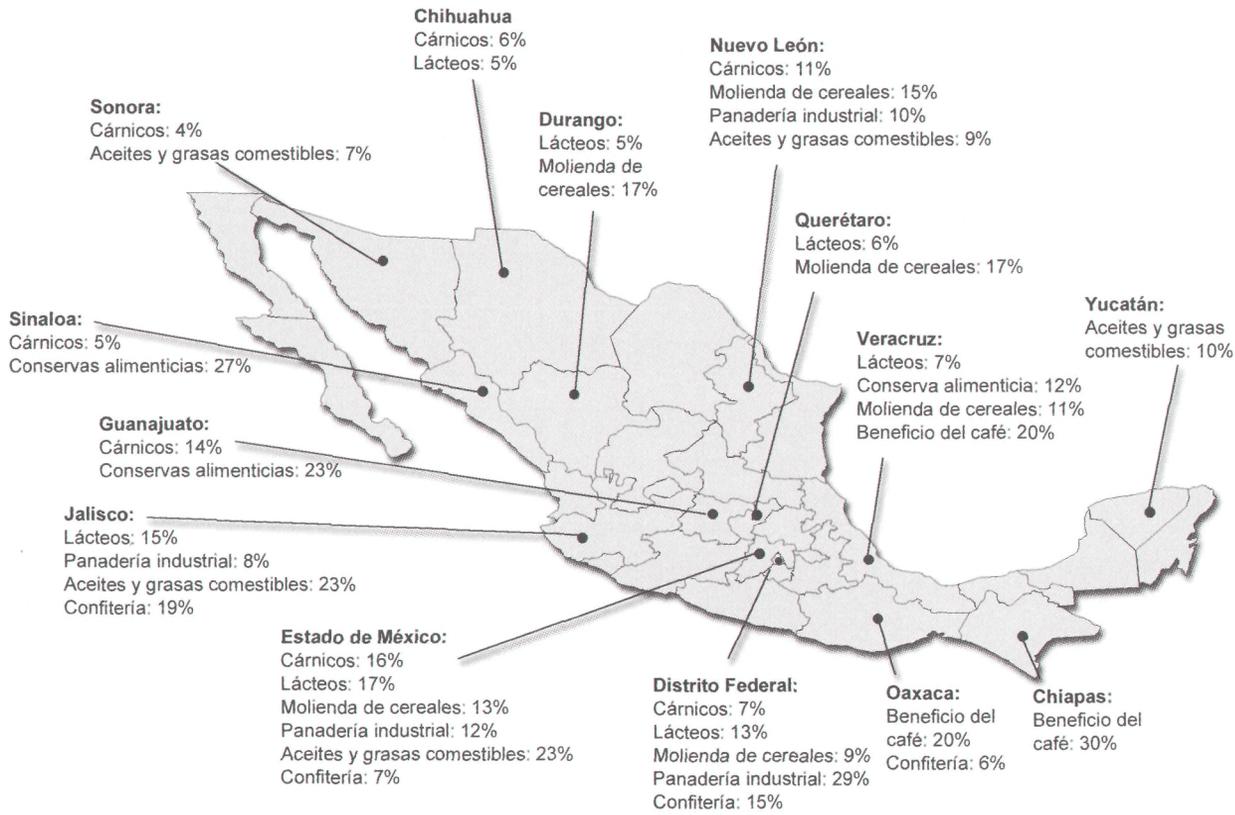


Figura 1.1. Industria alimenticia, estados de mayor productividad.

(El sector alimentario, INEGI, 1998 y Consejo Mexicano del Café, A.C., 1999)

La industria cárnica cuenta con 4,736 establecimientos distribuidos principalmente en el Estado de México, Guanajuato, Nuevo León, Distrito Federal, Chihuahua, Sinaloa y Sonora. Las regiones administrativas en donde predomina esta industria son: Valle de México (XII), Lerma-Santiago-Pacífico (VIII), Río Bravo (VI) y Pacífico Norte (III) (ver apéndice de localización de la industria alimenticia). El Distrito Federal concentra un 7% de la industria cárnica; la distribución y comercialización son las principales actividades de muchas empresas instaladas. Es notable observar que la mayor parte de la industria cárnica se localiza en zonas de baja disponibilidad (1-4) del recurso agua.

La industria láctea tiene 11,350 establecimientos repartidos principalmente en el Estado de México, Jalisco, Distrito Federal, Veracruz, Querétaro y Durango que, en su conjunto, suman el 63% de la producción nacional de lácteos. Las regiones administrativas donde sobresale esta industria son: Valle de México (XIII) seguida de Lerma-Santiago-Pacífico (VIII); una producción importante de lácteos se realiza en zona de escasa disponibilidad de agua (1-3).

La industria de conservas alimenticias suma 923 establecimientos, distribuidos primordialmente en los estados de Guanajuato y Sinaloa, a pesar que en el Distrito Federal se concentra una actividad importante de la industria de conservas alimenticias; la distribución y comercialización son las principales actividades de estas empresas instaladas.

La producción de la industria de molienda de cereales se concentra en un 79% en los estados de Querétaro, Durango, Nuevo León, Estado de México, Veracruz y Distrito Federal, regiones administrativas Lerma-Santiago-Pacífico (VIII), Valle de México (XIII), Cuencas Centrales del Norte (VI) y Golfo Centro (X).

La industria de beneficio del café cuenta con 260 establecimientos repartidos principalmente en Chiapas, con un volumen de producción de 30%, seguido de Oaxaca, con 23%; Veracruz, 20%; Puebla, 8%; Guerrero, 7%; Hidalgo, 6% y San Luis Potosí, 3%. En su conjunto, suman el 97% de la producción nacional de café. Las regiones administrativas donde sobresale esta industria son: Frontera Sur (XI), Pacífico Sur (V), y Golfo Centro (X). El beneficio del café se realiza en zonas de alta disponibilidad de agua (8-9).

La industria de panadería industrial está distribuida principalmente en el Estado de México, Distrito Federal, Nuevo León y Jalisco; las regiones administrativas en donde predomina esta industria son: Valle de México (XIII) y Lerma-Santiago-Pacífico (VIII).

La industria de grasas y aceites comestibles cuenta con 137 establecimientos distribuidos en el Estado de México, Jalisco, Yucatán, Nuevo León y Sonora, y en regiones administrativas: Valle de México (XIII), Lerma-Santiago-Pacífico (VIII) y Península de Yucatán (XII).

La industria de confitería está establecida principalmente en el Distrito Federal y Jalisco.

## 1.5 Registro de uso del agua

De acuerdo con los datos registrados en el sistema de *Red de agua* (Reda, 1998), para propósito de recaudación, las tablas 1.10, 1.11 y 1.12 presentan los volúmenes registrados de abastecimiento y descarga por región administrativa, zona de disponibilidad y estado.

La industria alimenticia se abastece principalmente de fuentes subterráneas (88%) y sólo una pequeña porción (12%) de aguas superficiales. En la tabla 1.10 se aprecia que la región administrativa con el mayor registro de volumen extraído es la Lerma-Santiago-Pacífico (VIII). En la tabla 1.11 se observa que el mayor volumen de agua extraída se registra en zonas de disponibilidad 8.

En la tabla 1.12 se contempla que el mayor volumen de abastecimiento se registra en Jalisco, Estado de México, Guanajuato, Sinaloa, Veracruz y Distrito Federal.

Los mayores volúmenes de descarga de la industria alimenticia se registran en la región administrativa Lerma-Santiago-Pacífico (VIII) y en zonas de disponibilidad 5, 6, 7 y 8; el mayor volumen de descarga de aguas residuales se registra en la industria de conservas alimenticias.

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1.10. Industria alimenticia, abastecimiento por región administrativa.

Región administrativa	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Industria de la carne</b>				
Península de Baja California (I)	346	30,244	30,590	2,684
Noroeste (II)	373,322	-	373,322	-
Pacífico Norte (III)	301,540	153,283	454,823	5,084
Balsas (IV)	297,030	-	297,030	-
Río Bravo (VI)	665,041	-	665,041	3,042
Cuencas Centrales del Norte (VII)	1,927,615	-	1,927,615	-
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	1,743,709	-	1,743,709	210,809
Golfo Norte (IX)	105,637	435,737	541,374	115,200
Golfo Centro (X)	105,481	-	105,481	-
Frontera Sur (XI)	86,192	-	86,192	-
Península de Yucatán (XII)	681,855	-	681,855	45,352
Valle de México (XIII)	1,347,144	-	1,347,144	425
Subtotal	7,634,913	619,264	8,254,177	382,596
<b>Elaboración de productos lácteos</b>				
Península de Baja California (I)	5,000	-	5,000	1,562
Noroeste (II)	39,855	-	39,855	1,116
Pacífico Norte (III)	70,719	-	70,719	2,193
Balsas (IV)	977,662	-	977,662	57,969
Pacífico Sur (V)	99,881	-	99,881	-
Río Bravo (VI)	624,907	-	624,907	-
Cuencas Centrales del Norte (VII)	941,509	-	941,509	8,494
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	3,362,305	-	3,362,305	589,524
Golfo Norte (IX)	56,922	967,656	1,024,578	58,072
Golfo Centro (X)	13,000	318,270	331,270	287,934
Frontera Sur (XI)	29,736	306,004	335,740	52,760
Península de Yucatán (XII)	-	-	-	134
Valle de México (XIII)	1,544,516	-	1,544,516	-
Subtotal	7,766,012	1,591,930	9,357,942	1,059,758
<b>Elaboración de conservas alimenticias</b>				
Península de Baja California (I)	90,223	-	90,223	85,414
Noroeste (II)	2,044	39,448	41,492	206,859
Pacífico Norte (III)	327,427	2,465,219	2,792,646	122,988
Balsas (IV)	213,556	10,935	224,491	111,035
Río Bravo (VI)	246,220	-	246,220	-
Cuencas Centrales del Norte (VII)	439,925	-	439,925	226,150
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	3,178,990	-	3,178,990	549,208
Golfo Norte (IX)	683,853	20,363	704,216	122,661
Golfo Centro (X)	1,420,975	114,221	1,535,196	737,526
Frontera Sur (XI)	35,770	-	35,770	2,205
Subtotal	7,513,331	2,650,185	10,163,516	2,267,538

Tabla 1.10. Industria alimenticia, abastecimiento por región administrativa (continuación).

Región administrativa	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Beneficio y molienda de cereales y otros productos agrícolas</b>				
Península de Baja California (I)	39,797	164,787	204,584	41,468
Noroeste (II)	177,598	-	177,598	55,143
Pacífico Norte (III)	339,367	269,732	609,099	603
Balsas (IV)	220,437	14,876	235,313	52,640
Pacífico Sur (V)	1,250	-	1,250	-
Río Bravo (VI)	755,899	165,274	921,173	41,291
Cuencas Centrales del Norte (VII)	1,668,049	-	1,668,049	-
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	1,681,351	24,883	1,706,234	63,911
Golfo Norte (IX)	1,697,337	-	1,697,337	83,580
Golfo Centro (X)	938,764	212,164	1,150,928	390,940
Frontera Sur (XI)	382,663	-	382,663	555,376
Península de Yucatán (XII)	164,186	-	164,186	12,554
Valle de México (XIII)	1,175,482	-	1,175,482	476
Subtotal	9,242,180	851,716	10,093,896	1,297,982
<b>Elaboración de productos de panadería</b>				
Noroeste (II)	674,160	-	674,160	108,008
Balsas (IV)	1,279	-	1,279	-
Pacífico Sur (V)	1,919	-	1,919	-
Río Bravo (VI)	442,721	-	442,721	-
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	359,030	-	359,030	1,421
Golfo Centro (X)	147,236	-	147,236	211,252
Frontera Sur (XI)	-	2,400	2,400	-
Península de Yucatán (XII)	173,235	-	173,235	34,885
Valle de México (XIII)	359,072	-	359,072	-
Subtotal	2,158,651	2,400	2,161,051	355,565
<b>Fabricación de aceites y grasas comestibles</b>				
Península de Baja California (I)	67,473	-	67,473	29,577
Noroeste (II)	194,220	-	194,220	17,200
Pacífico Norte (III)	25,717	30,192	55,909	8,265
Balsas (IV)	111,976	-	111,976	5,314
Pacífico Sur (V)	12,071	-	12,071	4,862
Río Bravo (VI)	69,030	-	69,030	-
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	1,490,261	-	1,490,261	142,137
Golfo Norte (IX)	-	-	-	360
Golfo Centro (X)	478,353	-	478,353	24,090
Frontera Sur (XI)	5,850	-	5,850	-
Península de Yucatán (XII)	212,063	-	212,063	101,795
Valle de México (XIII)	1,266,398	-	1,266,398	936,814
Subtotal	3,933,411	30,192	3,963,603	1,270,414

Tabla 1.10. Industria alimenticia, abastecimiento por región administrativa (continuación).

Región administrativa	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería</b>				
Balsas (IV)	269,074	-	269,074	202,533
Río Bravo (VI)	1,872	-	1,872	-
Cuencas Centrales del Norte (VII)	79,936	-	79,936	-
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	153,908	-	153,908	9,549
Península de Yucatán (XII)	800	-	800	376
Valle de México (XIII)	888	-	888	-
Subtotal	506,478	-	506,478	212,458
<b>Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano</b>				
Península de Baja California (I)	87,619	72,493	160,112	15,452
Noroeste (II)	95,731	-	95,731	1,080
Pacífico Norte (III)	41,073	14,260	55,333	365
Balsas (IV)	627,548	21,780	649,328	282,923
Pacífico Sur (V)	58,792	-	58,792	11,000
Río Bravo (VI)	905,573	-	905,573	43,959
Cuencas Centrales del Norte (VII)	752,421	-	752,421	885
Lerma-Santiago-Pacífico (VIII)	6,255,956	-	6,255,956	87,657
Golfo Norte (IX)	181,241	11,241	192,482	-
Golfo Centro (X)	92,533	756,952	849,484	360,617
Frontera Sur (XI)	107,087	-	107,087	538
Península de Yucatán (XII)	175,483	-	175,483	41,095
Valle de México (XIII)	2,408,756	-	2,408,756	32,132
Subtotal	11,789,813	876,726	12,666,538	877,701
<b>Registro total de uso del agua</b>	<b>50,544,791</b>	<b>6,622,414</b>	<b>57,167,203</b>	<b>7,724,012</b>

- Dato no disponible  
(Red de agua, 1998)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1.11. Industria alimenticia, abastecimiento por zona de disponibilidad.

Zona de disponibilidad	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Industria de la carne</b>				
1	532,305	-	532,305	425
2	1,997,198	-	1,997,198	-
3	752,764	-	752,764	3,042
4	727,725	30,244	757,970	118,469
5	406,098	-	406,098	4,983
6	782,187	153,283	935,470	87,679
7	1,213,015	435,737	1,648,752	115,200
8	1,202,020	-	1,202,020	52,798
9	21,600	-	21,600	-
Subtotal	7,634,913	619,264	8,254,177	382,596
<b>Elaboración de productos lácteos</b>				
1	1,331,281	-	1,331,281	-
2	1,285,867	-	1,285,867	1,562
3	474,400	-	474,400	-
4	1,430,679	-	1,430,679	61,382
5	887,682	-	887,682	258
6	1,258,887	-	1,258,887	42,384
7	1,022,815	-	1,022,815	574,206
8	73,401	1,224,794	1,298,195	54,458
9	1,000	367,136	368,136	325,508
Subtotal	7,766,012	1,591,930	9,357,942	1,059,758
<b>Elaboración de conservas alimenticias</b>				
1	817,843	-	817,843	-
2	312,659	-	312,659	38,848
3	215,732	-	215,732	-
4	2,315,723	-	2,315,723	466,158
5	534,680	-	534,680	417,659
6	1,110,111	1,680,542	2,790,652	266,481
7	790,152	832,140	1,622,292	134,240
8	1,416,432	123,484	1,539,916	942,691
9	-	14,020	14,020	1,460
Subtotal	7,513,331	2,650,185	10,163,516	2,267,538
<b>Beneficio y molienda de cereales y otros productos agrícolas</b>				
1	806,270	-	806,270	120
2	2,427,153	164,787	2,591,940	40,049
3	1,022,844	-	1,022,844	55,783
4	2,292,374	14,876	2,307,250	52,640
5	395,231	-	395,231	1,419
6	733,890	434,897	1,168,787	113,976
Subtotal	9,242,180	851,716	10,093,896	1,297,982

Tabla 1.11. Industria alimenticia, abastecimiento por zona de disponibilidad (continuación).

Zona de disponibilidad	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Elaboración de productos de panadería</b>				
1	359,072	-	359,072	-
2	325,707	-	325,707	161
3	442,721	-	442,721	-
4	3,198	-	3,198	1,260
5	33,323	-	33,323	-
6	674,160	2,400	676,560	120,566
7	152,690	-	152,690	28,749
8	167,781	-	167,781	204,830
Subtotal	2,158,651	2,400	2,161,051	355,565
<b>Fabricación de aceites y grasas comestibles</b>				
1	1,266,398	-	1,266,398	936,814
2	866,768	-	866,768	1,329
3	68,428	-	68,428	-
4	722,406	-	722,406	139,634
5	3,822	-	3,822	-
6	573,034	30,192	603,226	89,450
7	218,903	-	218,903	103,187
8	213,653	-	213,653	-
Subtotal	3,933,411	30,192	3,963,603	1,270,414
<b>Fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería</b>				
1	888	-	888	-
2	153,934	-	153,934	9,459
3	1,872	-	1,872	-
4	264,788	-	264,788	202,533
5	63,977	-	63,977	-
6	13,894	-	13,894	-
7	7,125	-	7,125	466
Subtotal	506,478	-	506,478	212,458
<b>Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano</b>				
1	2,408,756	-	2,408,756	32,132
2	4,763,641	-	4,763,641	72,274
3	1,675,227	-	1,675,227	53,811
4	1,386,280	72,493	1,458,773	137,958
5	267,967	-	267,967	180,193
6	220,862	9,674	230,536	10,292
7	359,437	33,021	392,458	21,786
8	707,393	737,614	1,445,006	355,420
9	250	23,924	24,174	13,837
Subtotal	11,789,813	876,726	12,666,538	877,701

- Dato no disponible  
(Red de agua, 1998 y Ley Federal de Derechos, 1999)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1.12. Industria alimenticia, abastecimiento por estado.

Estado	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Industria de la carne</b>				
Aguascalientes	158,186	-	158,186	-
Baja California	346	30,244	30,590	2,684
Campeche	45,600	-	45,600	-
Coahuila	257,308	-	257,308	-
Chiapas	30,600	-	30,600	-
Chihuahua	69,644	-	69,644	-
Durango	1,356,407	-	1,356,407	-
Guanajuato	363,807	-	363,807	7,227
Hidalgo	816,339	-	816,339	-
Jalisco	626,329	-	626,329	8,188
Estado de México	530,805	-	530,805	425
Michoacán	181,861	-	181,861	81,853
Nuevo León	648,776	-	648,776	-
Puebla	236,042	-	236,042	3,042
Querétaro	391,776	-	391,776	113,541
Quintana Roo	14,515	-	14,515	-
San Luis Potosí	359,798	-	359,798	-
Sinaloa	248,370	153,283	401,653	5,084
Sonora	373,322	-	373,322	-
Tabasco	55,592	-	55,592	-
Tamaulipas	6,200	435,737	441,937	115,200
Tlaxcala	60,988	-	60,988	-
Veracruz	105,481	-	105,481	-
Yucatán	621,740	-	621,740	45,352
Zacatecas	75,080	-	75,080	-
Subtotal	7,634,913	619,264	8,254,177	382,596

Tabla 1.12. Industria alimenticia, abastecimiento por estado (continuación).

Estado	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Elaboración de productos lácteos</b>				
Aguascalientes	230,066	-	230,066	1,073
Baja California Sur	5,000	-	5,000	1,562
Coahuila	84,671	-	84,671	-
Colima	68	-	68	-
Chiapas	2,792	306,004	308,796	33,826
Chihuahua	195,899	-	195,899	-
Distrito Federal	300	-	300	-
Durango	941,186	-	941,186	2,193
Guanajuato	633,074	-	633,074	1,279
Guerrero	80,980	-	80,980	-
Hidalgo	25,244	-	25,244	-
Jalisco	1,953,311	-	1,953,311	546,045
Estado de México	1,544,216	-	1,544,216	-
Michoacán	49,521	-	49,521	330
Nayarit	28,460	-	28,460	-
Nuevo León	417,198	-	417,198	-
Oaxaca	18,901	-	18,901	-
Puebla	115,460	-	115,460	46,652
Querétaro	475,142	-	475,142	40,797
San Luis Potosí	732	918,790	919,522	12,500
Sonora	39,855	-	39,855	1,116
Tabasco	26,944	-	26,944	18,934
Tamaulipas	15,882	-	15,882	-
Tlaxcala	862,202	-	862,202	11,317
Veracruz	13,000	367,136	380,136	333,506
Yucatán	-	-	-	134
Zacatecas	5,908	-	5,908	8,494
Subtotal	7,766,012	1,591,930	9,357,942	1,059,758

Tabla 1.12. Industria alimenticia, abastecimiento por estado (continuación).

Estado	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Elaboración de conservas alimenticias</b>				
Aguascalientes	171,257	-	171,257	121,630
Baja California	53,513	-	53,513	2,906
Baja California Sur	36,710	-	36,710	82,508
Campeche	4,471	-	4,471	71,625
Colima	27,164	-	27,164	-
Chiapas	11,558	-	11,558	2,205
Chihuahua	87,100	-	87,100	-
Distrito Federal	65,182	-	65,182	-
Durango	200	-	200	-
Guanajuato	2,328,113	-	2,328,113	377,561
Jalisco	19,050	-	19,050	13,679
Estado de México	752,661	-	752,661	-
Michoacán	700,825	10,935	711,760	109,216
Nayarit	1,350	-	1,350	-
Nuevo León	215,732	-	215,732	-
Oaxaca	14,614	-	14,614	-
Puebla	167,918	105,023	272,941	119,327
Querétaro	92,172	-	92,172	3,664
San Luis Potosí	176,794	18,461	195,255	11,809
Sinaloa	327,427	2,465,219	2,792,646	122,988
Sonora	2,044	39,448	41,492	206,859
Tabasco	11,162	-	11,162	-
Tamaulipas	552,226	-	552,226	107,616
Tlaxcala	132,488	-	132,488	-
Veracruz	1,238,918	11,100	1,250,018	656,356
Yucatán	52,034	-	52,034	31,868
Zacatecas	270,649	-	270,649	225,722
Subtotal	7,513,331	2,650,185	10,163,516	2,267,538

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1.12. Industria alimenticia, abastecimiento por estado (continuación).

Estado	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Beneficio y molienda de cereales y otros productos agrícolas</b>				
Aguascalientes	1,139	-	1,139	-
Baja California	-	164,787	164,787	40,049
Baja California Sur	39,410	-	39,410	1,419
Campeche	4,464	-	4,464	3,195
Coahuila	153,054	-	153,054	162
Chiapas	382,663	-	382,663	555,376
Chihuahua	214,893	-	214,893	-
Distrito Federal	31,033	-	31,033	-
Durango	1,677,191	-	1,677,191	-
Guanajuato	391,074	-	391,074	-
Hidalgo	-	-	-	356
Jalisco	1,083,171	-	1,083,171	-
Estado de México	1,147,906	-	1,147,906	14,612
Michoacán	200,366	1,200	201,566	49,419
Morelos	1,154	-	1,154	-
Nayarit	228,615	23,791	252,406	-
Nuevo León	293,186	-	293,186	41,129
Oaxaca	1,250	-	1,250	-
Puebla	219,283	21,146	240,429	52,640
Querétaro	1,699,481	-	1,699,481	-
Sinaloa	101,610	269,623	371,233	603
Sonora	177,985	-	177,985	55,143
Tamaulipas	94,766	165,274	260,040	83,580
Veracruz	938,764	205,894	1,144,658	390,940
Yucatán	159,722	-	159,722	9,359
Subtotal	9,242,180	851,716	10,093,896	1,297,982
<b>Elaboración de productos de panadería</b>				
Campeche	-	-	-	4,142
Chihuahua	60,104	-	60,104	-
Distrito Federal	292,356	-	292,356	-
Guanajuato	66,716	-	66,716	1,260
Guerrero	1,919	-	1,919	-
Jalisco	161,357	-	161,357	-
Estado de México	197,673	-	197,673	161
Nuevo León	382,617	-	382,617	-
Puebla	148,515	-	148,515	198,694
Sonora	674,160	-	674,160	108,008
Tabasco	-	2,400	2,400	-
Veracruz	-	-	-	12,558
Yucatán	173,235	-	173,235	30,743
Subtotal	2,158,651	2,400	2,161,051	355,565

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1.12. Industria alimenticia, abastecimiento por estado (continuación).

Estado	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Fabricación de aceites y grasas comestibles</b>				
Baja California	66,010	-	66,010	29,577
Chiapas	7,313	-	7,313	-
Chihuahua	602	-	602	-
Guanajuato	176,572	-	176,572	28,302
Guerrero	12,071	-	12,071	4,862
Jalisco	1,072,317	-	1,072,317	103,615
Estado de México	1,266,398	-	1,266,398	936,814
Michoacán	241,372	-	241,372	10,220
Nuevo León	68,428	-	68,428	-
Puebla	378,948	-	378,948	29,404
Querétaro	-	-	-	360
Sinaloa	25,717	30,192	55,909	8,265
Sonora	194,220	-	194,220	17,200
Veracruz	211,381	-	211,381	-
Yucatán	212,063	-	212,063	101,795
Subtotal	3,933,411	30,192	3,963,603	1,270,414
<b>Fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería</b>				
Distrito Federal	888	-	888	-
Jalisco	134,448	-	134,448	9,459
Estado de México	13,592	-	13,592	-
Michoacán	8,115	-	8,115	-
Nuevo León	1,872	-	1,872	-
Puebla	264,788	-	264,788	202,533
San Luis Potosí	79,936	-	79,936	-
Yucatán	800	-	800	376
Zacatecas	2,039	-	2,039	90
Subtotal	506,478	-	506,478	212,458

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1.12. Industria alimenticia, abastecimiento por estado (continuación).

Estado	Extracción subterránea (m <sup>3</sup> /año)	Extracción superficial (m <sup>3</sup> /año)	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /año)	Descarga (m <sup>3</sup> /año)
<b>Elaboración de otros productos alimenticios para el consumo humano</b>				
Aguascalientes	115,907	-	115,907	19,834
Baja California	25,190	72,493	97,683	15,452
Baja California Sur	10,017	-	10,017	-
Campeche	8,821	-	8,821	6,433
Coahuila	412,072	-	412,072	-
Colima	34,165	-	34,165	-
Chiapas	105,263	-	105,263	538
Chihuahua	47,149	-	47,149	-
Distrito Federal	587,371	-	587,371	-
Durango	81,724	-	81,724	-
Guanajuato	458,275	-	458,275	17,565
Guerrero	47,978	-	47,978	11,000
Jalisco	1,173,908	-	1,173,908	9,831
Estado de México	5,226,868	-	5,226,868	44,366
Michoacán	107,007	21,780	128,787	10,024
Morelos	186,997	-	186,997	20
Nayarit	213,561	4,586	218,147	-
Nuevo León	444,372	-	444,372	43,959
Oaxaca	44,581	-	44,581	-
Puebla	311,103	-	311,103	282,206
Querétaro	854,783	-	854,783	18,866
Quintana Roo	33,234	-	33,234	12,604
San Luis Potosí	719,913	-	719,913	885
Sinaloa	29,356	9,674	39,030	365
Sonora	148,143	-	148,143	1,080
Tabasco	1,824	-	1,824	-
Tamaulipas	138,953	11,241	150,194	-
Veracruz	87,651	756,952	844,602	360,617
Yucatán	133,428	-	133,428	22,057
Zacatecas	199	-	199	-
Subtotal	11,789,813	876,726	12,666,538	877,701
<b>Registro total de uso del agua</b>	<b>50,544,791</b>	<b>6,622,414</b>	<b>57,167,203</b>	<b>7,724,012</b>

- Dato no disponible  
(Red de agua, 1998)

## 2 PROCESO DE FABRICACIÓN

### 2.1 Industria de la carne

**Secado de la carne.** El secado es uno de los métodos de conservación de alimentos que se practica desde la antigüedad. Antes, el principal medio desecante era el sol, pero en la actualidad hay un sinnúmero de equipos especializados para los diferentes tipos de alimentos. El agua presente en los alimentos se elimina por evaporación, lo cual se hace mediante la aplicación de calor bajo condiciones controladas; de esta manera, se aumenta la vida útil de los productos aunque se obtienen una reducción de su peso y volumen. El efecto que se persigue al secar es disminuir el agua libre para así inhibir el crecimiento microbiano. El principal producto de carne deshidratada que se comercializa en México es la carne seca, cecina o machacado. Las principales características de este producto son su sabor salado y que se puede deshebrar.

**Carnes procesadas.** La figura 2.1 presenta el diagrama del proceso de una planta empacadora de carne de puerco. En general, los cerdos se sacrifican para el mercado alrededor de los seis meses y con un peso de 80 a 110 kilogramos. El rendimiento típico de una encarnadura congelada es 70% del peso vivo. En el procesamiento de la carne, los cerdos primero se anestesian, se cuelgan con la cabeza hacia abajo y se sacrifican desangrándolos de las principales arterias y venas del cuello. Después una máquina elimina el pelo y a esto sigue un periodo de inmersión en agua caliente. Más tarde el animal se cuelga cabeza abajo en un tren móvil para su preparación.

De estas operaciones se recuperan varios subproductos y diversas carnes. De la cabeza, los elementos principales son: lengua, orejas, hocico, cachetes, menudencias y sesos. La grasa que se separa de la cabeza, se derrite.

<i>Indicadores industriales en el uso del agua</i>	<i>Industria alimenticia</i>
----------------------------------------------------	------------------------------

Otras operaciones de preparación incluyen la eliminación de vísceras, como son: hígado, riñones, corazón y tripas. Casi nunca se recuperan los pulmones para uso comestible, éstos, junto con otros desperdicios que caen al piso, se muelen para obtener alimentos para animales.

