

Director del capítulo
Michael McCann



Sumario

Perfil general	
<i>Debra Osinsky</i>	88.2
Curtido, acabado de pieles	
<i>Dean B. Baker</i>	88.2
Industria peletera	
<i>P.E. Braid</i>	88.5
Calzado, industria	
<i>F.L. Conradi y Paulo Portich</i>	88.7
Efectos sobre la salud y pautas patológicas	
<i>Frank B. Stern</i>	88.9
Cuestiones ambientales y de salud pública	
<i>Jerry Spiegel</i>	88.10

● PERFIL GENERAL

Debra Osinsky

Las pieles y el cuero fabricados a partir de pellejos curtidos de animales se utilizan desde hace miles de años para confeccionar prendas de vestir. La industria de la piel y el cuero sigue siendo importante en la actualidad. Con las pieles se fabrican gran variedad de prendas exteriores, como abrigos, chaquetas, sombreros, guantes y botas, así como adornos para otros tipos de prendas. El cuero se utiliza para confeccionar prendas y puede emplearse en la fabricación de otros productos, como la tapicería para automóviles y muebles, y una amplia gama de artículos de piel, como correas de reloj, bolsos y artículos de viaje. El calzado es otro producto tradicional del cuero.

Entre los animales cuya piel se aprovecha industrialmente figuran especies acuáticas como el castor, la nutria, el ratón almizclero y la foca; especies terrestres del hemisferio septentrional, como el zorro, el lobo, el visón, la comadreja, el oso, la marta y el mapache; y especies tropicales como el leopardo, el ocelote y la onza. Además, se aprovecha la piel de las crías de ciertos animales, como las vacas, caballos, cerdos y cabras. Aunque la mayoría de todos estos animales se cazan con cepos, el visón concretamente se cría en granjas peleteras.

Producción

Las principales fuentes de cuero son el ganado vacuno, los cerdos, los corderos y las ovejas. En 1990, Estados Unidos era el principal productor de cueros y pieles de origen bovino. Otros importantes productores son Alemania (antigua República Federal), Argentina, Australia, China, Francia, e India. Australia, China, la Federación Rusa, India, Nueva Zelanda, el Reino Unido, la República Islámica de Irán y Turquía son importantes fabricantes de pieles de ovinos. Las pieles de cabra se producen en su mayor parte en China, India y Pakistán. Los principales productores de pieles de cerdo son China, Europa Oriental y la antigua URSS.

Un análisis preparado por Landell Mills Commodities Studies (LMC) para la Organización Internacional del Trabajo (OIT) muestra que el mercado internacional de pieles está dominado cada vez más por unos pocos países productores de América del Norte, Europa Occidental y Oceanía, que permiten la libre exportación de pieles en cualquier forma. La industria del curtido en los Estados Unidos se ha ido reduciendo constantemente desde 1981, mientras que la mayoría de las fábricas de curtidos supervivientes del norte de Europa se han diversificado con el fin de reducir su dependencia del mercado del cuero para calzado. La producción mundial de calzado ha seguido desplazándose principalmente al sudeste de Asia (OIT 1992).

Varios factores influyen en la demanda global de cuero en todo el mundo: el nivel de ingresos, su tasa de crecimiento y su distribución; el precio del cuero en comparación con los materiales alternativos; y los cambios en la preferencia de los consumidores por el cuero sobre los materiales alternativos en distintos productos.

El sector usuario final que más rápidamente crece en la industria del curtido ha sido el de tapizado en piel, que representó aproximadamente un tercio de la producción mundial de cuero bovino de alta calidad en 1990. Más de un tercio de toda la piel para tapizado se destina a la industria de los vehículos y, según las previsiones de LMC, las perspectivas de este subsector son bastante brillantes. La proporción de coches con este tipo de tapizado ha aumentado fuertemente durante el decenio de 1990.

La demanda de prendas de piel viene determinada principalmente por los ingresos y la moda, en tanto que esta última influye particularmente en la demanda de tipos concretos de

piel. Por ejemplo, una fuerte demanda de la piel ovina más suave y flexible motivó la producción de la napa para prendas de moda a partir de pieles ovinas y cueros vacunos.

Los principales productores de pieles de visón en 1996 fueron Canadá, la Federación Rusa, los países escandinavos y Estados Unidos.

Entre 1980 y 1989, el empleo de mano de obra en el sector del cuero aumentó en China, Hungría, India, Indonesia, República de Corea, Uruguay y Venezuela y disminuyó en Australia, Colombia, Filipinas, Kenya, Polonia y Estados Unidos. El empleo en la elaboración del cuero también disminuyó en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia. En Botswana, el empleo en la industria de la piel se redujo sensiblemente en 1986, y luego experimentó un acentuado aumento, duplicando en 1988 el nivel de 1980.