Después del enfriamiento, las encarnaduras se destazan obteniendo los cortes de cerdo para venta al menudeo. Los cortes principales son: jamones, lonjas para tocino, lomo y costillas; además de los cortes grasos, espalda, manos, huesos del cuello, cola y partes para salchicha.

El curado de jamón, tocino y otros cortes de cerdo con sal o salmuera era una de las principales técnicas de preservación. El curado y el ahumado se hace principalmente buscando mejorar el sabor de la carne fresca. Para el proceso de cocción, la carne se prepara previamente con especias, se inyecta, suaviza, masajea, madura, o bien, se prepara en una masa para embutirse. Cuando la carne se somete al tratamiento térmico (cocción), se presentan una serie de cambios físico-químicos, bioquímicos y microbiológicos que darán al producto terminado sus características organolépticas y de calidad. La cocción también contribuye al desarrollo de sabor, aroma y color de las carnes procesadas. Por efecto del tratamiento térmico se desarrollan nuevos compuestos químicos que confieren al producto un sabor muy particular.



**Envasado de carne fresca.** En la industria cárnica, al elegir los materiales para el envasado de productos específicos, deben tenerse en consideración múltiples factores, algunos de ellos conflictivos; además, las exigencias del envasado de los productos cárnicos dependen de los tipos de procesado y comercialización a los que se sometan.

El uso del vacío para conservar la carne y sus derivados es lo más común actualmente. El proceso remueve y extrae casi toda la atmósfera natural del envase, limitando la flora bacteriana que reside en el producto. Los consumidores rechazan el color púrpura que presenta la carne envasada al vacío, por lo que este método de envase se emplea sólo en carne fresca de ave y cerdo en venta directa al consumidor y, por contraste, en la carne roja el envase al vacío se emplea en los canales de distribución de los intermediarios (de rastro a distribuidores de carne, restaurantes y corporaciones). Como un resultado del envasado al vacío, la vida útil del producto de carne fresca se alarga significativamente, siempre y cuando tenga un estricto control de temperatura de conservación y de higiene durante las operaciones.

Una alternativa al envase al vacío son las atmósferas modificadas, ya que la deformación del material se puede evitar introduciendo otro gas o mezcla de gases después de la evacuación y antes del sellado. En este método, el aire atmosférico que rodea al producto se cambia por una composición de gas, por lo que se denomina atmósfera modificada y ocasionalmente atmósfera controlada. La intención de las atmósferas modificadas o atmósferas controladas ha sido, generalmente, conservar el color de la carne fresca y prevenir el crecimiento bacteriano anaeróbico usando altas concentraciones de oxígeno (50 a 100%) junto con dióxido de carbono (15-50%). Para realizar el empaque en atmósferas modificadas se cuenta con varios equipos comerciales. La mayoría de ellos son máquinas de envase al vacío, ajustadas para inyectar mezcla de gases antes del sellado final.

**Envasado de carnes procesadas.** La retención del color de los productos cárnicos procesados constituye un problema muy diferente al de la carne fresca. Los productos cárnicos, tales como las carnes curadas (jamones, salchichas y tocino) se espera que tengan una mayor vida de anaquel, por lo cual requieren de un alto grado de protección. Los materiales impermeables al oxígeno, vapor de agua y resistentes a esfuerzos mecánicos, son los utilizados para estos productos. Estos envases dependerán del tipo de procesamiento que se le aplique a la carne.

El proceso térmico de las carnes envasadas en bolsas flexibles es ya una práctica común para algunos productos que se venden listos para su consumo. La carne se envasa al vacío y, posteriormente, se procesa térmicamente en bolsas flexibles. Los requisitos que debe cumplir un paquete flexible para el procesado son: que resista, durante el tratamiento térmico, temperaturas de 115.5 a 121°C sin exfoliación del envase, fallas del cierre, degradación de los materiales componentes, y que sea lo sufi-

ciente fuerte durante el almacenamiento del producto, constituyendo una barrera frente a la humedad, oxígeno y microorganismos.

Los procesos de cocimiento directo o cocinado dentro del envase se usan ampliamente para preparar jamón y productos de pollo. Existen básicamente dos maneras de realizar el proceso de cocimiento directo y cada tipo requiere materiales con atributos diferentes: a) el cocimiento directo hasta el consumidor, en el cual el mismo envase se usa a través de la elaboración del producto y su distribución, b) el cocimiento directo hasta cualquier punto antes de la distribución, en el cual el material que se utiliza durante el proceso se remueve después de la cocción y el producto se re-envasa.

Los productos cárnicos precocidos pueden presentarse de tres formas diferentes: bolsa de cocimiento directo para consumo directo, películas para servicio alimentario y contenedores plásticos y horneables. En las bolsas de cocimiento directo, el producto es preparado con sus ingredientes y puesto dentro de la bolsa y entonces ésta se sella con una resistencia de calor. Este producto así envasado se puede cocinar en agua, horno o autoclave. Las carnes preparadas así conservan su sabor y olor, así como su humedad (jugos) lo que le aumenta la palatabilidad del producto final. Si el producto ya se encuentra precocido, sólo se le proporciona una pasteurización para disminuir el crecimiento microbiano al eliminar las formas vegetativas bacterianas. Se debe cuidar el factor de rancidez de las grasas adicionando antioxidantes. Los contenedores plástico y horneables son materiales capaces de soportar el calentamiento de productos congelados en hornos y microondas. El material plástico más usado es el poliéster. Los productos cárnicos se pueden envasar y pasteurizar dentro de estos recipientes y no abrirse hasta su consumo.

**Uso del agua en el proceso:** el uso del agua en las operaciones de empaquetado de carne se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Uso del agua en las operaciones de la industria cárnica. (\*)

Operación	Carne de res		Carne de puerco	
	Proceso	Limpieza	Proceso	Limpieza
Matanza	166	126	166	84
Remoción de piel y eliminación de pelo	126	84	666	250
Destripado y destazado	708	416	708	416
Enfriamiento	1,000	16	666	16
Cortes de carne	416	208	42	126
Procesamiento	-	-	1,166	666
Procesamiento de sangre	-	16	-	8
Procesamiento del cuero	334	92	-	-
Manejo de vísceras	334	84	166	42
Embutidos comestibles	666	250	666	250
Productos no comestibles	376	250	250	76

(\*) Litros de agua por tonelada en peso de ganado en pie (U.S. Department of Commerce, 1982)

## 2.2 Elaboración de productos lácteos

El procesamiento de la leche empieza en la granja donde la leche cruda debe filtrarse y enfriarse. Se mantiene fría desde el tiempo de la ordeña hasta que el carro tanque refrigerado la recoge para transportarla a la planta de procesamiento. La leche recién extraída se enfría a menos de 7 °C en tanques con refrigeración eléctrica para evitar el crecimiento bacteriano.

Los procesos que se llevan a cabo normalmente en la planta, incluyen los siguientes: enfriamiento y almacenamiento de la leche cruda, clarificación, separación de una parte por estandarización, estandarización del contenido de grasas, fortificación con vitamina D, homogeneización, pasteurización, empaque o embotellado, almacenamiento refrigerado a 4 °C y entrega; limpieza e higienización del equipo. La figura 2.2 muestra un diagrama del proceso para la obtención de leche pasteurizada.

Al llegar a la planta, la leche se transfiere desde el carro tanque hasta tanques o silos de almacenamiento refrigerados diseñados para enfriar la leche y mantenerla a una temperatura de 4 °C. En este punto la leche cruda se prueba, se normaliza su contenido de grasa y se adiciona la vitamina D. Parte del suministro se centrifuga para proporcionar crema y leche. Esta etapa también suministra la leche y crema que se requieren para estandarizar la leche entera y las leches de bajo contenido en grasa.

La leche entera estandarizada está lista para su procesamiento y empaque. La leche se clarifica antes de la pasteurización. Esto se hace en grandes centrífugas que principalmente separan y sedimentan los leucocitos presentes en la leche normal. Después, la leche pasa a la homogeneización y pasteurización en un proceso continuo.

La homogeneización de la leche en el mercado es una práctica universal hoy en día. Este tratamiento da como resultado una dispersión uniforme de glóbulos de grasa finamente divididos en la leche y evita la formación de una capa de crema durante el reposo. El proceso consiste en bombear la leche a una presión elevada a través de válvulas especiales que dividen los glóbulos normales de grasa en otros más pequeños. Estos pequeños glóbulos de grasa no son capaces de elevarse a pesar de ser de menor densidad y, por lo tanto, el proceso proporciona un producto uniforme y homogéneo.

La pasteurización y homogeneización se llevan a cabo siempre como etapas en un proceso continuo. El primer método de pasteurización en tina, donde se calentaba la leche a 61 °C y se mantenía a esa temperatura no por más de treinta minutos, se ha sustituido casi completamente por el sistema de temperatura alta y tiempo corto, donde la leche se calienta al menos

hasta 71 °C y se mantiene alrededor de 16 segundos. Este sistema utiliza equipo de intercambio de calor donde se controla automáticamente la temperatura por medio de dispositivos sensores y válvulas eléctricas que verifican que el tratamiento térmico sea adecuado. Estos sistemas cerrados de placas están diseñados para proporcionar un procesamiento continuo de 11.3 a 27 toneladas de leche por hora. El medio de calentamiento es agua caliente en la sección de calentamiento y agua muy fría en la sección de enfriamiento.

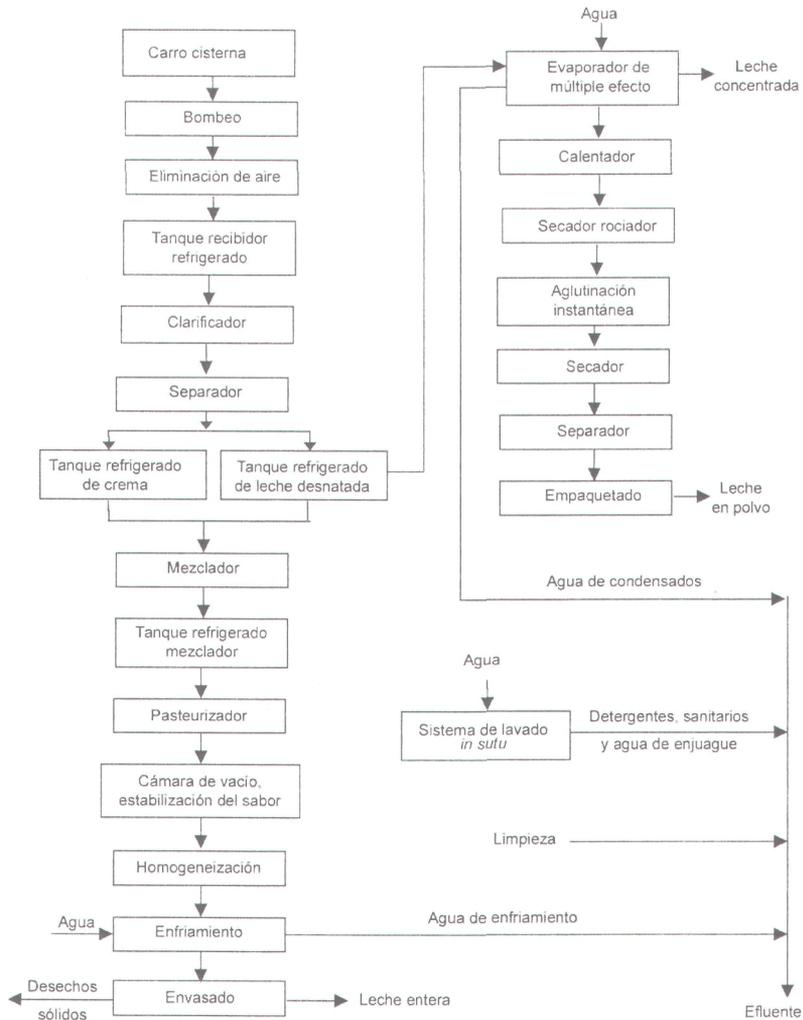


Figura 2.2. Diagrama del proceso para la obtención de leche pasteurizada.

(U.S. Department of Commerce, 1982)

El enfriamiento se lleva a cabo utilizando un flujo continuo de agua muy fría a 1 o 2 °C en la sección de enfriamiento, la cual reduce rápidamente la temperatura de la leche hasta 4 °C o menos, y posteriormente, la leche fluye a las máquinas de empaque. El esquema general de la industria láctea se muestra en la figura 2.3.

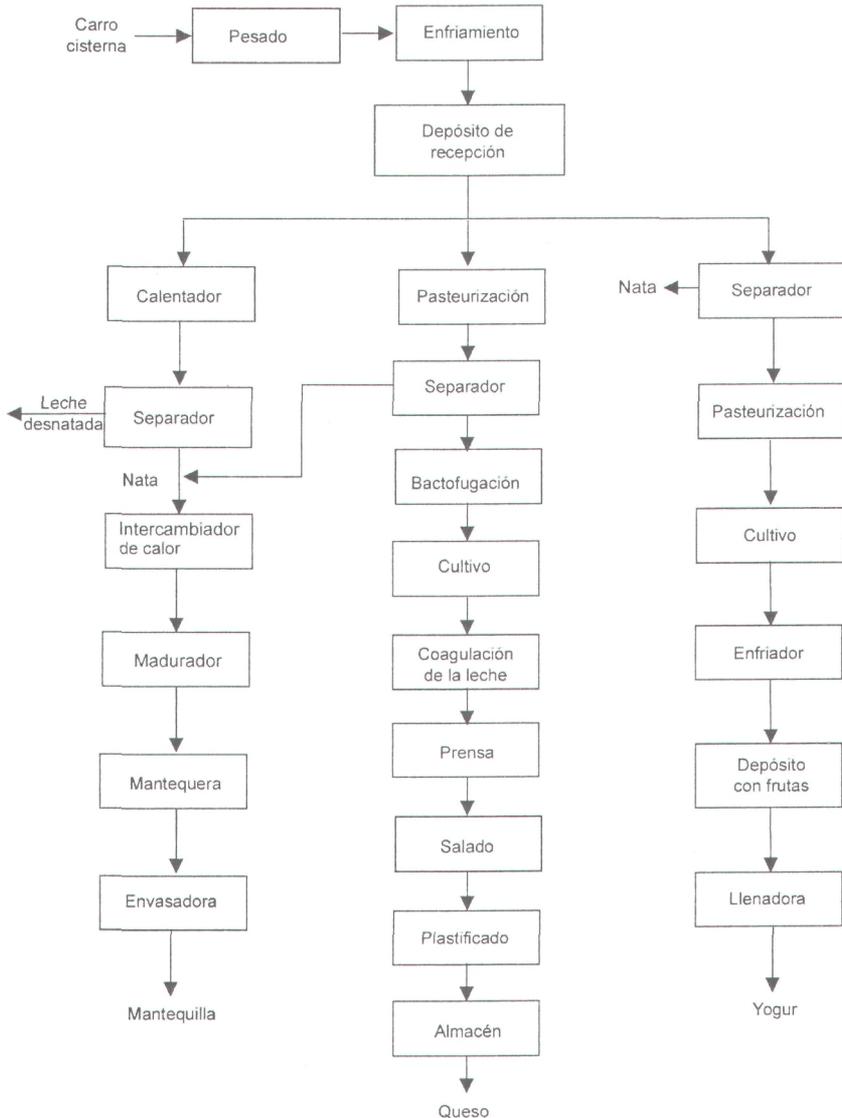


Figura 2.3. Diagrama del proceso de la industria láctea.

(Madrid, 1996)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Las llenadoras son unidades automáticas que dosifican una cantidad de leche dentro del cartón o la botella. Estas unidades también son cisternas cerradas que evitan la contaminación de la leche durante la operación de empaque. Las llenadoras están graduadas y sincronizadas con el sistema de pasteurización, de manera que el tiempo que pasa la leche cruda hasta obtener leche fría en el envase final es muy corto.

Los productos envasados de la llenadora se mueven mediante bandas especiales hasta las máquinas empaquetadoras que preparan los productos para el envío. En ciertas operaciones de gran volumen, la leche se transfiere a camiones refrigerados para su entrega inmediata a las estaciones o tiendas de transferencia.

**Uso del agua en el proceso.** Las aguas residuales de la industria láctea se generan en tres secciones, principalmente:

- Aguas de procesos de enfriamiento, calentamiento y refrigeración. Estas aguas circulan por tuberías y aparatos sin entrar en contacto directo con los productos, por ello su contaminación es mínima y deben ser reutilizadas para disminuir el consumo de agua, así como el consumo de energía.
- Aguas de servicios, procedentes del lavado de depósitos y máquinas, las cuales contienen residuos de productos de leche y suero, principalmente, además de soluciones de limpieza. En la industria láctea las pérdidas de producto pueden oscilar entre el 1 y 5%, que va a parar a las aguas residuales.
- Aguas sanitarias, procedentes de lavabos, retretes y cocina que se envían a la planta de tratamiento de aguas residuales o al sistema municipal.

## 2.3 Elaboración de conservas alimenticias

La industria de conservas alimenticias es muy amplia y altamente estacional, procesa diferentes productos simultáneamente durante toda la temporada.

**Preparación y envasado de frutas y legumbres.** Los procesos individuales y equipo de procesamiento varían para los diferentes productos de frutas y legumbres; sin embargo, las operaciones generales consisten en: limpieza, transporte, reducción de tamaño, descascamiento, escalde, preservación y enfriado. La preservación se realiza por conservación, congelación, adición de sal o deshidratación. El procesamiento de un producto específico puede implicar alguna o todas esas operaciones. La figura 2.4

presenta un diagrama típico de las operaciones de procesamiento de frutas y legumbres, donde la conserva de chiles en vinagre es un caso típico. Una descripción de varias operaciones de procesamiento comunes se presenta a continuación:

**Recepción de materia prima.** La materia prima se revisa de acuerdo con los estándares de calidad establecidos para su aceptación o rechazo. La materia prima debe estar exenta de plaga o cualquier contaminante que pudiera afectar la salud del consumidor, así como la ausencia de defectos que mermen la calidad final del producto.

**Limpieza.** La materia prima se limpia en seco y posteriormente con agua para remover materia extraña. La limpieza del producto es un paso esencial en el procesamiento de frutas y legumbres, la cual requiere grandes volúmenes de agua. Los propósitos de limpieza incluye: remoción de sólidos, basura, plaguicidas, contaminación microbiana, insectos y sus residuos.

**Selección.** Las frutas y legumbres se seleccionan por su ausencia de defectos, para lograr una calidad homogénea en el producto final.

**Escalde.** Se aplica agua caliente y vapor sobre la materia prima para fijar el color, evitar contaminaciones y lograr la temperatura ideal del envasado.

**Llenado.** En las latas se agrega el escabeche, aceite, chiles y, finalmente, la salmuera caliente.

**Cerrado.** Las latas son cerradas herméticamente para aislar el producto del medio ambiente.

**Codificación.** Cada lata es codificada de acuerdo al producto y fecha de elaboración para su identificación y rastreabilidad.

**Esterilizado.** Se aplica agua caliente y vapor sobre las latas para evitar cualquier contaminación o alteración del producto y lograr una vida de anaquel adecuada.

**Enfriado.** Las latas se enfrían para evitar que siga el calentamiento del producto y lograr un buen etiquetado.

**Etiquetado.** En cada lata se adhiere automáticamente una etiqueta para identificar el producto comercialmente.

**Encajonado.** Las latas son agrupadas e introducidas en cajas preformadas de cartón, con la resistencia y capacidad adecuadas de acuerdo al producto contenido.

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

**Codificado.** Las cajas son codificadas para identificar el producto y la fecha de elaboración, con los mismos fines que el codificado de la lata.

**Estibado.** Las cajas son agrupadas en tarimas y protegidas para evitar cualquier daño.

**Almacenamiento y distribución.** Las tarimas son guardadas en el almacén, en condiciones adecuadas para su conservación, mientras son llevadas a los diferentes puntos de distribución del producto.

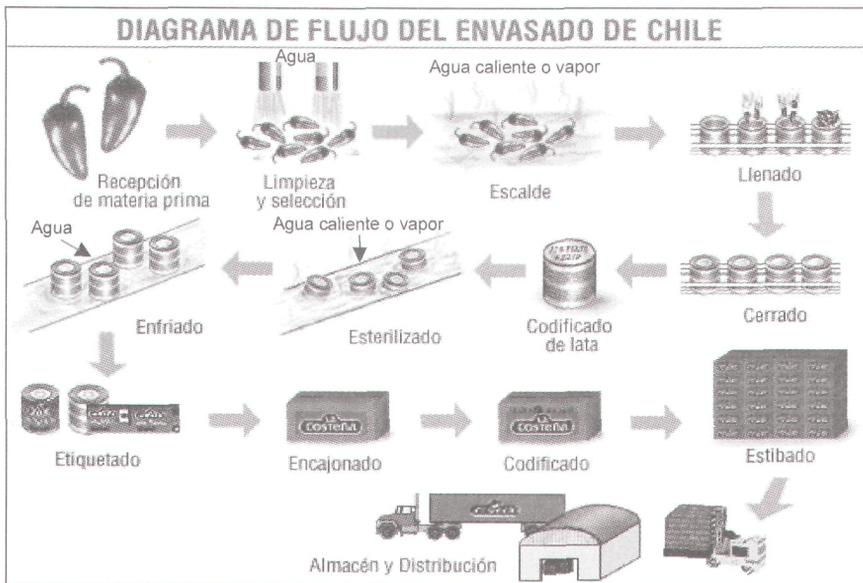


Figura 2.4. Diagrama del proceso de envasado de Chile.

(Web La Costeña, 1999)

**Preparación y envasado de conservas de pescado.** La vida de almacenamiento del pescado congelado de buena calidad depende de la cantidad de grasa que contiene. El pescado de alta calidad con un bajo contenido de grasa, almacenado en estado congelado entre  $-20.5^{\circ}$  y  $-23.5^{\circ}$  C, puede retener su calidad hasta por dos años. El pescado que contiene mucha grasa no se conserva tan bien en estado congelado. El proceso más apropiado es el enlatado, particularmente de salmón, atún y sardinas, en los cuales se añade aceite de pescado o vegetal antes de sellar las latas. La figura 2.5 muestra el proceso de preparación y envasado de conservas de pescado.

La elaboración del atún enlatado comprende los siguientes pasos: primero se descongela parcialmente el pescado congelado recibido del barco pesquero, enseguida se destripa, limpia y separa por tamaños, y finalmente se precocina el atún entero en hornos a fin de ablandar la carne para que se

separe fácilmente. Se deja enfriar durante la noche, se separan la carne clara y la oscura; la carne clara es de mayor calidad. Una máquina comprime la carne de atún en formas cilíndricas de las que automáticamente se cortan en porciones y se introducen a las latas, se añaden sal y aceite vegetal. Las latas se sellan al vacío y se esterilizan en un autoclave. El producto enlatado se conserva durante varios años.

### Uso del agua en el proceso

La industria de conservas alimenticias utiliza grandes volúmenes de agua en limpieza de la materia prima y en agua de enfriamiento. El consumo en equipos de enfriamiento representa entre el 25 y 85% del volumen total usado diariamente en la planta.

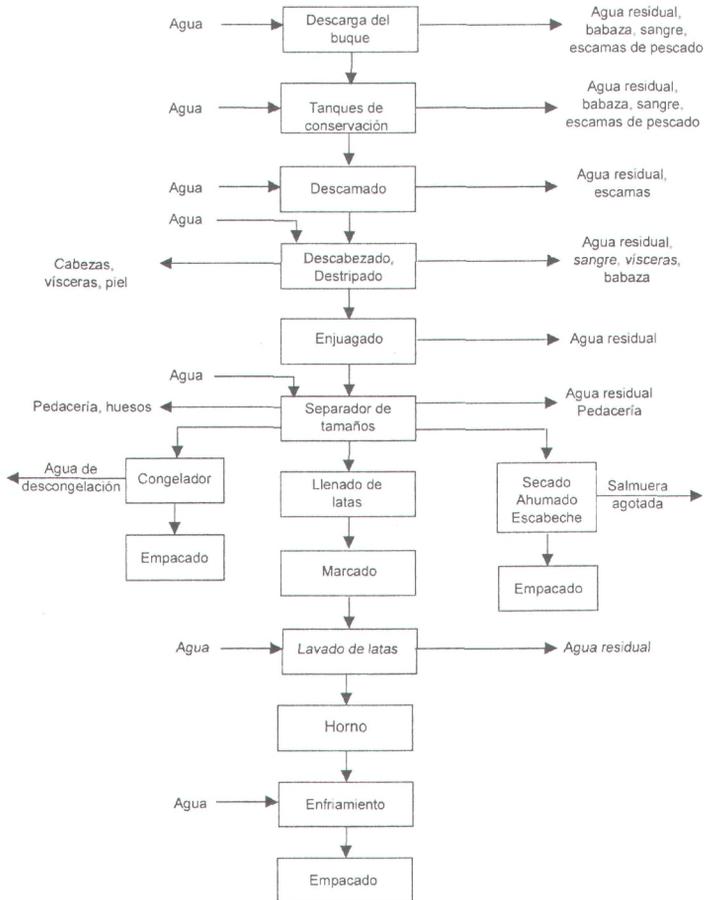


Figura 2.5. Diagrama del proceso de preparación y envasado de conservas de pescado.

(U.S. Department of Commerce, 1982 y Desrosier, 1996)

## 2.4 Molienda de cereales

En el mundo entero los cereales constituyen la fuente más importante de carbohidratos. Se consumen en forma natural o ligeramente modificada como artículos básicos de la dieta; se convierten mediante procesamiento en harina, almidón y un gran número de ingredientes adicionales empleados en la fabricación de otros alimentos. Los principales cereales cultivados en México son trigo y maíz.

**Molienda convencional del trigo.** El proceso productivo se inicia con el ingreso del trigo proveniente de las zonas trigueras. El molinero recibe el trigo, lo limpia, eliminando toda materia extraña, y luego lo remoja o acondiciona hasta alcanzar un 17% de humedad, a fin de darle las propiedades óptimas para la molienda. La molienda consta de una serie progresiva de desintegraciones, seguidas por cerniduras. Las desintegraciones se hacen por medio de pares de rodillos colocados progresivamente más juntos uno al otro. De éstos, los primeros abren el salvado y liberan el germen del endospermo; los segundos y terceros pulverizan el endospermo quebradizo y aplastan el germen más flexible. Los cernidores colocados debajo de estos primeros juegos de rodillos eliminan los fragmentos de salvado y de germen aplastado. El endospermo pulverizado sigue pasando entre rodillos sucesivos, colocados aún más juntos, que lo muelen cada vez más fino, y después de cada juego de rodillos se le vuelve a cernir para eliminar los últimos rastros de salvado.

Como resultado de esta operación se colectan varias fracciones de harina con partículas de endospermo cada vez más finas. Además, estas porciones de partículas cada vez más finas contienen cantidades progresivamente menores de germen y salvado molido, los cuales siempre se escapan a las primeras cerniduras. Como resultado, a medida que la harina se muele se pone más blanca y mejoran sus propiedades por lo que concierne a la elaboración del pan, pero su contenido de vitaminas y minerales se disminuye.

**Molienda de maíz.** El maíz es el cereal más importante cosechado en México. La mayor parte del maíz que se usa como alimento se somete a la molienda y se consume en forma de una fracción específica o modificada del cereal original. Al igual que los otros granos, se le muele para quitar la cáscara y el germen. El germen es además la principal fuente de aceite de maíz.

Existen dos métodos básicos de molerlo, que se conocen como molienda seca y molienda húmeda. Molienda seca: primero se acondicionan los granos de maíz hasta alcanzar un 21% de humedad, pasándolos después entre

unos conos giratorios especiales, que aflojan las cáscaras y el germen del endospermo. Luego toda la mezcla se seca hasta que su contenido de humedad queda reducido a un 15%, para facilitar la molienda y cerniduras subsecuentes. Unas corrientes de aire se llevan las cáscaras y desde este momento en adelante, la molienda del maíz difiere muy poco de la del trigo.

**Molienda húmeda:** la molienda húmeda es bastante diferente. Se vale del agua para ablandar los granos de maíz, para llevarse los gérmenes cargados de aceite que, siendo más ligeros, flotan, para eliminar las cáscaras, y finalmente para separar el almidón y la proteína del endospermo de la suspensión en agua como fracciones distintas. Después de la limpieza de los granos del maíz, el primer paso en la molienda húmeda es la maceración de los granos en grandes tanques de agua caliente que generalmente contiene ácido y dióxido de azufre como un preservador leve.

Posteriormente, los granos ablandados pasan por un molino triturador. La masa pastosa que sale de este aparato se traslada por bombeo a unas bandejas de asentamiento llenas de agua. Aquí, debido a su menor densidad, los gérmenes blandos suben a la superficie, de donde son levantados y llevados a las prensas en que se les extraerá el aceite. El líquido contiene todavía las cáscara y las fracciones de proteína y almidón del endospermo. Se le criba para eliminar las cáscaras. Luego se pasa el restante líquido que contiene las fracciones de almidón y proteína, por centrífugas de alta velocidad, en las que se separan las dos fracciones con base en el mayor peso de la proteína. Finalmente, la fracción de almidón se seca, convirtiéndose en el conocido producto almidón de maíz. La fracción de proteína también se seca, dando gluten de maíz, que se emplea comúnmente en alimento para ganado. La proteína de maíz separada tiene aplicaciones industriales, entre ellas, algunas como ingrediente en alimentos. El almidón de maíz se emplea como tal en alimentos fabricados, o bien, se convierte en jarabe de maíz mediante la acción hidrolítica de ácido o de enzimas que desdoblan el almidón.

**Cereales para desayuno.** El uso de los cereales en la elaboración de productos para el desayuno ha alcanzado gran importancia en México. La mayoría de éstos se hacen a base del endospermo de trigo, maíz, arroz o avena. A veces el endospermo simplemente se rompe o se prensa y se tuesta, o no, para dar cereales como harina o avena que requieren cocimiento antes de consumirse. Pero los cereales que están listos para comerse tienen mucha más aceptación. En su elaboración se quiebra o se muele el endospermo, convirtiéndolo luego en hojuelas mediante la compresión de las partículas entre rodillos. Otras veces se extruye el grano molido para transformarlo en varias formas. O bien, se conserva el endospermo intacto.

to para esponjarse, como en el caso del arroz esponjado. En todos los casos, el cereal formado, esponjado, o en forma de hojuelas tiene que cocerse y secarse en un horno a fin de desarrollar el sabor a tostado y adquirir las texturas duras y quebradizas que se requieren. En muchos casos esto exige que el cereal se deshidrate hasta que sólo contiene del 3 al 5% de humedad en su forma final, listo para comerse. La figura 2.6 presenta el diagrama del proceso de cereales para desayuno. Las hojuelas de maíz se elaboran a partir de las partículas gruesas de endospermo de maíz, las cuales se cuecen y luego se secan hasta que tienen una consistencia plástica firme. Después se les pasa entre un juego de rodillos que las comprimen, transformándolas en hojuelas individuales. A éstas se les tuesta en un horno, reduciendo su humedad a un 3 por ciento.

Los endospermos de trigo o arroz destinados a convertirse en formas esponjadas se cuecen primero y luego se deshidratan parcialmente como granos individuales. Se les coloca en un cañón esponjador en que se les calienta bajo presión, convirtiendo la humedad, en su interior, en vapor. De repente se abre el cañón y el vapor bajo presión dentro de los granos se dilata de manera explosiva y los esponja. En algunos casos se extruyen masas de cereal para formar bolitas húmedas, que se pueden esponjar de la misma manera. Los cereales esponjados se tuestan, a menudo se recubren de azúcar, y se deshidratan.

### **Uso del agua en el proceso**

El volumen de agua residual producido en una industria de molienda de cereales es, en promedio, 945 metros cúbicos por día. El mayor consumo de agua ocurre en el acondicionamiento de los granos, operaciones de lavado y limpieza, agua de enfriamiento y agua para calderas.



Productos esponjados químicamente: incluyen pasteles, donas y panecillos esponjados por dióxido de carbono producido por polvos para hornear y agentes químicos.

Productos esponjados por aire y pasteles esponjados elaborados sin polvo para hornear.

Productos esponjados parcialmente: incluyen pastas para pan, algunas galletas y otros artículos que no emplean agentes destinados a esponjarlos, pero en que ocurre un poco de esponjamiento debido a la expansión del vapor y otros gases durante la operación del horneado.

### Elaboración de pan común

La gran industria panadera, totalmente automatizada, tiene un equipo completo de panificación que consta de una amasadora rápida, divisora automática, boleadora, cámara de reposo, formadora y horno rotativo. La figura 2.7 muestra el diagrama del proceso de la elaboración de pan industrial.

El método que se emplea para la elaboración del pan es mixto; esto quiere decir que se añade levadura prensada y masa madre, y nunca se deja reposar la masa antes de la división, sino por el contrario, la bola de masa, una vez dividida se deja reposar. Las etapas del proceso de elaboración del pan y materia prima se describen a continuación:

**Harina.** La harina de trigo es la base para la elaboración de pan, que debe tener una consistencia floja y bastante extensible. La exigencia de este tipo de harina es para que la fuerza y tenacidad de la masa no sobrepase los términos aceptables en su mecanización.

**Levadura prensada.** Por lo general, la cantidad de levadura prensada que se emplea es entre 25 y 55 gramos por kilo de harina, lo que provoca un aumento en el volumen de la masa. A medida que se incrementa su dosificación se obliga a reducir la fuerza de la masa, el tiempo de reposo, la temperatura y la fermentación final.

**Uso de mejorantes.** De una forma generalizada, el panadero emplea un mejorante completo, compuesto principalmente por diacetil tartárico, ácido ascórbico y enzimas alfa-amilasas en una dosis de 4 a 6 gramos por kilo de harina. La falta de reposo a la que es sometida la masa para facilitar el formado, se verá recompensada durante la fermentación y durante los primeros minutos de la cocción con el uso de estos mejorantes. Por todo ello son imprescindibles los mejorantes, ya que para poder prescindir de

ellos habría que reposar la masa antes y después de la división, y se tendría que disminuir la dosis de levadura y aumentar los tiempos de fermentación.

**Temperatura de la masa.** Siempre se ha dicho que la temperatura ideal de la masa es aquella que se acerca lo más posible a los 25°C, pero esta teoría queda invalidada y no es aplicable en el proceso de elaboración del pan común, sobre todo cuando la dosis de levadura es alta o el tamaño de las masas son excesivamente grandes. A temperatura menor de 25°C permite reducir las gasificaciones prematuras que provocan las dosis altas de levadura, así como las masas que tardan mucho en ser divididas, lo cual produce un pan más compacto y de menor alveolado.

**Amasado.** Los sistemas más empleados son el de brazos y de espiral, pero en cualquiera de los dos casos la masa es sometida a un superamasado con el fin de aumentar la extensibilidad, lo que provoca una oxidación excesiva que se traduce en una miga exageradamente blanca y la carencia absoluta de aromas y de sabores en el pan.

**División.** La prensadora volumétrica es la máquina que se emplea para la división de la masa, y el éxito radica en dividir lo antes posible para evitar la gasificación de la masa en la tolva de la divisora. Si la permanencia de la masa en dicha tolva es elevada, cosa que ocurre cuando el tamaño de la masa a dividir es grande cuando la dosis de levadura prensada es alta y la temperatura de la masa es elevada, todo ello repercute en el aumento de la tenacidad y negativamente en el formado.

**Reposo.** Una vez dividido y boleado el trozo de masa ha de tener una pequeña gasificación y, al mismo tiempo, una relajación suficiente para llevar a buen término el formado. Esta gasificación y relajación se producirá antes o después, dependiendo de la cantidad de levadura; al ser en general alta, obliga a reducir el reposo, situándose por término medio entre 10 y 15 minutos. El tiempo de reposo debe variarse en función a la cantidad de levadura, así cuando la dosis es baja hay que aumentarlo y, por el contrario, a medida que se aumenta habrá que reducirlo.

**Formado.** El formado se realiza siempre a máquina, consistiendo en hacer primero una torta, enrollándola y después estirándola. Para que las condiciones del formado se realicen sin desgarros ni estiramientos, la masa ha de ser floja y extensible.

**Hornos rotativos.** El sistema de cocción por convección ha modificado el diagrama de elaboración. Los hornos rotativos han dotado al panadero de mayor capacidad de producción, lo que ha propiciado en muchos casos la reducción de los tiempos de reposo y fermentación.

## Elaboración de pan integral de trigo

El pan integral de trigo ha sido uno de los primeros panes especiales que con más éxito se ha introducido en el hábito de los consumidores. De fácil elaboración, de él se puede afirmar que es un pan que ya se fabrica en la mayoría de las panaderías. Su consumo está en continuo aumento a causa de su poder nutritivo y a su especial composición, que actúa como reguladora natural del aparato digestivo. El tiempo de amasado será superior al que habitualmente se utiliza para la elaboración del pan común, como se describe a continuación:

Una vez amasada y conseguida una masa suficientemente elástica, se deja reposar durante diez minutos. La masa se divide en piezas de unos 350 gramos y se bolean, dejando reposar nuevamente la masa durante otros diez minutos. Posteriormente, la masa se forma en redondo y se colocan las piezas sobre chapas que hayan sido previamente engrasadas y se fermenta en cámara a 30°C y 75% de humedad durante noventa minutos, aproximadamente, y finalmente se hornean con vapor a una temperatura de 200°C. El tiempo de cocción será de unos cuarenta minutos.

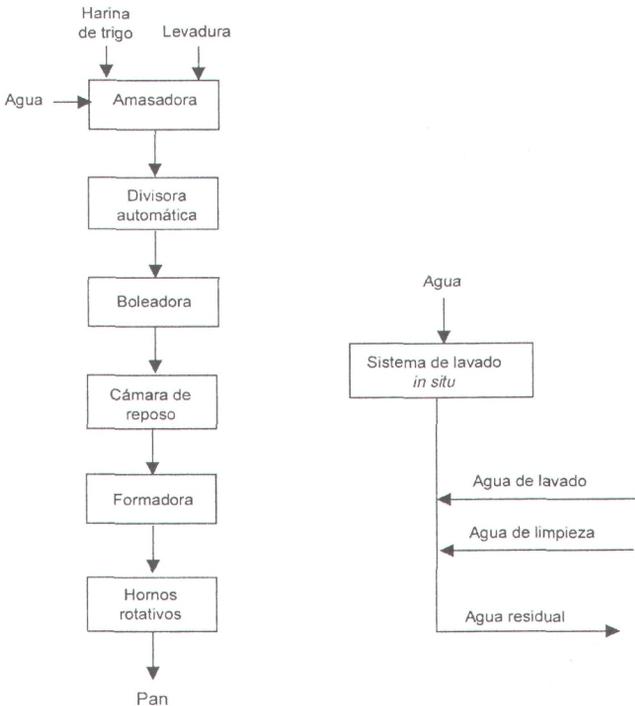


Figura 2.7. Diagrama del proceso de elaboración de pan industrial.

## 2.6 Beneficio del café

La calidad del café no sólo se debe a la fertilidad de los suelos y su medio ambiente privilegiado, sino a los delicados procesos manuales que caracterizan el proceso de cultivo y beneficiado del café. La figura 2.8 muestra el proceso global de la producción de café. El beneficio del café inicia a partir de la llegada de la cosecha o corte del café cereza al establecimiento de beneficio (puntos del 7 al 15). El café cereza es cortado a mano y luego transportado en sacos de un quintal (100 libras) hasta los beneficios húmedos.

**Procesamiento en los beneficios húmedos.** Los beneficios húmedos son los establecimientos donde los frutos cereza de café son despojados de la pulpa o epicarpio. La mayoría se encuentran en el interior de fincas y, las demás, en diversos centros de acopio distribuidos por todas las regiones cafetaleras, los cuales prestan dicho servicio a aquellos cafetaleros que carecen de tal infraestructura, a fin de optimar tanto el uso del agua como de energía y para mejorar el tratamiento de las aguas residuales y los subproductos orgánicos del café.

**Fermentación.** Una vez en el beneficio húmedo, los frutos cereza son vertidos a granel en pulperos, máquinas que los despojan de la cáscara o corteza. A continuación, los granos descascarados son depositados en tanques llenos de agua para que la miel o mucílago escurra y se lleve a cabo el proceso de fermentación. Los granos permanecen sumergidos la cantidad exacta de horas para que adquieran el grado ideal de fermentación. Es mediante este proceso que los granos se hacen del excelente aspecto que caracteriza a los cafés.

**Lavado y selección de los granos de café.** En la tercera etapa del proceso de beneficiado húmedo, los granos fermentados son dejados correr por canales con agua para que naturalmente se separen, según su tamaño y densidad. A esta operación se la llama «correteo», y es la que permite apartar los granos perfectos de los defectuosos o en mal estado.

**Secado de los granos en patios.** Los granos seleccionados se dispersan en patios, y de esa manera se exponen directamente a los rayos del sol. El «secado» es una operación manual y lenta, pero es la que precisamente produce las cualidades que después se perciben en la bebida.

**Secado final.** En algunas zonas productoras, donde por razones de elevación y topografía los rayos del sol no alumbran directa o constantemente, el café se termina de secar en máquinas secadoras. Las ramas inútiles de los cafetos y árboles de sombra son cortadas y utilizadas para abastecer de energía a dichas secadoras. Para el mismo propósito también se aprovecha

la cascarrilla que se extrae a los granos de café tipo pergamino en el proceso de beneficiado seco.

**Descascarillado y clasificación de los granos.** Para que el café se convierta en un producto de calidad es necesario retronar el café para quitarle la fina capa o cáscara (endocarpio) que aún envuelve al grano pergamino. Esta operación se lleva a cabo en los beneficios secos. Una vez libre de esta cáscara, al café se lo denomina «oro». Tras llevar los granos al punto de café tipo oro, éstos son clasificados según su tamaño, peso y calidad.

**Selección final de los mejores granos.** Para garantizar un café de óptima calidad, los granos tipo oro son sometidos a un último proceso de control de calidad, consistente en hacerlos pasar a través de bandas correizas. Allí personal calificado se encarga de extraer residuos de cualquier naturaleza y de dejar solamente los mejores granos.

**Ensacamiento para propósitos de exportación.** Para concluir el proceso de producción, los granos de café tipo oro son depositados en sacos de 69 kilogramos netos cada uno (150 libras).

## 2.7 Fabricación de aceites y grasas comestibles

Los aceites y las grasas representan la mayor fuente de energía por unidad de peso que el hombre puede consumir, ya sea de fuentes vegetales o animales. Las grasas vegetales incluyen formas sólidas, tales como manteca de cacao, y líquidas, como aceite de maíz, soya, girasol y olivo, principalmente. Las grasas animales incluyen manteca de cerdo, sebo de res, espermato de ballena. Los aceites y grasas están compuesto por ésteres de la glicerina y ácidos grasos. Los métodos de producción para la obtención de aceites y grasas son derretimiento, expulsión por presión y extracción por medio de solventes. La figura 2.9. muestra el proceso de extracción de aceite crudo y la figura 2.10 el de refinado del aceite comestible.

**Derretimiento.** La manteca se obtiene del cerdo y el sebo de la res. El proceso de derretimiento consiste en el calentamiento de los restos de la carne, de manera que la grasa se derrite. La grasa derretida flota, en tanto que el agua y el otro tejido quedan en el fondo. Se separa la grasa derretida por decantación o por centrifugación.

Hay derretimiento con calor seco en que se cuece el tejido bajo vacío para eliminar la humedad; derretimiento con calor húmedo que utiliza agua y vapor, y derretimiento a bajas temperaturas, que emplea sólo el calor justo para derretir la grasa. Este último sistema suele producir una grasa de color más claro, pero en donde se desea más sabor a carne se usa un sistema de mayor temperatura.

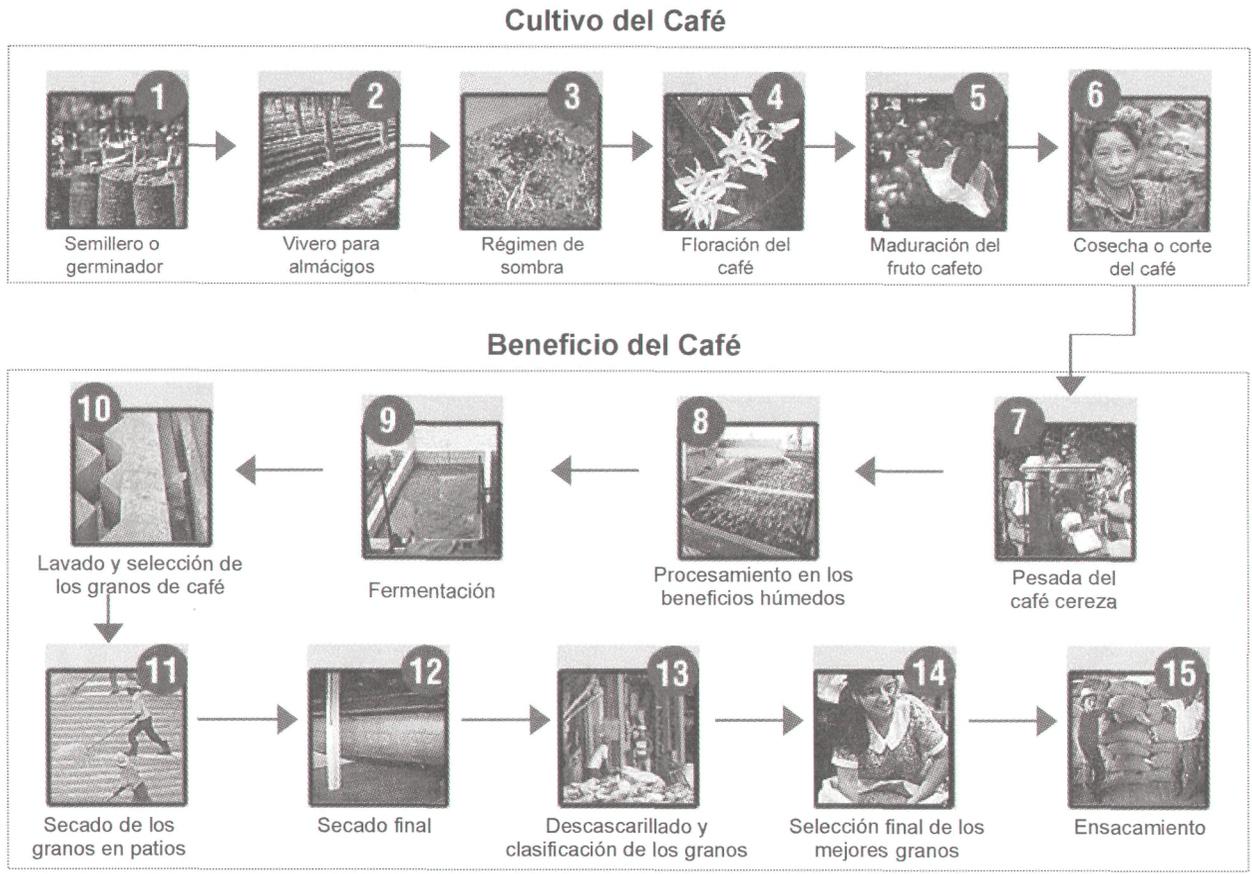


Figura 2.8. Diagrama del proceso de producción, cultivo y beneficio del café.

(Web de la Asociación del Café, A.C., 1999)

**Prensado o expulsión.** Se utilizan varios tipos de prensas o expulsores para exprimir el aceite de las semillas que lo contienen. Normalmente, primero se les cuece ligeramente, a fin de desdoblarse parcialmente la estructura celular y derretir la grasa. También es común molerlas o romperlas para lograr el mismo propósito. El calor empleado en cocer o moler las semillas no debe ser excesivo, ya que de serlo, puede oscurecer el color del aceite. Si se trata de granos de maíz, sólo el germen se prensa. El aceite expelido se bombea a través de una serie de paños en una prensa filtradora a fin de clarificarlo, eliminando los residuos de semillas.

**Extracción por medio de solvente.** En operaciones de gran escala es muy común extraer el aceite de semillas quebradas a temperaturas bajas, mediante un solvente de grasa no tóxico tal como el hexano. El solvente se filtra a través de las semillas, y después de que se haya extraído el aceite, se recupera de éste mediante destilación y se vuelve a utilizar. Con frecuencia la extracción por medio de solventes logra obtener más aceite de las semillas que el prensado. En unos procesos combinados, se utiliza el prensado para obtener la mayor parte del aceite, seguido por la extracción con un solvente para recuperar los últimos residuos. Después, se muelen los fragmentos de semillas residuales, convirtiéndolos en alimentos para animales.

**Desgomado.** Los aceites vegetales obtenidos por medio de prensado o extracción con solventes, siempre contienen sustancias similares a la grasa, tal como fosfolípidos y complejos de proteína y grasa, las cuales son gomosas. Cuando se les moja con agua, estos materiales se hacen insolubles en el aceite y se separan de él. Este es un modo de obtener el fosfolípido, lecitina.

**Refinación.** En tanto que el agua separa gran parte del material gomoso, el uso de una solución de álcali logra eliminar otras impurezas menores del aceite. Estas incluyen ácidos grasos libres que se combinan con el álcali para formar jabones. Se les puede eliminar mediante la filtración o centrifugación. Este tratamiento se conoce como refinación.

**Blanqueo.** Aún después del desgomado y la refinación, el aceite de semillas contiene varios pigmentos vegetales, tales como la clorofila y caroteno. Se les puede eliminar pasando el aceite caliente sobre carbón o cualquiera de los varios barros y tierras absorbentes. Generalmente el calor en sí basta para blanquear las grasas animales.

**Deodorización.** Las grasas y los aceites naturales de semillas, carne y pescado contienen varios compuestos olorosos. Algunos de ellos son deseables, como los del aceite de oliva, manteca de cacao, manteca de cerdo, grasa de pollo, y estos olores no se eliminan. Pero muchos otros aceites,

como el de pescado y los de varias semillas, tienen olores desagradables. Estos se eliminan por medio de calor y vacío. Con frecuencia el calor se suministra mediante la inyección de vapor a la grasa en evaporadores de baja presión.

**Hidrogenación.** A fin de saturar los enlaces dobles de ácido graso se lleva a cabo el proceso de hidrogenación, batiendo el aceite caliente en atmósfera de hidrógeno y con un catalizador de níquel en una vasija cerrada conocida como convertidor. En cuanto se haya alcanzado el grado de endurecimiento deseado, se extrae del recipiente el gas hidrógeno que no ha reaccionado por medio de vacío, y el catalizador de níquel por filtración.

**Enfriamiento.** Las grasas y los aceites están constituidos, principalmente, por una mezcla de varios triglicéridos que contienen más ácidos grasos saturados, y los ácidos grasos de cadena más larga, tienden a separarse por cristalización cuando se enfría el aceite. En donde se desea evitar la solidificación y asentamiento en un producto refrigerado, como el aceite para ensalada, se le cristaliza mediante enfriamiento y se eliminan los cristales de grasa antes de embotellar el producto final.

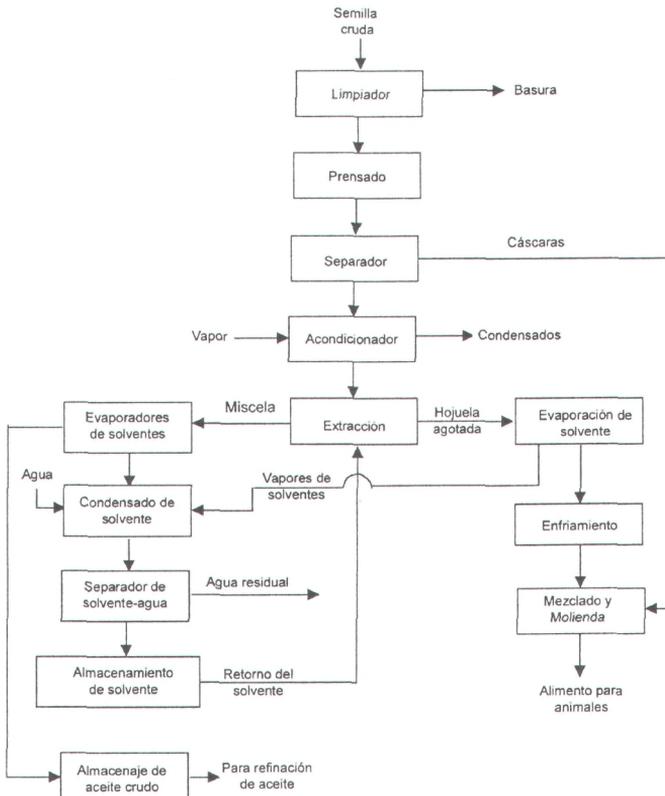


Figura 2.9. Diagrama del proceso de extracción de aceite crudo.

(U.S. Department of Commerce, 1982 y Desrosier, 1996)

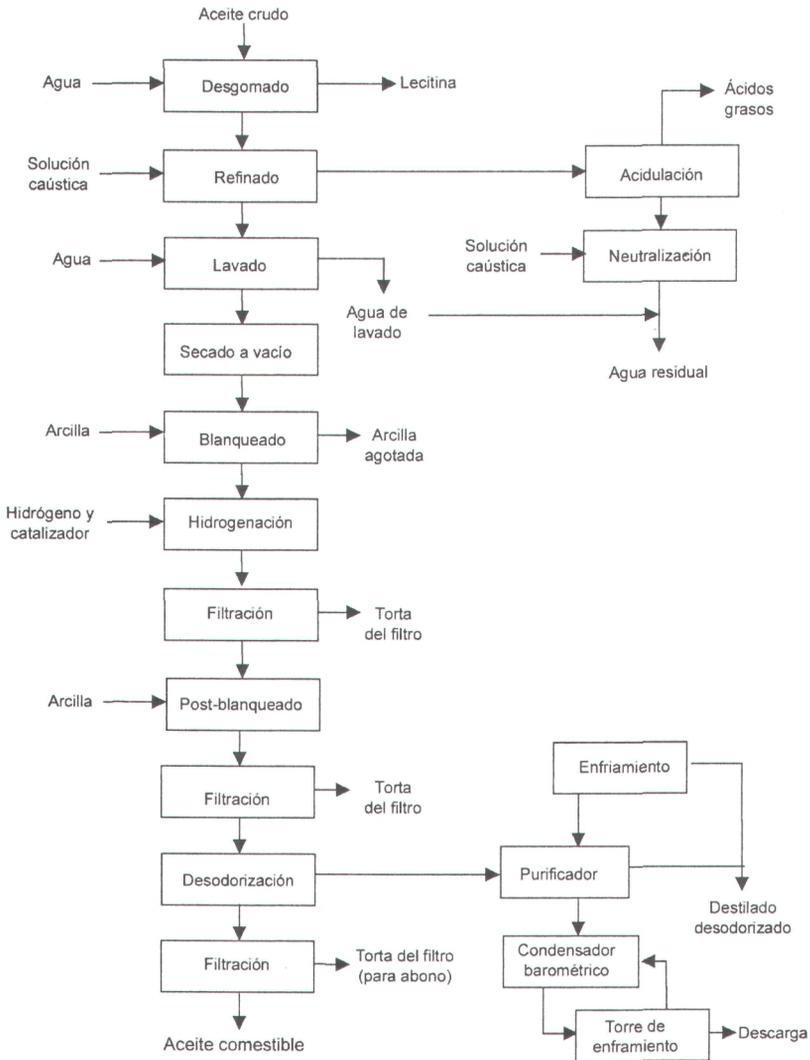


Figura 2.10. Diagrama del proceso de refinación de aceite comestible.

(U.S. Department of Commerce, 1982 y Desrosier, 1996)

## 2.8 Fabricación de productos de confitería y chocolate

La tecnología de elaboración de los dulces se basa esencialmente en el arte del manejo del azúcar, su principal ingrediente, con vistas sobre todo a la obtención de efectos especiales de textura. Estos se logran principalmente

mediante la regulación del estado de cristalización del azúcar y de las proporciones relativas de azúcar y humedad; además de muchos otros ingredientes que modifica sus confites, tales como productos lácteos, clara de huevo, ácidos, gomas, almidones, grasas, emulsionantes, saborizantes, nueces, frutas y chocolate.

### **Fabricación de productos de confitería**

El confitero moderno emplea procesos continuos o por lotes en la preparación y cocimiento de bombones, chiclosos, palanquetas y caramelos, utilizando máquinas especializadas para extruir, dividir, cubrir y procesar de otras maneras sus confites.

Los centros más firmes y chiclosos se extruyen, generalmente, mediante el prensado por troqueles, se separan con la ayuda de un alambre delgado y se les lleva sobre una banda móvil para que reciban la cobertura o el trampado. Algunos dulces se forman a partir de una mezcla líquida y se les moldea antes de que endurezcan. Esto se hace en una máquina moldeadora, donde se forman continuamente impresiones cóncavas en unas charolas cubiertas con almidón. Para los dulces, la mezcla líquida se vierte en las impresiones desde una tolva alimentadora debajo de la cual pasan las charolas. Los dulces se solidifican rápidamente al enfriarse y se vacían automáticamente junto con el almidón, sobre un cedazo, lográndose así la separación. Un cepillo quita el resto del almidón de los dulces y éste se vuelve a aprovechar. Con dicho sistema se elaboran algunos gajos de frutas, gomitas, malvavisco y otros dulces.

Algunos confites se airean para darles una textura más blanda. En el caso de malvaviscos y *nugats*, sus fórmulas incluyen gelatina, clara de huevo o proteínas vegetales que pueden batirse, y la aireación se realiza en mezcladores continuos o por lotes antes de que se moldeen los dulces. Se glasean varios tipos de dulces pequeños y redondos, revistiendo nueces y otros centros de azúcar. Esto se hace en una operación en que los centros se introducen a tambores giratorios calentados en donde se les rocía con un jarabe de azúcar. Mientras los centros se voltean suavemente, se cubren uniformemente del jarabe, que se va secando a medida que el calentamiento de los tambores evapora el agua.

El espesor del glaseado se puede variar mediante la adición continua de jarabe. De este modo se hacen centros de chocolate cubiertos de azúcar para que no se derritan en la mano. Se emplea el mismo método para cubrir otros dulces de chocolate, excepto que en este caso se enfrían los tambores por medio de aire a fin de solidificar la cobertura de chocolate. Muchas veces estos productos cubiertos de chocolate se pulen o se glasean posteriormente. Esto se hace rociándolos con una solución de goma después de la aplicación del chocolate. Otra preparación que se usa, conocida como glaseado de confitero, es un barniz comestible. Estos glaseados no sólo contribuyen a la apariencia brillante de los artículos de chocolate, sino que los protegen de los efectos de humedad y aire durante el almacenamiento.

## Proceso de elaboración del chocolate

La figura 2.11 muestra un diagrama del proceso de elaboración de cacao en polvo y chocolate con leche, el cual consta principalmente de limpieza de los granos, tostado, ventilado, molienda de los granos, procesado, prensado y moliendas del cacao.

**Selección del grano.** Generalmente, los granos se dividen en dos categorías: granos básicos y granos de sabor. Los granos básicos tienen un sabor fuerte, son los más comunes y menos costosos. Los tipos de granos reciben sus nombres de acuerdo con los principales puertos de embarque o el país de origen. La selección del grano depende de la calidad del sabor que se desee y del producto que se prepare, sea chocolate con leche, chocolate oscuro, cocoa o cualquier otro tipo. Casi siempre los granos se tuestan por separado a un grado que depende del tipo de grano y del uso al que se destina.

**Limpieza del grano.** Los granos de cacao que llegan a una fábrica se limpian para eliminar la materia extraña, como son: piedras, varas, carbón, granos rotos, cáscaras y granos huecos. Esto se hace mediante corrientes de aire que arrastra el material más ligero y permiten que el material pesado se sedimente, tamizando todo el material indeseable que sea de mayor tamaño que los granos y también tamizando el material pequeño como arena.

**Tostado.** El proceso de tostado desarrolla el sabor en los granos de cacao y es una forma importante que modifica el sabor y las características del color del producto de chocolate. Al mismo tiempo, el contenido de humedad del grano de cacao disminuye y la cáscara se hace más susceptible para eliminarla del cotiledón, haciéndolo quebradizo, de modo que pueda molerse.

**Trituración.** Habiendo tostado los granos de cacao es necesario separar la cáscara del cotiledón que se rompe, en segmentos llamados también granos. Los granos tostados pasan por una trituradora que puede ser de dos rodillos corrugados, que giran a suficiente distancia para exprimir o prensar los granos rompiendo o trozando la cáscara que sale mezclada con la pedacería.

**Ventilación.** Para separar los trozos de cáscara de los de grano, se utiliza un ventilador que funciona como auxiliar del tamizado.

**Molienda de la pedacería.** Al moler la pedacería de cacao, ésta se convierte en licor de chocolate. La pedacería tiene una estructura celular, la cual contiene manteca de cacao dispersa, que al molerse las paredes se destruyen y el calor de fricción que se desarrolla para la molienda funde los glóbulos de grasa. El contenido de grasa varía de 51 a 56% dependiendo del tipo de grano. Los cambios que se llevan a cabo son, en su mayoría físicos, incluyendo la eliminación de agua. Los cambios químicos y de sabor dependen del grado de calentamiento. El licor de chocolate se utiliza principalmente para elaborar otros productos, pero puede moldearse y venderse para ser utilizado en otros alimentos, en particular, como chocolate para hornear.

**Alcalinización.** La alcalinización se lleva a cabo para modificar el sabor y color del cacao. El color se hace más oscuro, dependiendo del grado de alcalinización, y el sabor se hace más suave y menos amargo que el de la cocoa natural. No hay aumento de solubilidad, pero mejora la miscibilidad y dispersabilidad de la cocoa.

**Prensado.** En el prensado la manteca de cacao se separa del polvo. Las prensas son grandes, hidráulicas, costosas y contienen mallas filtrantes de acero. La primera parte del ciclo del prensado separa la manteca de los sólidos, como en la filtración normal. Sin embargo, la segunda parte empieza cuando la prensa se llena de sólidos y un ariete hidráulico que alcanza presiones hasta de 422 kg/cm<sup>2</sup> la comprime, extrayendo más grasa de los sólidos de cacao restantes.

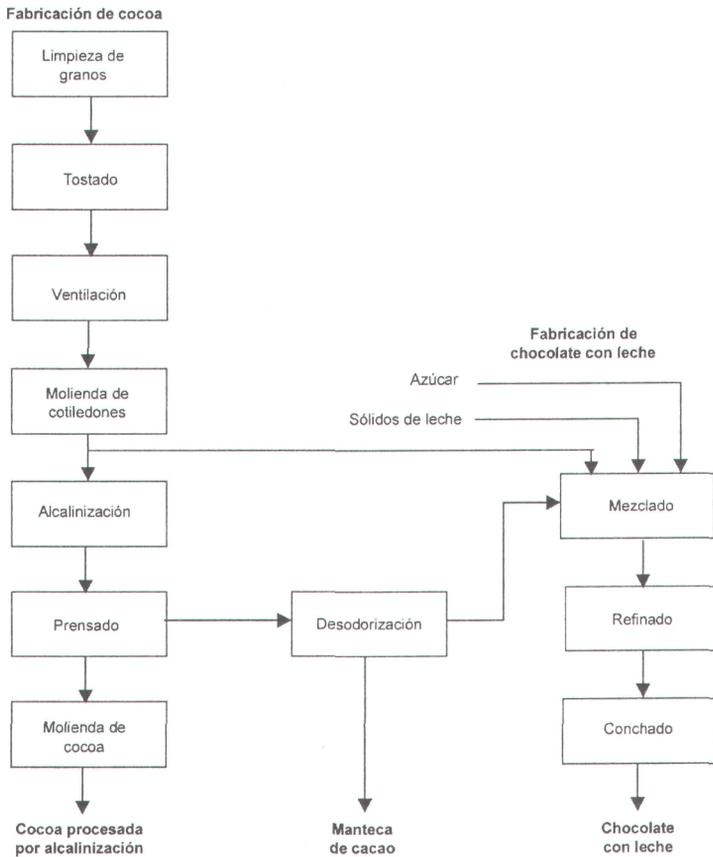


Figura 2.11. Diagrama del proceso de elaboración de chocolate con leche y cocoa.

**Molienda de cacao.** A medida que los panes de cacao caen de la prensa, pasan a través de quebradoras para formar una torta con partículas de menos de 2.5 cm de tamaño. Las cocoas que contienen más grasa producen partículas más pequeñas que las de menor contenido de grasa, debido a la presencia de mantquilla de cacao adicional. La cocoa requiere entonces de molienda adicional o pulverización para poder ser usada en forma comercial.

**Mezclado.** La operación de mezclado prepara la masa para la refinación produciendo una masa homogénea, recubriendo todas las partículas con grasa e incorporando la cantidad correcta de grasa. Si se adiciona una cantidad en exceso, los rodillos alimentadores de la refinadora absorberán primero la grasa y más tarde los sólidos secos.

**Refinación.** El propósito de la refinación es obtener una masa de chocolate que tenga el tamaño de partícula apropiado. Casi siempre se emplea una refinadora de cinco rodillos, donde éstos son enfriados con agua y tienen una superficie convexa, Cada rodillo gira con más rapidez que el anterior y va recogiendo la masa y pasándola al siguiente rodillo.

**Conchado.** El conchado desarrolla el sabor del chocolate, oscurece el color, estabiliza la viscosidad de la masa de chocolate recubriendo todas las interfases con manteca de cacao y disminuye el contenido de humedad. El desarrollo del sabor resulta de la volatilización de sabores indeseables; se produce una reacción de "cocción" u oscurecimiento en los tipos de chocolates con leche, por interacción entre el azúcar y los aminoácidos.

## **3 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

### **3.1 Principales contaminantes generados en la industria alimenticia**

Las características principales de la carga contaminante de la industria alimenticia son: alto contenido de materia orgánica, en especial fermentados, azúcares, féculas y carbohidratos, éstos como materiales de desperdicio originados del producto bruto o en procesos de cocimiento. Por otra parte, también se originan altos contenidos de materiales sólidos no disueltos, tales como huesos, cáscaras y hojas. Los análisis de las descargas de diversos tipos de industrias alimenticias muestran características altas en DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, coliformes totales y fecales, con variaciones entre sus niveles dependiendo de la clase específica a la que pertenece la industria.

Las fuentes de contaminación ocurren principalmente en:

- Lavado de la materia prima.
- Lavado de equipo y envases.
- Agua de enfriamiento, calentamiento y refrigeración.
- Aguas sanitarias.

### **3.2 Problemas ambientales asociados con la actividad industrial**

La prevención de la contaminación es una herramienta muy importante para reducir el riesgo a que se exponen los empleados, las comunidades y el medio ambiente; para ello es necesario promover la prevención de la contaminación como primera opción. Las características de las descargas en la industria alimenticia están en función del tipo de alimento que procesa. A continuación, se presentan las características típicas de las descargas de la industria alimenticia:

**Cárnicos.** Las descargas de contaminantes generados en la industria cárnica varían de planta a planta y depende de las operaciones de procesos realizados. La tabla 3.1 presenta la característica de los desechos por proceso de una empacadora de carne.

Tabla 3.1. Características de las descargas de la industria cárnica.

Fuente	Sólidos suspendidos (mg/l)	Nitrógeno orgánico (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	pH
Matanza	220	134	825	6.6
Baño hirviendo	8,360	1,290	4,600	9.0
Cortes de carne	610	33	520	7.4
Lavado de vísceras	15,120	643	13,200	6.0
Embutidos	560	136	800	7.3
Tocino	180	84	180	7.3
Subproductos	1,380	186	2,200	6.7

(Nemerow, 1987)

**Lácteos.** Las descargas de la industria láctea están compuestas en la mayor parte de: diferentes diluciones de leche entera, leche separada, leche-mantequilla y suero de leche. Las descargas lácteas son neutras o ligeramente alcalinas, pero tienen tendencia a convertirse rápidamente en totalmente ácidas por la fermentación de los azúcares de la leche en ácido láctico. La composición promedio de las descargas de leche, subproductos de leche y queso se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Composición promedio de la leche, subproductos de la leche y descargas de procesos de la industria láctea.

Parámetro	Leche entera	Leche desnatada	Mantequilla	Suero de leche	Descargas de procesos	Descarga del procesado de queso
Sólidos totales (mg/l)	125.000	82.300	77.500	72.000	4.516	54.772
Sólidos orgánicos (mg/l)	117.000	74.500	68.800	64.000	2.698	49.612
Grasas (mg/l)	36.000	1.000	5.000	4.000		
Sólidos solubles (mg/l)					3.956	54.656
Sólidos suspendidos (mg/l)					560	116
Nitrógeno orgánico total (mg/l)					73.2	1.300
Sodio (mg/l)					807	648
Calcio (mg/l)					113	3.50
Potasio (mg/l)					116	1.000
Fósforo (mg/l)					59	4.50
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	102.500	73.000	64.000	32.000	1.890	30.100
Oxígeno consumido (mg/l)	36.750	32.200	28.600	25.900		

(Nemerow, 1987)

**Conservas alimenticias.** Las características y volumen de las aguas residuales de la industria de conservas alimenticias varían considerablemente de una planta a otra y dentro de la misma planta día a día, debido a que la industria es muy diversa y altamente estacional, procesando diferentes productos durante todo el año. La tabla 3.3 presenta las características y volumen de descargas de la industria de conservas alimenticias.

Tabla 3.3. Características de las descargas de la industria de conservas alimenticias.

Producto	Volumen (litros de agua por caja)*	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Sólidos suspendidos (mg/l)
Espárragos	265	100	30
Frijoles cocidos	132	925 - 1,440	225
Zanahorias	87	520 - 3,030	1,830
Crema de maíz	91	623	302
Chícharos	53 - 212	380 - 4,700	272 - 400
Champiñones	28+	76 390	50 - 242
Papa fresca	15+	295	610
Calabazas	76 - 159	2,850 - 6,875	785 - 3,500
Espinacas	605	280 - 730	90 - 580
Chabacano	215 - 302	200 - 1,020	260
Tomate entero	11 - 57	570 - 4,000	190 - 2,000
Jugo de tomate	144 - 378	178 - 3,880	170 - 1,168

\*Una caja aproximadamente pesa 11 kilogramos.

+metros cúbicos de agua por tonelada.

(Nemerow, 1987)

**Cereales.** El mayor consumo de agua y generación de contaminantes ocurre en el acondicionamiento de los granos con agua, operaciones de lavado y limpieza. La tabla 3.4 muestra las descargas típicas de la industria de cereales.

Tabla 3.4. Características de las descargas de la industria de cereales.

Producto	Volumen (m <sup>3</sup> /t)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Sólidos suspendidos (mg/l)
Molienda húmeda de maíz	30.4	255 - 4,450	81 - 2,500
Molienda seca de maíz	-	1,500 - 2,000	1,500 - 3,500
Cereales de desayuno	-	331 - 2,500	80 - 1,070

(U.S. Department of Commerce, 1982)

**Beneficio del café.** El sistema tradicional de beneficio del café es el despulpado y fermentado en tanques o canales, con un uso muy alto de volúmenes de agua y unos niveles altos de contaminación por el mucílago que se disuelve en las fuentes de agua. La tabla 3.5 presenta la concentración de contaminantes de las descargas de fermentación y despulpado del café.

Tabla 3.5. Características de las descargas de beneficio del café.

Parámetro (mg/l excepto PH)	Fermentación		Despulpado	
	Intervalo	Media	Intervalo	Media
DBO <sub>5</sub>	295 – 3,600	1,700	3,280 – 15,000	9,400
pH	4.1 – 5.5	5.5	4.1 – 4.7	4.4
Sólidos suspendidos	235 – 2,385	2,385	625 – 1,055	790
Sólidos totales	885 – 3,140	3,140	10,090 – 12,340	11,300

(Nemerow, 1987).

**Aceite y grasas comestibles.** Una de las mayores fuentes de aguas residuales de la extracción de aceite es el agua del condensador de solventes, la cual contiene una DBO<sub>5</sub> moderada con valores típicos entre 300 y 500 mg/l, la concentración de sólidos es baja y la temperatura del agua residual oscila entre 82 y 93 °C. Las operaciones de refinación producen la mayor cantidad de carga de desechos en la manufactura del aceite comestible; los valores pueden ser extremadamente altos en DBO<sub>5</sub> de 25,000 hasta 30,000 miligramos por litro.

Una industria típica de refinación de aceite vegetal descarga entre 756 y 1,134 metros cúbicos por día de agua residual, con un rango entre 500 y 6,700 mg/l y produce de 227 a 680 toneladas de aceite comestible por día.

### 3.3 Tratamiento de aguas residuales en la industria alimenticia

Las tecnologías de tratamiento de aguas residuales en la industria alimenticia varían según el producto de elaboración, por tal razón existe una variedad de sistemas de tratamiento que depende de las características de las aguas residuales y de los requerimientos necesarios para su reúso en otros sectores productivos. La tabla 3.6 muestra varios tipos de tratamientos empleados en la industria alimenticia en México; el tratamiento secundario es el más utilizado.

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales.

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
San Fco., Ags.	Frigorizados La Huerta, S.A.	Alimentos	Primario	3.21
Aguascalientes, Ags.	Productos de Maíz, S.A.	Alimentos	Secundario	0.52
Aguascalientes, Ags.	MG Impulsora Industrial	Alimentos	Secundario	0.70
Aguascalientes, Ags.	UGASA.	Alimentos	Secundario	1.50
Aguascalientes, Ags.	Valle Redondo, S.A.	Alimentos	Secundario	1.10
Jesús María, Ags.	Sacriaves. S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	1.00
Ensenada, BC	Alimentos Concentrados California, S.A. de C.V.	Alimentos	Primario	0.02
Ensenada, BC	Carnicería El Bistec	Cárnicos	Primario	0.01
Ensenada, BC	Fábrica de Frituras La Palma, S.A. de C.V.	Alimentos	Primario	0.01
Ensenada, BC	Productos de Ensenada	Alimentos	Primario	6.16
Ensenada, BC	Conservas del Pacífico, S.A. de C.V.	Conservas-aliment.	Secundario	0.93
Ensenada, BC	Consortio de Alimentos Pesqueros	Conservas-aliment.	Secundario	0.23
Ensenada, BC	Empacadora Galicia de BC.	Conservas-aliment.	Secundario	1.66
Ensenada, BC	Empacadora Mar, S.A. de C.V.	Conservas-aliment.	Secundario	0.62
Ensenada, BC	Productos Marinos Industrializados	Conservas-aliment.	Secundario	0.23
Ensenada, BC	Salsas y Chiles Californianos	Conservas-aliment.	Secundario	0.03
Mexicali, BC	Nutrimientos Mexicanos, S.A. de C.V.	Alimentos	Primario	0.28
Mexicali, BC	Bachoco, S.A. de C.V.	Alimento-animales	Primario	0.35
Mexicali, BC	Harinera de Maíz de Mexicali	Alimentos	Secundario	1.74
Tijuana, BC	Conservas La Torre, S.A. de C.V.	Conservas-aliment.	Secundario	1.08
B. Tortugas, BCS	Planta Cocedora e Industrializadora de Bahía Tortuga	Alimentos	Primario	0.05
La Paz, BCS	Productos Pesqueros La Paz, S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	2.08
La Paz, BCS	Conservas San Carlos, S.A. de C.V.	Conservas-aliment.	Secundario	1.27
La Paz, BCS	Productos Pesqueros Matanciatas (harina)	Conservas-aliment.	Secundario	0.77

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales (continuación).

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
La Paz, BCS	Productos Pesqueros Matanciatis (enlatado)	Conservas-aliment.	Secundario	0.19
San Pedro, Coah.	Productos Lácteos Mayran, S.A. de C.V.	Láctea	Primario	1.39
Tecomán, Col.	Danisco Ingredients	Alimentos	Primario	70.00
Colima, Col.	Proc. Mpal. de Carnes	Cárnica	Secundario	2.00
Colima, Col.	Nefrut, S.A. de C.V.	Alimentos	Primario	1.00
Colima, Col.	Procesadora de Carnes OMA	Cárnica	Primario	2.00
Chiapas	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	4.28
Chiapas	Alimentos Balanceados Hacienda, S.A. de C.V.	Alimentos	Primario	0.02
Chiapas	Maíz Industrializado del Sureste, S.A. de C.V.	Molienda-cereales	Primario	3.47
Chiapas	Molinos Azteca, S.A. de C.V.	Alimentos	Terciario	4.17
Guerrero, Chih.	Jugos y Frutas Mundet	Conservas-aliment.	Lag. aereadas	0.54
Chihuahua, Chih.	Empacadora Ganadera de Chihuahua	Cárnica	Flotación	5.00
Delicias, Chih.	Mead Jhonson de México	Láctea	Lodos activados	1.40
Cd. México, DF	Yakult, S.A.	Láctea	Secundario	6.90
Durango, Dgo.	Empacadora Dgo. S. de R.L. de C.V.	Cárnica	Primario	1.73
Durango, Dgo.	Empacadora y Frigorífico Unión Ganadera Regional Durango	Rastro	Secundario	1.00
G. Palacios, Dgo.	Avícola Simón Bolívar, S.P.R. de R.L.	Rastro de aves	Secundario	0.91
G. Palacios, Dgo.	Provemex Avicola, S.A. de C.V.	Rastro de aves	Secundario	17.36
G. Palacios, Dgo.	Sistemas y Equipos de Durango, S.A. de C.V. (Implementos Agropecuarios)	Rastro de aves	Secundario	1.10
Apaseo, Gto.	Protabsa	Proteínas y aceites	Secundario	3.50
Celaya, Gto.	Bachoco, S.A. de C.V.	Rastro de aves	Secundario	9.05
Cortazar, Gto.	El Sauz	Láctea	Secundario	5.00
Irapuato, Gto.	Mar-Bran's de R. de C.V. Planta 2	Conservas-aliment.	Primario	1.42

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales (continuación).

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
Irapuato, Gto.	Prod. Agrícolas La Campiña	Conservas-aliment.	Secundario	1.20
Irapuato, Gto.	Productos del Monte	Conservas-aliment.	Secundario	0.50
Irapuato, Gto.	Danone de México	Láctea	Secundario	11.12
Jaral del P., Gto.	Empacadora de Hortalizas del Bajío	Conservas-aliment.	Primario	0.25
Juventino Rosas, Gto.	Birds Eye de México, S.A. de C.V.	Conservas - aliment.	Secundario	1.12
Pénjamo, Gto.	Albapesa	Alimentos	Primario	0.50
Pénjamo, Gto.	Frigoríficos del Bajío	Cárnica	Secundario	2.34
Pénjamo, Gto.	Salvi (PICCSA)	Cárnica	Secundario	0.60
Salamanca, Gto.	Fábrica de harinas y Grasas del Bajío	Harinas y grasas	Primario	0.03
Salamanca, Gto.	Purina, S.A. de C.V.	Alimento-animales	Secundario	0.10
S. Fco. del R., Gto.	Industria Gelmex	Grenetina	Primario	3.00
San Miguel Allende, Gto.	Derivados de Leche La Esmeralda	Láctea	Secundario	1.52
Silao, Gto.	Alimentos Industrializados Azteca	Alimentos	Pretratamiento	0.69
Villagrán, Gto.	Neg. Lechera El Rosario	Láctea	Secundario	0.50
Acapulco, Gro.	Pasteurizadora de Acapulco	Láctea	Secundario	2.00
El Salto, Jal.	Maquiladora de Oleaginosa	Aceite comestible	Pretratamiento	0.48
El Salto, Jal.	Hershey de México	Confitería	Primario	0.62
El Salto, Jal.	Aceites y Vegetales Finos	Aceite comestible	Primario	1.44
Tlajomulco, Jal.	Harinera de Maíz de Jalisco	Molienda de Harina	Primario	2.84
Lagos de Moreno, Jal.	Sigma Alimentos, División Yoghurt	Láctea	Secundario	1.39
Lagos de Moreno, Jal.	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	12.70
Ocotlán, Jal.	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	13.80
Ojuelos, Jal.	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	0.21
San Juan de los Lagos, Jal.	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	0.63
Teocaltiche, Jal.	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	0.37
San Antonio, Méx.	Dulsa, S. de R.L. de C.V.	Alimenticia	Primario	0.49
Toluca, Méx.	Coloidales Duche, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	0.40
Toluca, Méx.	Fábrica de Galletas	Panadería	Secundario	1.10

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales (continuación).

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
Toluca, Méx.	La Moderna, S.A. de C.V.			
Toluca, Méx.	Tía Rosa, S.A. de C.V.	Panadería	Secundario	2.23
Toluca, Méx.	Liquimex, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	3.00
La Piedad, Mich.	Industrias Alimenticias Club, S.A. de C.V.	Cárnica	Secundario	3.00
Zamora, Mich.	Industrias de Michoacán, S.A. de C.V.	Molienda de Harina	Secundario	5.00
Cuernavaca, Mor.	Miel Carlota, S.A. de C.V.	Alimenticia	Primario	0.14
Xalisco, Nay.	Beneficio de Café Cumbre de Huicicila	Cafetalaria	Secundario	1.00
Acaponeta, Nay.	Derivados de Maíz Alimenticio, S.A.	Molienda de Harina	Secundario	6.37
Apodaca, NL	Operadora de Productos Pecuarios	Cárnica	Secundario	8.00
Puebla, Pue.	Empacadora de Carnes	Cárnica	Primario	0.07
	Ledo, S.A. de C.V.			
Puebla, Pue.	Moliendas Micronizadas, S.A. de C.V.	Molienda de Harina	Primario	0.01
Puebla, Pue.	Productos Confitados	Confitería	Primario	0.16
Puebla, Pue.	Procesamiento de Alimentos de Puebla, S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	0.31
Puebla, Pue.	Aceites y Proteínas El Calvario	Aceites Comestibles	Secundario	3.23
Puebla, Pue.	Chicle Adam's, S.A. de C.V.	Confitería	Secundario	5.50
Puebla, Pue.	Rioma Alimentos, S.A. de C.V.	Alimenticia	Secundario	0.02
Puebla, Pue.	Galletera de Puebla, S.A. de C.V.	Galletera	Secundario	0.50
Puebla, Pue.	Moles Santa Mónica	Alimenticia	Secundario	0.20
Puebla, Pue.	Productos Alimenticios La Morena	Alimenticia	Secundario	1.39
Puebla, Pue.	Aceitera El Paraíso	Alimenticia	Secundario	0.36
Nopalucan, Pue.	Empacadora San Marcos, S.A. de C.V.	C. Alimenticias	Secundario	1.07
San Martín Texmelucan, Pue.	Industria Mexicana de Alimentos	Alimenticia	Secundario	3.80
Querétaro, Qro.	Nestlé, S.A. de C.V.	Alimenticia	Primario	2.60
Querétaro, Qro.	Liconsa	Láctea	Secundario	0.20
Querétaro, Qro.	Kellog's	Cereales	Terciario	6.00
Querétaro, Qro.	Gerber	C. Alimenticias	Terciario	8.00

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales (continuación).

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
El Marqués, Qro.	Alimentos El Plan	Alimenticia	Secundario	4.70
San Luis Potosí, SLP	Planta Hérdez San Luis	C. Alimenticias	Secundario	2.30
Culiacán, Sin.	Paiza	Alimentos	Primario	6.25
Culiacán, Sin.	Prinsa	Alimentos	Primario	7.50
Culiacán, Sin.	Bachoco, S.A. de C.V.	Rastro de aves	Secundario	17.43
Mazatlán, Sin.	Atunes y Derivados	C. Alimenticias	Primario	1.57
Mazatlán, Sin.	Pinsa	Alimentos	Secundario	6.66
Huatabampo, Son.	Enlatadora de Productos Marinos del Mayo, S.A. de C.V.	C. Alimenticias	Secundario	0.41
Altamira, Tam.	Harinera de Tamaulipas	Molienda-harina	Primario	1.48
Aldama, Tam.	Unidas Ganadera Regional de Tamaulipas	Rastro	Secundario	6.00
Soto la Marina, Tam.	Grupo Industrial Santa Engracia Empacadora SL Marina	C. Alimenticias	Secundario	12.00
Calpulalpan, Tlax.	Cebadas y Maltas, S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	13.63
Coaxohulco, Tlax.	Unión de Ejidos del Valle de Huamantla de R.L.	Rastro	Primario	0.67
Huamantla, Tlax.	Industrias Alimenticias Nacionales, S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	0.83
Tetlatlahuca, Tlax.	Leche Industrializada Conasupo	Láctea	Secundario	3.00
Xalostoc, Tlax.	La Hacienda, S.A. de C.V.	Cárnicos	Secundario	0.07
Xicohten, Tlax.	Bencafser, S.A. de C.V.	Alimentos	Primario	0.00
Xicohtencatl, Tlax.	Anderson Clayton, S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	0.05
Acayucan, Ver.	Frigoríficos Miguel Alemán	Cárnicos	Primario	0.09
Coatepec, Ver.	Cafés Finos Coatepec, S.A.	Beneficio-café	Primario	5.54
Coatepec, Ver.	Grupo Cafetalero San Francisco	Beneficio-café	Primario	0.19
Coatepec, Ver.	Beneficio de Café Tuzamapan	Beneficio-café	Primario	2.00
Coatepec, Ver.	Beneficio de Café Bola de Oro	Beneficio-café	Secundario	2.60
Tierra Blanca, Ver.	Compañía Nestlé, S.A. de C.V. S.A. de C.V.	Alimentos	Secundario	0.16
Fortín, Ver.	Rastro de Aves de Córdoba,	Rastro de aves	Secundario	0.24
De los Reyes, Ver.	Cafés del Trópico	Beneficio-café	Primario	0.31
Huatusco, Ver.	Beneficio de Café El Trimotor	Beneficio-café	Primario	2.50
Huatusco, Ver.	Beneficio de Café Cruxtitla	Beneficio-café	Primario	4.13

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales (continuación).

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
Martínez de la Torre, Ver.	Alimentos de Veracruz, S.A.	Alimentos	Primario	5.23
Martínez de la Torre, Ver.	Industria Citricolas del Monte Morelos	Alimentos	Primario	0.16
Xico, Ver.	Beneficio de Café San Miguel	Beneficio-café	Primario	2.67
Xico, Ver.	Beneficiadores de Café Aresca	Beneficio-café	Primario	3.07
Veracruz, Ver.	Bimbo del Golfo, S.A. de C.V.	Panadería	Secundario	3.00
Isla, Ver.	Frigoríficos de la Región de Isla, S.A.	Cárnicos	Secundario	3.23
Coatzacoalcos, Ver.	Industria Avícola Olmeca, S.A.	Rastro de aves	Secundario	3.59
Chinameca, Ver.	Harinera de Veracruz, S.A.	Molienda-harina	Secundario	7.97
Medellín, Ver.	Herdez, S.A. de C.V.	C. alimenticias	Secundario	11.11
Veracruz, Ver.	Molinos Aztecas, S.A.	Molienda-harina	Secundario	11.50
Jaltipan, Ver.	Maíz Industrializado del Golfo, S.A. de C.V.	Molienda-harina	Secundario	0.72
Tierra Blanca, Ver.	Frigorífico Regional de la Cuenca del Papaloapan	Molienda-harina	Secundario	1.55
Uman, Yuc.	Ganadon	Rastro de aves	Lodos activados	0.00
Mérida, Yuc.	Harinera de Yucatán (MASECA)	Molienda-harina	Lagunas de oxidación	3.00
Tepakan, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kantrix)	Avícola	Lagunas de oxidación	0.5
Tekanto, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja San Francisco Tzon.)	Avícola	Lagunas de oxidación	1.7
Muxupip, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja San José Grande)	Avícola	Lagunas de oxidación	1.7
Cantamayec, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kulkaba 1)	Avícola	Lagunas de oxidación	1.0
Cantamayec, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kulkaba 2)	Avícola	Lagunas de oxidación	0.7
Cantamayec, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kulkaba 3)	Avícola	Lagunas de oxidación	0.5
Cantamayec, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kulkaba 4)	Avícola	Lagunas de oxidación	0.5
Cantamayec, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kulkaba 5)	Avícola	Lagunas de oxidación	0.5
Cantamayec, Ver.	Industria Avícola STE. (Granja Kulkaba 6)	Avícola	Lagunas de oxidación	0.5

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3.6. Industria alimenticia, tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales (continuación).

Localización	Nombre del usuario	Tipo de industria	Proceso de tratamiento	Gasto de operación (l/s)
Uman, Ver.	Industria Avícola STE. (Rastro de pollos)	Rastro de aves	Lagunas de oxidación	4.0
Mérida, Yuc.	Productos de Harina	Molienda-harina	Digestor anaerobio	0.5
Mérida, Yuc.	Prolac (antes Liconsa)	Láctea	Lodos activados	1.00
Mérida, Yuc.	Harinera de Yucatán (Maseca)	Molienda-harina	Terciario	3.00
Luis Moya, Zac.	Mexicana de Congelados	C. Alimenticias	Secundario	2.20

(Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, CNA, 1998)

La industria alimenticia cuenta con diversos sistemas de tratamiento para el procesamiento de sus aguas residuales, dependiendo de la naturaleza de descarga de sus procesos y concentración de contaminantes.

**Tratamiento primario.** Por lo común, las partículas grandes se separan en la fábrica de alimentos mediante el tamizado con cedazos vibradores. Las partículas de menor tamaño se eliminan por filtración o centrifugación. A las partículas finísimas se les deja asentarse o flotar utilizando grandes tanques. Es fácil remover la nata y el aceite de la superficie de estos tanques; los sólidos asentados se concentran para su eliminación y tratamiento subsecuente y extraer por bombeo el líquido arriba de ellos. Comúnmente los materiales coloidales se coagulan o concentran por medio de alumbre, que propicia el asentamiento. Estos tratamientos primarios logran eliminar alrededor del 50% de la  $DBO_5$  del agua residual, y tal vez un 75% del total de sólidos suspendidos, según la naturaleza del desperdicio.

**Tratamiento secundario.** Con frecuencia, el tratamiento secundario es llevado a cabo por las grandes compañías alimentarias en el sitio mismo de la fábrica, debido a que la  $DBO_5$  de los desechos de sus procesos es muy elevada. Con frecuencia se usa la digestión anaeróbica antes de la aeróbica. En otros casos, las aguas de desperdicio parcialmente tratadas se envían al drenaje que son descargadas a las estaciones municipales. Por lo general, el tratamiento secundario comprende el uso de filtros de goteo, tanques de lodos activados y lagunas de varios tipos.

**Filtros de goteo.** Estos son de varios diseños, pero tienen el propósito común de contactar el agua residual con bacterias que digieren desperdi-

cios bajo condiciones estrictamente aeróbicas. Comúnmente, el filtro de goteo consiste de un lecho de roca triturada u otro material, con una gran área de superficie en contacto con el aire o a través de la cual se sopla aire. El agua de desperdicio que gotea a través de la roca triturada no tarda en desarrollar un crecimiento microbiológico aerobio alrededor de las rocas, o bien se les puede establecer desde el inicio al sembrar un cultivo apropiado de aguas negras. Con frecuencia, la oxidación de materiales orgánicos que pasan a través de varios filtros de goteo en serie, logra reducir la DBO de las aguas entrantes hasta en un 90 o 95 por ciento.

**Tanque de lodos activados.** Estos son esencialmente grandes tanques de aereación en que se bombea aire a través de las aguas residuales de la industria alimenticia. Pronto se desarrolla en ellas un crecimiento microbiano aeróbico, que el desperdicio entrante sigue nutriendo. Se puede introducir y sacar agua de desperdicio de estos tanques en forma continua, proporcionando un tiempo de permanencia de varias horas, de acuerdo a las necesidades para lograr una reducción considerable de la DBO<sub>5</sub> del agua. La figura 3.1 muestra un sistema convencional de lodos activados con recirculación.

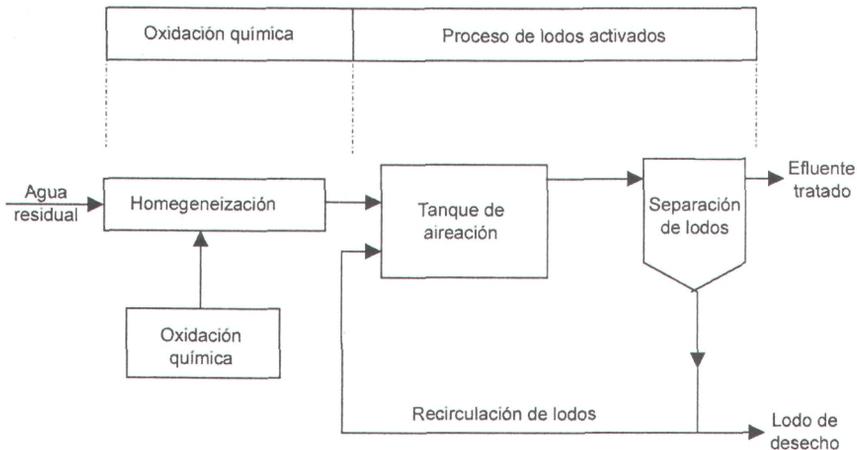


Figura 3.1. Sistema de tratamiento de lodos activados.

(Nemerow, 1987)

**Estanque y lagunas de oxidación.** A menudo se bombean las aguas desde los filtros de goteo y los tanques de lodo activado, hasta tanques de concreto o estanques y lagunas artificiales. Estos deben ser poco profundos (del orden de 1 o 2 metros) a fin de mantener su condición aeróbica. Estos estanques logran disminuir aún más la DBO<sub>5</sub> restante, además de proporcionar una oportunidad adicional para el asentamiento de sólidos.

El agua procedente de estos tanques y lagunas suele tener una  $DBO_5$  suficientemente baja para que se apruebe su descarga a lagos y ríos. Muchas comunidades, empero, exigen un tratamiento de clorado a fin de asegurar la ausencia de patógenos y reducir la cuenta coliforme antes de la descarga. En muchas ocasiones se aprovecha esta agua sin cloro, así como aguas que salen de filtros de goteo y tanques de lodo activado, para fines de irrigación. La figura 3.2 muestra un sistema de tratamiento típico de la industria de conservas alimenticias en México.

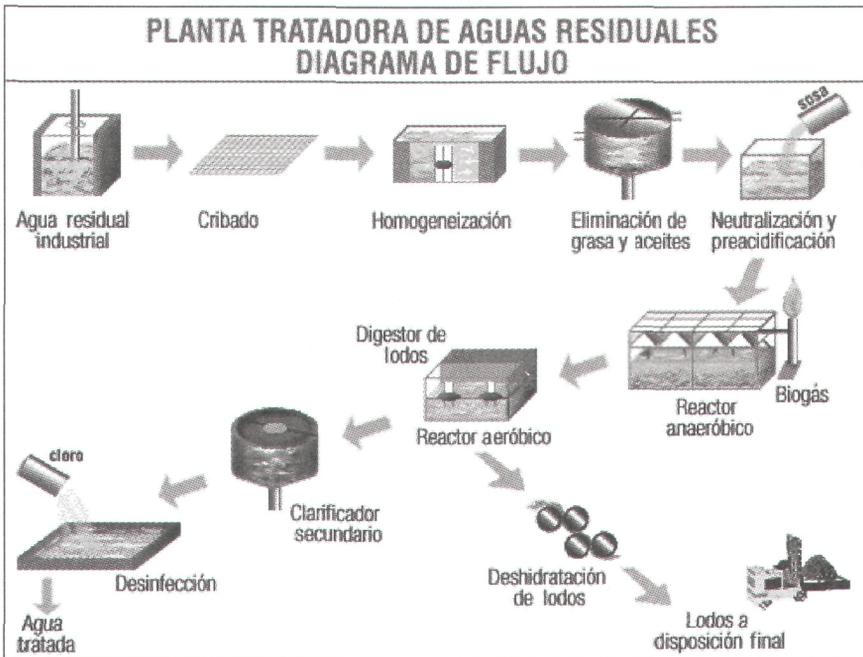


Figura 3.2. Proceso de tratamiento para aguas residuales.

(Web La Costeña, 1999)

### 3.4 Normatividad en materia de descarga de aguas residuales

En el caso de México, la prevención y control de la contaminación de las aguas es materia de la Ley de Aguas Nacionales. En ella se establecen las condiciones para promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura hidráulica, así como para preservar, conservar y mejorar la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos. Un conjunto de normas oficiales ha desarrollado diversas disposiciones al respecto.

Recientemente, se han efectuado modificaciones significativas al marco normativo de referencia, para simplificarlo sin detrimento de su capacidad regulatoria. Las 44 normas anteriores vigentes que regulaban las descargas de aguas residuales han sido abrogadas y sustituidas por tan sólo tres Normas Oficiales Mexicanas, que se refieren a continuación:

- **NOM-001-ECOL-1996.** Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas en aguas y bienes nacionales (*Diario Oficial de la Federación* del 6 de enero y 30 de abril de 1997). Bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos. En la tabla 3.7 se presentan los valores máximos permisibles de parámetros básicos y secundarios, y en la tabla 3.8 se presentan los límites máximos permisibles para metales y cianuros. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades. Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente. Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego restringido y de cinco huevos por litro para riego no restringido.
- **NOM-002-ECOL-1996.** Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas. Es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado. (*Diario Oficial de la Federación* del 3 de junio de 1998).
- **NOM-003-ECOL-1996.** Establece los límites máximos permisibles de contaminación para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población. Es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso. (*Diario Oficial de la Federación* del 21 de septiembre de 1998).

Las normas antes mencionadas abrogan las normas: NOM-006-ECOL-1993, relacionada con las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de fabricación de harinas; NOM-009-ECOL-1993, relacionada con las descargas provenientes de la industria elaboradora

Tabla 3.7. NOM-ECOL-001-1996. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos.

Parámetros  (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)		
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	
Temperatura (°C) (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	
Material flotante (3)	Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		Ausente		
Sólidos sedimentables (m/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2	
Sólidos suspendidos totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125	
Demanda bioquímica de oxígeno <sub>5</sub>	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150	
Nitrógeno total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Fósforo total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

(1) Instantáneo

(2) Muestra simple promedio ponderado.

(3) Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006.

P. D. = Promedio diario. P.M. = Promedio mensual. N.A. = No es aplicable.

(A), (B) y (C): Tipo de cuerpo receptor según la Ley Federal de Derechos.

(Diario oficial, 06/01/97 y 30/04/97)

Tabla 3.8. NOM-ECOL-001-1996. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuro.

Parámetros (*)  (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES (B)			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		Estuarios (B)		Uso en riego agrícola (A)					
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.				
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2		
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2		
Cianuro	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0		
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0		
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0		
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01		
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4		
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4		
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20		

(\*) Medidos de manera total.

P. D. = Promedio diario. P. M. = Promedio mensual. N. A. = No es aplicable.

(A), (B) y (C): Tipo de cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

(Diario oficial, 06/01/97 y 30/04/97)

Tabla 3.9. Comparación de parámetros (promedio diario) entre las normas oficiales mexicanas vigentes y las normas abrogadas.

Parámetros (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	<sup>1</sup> NOM-001- ECOL-1996 (vigente)	<sup>2</sup> NOM-002- ECOL-1996 (vigente)	<sup>3</sup> NOM-003- ECOL-1996 (vigente)	<sup>4</sup> NOM-CCA- 006- ECOL-1993 (abrogada)	<sup>5</sup> NOM-CCA- 009- ECOL-1993 (abrogada)	<sup>6</sup> NOM-CCA- 022- ECOL-1993 (abrogada)	<sup>7</sup> NOM-CCA- 023- ECOL-1993 (abrogada)	<sup>8</sup> NOM-068- ECOL-1994 (abrogada)
	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible	Límite máximo permisible
Coliformes fecales NMP/100 ml	1,000-2,000	-	2-40-1,000	-	-	-	-	-
Huevos de helminto (organismos/l)	1-5	-	< 1 < 5	-	-	-	-	-
Temperatura °C	40	40	-	-	-	-	-	-
pH (unidades de pH)	5-10	5.5-10	-	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
Grasas y aceites	25	75	-	-	20	30	20	50
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausente	-	-	-	-	-
Sólidos sedimentables (ml/l)	2	7.5	-	1.0	-	1.0	-	1.0
Sólidos suspendidos totales	60-200	-	-	150	100	200	100	130
Demanda química de oxígeno	-	-	-	-	-	-	-	290
Demanda bioquímica de oxígeno	60-200	-	-	150	100	200	100	-
Nitrógeno amoniacal	-	-	-	-	-	20	-	-
Nitrógeno total	25-60	-	-	-	-	-	-	-
Fluoruros	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo total	10-30	-	-	-	-	-	-	-
Fenoles	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsénico	0.2-0.4	0.75	0.4	-	-	-	-	-
Cadmio	0.2-0.4	0.75	0.4	-	-	-	-	-
Cianuro	2.0-3.0	1.5	3.0	-	-	-	-	-
Cobre	6.0	1.5	6.0	-	-	-	-	-
Cromo	1.0-1.5	-	1.5	-	-	-	-	-
Cromo hexavalente	-	0.75	-	-	-	-	-	-
Mercurio	0.01-0.02	0.015	0.02	-	-	-	-	-
Níquel	4	6	4	-	-	-	-	-
Plomo	0.4-10	1.5	1.0	-	-	-	-	-
Zinc	20	9	20	-	-	-	-	-

(Diario oficial, 1. 06/01/97 y 30/04/97; 2. 03/06/98; 3. 21/09/98; 4, 5, 6 y 7. 18/10/93; 8. 06/01/95)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

de leche y sus derivados; NOM-022-ECOL-1993, relacionada con las descargas provenientes de la industria de matanza de animales y empacado de cárnicos; NOM-023-ECOL-1993, relacionada con las descargas provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias; y NOM-068-ECOL-1994, relacionada con las descargas provenientes de la industria de aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal.

La tabla 3.9 presenta una comparación de las normas vigentes con las normas abrogadas para los contaminantes principales. En las normas actuales se observa la desaparición de los rubros: coliformes totales, DQO, fluoruros, fenoles, cromo hexavalente y fierro como contaminantes. Asimismo, se observa que la temperatura aparece como contaminante básico.

En comparación con las normas específicas de 1993 y 1994, las normas vigentes son más tolerantes en los límites máximos permisibles, particularmente para grasas y aceites, sólidos sedimentables y pH.

## 4 PARÁMETROS E ÍNDICES ESPECÍFICOS DE USO DEL AGUA

Para cuantificar parámetros e índices de uso del agua, la industria alimenticia se estructura de acuerdo con los productos finales que elabora. Un grupo lo forman la industria de la carne, donde la congelación y empaquetado de carne fresca, preparación de conservas y embutidos de carne son los productos más importantes de este grupo. Un segundo grupo lo constituyen la industria láctea, relacionada al tratamiento y envasado de la leche; elaboración de leche condensada, evaporada y en polvo; elaboración de crema, mantequilla y queso. Un tercer grupo lo constituyen las industrias de conservas alimenticias, donde la preparación y envasado de frutas y legumbres, deshidratación de frutas y legumbres, elaboración de sopas y guisos preparados, preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos son sus productos principales. Un cuarto grupo lo constituye la molienda de cereales; la molienda de trigo y elaboración de harina de maíz son los productos más representativos. Un quinto grupo lo forma el beneficio de café, el cual comprende el descascarado, limpieza, tostado, molienda y envasado. Un sexto grupo lo comprende la industria de productos de panadería, donde la elaboración de galletas y pastas alimenticias, elaboración de pan y pasteles en plantas industriales son los productos más representativos. Un séptimo grupo lo forman las industrias relacionadas a la fabricación de aceites y grasas comestibles. Un último grupo lo conforman las industrias dedicadas a la fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería.

### 4.1 Parámetros de uso del agua

**Parámetros de producción.** De acuerdo con los esquemas de producción y productos finales, la tabla 4.1 muestra los parámetros de producción de una industria típica para los grupos que conforman la industria alimenticia.

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

cia. Por el número de empresas, importancia económica y mayores contribución a la contaminación de aguas, los grupos predominantes son las industrias de productos lácteos y la de conservas alimenticias.

Tabla 4.1. Industria alimenticia, producción de una industria tipo.

Industria alimenticia tipo	Producción [t/año]	Núm. de empleados	Área de la planta [m <sup>2</sup> ]
Productos cárnicos.	5,760	110	-
Productos lácteos.	12,019	160	30,864
Conservas alimenticias.	23,699	596	114,544
Molienda de cereales.	46,505	143	71,825
Beneficio de café.	3,730	-	-
Panadería industrial.	90,304	1,363	210,000
Aceites y grasas comestibles.	101,948	298	80,358
Confitería y chocolate.	9,420	-	-

- dato no disponible  
(Investigación IMTA, 1999)

**Parámetros de calidad del agua residual.** La tabla 4.2 proporciona los parámetros que caracterizan la descarga diaria y concentración de contaminantes básicos para una industria representativa de los grupos que conforman la industria alimenticia en México; la tabla 4.3 proporciona la carga de contaminantes.

Tabla 4.2. Industria alimenticia, calidad del agua residual de una industria tipo.

Industria alimenticia tipo	Descarga [m <sup>3</sup> /día]	DBO <sub>5</sub> [mg/l]	DOO [mg/l]	SST [mg/l]	G y A [mg/l]
Productos cárnicos.	81	702	1,587	272	23
Productos lácteos.	718	829	1,455	388	
Conservas alimenticias.	2,861	967	1,427	268	196
Molienda de cereales.	410	2,537	4,488	3,970	-
Beneficio de café.	755	513	1,093	340	20
Panadería industrial.	143	2,150	4,870	1,002	557
Aceites y grasas comestibles.	463	548	640	87	113
Confitería y chocolate.	220	406	661	294	-

- Información no disponible  
(Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, CNA e Investigación IMTA, 1999)

Tabla 4.3. Industria alimenticia, carga diaria de contaminantes.

Industria alimenticia	DBO <sub>5</sub> [kg/día]	DQO [kg/día]	SST [kg/día]	G y A [kg/día]
Productos cárnicos.	57	129	22	2
Productos lácteos.	643	1,129	301	81
Conservas alimenticias.	1,219	2,384	676	509
Molienda de cereales.	2,302	4,050	4,088	-
Beneficio de café.	444	848	284	19
Panadería industrial.	206	468	96	53
Aceites y grasas comestibles.	310	368	52	62
Confitería y chocolate.	89	146	65	-

- Información no disponible  
(Investigación IMTA, 1999)

**Parámetros de uso del agua.** Los siguientes conceptos caracterizan a la industria alimenticia en el contexto del recurso del agua, los cuales son: **Agua de abastecimiento**, también denominada agua de reposición, es el caudal de agua de extracción superficial o subterránea para un uso específico. Para obtener el agua de reposición se utilizó como base de cálculo la descarga y un factor de abastecimiento/descarga, los cuales se presentan en la tabla 4.4 (Leeden F. Troise F. Y Todd, 1990). **Agua de recirculación** es el caudal de agua que retorna después de haber proporcionado un servicio a la planta (generalmente para enfriamiento o generación de vapor). El agua de recirculación no se pone en contacto directo con productos o insumos, requiere un tratamiento mínimo; en el agua de recirculación está incluida el agua de reúso. **Agua de reúso** es el caudal de agua que se incorpora en otros sectores productivos después de un tratamiento que le permite la recuperar la calidad requerida. **Agua de demanda** es el caudal total de agua que por diseño requiere el proceso. Es la adición del caudal de agua de abastecimiento, más el caudal de agua recirculada y reusada. En la estimación del caudal de agua de demanda se utilizó un factor de demanda/abastecimiento mostrados en la tabla 4.4 (Leeden *et al.*, 1990). **Agua de descarga** es el caudal que ha estado en contacto con insumos o productos y, posteriormente, es retornado a un bien nacional (río, barranca, laguna, otro) o a la red municipal. **Agua de consumo** es el agua que se evapora o que se incorpora al producto. Es la diferencia entre el caudal de reposición y el caudal de descarga.

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 4.4. Industria alimenticia, factores de relación del uso del agua.

Industria	Factor de abastecimiento/descarga	Factor de demanda/abastecimiento
Cárnica.	1.08	1.29
Lácteos.	1.08	1.80
Conservas alimenticias.	1.13	2.01
Molienda de cereales.	1.07	1.85
Beneficio de café.	1.07	1.85
Panadería industrial.	1.50	2.53
Aceites y grasas comestibles.	1.18	3.03
Confitería y chocolate.	1.26	2.11

(Leeden *et al.*, 1990)

La tabla 4.5 resume los valores que caracterizan el uso del agua de una planta tipo de alimentos para los grupos productivos de este sector. La planta tipo de conservas alimenticia es la que mayor uso del agua tiene en la industria alimenticia.

La figura 4.1 muestra un diagrama de flujo de uso del agua de una planta tipo de alimentos para las ramas que la conforman.

Tabla 4.5. Industria alimenticia, parámetros de uso del agua.

Industria alimenticia	Abastecimiento [m <sup>3</sup> /día]	Recirculación [m <sup>3</sup> /día]	Demanda [m <sup>3</sup> /día]	Consumo [m <sup>3</sup> /día]	Descarga [m <sup>3</sup> /día]
Cárnica.	87	25	113	6	81
Lácteos	776	621	1,397	57	718
Conservas alimenticias.	3,233	2,265	6,498	372	2,861
Molienda de cereales.	439	373	812	29	410
Beneficio del café.	808	687	1,495	53	755
Panadería industrial.	215	328	543	72	143
Aceites y grasas comestibles.	546	1,108	1,654	83	463
Confitería y chocolate.	278	308	586	57	220

(Investigación IMTA, 1999)

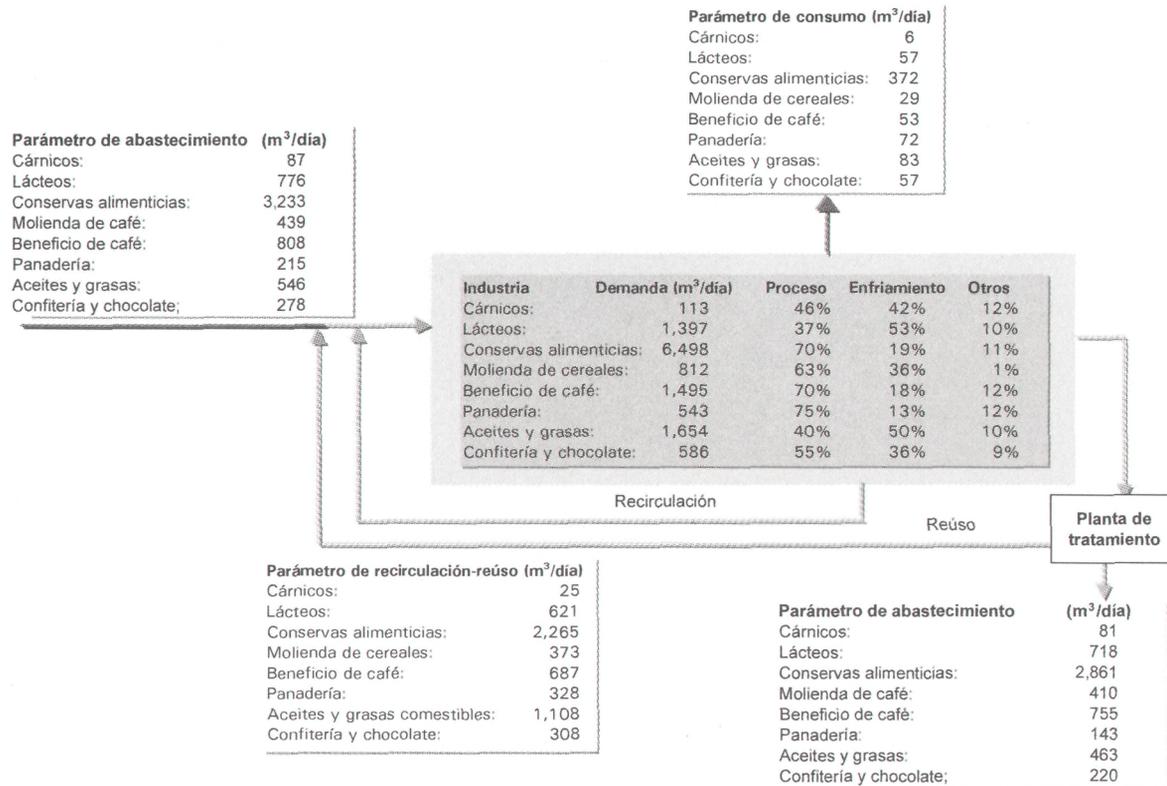


Figura 4.1. Parámetros de uso del agua en la industria alimenticia.

(Investigación IMTA, 1999)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

## 4.2 Índices específicos de uso del agua

De acuerdo con la estructura de la industria alimenticia, la tabla 4.6 muestra los índices específicos de uso del agua; los valores obtenidos corresponden a cada rama de la industria de alimentos.

Tabla 4.6. Industria alimenticia, índices específicos de uso del agua.

Industria alimenticia	Abastecimiento [m <sup>3</sup> /t]	Recirculación [m <sup>3</sup> /t]	Demanda [m <sup>3</sup> /t]	Consumo [m <sup>3</sup> /t]	Descarga [m <sup>3</sup> /t]
Productos cárnicos.	4.6	1.3	5.9	0.4	4.2
Productos lácteos.	14.4	11.5	25.9	1.1	13.3
Conservas alimenticias.	47.3	47.7	95.0	5.4	41.8
Molienda de cereales.	4.2	3.5	7.7	0.3	3.9
Beneficio del café.	76.3	64.9	141.2	5.0	71.3
Panadería industrial.	27.1	41.5	68.6	9.04	18.1
Aceites y grasas comestibles.	2.0	4.1	6.1	0.3	1.7
Confitería y chocolate.	8.4	9.4	17.8	1.74	6.7

(Investigación IMTA, 1999)

De acuerdo con los índices específicos obtenidos, la planta industrial de la industria alimenticia requiere un abastecimiento anual de 214 millones de metros cúbicos, de los cuales el 33% corresponde a lácteos, el 29% a conservas alimenticias, el 18% a panadería, el 11% a molienda de cereales, el 3% a aceites y grasas comestibles, el 1% a cárnicos y el 1% a confitería y chocolate. Asimismo, este volumen de abastecimiento es equivalente a dotar de agua a una población de 3 millones de habitantes (200 litros diarios por persona) durante un año. Se estima que la planta industrial alimenticia recircula (incluido el reúso) 221 millones de metros cúbicos, demanda para su operación 438 millones de metros cúbicos, equivalente a dotar de agua a una población de 6 millones de habitantes; consume o evapora 29 millones de metros cúbicos y descarga 185 millones de metros cúbicos.

La tabla 4.7 presenta una estimación de usos del agua en la industria alimenticia para los rubros: abastecimiento, recirculación, demanda, consumo y descarga. La figura 4.2 presenta los volúmenes estimados de uso del agua en el sector alimenticio.

Tabla 4.7. Estimación de uso del agua, industria alimenticia.

Industria alimenticia	Abastecimiento	Recirculación	Demanda	Consumo	Descarga
	Millones de metros cúbicos al año				
Productos cárnicos.	2.7	0.8	3.5	0.2	2.5
Productos lácteos.	70.1	56.1	126.2	5.2	64.9
Conservas alimenticias.	62.2	62.8	125.0	7.2	55.0
Molienda de cereales.	24.3	20.7	45.0	1.6	22.7
Beneficio del café.	8.2	7.0	15.2	0.5	7.7
Panadería industrial.	39.5	60.5	100.0	13.2	26.3
Aceites y grasas comestibles.	5.8	11.8	17.6	0.9	4.9
Confitería y chocolate.	1.4	1.6	3.0	0.3	1.1
<b>Total</b>	<b>214.0</b>	<b>221.0</b>	<b>435.0</b>	<b>29.0</b>	<b>185.0</b>
<b>Población equivalente [millones de habitantes]</b>	<b>2.9</b>	<b>3.05</b>	<b>5.95</b>	<b>0.4</b>	<b>2.5</b>

(Investigación IMTA, 1999)

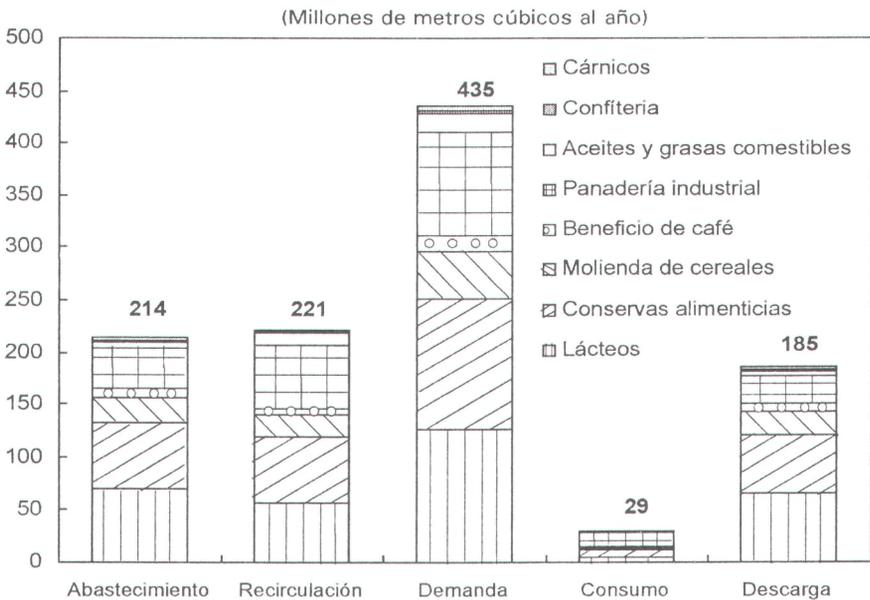


Figura 4.2. Estimación de uso del agua en la industria alimenticia.

(investigación IMTA, 1999)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

### 4.3 Índices específicos de carga de contaminantes

De acuerdo con la estructura de la industria de alimenticia, la tabla 4.8 muestra los índices específicos de carga de contaminante.

Tabla 4.8. Industria alimenticia, índices específicos de carga de contaminantes.

Industria	DBO <sub>5</sub> [kg/t]	DQO [kg/t]	SST [kg/t]	G y A [kg/t]
Productos cárnicos.	3	7	1.2	0.1
Productos lácteos.	11	19	5	2
Conservas alimenticias.	27	51	13	10
Molienda de cereales.	8	14	13	-
Beneficio del café.	43	80	27	2
Panadería industrial.	39	88	18	10
Aceites comestibles.	0.9	1.2	0.2	0.4
Confitería y chocolate.	2.7	4.4	2.0	-

- Información no disponible  
(Investigación IMTA, 1999)

De acuerdo con los valores de los índices específicos de carga contaminante obtenidos, se estima que la planta industrial alimenticia anualmente genera 202 mil toneladas de DBO<sub>5</sub>, 387 mil toneladas de DQO, 152 mil toneladas de sólidos suspendidos totales y 26 mil toneladas de grasas y aceites. La tabla 4.9 resume la estimación de contaminación generada por la industria alimenticia.

Tabla 4.9. Estimado de contaminación generada, industria alimenticia.

Industria alimenticia	DBO <sub>5</sub> [miles t/año]	DQO [miles t/año]	SST [miles t/año]	G y A [miles t/año]
Productos cárnicos.	1.8	4.0	0.7	0.1
Productos lácteos.	53.8	94.4	25.2	11.4
Conservas alimenticias.	35.9	66.8	17.4	13.6
Molienda de cereales.	45.7	80.4	78.3	-
Beneficio de café.	4.6	8.6	2.9	0.2
Panadería industrial.	56.6	128.3	26.4	-
Aceites y grasas comestibles.	2.7	3.4	0.5	1.0
Confitería y chocolate.	0.5	0.8	0.3	-
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>387</b>	<b>152</b>	<b>26</b>

- Información no disponible  
(Investigación IMTA, 1999)

#### 4.4 Comparación con otros estudios

En estudios publicados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, el relativo al *Uso del agua y manejo del agua residual en la industria alimenticia y del beneficio de café* (SRH, 1976) reportó, para la industria de conservas alimenticias, un índice promedio de demanda de 45.6 metros cúbicos de agua por tonelada de conserva alimenticia y un índice promedio de descarga de 42.9 m<sup>3</sup>/t; para la industria de beneficio del café se reportó un índice promedio de demanda de 22.4 metros cúbicos de agua por tonelada de café y un índice promedio de descarga de 22.3 metros cúbicos por tonelada.

Otro estudio, publicado por la SARH en 1979, fue: *Perfil del uso del agua en las plantas de nueve industrias*, donde se reportan los índices de abastecimiento, consumo y descarga de la industria de alimentos, dividida en tres grupos: industria de lácteos, conservas alimenticias e industria cárnica. Los valores se reportan en la tabla 4.10, en la cual se presenta la comparación de los índices específicos de uso del agua en la industria alimenticia obtenidos en estudios realizados en México y los Estados Unidos de América (EUA).

De acuerdo con un estudio realizado por el Departamento de Comercio de EUA (*US Department of Commerce*, 1983), el valor reportado del índice específico de abastecimiento para: la industria de la carne es de 18.04 m<sup>3</sup> de agua residual/m<sup>3</sup> de productos cárnicos, industria de conservas alimenticias, de 48.96 m<sup>3</sup>/t y molienda de cereales, de 32.46 metros cúbicos por tonelada.

La enciclopedia del agua (Leeden, *et al.*, 1990) reporta valores de índices específicos de abastecimiento, recirculación, consumo y demanda para la industria de la carne, lácteos, conservas alimenticias y molienda de cereales en los Estados Unidos de América.

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 4.10. Tabla comparativa de índices específico de uso del agua en la industria alimenticia.

Estudio	Industria	Abastecimiento (m <sup>3</sup> /t)	Recirculación reuso (m <sup>3</sup> /t)	Demanda (m <sup>3</sup> /t)	Consumo (m <sup>3</sup> /t)	Descarga (m <sup>3</sup> /t)
Presente estudio	Cárnicos	4.6	1.3	5.9	0.4	4.2
	Láctea	14.4	11.5	25.9	1.1	13.3
	Conservas alimenticias	47.3	47.7	95.0	5.4	41.8
	Molienda de cereales	4.2	3.5	7.7	0.3	3.9
	Beneficio de café	76.3	64.9	141.2	5.0	71.3
	Panadería	27.1	41.5	68.6	9.0	18.1
	Aceites y grasas comestibles	2.0	4.1	6.1	0.3	1.7
Confitería	8.4	9.4	17.8	1.74	6.7	
SRH, 1976	Conservas alimenticias	45.6	-	-	-	42.9
	Beneficio de café	22.4	-	-	-	22.3
SARH, 1979	Cárnicos	7.5	-	-	2.6	4.9
	Láctea (sólo leche)*	6-27	-	-	-	-
	Conservas alimenticias	3.5	-	-	1.4	2.1
Departamento de Comercio de EUA	Cárnicos	18.04	-	-	-	-
	Conservas alimenticias	48.96	-	-	-	-
	Molienda de cereales	32.46	-	-	-	-
<i>The water encyclopedia</i> , 1990	Cárnicos	18.05	11.93	29.98	0.33	17.72
	Láctea (leche procesada)	4.31	2.74	7.05	0.26	4.02
	Conservas alimenticias	39.17	42.92	82.08	3.54	35.63
	Molienda de cereales	33.28	28.67	61.95	2.68	30.60

- Valores no disponibles

\* Índice en m<sup>3</sup> de agua/mil litros de leche (Investigación IMTA, 1999)

## 5 CONCLUSIONES

La división estructural de la industria alimenticia hace que la presente definida como industria cárnica, láctea, conservas alimenticias, molienda de cereales, beneficio del café, panadería industrial, aceites y grasas comestibles, y confitería. La industria alimenticia tiene una gran importancia dentro del marco económico del país, ya que de acuerdo con el sistema de cuentas nacionales, el valor agregado bruto en 1997 (a precios de 1993), la industria alimenticia representó el 58% de la división I (productos alimenticios, bebidas y tabaco), el 14.3% de la gran división 3 (manufacturero) y el 3.0% nacional. Empleó en forma directa a 409,269 trabajadores en promedio.

La industria alimenticia requiere grandes volúmenes de agua para su operación. Se estima que demanda 435 millones de metros cúbicos de agua al año, volumen equivalente a dotar de agua a una población de 6 millones de habitantes (200 litros diarios por persona) durante un año.

Asimismo, la industria alimenticia es una importante fuente de contaminación debido a la cantidad y calidad de las aguas residuales. Se estima que descarga 185 millones de metros cúbicos de aguas residuales al año, esto implica la generación de 202 mil toneladas de  $\text{DBO}_5$  anuales. Los sistemas de tratamiento empleados para reducir los niveles de contaminación de sus descargas son los sistemas anaerobios, seguidos de un sistema de lodos activados y cloración. De acuerdo con estimaciones realizadas, los mayores contribuyentes a la contaminación de aguas, tanto por la cantidad de sus descargas como por la calidad de sus aguas residuales, son las siguientes ramas:

- Lácteos: 65 millones de metros cúbicos de aguas residuales con 54 mil toneladas de  $\text{DBO}_5$  al año.
- Conservas alimenticias: 55 millones de metros cúbicos de aguas

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

residuales con 36 mil toneladas de  $\text{DBO}_5$  al año.

- Panadería industrial: 26 millones de metros cúbicos de aguas residuales con 57 mil toneladas de  $\text{DBO}_5$  al año.
- Cereales: 23 millones de metros cúbicos de aguas residuales con 46 mil toneladas de  $\text{DBO}_5$  al año.

Las operaciones más comunes que utilizan el agua en la industria alimenticia, son: lavado de materia prima, generación de vapor (precocido y cocimiento), llenado de envases, lavado de envases, agua de enfriamiento y, lavado de equipos y pisos. Las ramas alimenticias que requieren la mayor cantidad de agua de demanda para sus procesos son:

- Lácteos: 126 millones de metros cúbicos al año.
- Conservas alimenticias: 125 millones de metros cúbicos al año.

De acuerdo con los esquemas de producción y uso del agua, los parámetros que caracterizan a una industria típica que representa al sector alimenticio son:

- Una industria característica de la rama cárnica produce 5,760 toneladas al año, agua de abastecimiento de  $87 \text{ m}^3/\text{día}$  y descarga  $81 \text{ m}^3/\text{día}$  con una concentración de  $702 \text{ mg/l}$  de  $\text{DBO}_5$ ,  $272 \text{ mg/l}$  de SST y  $23 \text{ mg/l}$  de grasas y aceites.
- Una industria característica de la rama láctea produce 12,019 toneladas al año, agua de abastecimiento de  $776 \text{ m}^3/\text{día}$  y descarga  $718 \text{ m}^3/\text{día}$  con una concentración de  $829 \text{ mg/l}$  de  $\text{DBO}_5$ ,  $388 \text{ mg/l}$  de SST y  $178 \text{ mg/l}$  de grasas y aceites.
- Una industria característica de la rama de conservas alimenticias produce 23,699 toneladas al año, agua de abastecimiento de  $3,233 \text{ m}^3/\text{día}$  y descarga  $2,861 \text{ m}^3/\text{día}$  con una concentración de  $967 \text{ mg/l}$  de  $\text{DBO}_5$ ,  $268 \text{ mg/l}$  de SST y  $196 \text{ mg/l}$  de grasas y aceites.
- Una industria característica de la rama de cereales produce 46,505 toneladas al año, agua de abastecimiento de  $439 \text{ m}^3/\text{día}$  y descarga  $410 \text{ m}^3/\text{día}$  con una concentración de  $2,302 \text{ mg/l}$  de  $\text{DBO}_5$ , y  $4,088 \text{ mg/l}$  de sólidos suspendidos totales.
- Una industria característica de la rama de beneficio del café produce 3,730 toneladas al año, agua de abastecimiento de  $808 \text{ m}^3/\text{día}$  y descarga  $755 \text{ m}^3/\text{día}$  con una concentración de  $513 \text{ mg/l}$  de  $\text{DBO}_5$ ,  $340 \text{ mg/l}$  de SST y  $20 \text{ mg/l}$  de grasas y aceites.
- Una industria característica de la rama de panadería industrial produce 90,304 toneladas al año, agua de abastecimiento de  $215 \text{ m}^3/\text{día}$  y descarga  $143 \text{ m}^3/\text{día}$  con una concentración de  $2,150 \text{ mg/l}$  de  $\text{DBO}_5$ ,  $1,002 \text{ mg/l}$  de SST y  $557 \text{ mg/l}$  de grasas y aceites.
- Una industria características de la rama de aceites y grasas comestibles

produce 101,948 toneladas al año, agua de abastecimiento de 546 m<sup>3</sup>/día y descarga 463 m<sup>3</sup>/día con una concentración de 548 mg/l de DBO<sub>5</sub>, 87 mg/l de SST y 113 mg/l de grasas y aceites.

- Una industria características de la rama de confitería y chocolate produce 9,420 toneladas al año, agua de abastecimiento de 278 m<sup>3</sup>/día y descarga 220 m<sup>3</sup>/día con una concentración de 406 mg/l de DBO<sub>5</sub>, y 294 mg/l de sólidos suspendidos totales.

Como resultado del análisis del uso del agua en la industria alimenticia, se observaron los siguientes índices específicos de uso del agua:

- Abastecimiento (m<sup>3</sup>/t): cárnicos, 4.6; lácteos, 14.4; conservas alimenticias, 47.3; cereales, 4.2; beneficio del café, 76.3; panadería industrial, 27.1; aceites y grasas comestibles, 2.0; y confitería, 8.4.
- Consumo (m<sup>3</sup>/t): cárnicos, 0.4; lácteos, 1.1; conservas alimenticias, 5.4; cereales, 0.3; beneficio del café, 5; panadería industrial, 9; aceites y grasas comestibles, 0.3; y confitería, 1.7.
- Descarga (m<sup>3</sup>/t): cárnicos, 4.2; lácteos, 13.3; conservas alimenticias, 41.8; cereales, 3.9; beneficio del café, 71.3; panadería industrial, 18.1; aceites y grasas comestibles, 1.7; y confitería, 6.7.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (Canainca), *Directorio nacional de socios 1998*, México, 1998.

Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (Canainca), *Memoria estadística 1997-1998*, México, 1998.

Cámara Nacional de Industriales de la Leche (Canilec), *Directorio de industriales de la leche 1998-1999*, México, 1999.

Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), *1er Directorio nacional de fabricantes de botanas*, México, 1999.

Comisión Nacional del Agua, *Inventario nacional de plantas de tratamiento*, México, 1998.

Comisión Nacional del Agua, *Diagnósticos de las acciones de saneamiento a nivel nacional*, México, 1994.

Comisión Nacional del Agua, *Escenarios a largo plazo del papel del agua en la economía a través de los usos en la industria, generación de energía y otros usos*, México, abril de 1997.

Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (Concamín), *Industria*, vol. 11, 108, México, abril de 1998.

Directorios Industriales, *Directorio de la industria alimentaria de la república mexicana*, 14ª edición, México, noviembre de 1998.

Freeman M. Harry, *Manual de prevención de la contaminación industrial*. McGraw Hill/Interamericana, México, 1988.

Frits Van der Leeden, Fred L. Troise, David Kerth Todd, *The Water Encyclopedia*, Lewis Publishers, Second Edition, Michigan, 1990.

INEGI, *Sistema de cuentas nacionales de México, Cuentas por sectores institucionales 1993-1996*, Aguascalientes 1999.

INEGI, *Banco de información económica*, Aguascalientes, 1998.

INEGI, *El sector alimenticio en México*, Aguascalientes, 1998.

INEGI, *XIV Censo industrial, industrias manufactureras, productos y materias primas, subsector 31. Productos alimenticios, bebidas y tabaco*, Aguascalientes, 1996.

INEGI, *Clasificación mexicana de actividades y productos (CMAP)*, Aguascalientes, 1993.

Madrid A., *Curso de industrias lácteas*, AMV Ediciones, Primera Edición, Madrid, 1996.

Nemerow L. Nelson, *Industrial Water Pollution Originis Characteristics and Treatment*, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar Florida, 1987.

Sagar, *Anuario estadístico de la producción pecuaria*, México, 1999.

SARH, *Perfil del uso del agua en las plantas de nueve industrias*, México, 1979.

SRH, *Uso del agua en la industria alimenticia*, México, 1976.

SRH, *Uso del agua en la industria de beneficio de café*, México, 1976.

U.S. Department of Commerce, *Water Reuse and Recycling in the Food Processing Industry*, Washington, 1983.

U.S. Department of Commerce, *The Effects of Process Desing on Reduced Water Use and Waste on Dairy Processing*, Washington, 1980.

## 7 GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Absorción.** Asimilación de moléculas o de otras sustancias dentro de la estructura física de un líquido sin reacción química.

**Aceite.** Producto de origen animal, vegetal o marino, consistentes en glicéridos y otros ésteres de ácidos grasos; aceites esenciales o esencias, productos volátiles, principalmente, hidrocarburos de olores característicos, derivados de ciertas plantas.

**Aceite natural.** El aceite que procede de una sola variedad vegetal (soja, girasol, cacahuete, oliva, colza, coco y palma) y que se obtiene tan sólo por procedimientos mecánicos (trituration, presión, centrifugación).

**Aceites refinados.** El aceite natural o una mezcla de aceites que han sufrido diferentes tratamientos químicos para mejorar su sabor y olor.

**Ácido ascórbico.** Vitamina C, sustancia cristalina blanca, estable en seco, pero muy fácilmente oxidable en solución.

**Ácido graso.** Ácido carboxílico que puede estar saturado o no y se obtiene por hidrólisis de productos grasos (ésteres de ácidos carboxílicos de cadena larga) y de propano-1,2,3-triol (glicerol). El primero de estos ácidos es el ácido etanoico  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (con dos átomos de carbono), y el más grande es el ácido begénico (con 22 átomos de carbono).

**Acidulación.** Tratamiento con ácido diluido; forma parte del blanqueo.

**Adjuntos.** Son sustancias que complementan la malta. Los que más se utilizan son el maíz y el arroz, aunque también se utilizan sorgo y trigo.

**Adsorción.** Adherencia física de las moléculas o de los coloides a las superficies de los sólidos sin reacción química.

**Aeración extendida.** Modificación del proceso convencional del flujo de pistón de lodos activados. Este proceso opera con respiración endógena en la curva de crecimiento, la cual requiere una carga orgánica baja y un tiempo de aereación largo.

**Aguas residuales.** Aguas que se desechan después de haber sido utilizadas en la manufactura de algún producto.

**Ahumado.** Alimento que ha sido sometido al proceso de exposición al humo.

**Alcalinización.** Proceso por el cual una sustancia se disuelve en el agua formando una solución alcalina; en particular hidróxido de sodio.

**Alumbre.** Sulfato doble de aluminio y potasio, o compuestos análogo que tiene propiedades astringentes y sirven para fijar los tintes a aclarar el agua, para quitar la humedad.

**Alveolado.** Lo que presenta cavidades en su superficie, que le hacen parecer un panal de miel.

**Amilasas.** Enzima causante de la hidrólisis de los glúcidos.

**Amilobacter.** Que produce la descomposición de ciertas materias orgánicas, tal como el ácido láctico, celulosa, almidón, con liberación de ácido butírico.

**Ampollas.** Burbuja formada en el agua cuando hierve o cuando llueve con fuerza.

**Antioxidante.** Los aceites vegetales crudos contienen antioxidantes que reducen la rapidez del secado de las pinturas. Son sustancias que retardan la degradación por oxidación.

**Área de filtrado.** Término comúnmente utilizado para el área de filtración y depuración que suele seguir a la operación de pulpeo.

**Babaza.** Baba del pescado.

**Bacterias.** Denominación genérica de los microbios unicelulares de forma alargada (bacilos), esférica (cocos) o espiral (espirilos), que carecen de membrana nuclear y se alimentan como los vegetales.

**Bactofugación.** Proceso por el cual se hace pasar la leche por una centrífuga de alta velocidad.

**Carbonatación.** La carbonatación se define como la disolución de dióxido de carbono gaseoso en agua utilizando temperaturas y presión.

**Caroteno.** Grupo de hidrocarburos muy insaturados, cristalinos, rojo-anaranjados,  $C_{10}H_{56}$ , a los que muchas sustancias animales y vegetales deben su color amarillo (por ejemplo en la zanahoria y la manteca). Están presentes en los cromatóforos de algunas *Phytomastiginas* y en los cloroplastinas de las plantas. Son los precursores de la vitamina A.

**Caseína.** Es la proteína más abundante de la leche, se encuentra en la leche en estado coloidal, en forma de micelas, que son agrupaciones de numerosas unidades de caseína.

**Cáustico.** Nombre común para el hidróxido de sodio.

**Cereal.** Planta, generalmente de la familia gramínea, cuyas semillas sirven, sobre todo una vez reducidas a harina, para la alimentación del hombre y de los animales domésticos. Entre otros, trigo, centeno y maíz.

**Cernidora.** Tamizado, selección de tamaño.

**CNA.** Comisión Nacional del Agua.

**CMAP.** Clasificación mexicana de actividades y productos. Contiene cuatro niveles de agregación: sector, subsector, rama y clase de actividad.

**Condensado.** Agua condensada a partir de vapor, que ha tenido contacto con una superficie a menor temperatura durante determinado proceso.

**Conserva.** Sustancia alimenticia esterilizada y envasada herméticamente, que en virtud de cierta preparación, se conserva durante mucho tiempo.

**Contaminación.** En agua, es la adición de algo que produce un efecto mensurable, en detrimento de algún uso del agua por parte de los organismos vivos, incluyendo los seres humanos.

**Cotiledón.** Una de las hojas del embrión en las plantas al brotar.

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).** Es un parámetro que proporciona una medida directa del oxígeno utilizado por una población microbiana heterogénea durante la oxidación de la materia orgánica contenida en una muestra. La prueba se basa en la premisa de que toda la materia orgánica contenida en las muestras de agua residuales debe oxidarse hasta  $CO_2$ , agua y amoníaco usando oxígeno molecular como electrón receptor; así, se con-

vierte en una medida directa del requerimiento de oxígeno y en una medida indirecta de la materia orgánica biodegradable que contiene.

**Demanda química de oxígeno (DQO).** Determina la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica de un desecho, bajo condiciones específicas de un agente oxidante ( $K_2Cr_2O_7$ ), condiciones ácidas y temperaturas.

**Derretimiento.** Acción y efecto de derretir o derretirse.

**Desarenación.** Eliminación de las arenas que no pudieron ser removidas en la etapa de cribado.

**Desecante.** Sacar, eliminar la húmeda de un cuerpo.

**Desodorización.** Proceso por el cual el aceite o grasa comestible son sometidos varias horas a altas temperaturas ( $200^{\circ}C$ ) y baja presión (10 mm de Hg), durante cuyo tiempo es insuflado vapor para eliminar las trazas de sustancias odoríferas (generalmente ácidos grasos libres de gran peso molecular).

**Diacetil tartárico.** Se encuentra en la naturaleza libre o en sales de potasio, calcio y magnesio. Se halla, también, en un gran número de plantas y frutos.

**Dilución.** Adición de un líquido a una solución para disminuir la concentración en soluto de esta última.

**Efluente.** Material de desecho, ya sea suspendido o disuelto en un líquido que se descarga, por lo general, en aguas superficiales.

**Elutriación.** Proceso en el cual se lavan y separan partículas finas por medio de una corriente ascendente de agua.

**Emisión.** Contaminación en el punto de descarga.

**Emulsión.** Solución coloidal en la cual dos (o más) fases presentes se encuentran en estado líquido. La emulsión está constituida por una fase líquida continua y por lo menos una segunda fase líquida dispersa en la primera, en forma de finas gotas llamadas micelas. La leche es una emulsión de grasas en agua. Su color blanco proviene de la difusión de la luz debido a las micelas de grasa.

**Encurtido.** Fruto o legumbre que se ha conservado en vinagre.

**Endocarpio.** La capa más interior diferenciada de un pericarpio, generalmente de textura leñosa.

**Endospermo.** Tejido multicelular formado dentro de una semilla en desarrollo y que sirve para la nutrición del embrión y forma el volumen de la semilla madura.

**Enzimas.** Catalizadores producidos por las células vivas.

**EPA.** *Environmental Protection Agency.*

**Exfoliación.** Desprendimiento de las partes superficiales.

**Extrusión.** Operación de producir barras y distintas secciones perfiladas.

**Fermentación.** Proceso de descomposición lento de las sustancias orgánicas producido por microorganismos, o por sustancias orgánicas nitrogenadas complejas (enzimas), de origen vegetal o animal. La fermentación va generalmente acompañada de desprendimiento de calor y gases.

**Filtrado.** Líquido separado de una mezcla que pasó por un medio poroso. En procesamiento el filtrado es, por lo general, agua blanca.

**Gluten.** Sustancia albuminoide viscosa que se encuentra en la harina de los cereales.

**Gomosas.** Productos vegetales, coloidales y no volátiles que se disuelven, o bien, se hinchan al contacto con el agua. Al hidrolizar proporcionan ciertos ácidos orgánicos complejos además de pentonas y hexosas.

**Grasa butírica.** Ácido orgánico existente en numerosas sustancias grasas. Fermentación butírica, fermentación producida por bacteria de género.

**Grasa de la leche.** Las grasas son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, con predominio de hidrógeno y que se incluye en un grupo más general (los lípidos).

**Hidrogenación.** Operación química que consiste en fijar hidrógeno sobre un cuerpo.

**Homogeneización.** Es desintegrar y dividir finamente de los glóbulos de grasa en la leche.

**Índice de carga de contaminantes.** Relación de cuántos kilogramos de contaminantes se generan por cada tonelada de producto, volumen de contaminantes (kg) / volumen de producción (toneladas):

<i>Indicadores industriales en el uso del agua</i>	<i>Industria alimenticia</i>			
Tipo de industria alimenticia	DBO <sub>5</sub> [kg/t]	DQO [kg/t]	SST [kg/t]	G y A [kg/t]
Productos cárnicos.	3	7	1.2	0.1
Productos lácteos.	11	19	5	2
Conservas alimenticias.	27	51	13	10
Molienda de cereales.	8	14	13	-
Beneficio de café.	43	80	27	2
Panadería industrial.	39	88	18	10
Aceites y grasas comestibles.	0.9	1.2	0.2	0.4
Confitería y chocolate.	2.7	4.4	2.0	-

**Índice de uso del agua.** Relación de cuanta agua se consume, usa o descarga por cada tonelada de producto manufacturado, volumen de agua (m<sup>3</sup>) / volumen de producción (toneladas):

Tipo de industria alimenticia	Abastecimiento [m <sup>3</sup> /t]	Recirculación- reúso [m <sup>3</sup> /t]	Demanda [m <sup>3</sup> /t]	Consumo [m <sup>3</sup> /t]	Descarga [m <sup>3</sup> /t]
Productos cárnicos.	4.6	1.3	5.9	0.4	4.2
Productos lácteos.	14.4	11.5	25.9	1.1	13.3
Conservas alimenticias.	47.3	47.7	95.0	5.4	41.8
Molienda de cereales.	4.2	3.5	7.7	0.3	3.9
Beneficio de café.	76.3	64.9	141.2	5.0	71.3
Panadería industrial.	27.1	41.5	68.6	9.04	18.1
Aceites y grasas comestibles.	2.0	4.1	6.1	0.3	1.7
Confitería y chocolate.	8.4	9.4	17.8	1.74	6.7

**INEGI.** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

**Lecitina.** Lípido fosforoso, abundante en la yema de huevo y el tejido nervioso.

**Leguminosas.** Relativo a un orden de plantas dicotiledóneas cuyo fruto es una vaina o legumbre, tal como el guisante, la judía y la lenteja.

**Levadura.** Hongo unicelular que produce la fermentación alcohólica de las soluciones azucaradas o de las masa harinosas (las levaduras son hongos ascomicetes). Cualquier sustancia que hace fermentar el cuerpo con que se la mezcla. Levadura química: cuerpo utilizado en panificación o en pastelería en lugar de la levadura natural y que produce el mismo resultado de fermentación.

**Lípido.** Sustancia natural, éster de un alcohol no aminado y de un ácido graso (aceites, grasas, fosfolípidos) o amida de alcohol amindo y de ácido graso (esfingolípidos).

**Lodos activados.** Este proceso es de la misma naturaleza y con el mismo principio que el de las lagunas de estabilización y oxidación, pero conjuntado en una sola etapa, en la que la parte de estabilización es sustituida por la clarifloculación, que elimina los lodos del efluente y los recircula al recipiente donde se lleve a cabo la reacción biológica.

**Maceración.** Proceso de poner un espécimen a remojo en un reactivo con el fin de destruir algunas partes de él y aislar las demás partes.

**mg/l.** Refiere los miligramos de la sustancia en cuestión contenidos en un litro de solución. *A grosso modo*, partes por millón.

**Micela.** Partícula de tamaño coloidal.

**Miscela.** Término aplicado a una solución disolvente de aceites.

**Miscibilidad.** Carácter de lo que es miscible, que puede formar una mezcla homogénea con otro cuerpo.

**Mucílago.** Compuestos orgánicos complejos relacionados con los polisacáridos de origen vegetal, y que poseen propiedades similares a las gomas.

**Oleaginosas.** Que suministra o contiene aceite: semilla oleaginosa. Planta oleaginosa: planta de la que se puede extraer materias grasas alimenticias o industriales

**Organoléptico.** Método para ensayar o señalar sistemáticamente los efectos de una sustancia sobre los sentidos humanos, particularmente el gusto o el olfato.

**Parámetro de calidad del agua residual.** Concentración de contaminantes típicos que caracteriza a la rama industrial, medida en miligramos por litro (mg/l):

Tipo de industria alimenticia	Demanda bioquímica de oxígenos [mg/l]	Demanda química de oxígeno [mg/l]	Sólidos suspendidos totales [mg/l]	Grasas y aceites [mg/l]
Productos cármicos.	702	1,587	272	23
Productos lácteos.	829	1,455	388	178
Conservas alimenticias.	967	1,427	268	196
Molienda de cereales.	2,537	4,488	3,970	-
Beneficio del café.	513	1,093	340	20
Panadería industrial.	2,150	4,870	1,002	557
Aceites y grasas comestibles.	548	640	87	113
Confitería y chocolate.	406	661	294	-

**Parámetros de uso del agua.** Cantidad de agua extraída, consumida o descargada que caracteriza a una rama industrial, medida en metros cúbicos por día ( $m^3/día$ ):

Tipo de industria alimenticia	Abastecimiento ( $m^3/día$ )	Recirculación-reúso ( $m^3/día$ )	Demanda ( $m^3/día$ )	Consumo ( $m^3/día$ )	Descarga ( $m^3/día$ )
Productos cárnicos.	87	25	113	6	81
Productos lácteos.	776	621	1,397	57	718
Conservas alimenticias.	3,233	2,265	6,498	372	2,861
Molienda de cereales.	439	373	812	29	410
Beneficio de café.	808	687	1,495	53	755
Panadería industrial.	215	328	543	72	143
Aceites y grasas comestibles.	546	1,108	1,654	83	463
Confitería y chocolate.	278	308	586	57	220

**Pasteurización.** La leche natural, entera o desnatada, sometida a un calentamiento uniforme a una temperatura comprendida entre 72 y 78°C durante no menos de quince segundos, que asegura la destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora microbiana, sin modificación sensible de la naturaleza fisicoquímica, características y cualidades nutritivas de la leche.

**Palatabilidad.** Relativo al paladar.

**Procesos aerobios.** Procesos de tratamiento biológico en los que el metabolismo bacteriano requiere de la presencia de oxígeno molecular para que pueda llevarse a cabo.

**Procesos anaerobios.** Procesos de tratamiento biológico en los que el metabolismo bacteriano se lleva a cabo en ausencia de oxígeno molecular.

**Proteína.** Son sustancias compuestas por carbono, hidrógeno y nitrógeno, con la presencia de algún elemento como el fósforo, hierro y azufre. Sustancias como componentes esenciales de los organismos vivos.

**Salvado.** Cáscara del grano de los cereales desmenuzada por la molienda.

**Sedimentación.** Proceso de separación sólido-líquido por acción de la fuerza de gravedad, sobre las partículas suspendidas que son más pesadas que el agua.

**Silo.** Depósito cilíndrico o prismático, de altura considerable, que se carga por arriba y se vacía por abajo, destinado a almacenamiento de determinados productos agrícolas.

**Tren de tratamiento.** Conjunto de procesos y operaciones unitarios especificados y ordenados para dar tratamiento a un agua residual.

**Triglicérido.** Lípido formado por la esterificación del glicerol por tres ácidos grasos.

**Turbiedad.** Atributo del agua que causa la dispersión de la luz que la atraviesa. Generalmente, es causada por partículas finas suspendidas, pero también puede ser provocada por el color.

## APÉNDICE. LOCALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Tabla 1. Localización de la industria cárnica.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad	
Ags.	Aguascalientes	Unión Ganadera Aguascalientes, S.A. de C.V.	8	2	
Baja California	Tijuana	Carnes Frías El Norteño	11	2	
		Dely Alimentos, S.A. de C.V.			
		Unión Sanitaria de Prod. Alimenticios, S.A. de C.V.			
		Empacadora de Tijuana, S.A. de C.V.			
Campeche	Campeche	Indl. Alimentaria del Sureste, S.A. de C.V.	12	8	
	Frontera	Procarsa, S.A. de C.V.	6*	5	
Coahuila	Torreón	Alim. Congelados de la Laguna, S.A. de C.V.	7	2	
		Beef Carnes Finas de Torreón, S.A. de C.V.			
		Lala Industrias Cárnicas, S.A. de C.V.			
		Porcilasa, S.A. de C.V.			
		Sigma Alimentos, S.A. de C.V.			
		Wobbsi, S.A. de C.V.			
Chihuahua	Cd. Juárez	Alim. y Manufacturas del Norte, S.A. de C.V.	6	4	
		Embutido del Norte, S.A.			
		Refrigeración Las Delicias			
		Empacadora Iglesias, S.A. de C.V.			
		Empacadora Superior, S.A. de C.V.			
	Chihuahua	Chihuahua	Cará Blanca	6	3
			Carnes Casa Blanca, S.A. de C.V.		
			Carnes Selectas Baeza		
			El Ganadero		
			Del Norte		
			Organización Paser Chihuahua, S.A. de C.V.		
			Perco Alimentos, S.A. de C.V.		
			P. Agroindustrial del Norte, S. de PR. R. de C.V.		
			Walter Burr, S.A. de C.V.		
Distrito Federal	México	Almacenes Refrigerantes, S.A. de C.V.	13	1	
	México	Importadora y Export. Areca, S.A. de C.V.			
	México	Ind. de Refrigeración Su Carne, S.A. de C.V.			
	México	Industrializadora de Porcinos Ayotlán, S.A. de C.V.			
	México	Embutidos Corona, S.A. de C.V.			
	México	Empacadora Bernina, S.A. de C.V.			
	México	Cons. Ind. Mexicano de Alimentos, S.A. de C.V.			
	México	Consumpharma, S.A. de C.V.			
	México	Chicharronera Mexicana, S.A. de C.V.			
	México	Embutidos Selectos, S.A. de C.V.			
	México	Embutidos Ulzama, S.A. de C.V.			
	México	Empacadora América, S.A.			
	México	Empacadora Aragón, S.A.			
	México	Empacadora Campo Frío, S.A. de C.V.			
	México	Empacadora de Carnes Frías Yordy, S.A. de C.V.			
México	Empacadora Hercam, S.A.				

Tabla 1. Localización de la industria cárnica. (continuación)

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Distrito Federal	México	Empacadora Janda, S.A. de C.V.	13	1
	México	Empacadora Kipi, S.A. de C.V.		
	México	Empacadora La Esmeralda		
	México	Empacadora La Selva Negra, S. de R.L.		
	México	Empacadora Obertal, S. de R.L. de C.V.		
	México	Empacadora Viena, S.A. de C.V.		
	México	Empacadora Wunsch, S.A. de C.V.		
	México	Grapas Nacionales de México, S.A. de C.V.		
	México	Herford Beef, S.A. de C.V.		
	México	Industrias Alimenticias Sam, S.A. de C.V.		
	México	Jamón Serrano, S.A. de C.V.		
	México	Obrador de Tocinería y Salchichonería Donfer, S.A. de C.V.		
	México	Silvio López, S.A. de C.V.		
México	Única Empacadora Wunsch, S.A.			
Durango	Gómez Palacio	Avemex, S.A. de C.V.	7	2
		Empacadora Frape, S.A. de C.V.		
		Productos Alimenticios Mur, S.A. de C.V.		
Guanajuato	Pénjamo	Producción e Industrialización de Carne de Cerdo	8	5
	Celaya	Empacadora Celaya, S.A. de C.V.	8	4
		Salchichonería Gunter, S.A. de C.V.		
Irapuato	Empacadora Gilbert, S.A. de C.V.	8	4	
Hidalgo	Tulancingo	Embutidos y Carnes Yadin	9	4
	Atotonilco	Industrializadora de Carnes Atotonilco, S.A.	8	6
Jalisco	Guadalajara	Casa Hernández e Hijos, S.A. de C.V.	8	2
		Empacadora Autlense		
		Embutidos Supremos, S.A. de C.V.		
		Empacadora de Carnes Frías Holanda, S.A. de C.V.		
		Empacadora Estrella, S.A. de C.V.		
		Empacadora La Española, S.A. de C.V.		
		Empacadora La Fortuna, S.A. de C.V.		
		Empacadora Morat, S.A. de C.V.		
		Empacadora San Jacinto, S.A.		
		Jamones y Salchichas del Puente		
		La Popular Carnicería y Tocinería, S.A. de C.V.		
		Procesadora de Alimentos Padico, S.A. de C.V.		
		Super Carnes de Cerdo Colima, S.A. de C.V.		
	La Suiza Empacadora de Carnes, S.A. de C.V.			
	Zapopan	Granjas El Rincón, S. de PR. de R.L.	8	2
Zapotlanejo	Embutidos Corona, S.A. de C.V.	8	2	
	El Torito Mexicano	8	8	
Estado de México	Chalco	Empacadora Schoelman, S.A. de C.V.	13	1
		Alimentos Par, S.A. de C.V.	13	1
	Divicon, S.A. de C.V.			
	Emp. de Productos Finos La Piedad, S.A. de C.V.			
	Productos Neza, S.A. de C.V.			
	Ecatepec	Emp. de Carnes Frías Hidalmex, S.A. de C.V.	13	1
		Sigma Alimentos Centro, S.A. de C.V.		
	Naucalpan	Empacadora Murgati, S.A. de C.V.	13	1
		Zwanenberg de México, S.A.		
Tecamachalco	Industrias Alimenticias Club, S.A. de C.V.	13	1	
Tlanepantla	Impulsora Rombo, S.A. de C.V.	13	1	
	Obrador y Empacadora La Barca, S.A. de C.V.			

Tabla 1. Localización de la industria cárnica (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad	
Tlaxcala		Productos el Porvenir, S.A.	13	1	
Estado de México	Toluca	Consortio de Empacadoras, B.R., S.A. de C.V.	8	2	
	Tulpetlac	Gesa, S.A. de C.V.	13	1	
	Tultitlán	Empacadora El Serrano, S.A. de C.V.	13	1	
Michoacán	Sahuayo	Empacadora Ideal del Sahuayo, S.A. de C.V.	8	6	
Nuevo León	Apodaca	Carnes BIF, S.A. de C.V.	6	3	
	Ciénegas de Flores	Productos Alimenticios Tía Lencha, S.A.	6	3	
	El Carmen	Empac. de Carnes del Carmen, S.A. de C.V.	6	3	
	Gral. Escobedo	Empacadora SK, S.A. de C.V.	6	3	
	Montemorelos	La Fama, S.A.		6	3
		Empacadora Mavi, S.A. de C.V.			
	Monterrey	Alimentos Comestibles, S.A. de C.V.		6	3
		Alfino Alimentos del Noroeste, S.A. de C.V.			
		Alimentos Comestibles, S.A. de C.V.			
		Carnes Bif			
		Central de Carnes de Nuevo León, S.A. de C.V.			
		Empacadora Berma, S.A. de C.V.			
		Empacadora Don Chema, S.A.			
		Empacadora Honduver, S.A. de C.V.			
		Empacadora La Cabaña			
		Empacadora Treviño, S.A.			
		Prosazón, S.A. de C.V.			
		Sigma Alimentos			
	San Nicolás de los Garza	Supra Desarrollos Tecnológicos, S.A. de C.V.		6	3
		Ada Beef International, S.A. de C.V.			
Empacadora Ponderosa, S.A. de C.V.					
Santa Catarina	Kir Alimentos, S.A. de C.V.		6	3	
	Empacadora Carvi				
	Laboratorios Griffith de México, S.A. de C.V.		6	3	
Oaxaca	Oaxaca	Empacadora de Carnes Sandi de Oaxaca, S.A. de C.V.	5	8	
Puebla	Puebla	DeMurcia	4	4	
		Distribuidora de Carne de Cerdo de Puebla, S.A. de C.V.			
		Embutidos y Carnes Frías de Puebla, S.A.			
		Empacadora de Carnes Frías del Prado			
		Empacadora de Carnes Ledo, S.A. de C.V.			
		Empacadora Mexicana de Puebla, S.A.			
		Horneados y Carnes Frías Puebla, S.A. de C.V.			
		Materias Primas para Empacadoras, S.A. de C.V.			
Querétaro	El Marqués	Procesadora y Empacadora de Aves de Querétaro	8	4	
	Querétaro	Distribuidora de Carnes El Queretano	8	4	
		Empacadora Jaaz			
	Fumex Queretana, S.A. de C.V.				
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Carnes Selectas Tangamanga	7	2	
		Distribuidora Alimenticia Santa Bertha, S.A. de C.V.			
		Empacadora Faz, S.A. de C.V.			
		Empacadora Tangamanga			
Sonora	Hermosillo	Super Carnicería Beef	2	4	
		Arpocarsa Empacadora Tif # 58			
		Carnes Valmo de Sonora			
		Frigorífica Contreras			
	Promotora Alpro, S.A. de C.V.				

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 1. Localización de la industria cárnica (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Sonora	Hermosillo	Lancer	2	4
		Super Carnes Aldecoa, S.A. de C.V.		
Sinaloa	Culiacán	Empaque Agrícola Ávila	3	6
		Productos La Chata, S.A. de C.V.		
Tabasco	Villahermosa	Abastecedora de Productos e Insumos, S.A. de C.V.	11	6
		Granjas del Grijalva, S.A. de C.V.		
Tamaulipas	Matamoros	Corporación de Producción y Transformación	6	6
		Agropecuaria El Rubí, S.A. de C.V.		
Veracruz	Jalapa	Empacadora y Tocinería Xalapa	10	9
	Veracruz	Casa Platas	10	6
Yucatán	Mérida	Carnes Frías y Embutidos Noreña	12	7
		Industria de Carnes y Productos Agropecuarios, S.A. de C.V.		
		Empacadora Peninsular de Carnes, S.A. de C.V.		
		Grupo Avícola Campi		
		La Pirámide Yucateca Corporativo Agroporcino del Mayab		
Zacatecas	Fresnillo	Empacadora de Carnes de Zacatecas	7	4
	Jerez	Empacadora de Carnes de Jerez	8	6

(Directorio de la industria alimenticia, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

Tabla 2. Localización de la industria láctea.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Aguascalientes	Aguascalientes	Impulsora Industrial y Lácteos, S.A. de C.V.	8	2
		Lácteos Industrializados, S.A. de C.V.		
		Pasteurizadora Aguascalientes, S.A. de C.V.		
	Jesús María	Arturo Betancourt García	8	4
		Cremería Las Flores		
		Cremería Aguascalientes, S.A. de C.V.		
		Lácteos Industrializados de Jesús María, S.A. de C.V.		
Baja California	Mexicali	Helados y Mezclas, S.A. de C.V.	1	4
	Tijuana	Industrias de Productores de Leche, S.A. Pasteurizadora Jersey del Noroeste, S.A.	1	2
Campeche	Campeche	La Vaquita	12	8
Coahuila	Allende	Lácteos Allende, S.A. de C.V.	6	4
	Arteaga	Domake's, S.A. de C.V.	6	5
	Morelos	Liconsa, S.A. de C.V.	6	6
	Ramos Arizpe	Lácteos Normex, S.A. de C.V.	6	3
	Saltillo	Cremería Coahuila, S.A.	6	3
		Industrializadora de Lácteos de México, S.A. de C.V.		
		Lactinicos Mexicanos, S.A. de C.V.		
	San Pedro de las Colinas	Productos Alimenticios Herviza, S.A. de C.V. Productos Lácteos Mayram, S.A. de C.V.	7	3
Torreón	New Zealand Milk Products (México), S.A. de C.V. Pasteurizadora Laguna, S.A. de C.V.	7	2	
Colima	Colima	Lechera de Colima, S.A. de C.V.	8	7
Chiapas	Juárez	Bronma, S.A. de C.V.	11	8
	Villa Flores	Quesería El Placer	11	8
Chihuahua	Cuauhtémoc	Industrias Lácteas Chihuahuenses, S.A.	6	6
		Quesería Blumen		
		Quesería Dos Lagunas, S. de P.R.		
	Chihuahua	Helados Trevi de Chihuahua, S.A. de C.V.	6	3
		Lácteos Delicias, S.A.		
	Delicias	Pasteurizadora de los Productores de Leche, S.A.	6	4
		Industrializadora de Leche Delicias, S.A.		
		Lácteos Abundis		
		Operadora de Lácteos Delicias Mead Johnson de México Zaragoza Hermanos, S.A. de C.V.		
	Nuevo Zaragoza	Unión de Ganaderos Lecheros de Juárez, S.A. de C.V.	6	7
Parral	Productores de Leche de Parral, S.A.	6	5	
Distrito Federal	México	Agro Unión, S.A. de C.V.	13	1
	México	Alimentos Findus, S.A. de C.V.		
	México	Balkan Yoghurt, S.A. de C.V.		
	México	Carrancedo Alimentos, S.A. de C.V.		
	México	Chantilly, S.A. de C.V.		
	México	Cía. Manufacturera Asturias, S.A. de C.V.		
	México	Cremería Americana, S.A. de C.V.		
	México	Cremería La Abuelita, S.A.		
	México	Cremería Panechi, S.A. de C.V.		
	México	Cremería Trípoli, S.A. de C.V.		
	México	Crema Chanty de México, S.A. de C.V.		
	México	Dantec, S.A. de C.V.		
México	Distribuidora de Alimentos Excelsior, S.A. de C.V.			

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 2. Localización de la industria láctea (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Distrito Federal	México	D.M. Mexicana, S.A. de C.V.	13	1
	México	El Fresno Lácteos y Alimentos en Gral, S.A. de C.V.		
	México	General Commerce Import & Export, S.A. de C.V.		
	México	Granja Pasteurizadora Suiza, S.A. de C.V.		
	México	Grupo Profsa, S.A. de C.V.		
	México	Helados El Trencito, S.A. de C.V.		
	México	Helados Holanda, S.A. de C.V.		
	México	Industrial Lechera, S.A. de C.V.		
	México	Industria Cor, S.A. de C.V.		
	México	Industrias Gerona, S.A. de C.V.		
	México	Industrias Ilsa Frigo, S.A. de C.V.		
	México	Kraft Foods de México, S.A. de C.V.		
	México	Krendyc, S.A. de C.V.		
	México	Lácteos Finos Mexicanos, S.A. de C.V.		
	México	Derilan, S.A. de C.V.		
	México	Mead Johnson de México, S.A. de C.V.		
	México	Nestlé México, S.A. de C.V.		
	México	Nutrical, S.A. de C.V.		
	México	Parmalat de México, S.A. de C.V.		
	México	Procesadora de Lácteos, S.A. de C.V.		
	México	Proc. de Lacto Prods. de Confianza, S.A. de C.V.		
	México	Procter & Gamble de México, S.A. de C.V.		
	México	Productos de Leche San Martín, S.A. de C.V.		
México	W.M.S. de México, S.A. de C.V.			
México	Wyeth, S.A. de C.V.			
México	Yakult, S.A. de C.V.			
México	Yom Yom, S.A. de C.V.			
Durango	Cd. Lerdo	Pasteurizadora y Enfriadora Lerdo, S.A.	7	2
	Durango	Cremería La Victoria	3	6
		Cremería Wallander		
		Planta Pasteurizadora Lala, S.A. de C.V.		
		Quesería Nuevo México, S.A. de C.V.		
		Sabrolac		
	Gómez Palacio	La Risueña, S.A. de C.V.	2	7
	Lala Derivados Lácteos, S.A. de C.V.			
Nuevo Ideal	Soc. Coop. de Prod. Quesería Holanda, S.C.L.	3	6	
Guanajuato	Abasolo	Agroindustrias Abasolo, S.A. de C.V.	8	4
	Celaya	Leche Cuadritos	8	4
		Productos Alimenticios Lamesa, S.A.		
	Cortazar	Industrializadora de Leche El Zaus	8	5
		Negociación Lechera el Rosario, S.A. de C.V.		
	Irapuato	Kerry Ingredientes de México, S.A. de C.V.	8	4
		Productos Lácteos Blanquita, S.A. de C.V.		
	León	Alimentos Fer, S.A. de C.V.	8	2
		Productos Lácteos Mena		
		Schreiber México, S.A. de C.V.		
		Cremería Cuadritos		
San Miguel de Allende	Derivados de Leche La Esmeralda, S.A. de C.V.	8	4	
	Deshidratadora de Alimentos Algil, S.A. de C.V.			
Silao	Sigma Alimentos Lácteos, S.A. de C.V.	8	4	
Guerrero	Acapulco	Liconsá, S.A. de C.V.	5	4
		Pasteurizadora de Acapulco, S.A. de C.V.		
Hidalgo	Ixmiquilpan	Fábrica de Quesos La Cazadora	13	7
	Pachuca	Santa Clara Productos Lácteos, S.A. de C.V.	13	7
	S. de Anaya	Productos Lácteos San Francisco, S.A. de C.V.	13	7
	S. Tulantepec	Productos de Leche Cremex, S.A. de C.V.	9	5
	Tizayuca	Finca La Perseverancia	13	2

Tabla 2. Localización de la industria láctea (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Hidalgo	Tulancingo	Cremería Los Andes, S.A. de C.V.	9	4
		Lacto Alimentos Fosabito, S.A.		
	Arandas	Productos Lácteos Don Beto	8	8
		Soc. Coop. Prod. Unidos Los Dolores, S.C.L.		
	Atotonilco el Alto	Cremería Álvarez	8	6
Capilla de Guadalupe		Cremería Sánchez	8	2
		Lechera La Palestina, S.A. de C.V.		
		Quesos Capilla		
Salto		Cremería Eugenia, S.A. de C.V.	8	4
		Cremería González, S.A. de C.V.		
		Nattura Lácteos, S.A. de C.V.		
Jalisco	Guadalajara	Boygo, S.A. de C.V.	8	2
		Carlos Alberto Martínez Machuca		
		Cremería Eugenia, S.A. de C.V.		
		Cremería Gudiño Fuentes, S.A.		
		Cremería La Cotijense, S.A.		
		Distribuidora Algil, S.A. de C.V.		
		Distribuidora Chantilly, S.A. de C.V.		
		Industrializadora de Lácteos Santa Anita, S.A. de C.V.		
		Lácteos Torza		
		Lechera Guadalajara, S.A. de C.V.		
		Pasteurizadora Tapatía, S.A. de C.V.		
		Operadora de Productos Refrigerados, S.A. de C.V.		
		San José de la Sierra		
Técnica Avanzada en Alimentos, S.A. de C.V.				
La Barca		Cremería La Imperial, S.A. de C.V.	8	5
		Productos Lácteos La Barca, S.A. de C.V.		
Lagos de Moreno		Alprodel, S.A. de C.V.	8	7
		Lácteos Deshidratados Mexicanos		
		Sigma Alimentos Lácteos, S.A. de C.V.		
Tepatitlán		Lácteos Lagunitas	8	8
		Productos Lácteos de Tepatitlán, S.A. de C.V.		
Tequila		Jaime Núñez González	8	8
Tlaquepaque		Natural de México, S.A. de C.V.	8	2
		Lala Guadalajara, S.A. de C.V.		
		Productos Lácteos de Tapalpa, S.A. de C.V.		
Tlajomulco de Zúñiga		Industrializadora de Lácteos Santa Anita, S.A. de C.V.	8	5
		Productora de Lácteos Alsari, S.A. de C.V.		
Valle de Guadalupe		Lechera Alteña, S.A. de C.V.	8	7
Zapopan		Operadora de Productos Refrigerados, S.A. de C.V.	8	2
		Productos Lácteos, Granolas Industrializadas y Derivadas, S.A. de C.V.		
Zapotlanjo		Insumos Lácteos y Agropecuarios, S.A. de C.V.	8	8
Azcapotzalco		Rancho, El Guamuchil	13	1
Chalco		Lácteos La Cuesta, S.A. de C.V.	13	1
Estado de México	Cuatitlán Izcalli	Ganaderos Productores de Leche Pura, (Alpura)	13	1
		Lácteo Productos La Mancha, S.A. de C.V.		
		Perlat, S.A. de C.V.		
Ixtapaluca		Alimentaria Artesanal, S.A. de C.V.	13	1
		Lácteos La Pilarica, S.A. de C.V.		
Jocotitlán		Leche Mony, S.A. de C.V.	13	1

Tabla 2. Localización de la industria láctea (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad	
Estado de México	Naucalpan de Juárez	Danone de México, S.A. de C.V.	13	1	
		Industrias Alimenticias Club, S.A. de C.V.			
		Liconsá, S.A. de C.V.			
		Marga de México, S.A. de C.V.			
		Milco, S.A. de C.V.			
	Zwanenberg de México, S.A.	13	1		
	Germantown Manufacturing Company, S.A. de C.V.				
	Lactoproductos La Loma, S.A. de C.V.				
	Tlalnepantla	Dilasa, S.A.	13	1	
Tepozotlán	Lácteos Goya, S.A. de C.V.	13	1		
	Productos y Derivados Lácteos El Dorado, S.A. de C.V.				
Texcoco	Cremería Covadonga, S.A. de C.V.	13	1		
Michoacán	Jiquilpan	Gonzalo Flore Partida	8	6	
	Purépero	Prod. Lácteos de Michoacán, S.A. de C.V.	8	6	
		Productos Lácteos Rafa, S.A. de C.V.			
	San José de Gracia	Cremería La Alpina, S.A. de C.V.	8	6	
		Cremería Lidia, S.A. de C.V.			
		Eduardo Martín Valdovinos Nava			
		Industria de Lácteos San Martín, S.A. de C.V.			
	Uruapan	Productos Lácteos El Sabino, S.A. de C.V.	4	7	
		Rico Lácteos, S.A. de C.V.			
	Vista Hermosa	Lácteos Vargas del Cupatitzio, S.A. de C.V.	5	7	
Yurécuaro	Improlac, S.A. de C.V.	8	5		
Nuevo León	Apodaca	Productos Lácteos Sánchez, S.A. de C.V.	6	3	
		Lacticinios del Norte, S.A. de C.V.			
	García	Quesos Los Reyes, S.A. de C.V.	6	3	
		Alimentos J. García, S.A. de C.V.			
	Guadalupe	Granja La Luz, S.A. de C.V.	6	3	
		Monterrey			Gonindaje de México, S.A. de C.V.
		Granja Planta La Perla, S.A. de C.V.			
		Granja Las Puentes, S. de R.L. de C.V.			
		Grupo Chen			
Ing. Jorge Luis García Martínez					
Lala Monterrey, S.A. de C.V.					
Lácteos y Der. Regiomontanos, S.A. de C.V.					
Pasteurizadora Nazas, S.A. de C.V.	6	4			
Sabinas Hidalgo			Lácteos del Norte, S.A. de C.V.		
San Nicolás de los Garza	Granja Las Puentes, S. de R.L. de C.V.	6	3		
	Lagrange, S.A. de C.V.				
Oaxaca	Gpe. Etla	5	8		
	Oaxaca	Liconsá, S.A. de C.V.	5	8	
Cd. Guadalupe Victoria	Quesería Arce	4	7		
	Productos Freisland				
Puebla	Puebla	Lacto Productos de Oriente, S.A. de C.V.	4	4	
		Leche Ojo de Agua			
	Productora Agropecuaria Mautam, S.A. de C.V.	4	5		
Tepeyehualco de Cuauhtémoc	Abastecedora Ñiaki, S.A. de C.V.				
Querétaro	Corregidora	Quesos Capercuta, S.A. de C.V.	8	4	
		Industria Lactel, S.A. de C.V.			
	El Marqués	Alimentos Carol, S.A. de C.V.	8	4	
	Pedro Escobedo	Cremería Las Palmas, S.A. de C.V.	9	4	
Querétaro	Querétaro	Industrias Láctel	8	4	
		Quesos Querétaro, S.A. de C.V.			

Tabla 2. Localización de la industria láctea (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Querétaro	Querétaro	Unión de Productores de Leche de Querétaro, S.A. de C.V.	8	4
	San Juan del Río	Establo Nacional, S.A. de C.V. Natural de Alimentos, S.A. de C.V.	9	4
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Distribuidora Alimenticia Santa Bertha, S.A. de C.V.	7	2
		Pasteurizadora Ogaince, S. de P.R. de R.L.		
		Pasteurizadora Potosina, S.A. de C.V. Productos Carranco, S.A. de C.V.		
Sinaloa	Culiacán	Nueva Industria de Ganaderos de Culiacán, S.A. de C.V.	3	6
Sonora	Cajeme	Neo Fino	2	6
	Hermosillo	Quesos y Quesos	2	4
Tabasco	Villahermosa	Ultralácteos, S.A. de C.V.	11	6
Tamaulipas	Tampico	La Crema, S.A. de C.V.	9	8
		Pasteurizadora Hill Crest de Tampico, S.A.		
		Productos Alimenticios de Tampico, S.A. de C.V. Productos Lácteos Tempoal, S.A. de C.V.		
Tlaxcala	Apizaco	Empacadora El Mexicano y la Malinche, S.A. de C.V.	4	8
	Ixtacuixtla	Lacto Productos La Providencia, S.A. de C.V.	4	6
	Tetlatlahuaca	Liconsa, S.A. de C.V.	4	6
Veracruz	Jalapa	Lechería y Cremería La Blanca Sevillana	10	9
	Veracruz	Comercial Cifra, S.A. de C.V.	10	6
Zacatecas	Jerez	Cremería La Ordeña	8	6
	Miguel Auza	Productos Lácteos Pomas, S.A. de C.V.	7	6

(Directorio de la industria alimenticia, 1998; Directorio de socios de la Cámara Nacional de la Industria de la Leche, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3. Localización de la industria de conservas alimenticias.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Aguascalientes	Aguascalientes	Conservas de la Casa	8	2
		Deshidratadora Aguascalientes, S.A. de C.V.		
		Empacadora Rila, S.A. de C.V.		
		Frigorizados La Huerta		
		Frigorífico y Empacadora		
		Legumbres Congeladas		
Baja California	Ensenada	BGB internacional, S.A. de C.V.	1	2
		Consorcio de Alimentos Pesqueros, S.A. de C.V.		
		Empacadora Celta, S.A. de C.V.		
		Empacadora Mar, S.A. de C.V.		
		Empacadora Galicia de Baja California, S.A.		
		Eripac, S.A. de C.V.		
		Pesquería del Pacífico, S.A. de C.V.		
		Productos de Ensenada, S.A.		
	Productos Pesqueros Peninsular. S.A.			
		Tijuana	Empacadora Santa California	1
		Tropicana Peninsular, S.A. de C.V.		
Baja California Sur	Comondú	Productos Pesqueros Matancías. S.A.	1	5
	La Paz	Conservas de Alimentos San Carlos, S.A.	1	2
	Mulegé	Productos Pesqueros Bahía de Tortugas	1	5
		Planta Cocedora Bahía de Tortugas		
Campeche	Campeche	Congeladora Suprema, S.A. de C.V.	12	8
Coahuila	R. Arizpe	Empacadora Ramos Arizpe, S.A. de C.V.	6	3
	Torreón	Conservas de la Laguna, SPR. de R.L. de C.V.	7	2
		Jutri, S.A. de C.V.		
Colima	Colima	Alimentos Naturales Pax, S.A. de C.V.	8	7
	Tecomán	Benefrut de Colima, S.A. de C.V.	8	7
		Cítricos de Tecomán, S.A.		
		Citrojugó, S.A. de C.V.		
		Frutas y Legumbres Empacadas del Pacífico		
V. de Álvarez	Liconsá, S.A. de C.V.	8	7	
Chiapas	Ch. de Corzo	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	11	8
	Mazatán	Empacadora Ojo de Agua	11	8
	Tonalá	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	11	8
		Empacadora de Pescado		
	San Cristóbal de las Casas	Naturales, S.A.	11	8
Chihuahua	Delicias	Ingeniería Piscícola, S.A. de C.V.	6	4
	Guerrero	Frutimex	2	6
		Jugos de Frutas Mundet		
Distrito Federal	México	Alimentos Findus, S.A. de C.V.	13	1
	México	Alimentos Prácticos y Selectos, S.A. de C.V.		
	México	Almacenes Aurrerá, S.A. de C.V.		
	México	Champiñones del Encinal, S. de R.L. de C.V.		
	México	Cereales Industrializados, S.A. de C.V.		
	México	Concentrados Sandy's, S.A. de C.V.		
	México	Conservas San Carlos, S.A. de C.V.		
	México	Del Centro, S.A. (Industrias Elías Pando)		
	México	Distribuidora Romana's, S.A. de C.V.		
	México	Dysal, S.A. de C.V.		
	México	Empacadora California, S.A. de C.V.		

Tabla 3. Localización de la industria de conservas alimenticias (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Distrito Federal	México	Empacadora Mar, S.A. de C.V.	13	1
	México	Empac. y Pesquera de Chiapas, S.A. de C.V.		
	México	Ernesto Ibarra y Cia, S.A. de C.V.		
	México	Formex Ybara, S.A. de C.V.		
	México	Frutalamo, S.A. de C.V.		
	México	Gigante, S.A. de C.V.		
	México	Grupo Búfalo, S.A. de C.V.		
	México	Hérdez, S.A. de C.V.		
	México	Hongos de México, S.A. de C.V.		
	México	Hormel Alimentos, S.A. de C.V.		
	México	Industrias Boni, S.A. de C.V.		
	México	Industrial Deshidratadora, S.A. de C.V.		
	México	Jaymar, S.A. de C.V.		
	México	McCormick de México, S.A. de C.V.		
	México	Operadora Kamello, S.A. de C.V.		
	México	Panamericana de Occidente, S.A.		
	México	Proc. Méx. de Prod. Agrop., S.A. de C.V.		
	México	Productos de Maíz, S.A. de C.V.		
	México	Productos Corinter, S.A. de C.V.		
	México	Pesquera de California, S.A. de C.V.		
	México	Rus Internacional, S.A.		
	México	Super Sopas, S.A. de C.V.		
	México	Tomates Industrializados, S.A.		
México	Kraft Foods de México, S.A. de C.V.			
México	Productos Lol-Tun, S.A. de C.V.			
México	Productos Poulet de México, S.A. de C.V.			
México	Zano Alimentos, S.A. de C.V.			
México	Productos Milpa Alta, S.A. de C.V.			
México	Nopalmex y Asociados, S.A. de C.V.			
Durango	Durango	Empacadora Durango	3	6
Guanajuato	Celaya	Arnime, S.A. de C.V.	8	4
	Cortazar	Agroprocesos Probajío, S.A. de C.V.	8	5
	Irapuato	Alimentos Industrializados, S.A. de C.V.	8	4
		Almac. de Alimentos Congelados, S.A.		
		Cristalita, S.A. de C.V.		
		Congeladora Niño, S.A. de C.V.		
		Empacadora y Exportadora, S.A. de C.V.		
		Gigante Verde, S.A. de C.V.		
		Industrias Alimenticias, S.A. de C.V.		
		La Esperanza de Miranda, S.P.R.L.		
		Productos del Centro, S.A. de C.V.		
		Productos del Monte, S.A. de C.V.		
	Productos Agrícolas la Campiña			
	León	Empacadora de León, S.A.	8	2
	Espicias y Picantes del Bajío, S.A. de C.V.			
Pénjamo	Frigoríficas del Bajío	8	5	
Salamanca	Productos Frugo, S.A.	8	4	
Salvatierra	Alimentos Findus, S.A. de C.V.	8	5	
Villagrán	Campbell's de México, S.A. de C.V.	8	4	
Guerrero	Acapulco	Benfrut, S.A. de C.V.	5	4
Hidalgo	Tepeji del Río	Pigim's Pride	13	7
Jalisco	Chapala	Productos Sane de Chapala, S.A. de C.V.	8	6
	L. de Moreno	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	8	7

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3. Localización de la industria de conservas alimenticias (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Jalisco	Guadalajara	Hérdez, S.A. de C.V.	8	2
		Industrializadora de Maíz, S.A. de C.V.		
		La Especial		
		Productos Dilox, S.A. de C.V.		
		Quaker de México, S.A. de C.V.		
		Salsa Maga, S.A. de C.V.		
		Salsa Tamazula, S.A. de C.V.		
	Poncitlán	Tropicana de Occidente, S.A.	8	6
	San Juan de los Lagos	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	8	8
	Tlaquepaque	Frutas y Derivados de Occidente, S.A.	8	2
Zapopan	Dulces Luisi, S.A. de C.V.	8	2	
	Productos Verde Valle, S.A. de C.V.			
Estado de México	Cuautitlán	Conservas la Torre, S.A. de C.V.	13	1
	Izcalli	Técnica Mexicana de Alimentación, S.A. de C.V.		
	Malinalco	Rancho Ecológico El Amate, A.L.P.R.	4	5
	Chimalhuacán	Industrias Jim-Per, S. de R.L.	13	1
		Con Alimentos, S.A. de C.V.		
	Ecatepec	Empacadora de Frutas y Jugos, S.A. de C.V.	13	1
		Mexicaltzingo		
	Naucalpan	Conservas San Miguel, S.A. de C.V.	13	1
		Alimentos Congelados Mexicanos		
	Tlanepantla	Cristalita, S.A.	13	1
		Empacadora México Lindo, S.A. de C.V.		
		Frutalia, S.A. de C.V.		
		Impulsora Rombo, S.A. de C.V.		
		Industrias Boni, S.A. de C.V.		
		Jugos y Concentrados Xico, S.A. de C.V.		
	Tepotztlán	Valle Redondo, S.A. de C.V.	13	1
		Jugos del Valle, S.A. de C.V.		
Tulpetlac	Jugomex, S.A.	13	1	
	Conservas La Costeña			
Tultitlán	Anderson, Clayton & Co., S.A. de C.V.	13	1	
	Saroma, S.A. de C.V.			
Tulpetlac	Conservas La Costeña	13	1	
	Xalostoc			Frugosa, S.A. de C.V.
Michoacán	Apatzingán	Limones Purépecha, S.A.	4	7
	Jacona	Empacadora El Celio	8	6
		Sias Mex		
	Uruapan	Procesadora de Aguacate y Frutas, S.A. de C.V.	4	7
	Zamora	Frexport, S.A. de C.V.	8	6
Provedores de Frutas				
Morelos	Cuernavaca	Miel Carlota, S.A.	4	4
		Productos Sahara, S.R.L.M.I.		
	Temixco	Grupo PM, S.A. de C.V.	4	7
Nuevo León	Allende	Apícola de Allende, S.A.	6	3
	Garza García	Productos Pallear, S.A. de C.V.	6	3
	General Escobedo	Empacadora S.K., S.A. de C.V.	9	4
	Guadalupe	Alimentos Naturales La Sabroza, S.A. de C.V.	6	3
		Alimentos Naturales Sabroza, S.A. de C.V.		
		La Flor		
	Montemorelos	Oranjugos, S.A. de C.V.	6	3
Industria Citricolas de Montemorelos, S.A. de C.V.				

Tabla 3. Localización de la industria de conservas alimenticias (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad	
Nuevo León	Monterrey	Alimentos Victoria, S.A. de C.V.	6	3	
		Alimentos y Cereales, S.A. de C.V.			
		Benper, S.A. de C.V.			
		Citrofrut, S.A. de C.V.			
		Disfruta del Norte, S.A. de C.V.			
		El Norteño			
		Empacadora Garza Dávila			
		Fomento Alimenticio, S.A. de C.V.			
		Hérdez, S.A. de C.V.			
	Pyosa, S.A. de C.V.				
	Sta. Catarina	Alimentos Marchel, S.A. de C.V.	6	3	
		Bon Sazón			
		Bueno Alimentos, S.A.			
		Distribuidora de Verduras, S.A. de C.V.			
		Laboratorio Griffith de México, S.A. de C.V.			
Mega Alimentos, S.A. de C.V.					
Valores Alimenticios Regiomontanos, S.A. de C.V.					
Oaxaca	Loma Bonita	Productos Loma Bonita, S.A.	10	8	
	Oaxaca	Consorcio Industrial y de Servicio Chapom, S.A. de C.V.	5	8	
	Tlaxiactac de Cabrera	Envasadora Gugar, S.A. de C.V.	5	8	
Puebla	Nopalucan de la Granja	Empacadora San Marcos, S.A. de C.V.	4	7	
	Puebla	Herdez, S.A. de C.V.	4	4	
		Mole Santa Mónica, S.A. de C.V.	5	8	
		Sabormnex, S.A. de C.V.			
	Tropijugo				
Villa R.L. Grajales	Productos Alimenticios la Morena, S.A. de C.V.	4	7		
Querétaro	El Marqués	Productos Alimenticios El Plan, S.A. de C.V.	8	4	
		Anderson Clayton División Jacques	8	4	
	Clemente Jaques, S.A. de C.V.				
	Exportadora de Hortalizas, S.A. de C.V.				
Querétaro	Productos Gerber, S.A. de C.V.				
San Luis Potosí	Cd. Valles	Alimentos Industriales, S.A.	9	7	
	San Luis Potosí	Aromáticos La Victoria, S.A. de C.V.	7	2	
		Aromáticos Químicos Potosinos, S.A. de C.V.			
		Hérdez, S.A. de C.V.			
Topidoca, S.A. de C.V.					
Sinaloa	Ahome	Productos Pesqueros de Sinaloa	3	6	
		Alimentos del Fuerte, S.A. de C.V.			
	Culiacán	Empaques de Legumbres Frescas	3	6	
		Industria Guacamaya, S.A. de C.V.			
	Escuinapa	Frutícola Industrial, S.A.	3	7	
	Los Mochis	Espicias Mochis, S.A.	3	6	
		Mazatlán	Alimentos Kay, S.A. de C.V.	6	3
			Atunes y Derivados, S.A. de C.V.		
			Harinas y Aceites de Pescado		
			Pescados Industrializados, S.A. de C.V.		
Productos Pesqueros de Mazatlán, S.A. de C.V.					
Promarex, S.A. de C.V.					
RG Alimentos del Mar, S.A. de C.V.					

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 3. Localización de la industria de conservas alimenticias (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad	
Sinaloa	Mazatlán	Sociedad Cooperativa de Productos Pesqueros	6	3	
Sonora	Guaymas	Barol, S.A. de C.V.	2	4	
		Pesquero Urimax, S.A.			
	Hermosillo	Espicias Castillo, S.A. de C.V.	2	4	
	Huatabampo	Beneficio de Pescado El Mayo, S.A. de C.V.	2	6	
		Conservas del Mayo, S.A. de C.V.			
		Empacadora del Noroeste, S.A. de C.V.			
		Enlatado de Productos Marinos El Mayo			
Productos Pesqueros del Golfo, S.A. de C.V.					
Tabasco	H. Cárdenas	La Mestiza	11	7	
	Villahermosa	Grupo Industrial Supremo	11	6	
Tamaulipas	Camargo	Francisco Javier Márquez Zapata	6	6	
	Cd. Victoria	Gisalamo, S.A. de C.V.	9	7	
		Grupo Industrial Santa Engracia, S.A. de C.V.			
Tampico	Distrib. de Alimentos Congelados de Tamaulipas	9	8		
Tlaxcala	Apizaco	Empac. El Mexicano y La Malinche, S.A. de C.V.	4	8	
	Huamantla	Industrias Alimenticias Nacionales, S.A. de C.V.	4	6	
Veracruz	Coatepec	Compañía Nestlé, S.A. de C.V.	10	9	
		Deriv. Industriales Veracruzanos, S.A. de C.V.			
	V. Ramírez	Hongos Riojal, S.A. de C.V.	10	9	
	Martínez de la Torre	Alimentos de Veracruz, S.A. de C.V.	10	8	
		Compañía Nestlé, S.A. de C.V.			
	Orizaba	Alimentos y Bebidas de Orizaba, S.A. de C.V.	10	8	
	Tihuatlán	Juguera Veracruzana, S.A. de C.V.	10	9	
	Veracruz		Agro-industrias de Veracruz, S.A. de C.V.	10	6
			Conservas Vermex, S.A.		
			Empacadora del Golfo de México, S.A.		
Empacadora El Trópico					
Hérdez, S.A. de C.V.					
Jarabes Veracruzanos, S.A. de C.V.					
Yucatán	Mérida	Atlántida del Sur, S.A. de C.V.	12	7	
		Industrializadora de Alimentos del Sureste, S.A.			
		La Anita Condimentos y Salsas, S.A. de C.V.			
		Priamo J. Gamboa, El Yucateco			
		Procesadora del Sureste			
		Productora de Alimentos Mexicanos, S.A. de C.V.			
		Productos Gary			
	Productos La Extra, S.A. de C.V.				
Umán	Procesadora de Jugos del Sureste, S.A. de C.V.	12	8		

(Directorio de la industria alimenticia, 1998; Directorio Nacional de Socios de la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 4. Localización de la industria de molindas de cereales.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Ags.	Aguascalientes	Productos de Maíz, S.A.	8	2
		Molino San Marcos, S.A. de C.V.		
B C	Tijuana	Molino Harinero El Rosal, S.A.	1	2
Coahuila	R. Arizpe	Maíz Industrializado Noroeste, S.A. de C.V.	6	3
	Saltillo	Molinos del Fénix, S.A.	6	3
Negociación Harinera de Saltillo, S.A.				
Chiapas	Arriaga	Harinera de Chiapas, S.A. de C.V.	11	8
Chihuahua	Chihuahua	Harinas de Chihuahua, S.A. de C.V.	6	3
		Molinos Azteca de Chihuahua, S.A. de C.V.		
Distrito Federal	México	Comercial Harinera Mexicana, S.A. de C.V.	13	1
	México	Central Harinera, S.A.		
	México	Cía. Harinera de México, S.A. de C.V.		
	México	Cía. Molinera Mexicana, S.A. de C.V.		
	México	El Duero, S.A. de C.V.		
	México	Extractos y Maltas, S.A.		
	México	Harinera Anáhuac, S.A. de C.V.		
	México	Harinera Nacional, S.A. de C.V.		
	México	Harinera Vasconia, S.A.		
	México	Harinera La Espiga, S.A. de C.V.		
	México	Indl. Molinera San Vicente de Paul, S.A. de C.V.		
	México	Maizoro, S.A. de C.V.		
	México	Molino de Trigo El Pilar, S.A. de C.V.		
México	Molino Hércules, S.A.			
Durango	Durango	Harinera La Providencia, S.A. de C.V.	7	6
Guanajuato	Celaya	Harinera Euskaro, S.A. de C.V.	8	4
Hidalgo	Tlaxcoapan	Molino San Pedro, S.A. de C.V.	9	7
Jalisco	Guadalajara	Cía. Harinera del Parayas, S.A.	8	2
Estado de México	Lerma	Ind. Molinera San Bartolomé, S.A. de C.V.	8	3
	Naucalpan	Molinera de México, S.A. de C.V.	13	1
	San Juan Teotihuacán	Maíz de Teotihuacán, S.A. de C.V.	13	3
		Distribuciones Indust. Mat, S.A. de C.V.		
	Tlalnepantla	Harinera Tlanepantla, S.A. de C.V.	13	1
		Maíz Industrializado del Centro, S.A. de C.V.		
		Molinos Vascos, S.A. de C.V.		
		Cía. Harinera de Toluca, S.A.		
	Toluca	Industrial Harinera Mexicana, S.A.	8	2
	Tultitlán	Anderson Clayton & Co., S.A. de C.V.	13	1
Xalostoc	Fca. de Harinas y Grasas Xalostoc, S.A. de C.V.	13	3	
Nuevo León	Cd. Guadalupe	Agroind. Integradas del Norte, S.A. de C.V.	6	3
		Molinos Azteca, S.A. de C.V.		
	Monterrey	Grupo Industrial Maseca, S.A. de C.V.	6	3
	San Nicolás de los Garza	Productos Vigar, S.A. de C.V.	6	3
Sta. Catarina	Mixco Internacional, S.A. de C.V.	6	3	
Oaxaca	Oaxaca	Cía. Granelera Mexicana, S.A. de C.V.	5	8
Puebla	Puebla	Harinera El Paraíso, S.A. de C.V.	4	4
		Industrial Harinera La Asunción, S.A. de C.V.		
		Molino Harinero San Blas, S.A. de C.V.		

Tabla 4. Localización de la industria de molindas de cereales (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Querétaro	Querétaro	Kellogg's de México, S.A. de C.V.	8	4
		Harinera Queretana, S.A. de C.V.		
	San Juan del Río	Harinera Taide, S.A. de C.V.	9	4
		Productos de Maíz, S.A. de C.V.		
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Harinas San Luis, S.A. de C.V.	7	2
		Harinera Tepeyac, S.A.		
Sinaloa	Culiacán	Harinera de Sinaloa, S.A.	3	6
	Los Mochis	MINSA	3	6
Sonora	Cajeme	Harinera de Maíz, S.A. de C.V.	2	6
	Hermosillo	Molino Harinero San Luis, S.A. de C.V.	2	4
		Molino La Fama, S.A. de C.V.		
	Navojoa	Molino de Navojoa, S.A. de C.V.	2	6
Tamaulipas	Altamira	Harinera de Tamaulipas, S.A. de C.V.	9	8
	Río Bravo	Industrias de Río Bravo, S.A. de C.V.	6	6
Veracruz	Chinameca	Harinera de Veracruz, S.A. de C.V.	10	8
Yucatán	Mérida	Harinera del Sureste	12	7
		Harinera de Yucatán, S.A. de C.V.		
Zacatecas	Guadalupe	Molinos Unidos del Centro, S.A. de C.V.	7	4

(Directorio de la industria alimenticia, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 5. Localización de la industria de beneficio del café.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad	
Coahuila	Torreón	San Feliz & Co., S.A. de C.V.	7	2	
	Saltillo	A. San Feliz, S.A.	6	3	
Chiapas	Cacahuatlán	Ejido Faja de Oro	11	8	
		Finca Hustimoc			
	Ciudad Hidalgo	Finca Alianza	11	8	
		Rancho Tezoatlán			
		Rancho Santa Lucrecia			
	Comaltitlán	Rancho el Estribo	11	8	
		Finca la Lima			
	Huehuetán	Rancho San Jorge	11	8	
		Finca Sta. Anita			
	Mazatán	Finca Irlanda	11	8	
		Rancho la Nueva Esperanza			
		Finca el Progreso			
		Spr. la Estrella de Soconusco			
		Finca María del Carmen			
	Motozintla	Spr. La Perla de Costán	11	8	
		Rancho el Carmen			
	Suchiate	Finca Santa Fe	11	8	
		Rancho Doña Nelly			
		Rancho la Maroma			
		Rancho Tierra Brava			
		Finca el Trocadero			
		Rancho la Herradura			
		Rancho Alegre			
	Tapachula	Rancho Mary Gabriela	11	8	
		Rancho Santa Clara			
		Rancho el Terco			
		Finca Alvaro Obregón			
Beneficiadora de Café California, S.R.L.					
Beneficiadora de Café San Jacinto, S.A.					
Café del Sur					
Finca Génova					
Finca las Conchas					
Finca Ediviges y Anexo					
Finca San Lorenzo					
Finca la Bondad					
Finca Covadonga					
Finca Chapultepec					
Finca Mexicanito					
Finca Alicia					
Finca el Zapote					
Tuzantlán	Finca Morelia	11	8		
	Finca Chiripa				
	Finca Maravillas				
Unión Juárez	Finca la Joya	11	8		
	Finca el Vergel				
Chihuahua	Chihuahua	Beneficio San Jerónimo	6	3	
	Guerrero	Atoyac de Álvarez	Beneficio de Café Río Santiago	7	5
			Inmecafé B.H. el Paraíso		
		Inmecafé B.H. San Vicente			

Tabla 5. Localización de la industria de beneficio del café (continuacion).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Oaxaca	Oaxaca	Beneficiadora y Exportadora de Cafés Finos, S.A. de C.V.	5	8
		Intercafé, S.A. de C.V.		
Puebla	San Andrés Cholula	Beneficio de Café San Juan	4	4
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Industrializadora de Café, S.A. de C.V.	7	2
Sinaloa	Mazatlán	Café El Marino, S.A. de C.V.	6	3
Sonora	Hermosillo	Cafés Solubles del Pacífico	2	4
Tabasco	Villahermosa	Grupo Industrial Supremo	11	6
Veracruz	Alto Lucero	B.C. el Pedregal	10	9
	Atoyac	B.C. Rancho María	10	9
	Atzalán	B.C. prod. Agrop. de Plan	10	9
		B.C. Arnely		
		B.C. la Reforma		
		B.C. Alfonso Andrade		
		B.C. Domingo Vicente		
	Camapa	B.C. Soc. Prod. Rur. Boca	10	9
	Catemaco	P.H. El Águila	10	7
	Coatepec	Beneficiadores y Exportadores	10	9
		Café Andrade		
		Café la Orduña S.A. de C.V.		
		Cafés Coatepec S.A. de C.V.		
		Café Industrializado Coatepec		
		Cafés Texim S.A. de C.V.		
		B.C. Bola de Oro		
		B.C. El Fundador		
	B.C. S. de Pca. Tuzamapán			
	B.C. Santa Teodora			
	B.C. Puerto Rico Inmecafé			
	Córdoba	B.C. José Luis Sainz	10	8
	Cosautlán de Carbajal	B.C. Unid. Peq. Prod. Café	10	9
		B.C. Pajaritos		
B.C. Soc. Prod. Rur. Río San				
Cafés del Trópico				
Chocamán	B.C. Chocamán Inmecafé	10	9	
	B.C. Soc. Prud. Rural			
Emiliano Zapata	B.C. Plan de Ayala	10	8	
	B.C. Grupo de Trabajo R.			
	B.C. Gpo de Trabajo No. 1 Pinote			
	B.C. Sector de Prod. Agropecuaria			
	B.C.H. Barranca San Miguel			
Fortín	B.C. Miguel Rodríguez	10	8	
	B.C. Barranca San Miguel			
	B.C. la Morena			
Huatusco	B.C. Cafetaleros de Fortín	10	9	
	B.C. La Fortuna Inmecafé			
	B.C. Cruxtetla Inmecafé			
	B.C. El Trimotor			
	B.C. Rubén Burbarella Samp.			
	B.C. La Ventura			
	B.C. Adán Burbarella Samp.			
	B.C. Roberto Sampieri			

Tabla 5. Localización de la industria de beneficio del café (continuación).

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Veracruz	Huatusco	B.C. Corporación Cabañas	10	9
		B.C. Los álamos S.A.		
		B.C. Rancho 5 de Mayo		
	Ixhuatlán del Café	B.C. Pizarrostla	10	9
		B.C. los Manantiales		
		B.C. Viadero Soc. Prod. Rural		
		B.C. Bordezueta Inmecafé		
	Iztaczoquitlán	B.C. Cafés Industriales	10	8
		Beneficiadora de Café, S.A. de C.V.	10	9
	B.C. Gobernador Miguel Pal.			
	B.C. Cafés de Jalapa S.A. de C.V.			
	B.C. El Castillo			
	Jalapa	B.C.H. Mario Piñero y Cía.	10	9
		B.C. San José la Concepción		
	Jilotepec	B.C. Salvador Marín	10	9
	Juchique de Ferrer	B.C. Húmedo Crisóforo		
		B.C. Juchique de Ferrer		
		B.C. La Esperanza		
		B.C. la Villa Rica		
		B.C. la Nueva Reforma		
		B.C. el Progreso		
		B.C. Omnicafé S.A. de C.V.		
	Misantla	B.C. Exportadora el Din.	10	9
		B.C. Guadalupe Victoria		
		B.C. Hémedo Doña Lolita		
		B.C. Vicente Guerrero		
	Naolinco	B.C. San Antonio	10	9
		B.C. La Cañada S.A. de C.V.		
	Teocelo	B.C. Juan E. Martínez	10	9
		Tepetlaxco	B.C. San José Temejape	10
	B.C. Zoilo Gasperin Zanata			
	Tezonapa	B.H. La Reforma	10	9
Inmecafé				
Tlapacoyan	B.C. don Felipe	10	9	
	B.C. Azintla			
	B.C. Capinal S.A. de C.V.			
	B.C. San Martín			
	B.H. Tepetlán			
Totula	B.C. Arroyo de Piedra	10	9	
	B.C. San José			
Totutla	B.C. los Robles	10	9	
	B.C. Totula			
Xico	B.C. Escobar	10	9	
	B.C. El Zapote			
	B.C. Coyopoyán			
Yecuatlán	B.C. Aresca S.A.	10	9	
	B.C. San Miguel			
	B.C. la Victoria			
Zentla	B.C. Arroyo la Garza	10	9	
	B.C. Méndez Cuervo			
	B.C. Finca El Refugio			
		B.C. Corona Villa Lidio	10	9

<b>Indicadores industriales en el uso del agua</b>	<b>Industria alimenticia</b>
----------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 6. Localización de la industria de panadería.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
B C	Tijuana	Marinela Baja California, S.A. de C.V.	1	2
Distrito Federal	México	Cersol, S.A.	13	1
	México	Panificación Bimbo, S.A. de C.V.		
	México	Wonder Continental de Alimentos, S.A. de C.V.		
	México	Galletas de Calidad, S.A. de C.V.		
	México	Galletas Lara, S.A. de C.V.		
	México	Mac'Ma, S.A. de C.V.		
México	Grupo Gamesa, S.A. de C.V.			
Chiapas	San Cristóbal de las Casas	El Mayoreo de San Cristóbal, S.A. de C.V.	11	8
Guanajuato	Celaya	Grupo Gamesa, S.A. de C.V.	8	4
	Irapuato	Bimbo del Centro, S.A. de C.V.	8	4
Jalisco	Guadalajara	Bimbo de Occidente, S.A. de C.V.	8	2
		Grissini, S.A.		
		Panificadora El Panqué, S.A.		
		Productos y Alimentos Mexicanos, S.A. de C.V.		
Estado de México	Ecatepec	Alex Fort, S.A.	13	1
	Naucalpan	Ingeniería Técnica en Alimentos, S.A. de C.V.	13	1
		Milco, S.A. de C.V.	13	1
	Tlalnepantla	Alimentos Integrales Roal, S.A. de C.V.	13	1
	Toluca	Bimbo de Toluca, S.A. de C.V.	8	2
Fábrica de Galletas La Moderna, S.A.				
Nuevo León	Monterrey	Bimbo del Norte, S.A. de C.V.	6	3
		Nabisco, S.A. de C.V.		
	San Nicolás de los Garza	Grupo Gamesa, S.A. de C.V.	6	3
		Marinela del Norte, S.A. de C.V.		
Sta. Catarina	Mixco Internacional, S.A. de C.V.	6	3	
Puebla	Puebla	Bimbo de Puebla, S.A. de C.V.	4	4
		Galletera Italiana, S.A. de C.V.		
		Nueva Galletera Veracruzana, S.A. de C.V.		
Querétaro	Querétaro	Galletas CC	8	4
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Alimentos Mexicanos de Antaño, S.A. de C.V.	7	2
Sinaloa	Mazatlán	Bimbo del Pacífico, S.A. de C.V.	3	6
Sonora	Cajeme	Gamesa, S.A. de C.V.	2	6
	Hermosillo	Bimbo del Noroeste, S.A. de C.V.	2	4
Tabasco	Villahermosa	Bimbo del Sureste, S.A. de C.V.	11	6
Tamaulipas	Reynosa	Panificación Bimbo, S.A. de C.V.	6	6
		Productos Marinela, S.A. de C.V.		
Veracruz	Veracruz	Bimbo del Golfo, S.A. de C.V.	10	6
Yucatán	Mérida	Bimbo de Yucatán, S.A. de C.V.	12	7
		Grupo Gamesa, S.A. de C.V.		

(Directorio de la industria alimenticia, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

Tabla 7. Localización de la industria de aceites y grasas comestibles.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
BC	Tijuana	Baja Foods Internacional, S.A. de C.V.	1	2
Coahuila	Torreón	Cía. Mantequera de Torreón, S.A. de C.V.	7	2
Colima	Colima	Industrial Aceitera de Colima, S.A.	8	7
Distrito Federal	México	Aceite Casa, S.A. de C.V.	13	1
	México	Aceites y Grasas Valmex, S.A. de C.V.		
	México	Aceites y Jabones, S.A. de C.V.		
	México	Praxair, S.A. de C.V.		
	México	Ardura de México, S.A. de C.V.		
México	Productos Industriales de Grasa, S.A. de C.V.			
Durango	Gómez Palacio	ADM Bioproductos, S.A. de C.V.	2	7
Jalisco	Guadalajara	Aceitera El Gallo, S.A. de C.V.	8	2
		Aceitera Tapatía, S.A. de C.V.		
		Aceites Grasas y Derivados, S.A. de C.V.		
		Aceites Vegetales Finos, S.A. de C.V.		
		Fábrica de Aceites La Central, S.A. de C.V.		
		Grasas Vegetales, S.A. de C.V.		
	Oleaginosas de Occidente, S.A. de C.V.			
Productos de Maíz, S.A. de C.V.				
Salto	Aceitera Vegetal El Salto, S.A. de C.V.	8	4	
Estado de México	Naucalpan	Marga de México	13	1
		Aceites Industriales El Zapote, S.A. de C.V.		
	Tlalnepantla	Arancia - CPC, S.A. de C.V.	13	1
		Hidrogenadora Nacional, S.A. de C.V.		
	Tultitlán	Anderson Clayton & Co., S.A. de C.V.	13	1
Xalostoc	Fábrica de Jabón La Corona, S.A. de C.V.	13	3	
Michoacán	Morelia	Negociación Industrial Santa Lucía, S.A. de C.V.	8	6
		Tron Hermanos, S.A. de C.V.		
Nuevo León	Monterrey	Algodones y Aceites Mexicanos, S.A.	6	3
		Cía. Mantequera Monterrey, S.A. de C.V.		
Puebla	Puebla	Aceitera El Paraíso, S.A. de C.V.	4	4
	Tehuacán	Aceites y Proteínas El Calvario	10	4
Sinaloa	Ahome	Pasta y Aceite Corerepe, S.A. de C.V.	3	6
	Los Mochis	Vegetales y Pigmentos Naturales, S.A.	3	6
Sonora	Cajeme	Aceite, S.A. de C.V.	3	6
	Hermosillo	Aceites y Derivados del Pacífico	2	4
Veracruz	Córdoba	Industrial Patrona	10	8
Yucatán	Mérida	Hidrogenadora Yucateca, S.A. de C.V.	12	7

(Directorio de la industria alimenticia, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

Tabla 8. Localización de aceites y grasas comestibles.

Estado	Municipio	Razón social	Región admva.	Zona de disponibilidad
Distrito Federal	México	Indulsa La Fortuna, S.A. de C.V.	13	1
		CARR, S.A.		
	México	Tutsi, S.A. de C.V.		
		Chiclera Americana, S.A. de C.V.		
	México	Productos Nipón, S.A.		
	México	Cocoas y Chocolates La Corona, S.A. de C.V.		
	México	Ferrero de México, S.A. de C.V.		
	México	Mac'ma, S.A. de C.V.		
Jalisco	El Salto	Hershey México, S.A. de C.V.	8	4
		Nacional de Dulces, S.A. de C.V.		
	Guadalajara	Barcel, S.A.	8	2
		Chocolate Ibarra, S.A. de C.V.		
		Chocolatera de Jalisco, S.A. de C.V.		
		Fábrica de Dulces Jalisco, S.A. de C.V.		
	Distribuidora Coronado de Occidente, S.A. de C.V.			
Estado de México	Cuautitlán	Nueva Marve, S.A. de C.V.	13	1
	Lerma	Fábrica de Dulces el Cerezo, S.A. de C.V.	8	3
Morelos	Xochitepec	Industrias Tuñas, S.A. de C.V.	4	7
Nuevo León	Monterrey	Fábrica de Dulces La Gardenia de Monterrey, S.A. de C.V.	6	3
Puebla	Puebla	Chicle Adam's, S.A. de C.V.	4	4
		Tecmaq		
San Luis Potosí	San Luis Potosí	Chicles Canel's, S.A. de C.V.	7	2
		Costanzo, S.A. de C.V.		
Veracruz	Córdoba	Chocolate Ideal, S.A. de C.V.	10	8

(Directorio de la industria alimenticia, 1998 y Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, 1999)

El libro *Indicadores industriales en el uso del agua. Industria alimenticia* se terminó de imprimir el mes de noviembre de 2001 en los talleres de Carlos Alvarado Bremer-Impresión y Diseño S. A., Av. Río Churubusco 2005, Col. El Rodeo, México, DF. La edición consta de quinientos ejemplares.



**IMTA**  
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

---

**CENTRO DE CONSULTA DEL AGUA**

**PAPELETA DE DEVOLUCION**

El lector se obliga a devolver este libro antes del  
vencimiento del prestamo señalado por el último sello

--	--	--

Apartado Postal 202 CIVAC, Mor. 62500  
Jiutepec, Mor.