Existen varias cuestiones que afectarán a la futura producción y empleo en las industrias del cuero, el calzado y la peletería. Las nuevas tecnologías, el traslado de la producción de calzado a países en vías de desarrollo y la legislación medioambiental en la industria del curtido seguirán afectando a las aptitudes y la salud y seguridad de los trabajadores de estas industrias.

● CURTIDO, ACABADO DE PIELES

*Dean B. Baker**

El curtido es el proceso químico mediante el cual se convierten los pellejos de animales en cuero. El término *cuero* designa la cubierta corporal de los grandes animales (por ejemplo, vacas o caballos), mientras que *piel* se aplica a la cubierta corporal de animales pequeños (por ejemplo, ovejas). Los cueros y pieles son en su mayor parte subproductos de mataderos, aunque también pueden proceder de animales fallecidos de muerte natural, cazados o atrapados en cepos. Las curtidurías están situadas generalmente cerca de las zonas de cría de ganado; sin embargo, los cueros y pieles pueden prepararse y transportarse antes del curtido, por lo que la industria está muy esparcida.

El proceso de curtido consiste en reforzar la estructura proteica del cuero creando un enlace entre las cadenas de péptidos. El cuero consta de tres capas: epidermis, dermis y capa subcutánea. La dermis comprende aproximadamente un 30 a un 35 % de proteína, que en su mayor parte es colágeno, siendo el resto agua y grasa. La dermis se utiliza para fabricar la piel después de eliminar las demás capas con medios químicos y mecánicos. En el proceso de curtido se emplean ácidos, álcalis, sales, enzimas y agentes curtientes para disolver las grasas y las proteínas no fibrosas y para enlazar químicamente las fibras de colágeno entre sí.

El curtido se practica desde tiempos prehistóricos. El sistema más antiguo se basa en la acción química de material vegetal que contiene tanino (ácido tánico). Se obtienen extractos de las partes de plantas que son ricas en tanino y se procesan convirtiéndose en líquidos curtientes. Los cueros se remojan en fosos o tinajas de líquidos cada vez más concentrados hasta que se curten, lo cual puede tardar semanas o meses. Este proceso se utiliza en los países de escasos recursos tecnológicos. Se emplea también en países desarrollados para producir cueros más firmes y gruesos para suelas de zapatos, bolsos, artículos de viaje y correas, aunque se han introducido cambios para reducir el tiempo necesario. El curtido químico, que utiliza sales minerales como el sulfato de cromo, se introdujo en el siglo XIX y se ha convertido en el proceso principal para la producción de piel

* Parte del texto se ha recogido con modificaciones del artículo del que es autor V.P. Gupta en la tercera edición de esta *Enciclopedia*.

Figura 88.1 • Trabajo manual en una curtiduría de Afganistán.



más suave y delgada para artículos como bolsos, guantes, prendas de vestir, tapicería y calzado. El curtido también puede realizarse utilizando aceites de pescado o taninos sintéticos.

La escala y tipología de instalaciones de curtido son muy variadas. Algunas fábricas poseen sistemas altamente mecanizados y utilizan sistemas automáticos cerrados y muchos productos químicos, mientras que otras todavía emplean mucha mano de obra y sustancias curtientes naturales con técnicas que no han variado esencialmente en el curso de los siglos (véase la Figura 88.1). El tipo de producto necesario (por ejemplo, cuero de gran resistencia o pieles finas flexibles) influye en la elección de los agentes curtientes y el acabado necesarios.

Descripción del proceso

La producción de piel puede dividirse en tres fases: preparación del cuero para el curtido, que incluye procesos como la eliminación del pelo y la carne adherida; proceso de curtido y proceso de acabado. El acabado incluye tareas mecánicas para dar forma y alisar la piel, y métodos químicos para colorear, lubricar, suavizar y aplicar un acabado superficial a la piel (véase la Figura 88.2). Todos estos procesos pueden tener lugar en las mismas instalaciones, aunque es común que el acabado se realice en instalaciones distintas del curtido con el fin de aprovechar los costes de transporte y los mercados locales. De ahí la posibilidad de contaminación cruzada entre los procesos.

Curado y expedición. Como las pieles y los cueros en bruto se deterioran rápidamente, se conservan y desinfectan antes de expedirlos a la curtiduría. Se extraen del almacén o canal y luego se conservan mediante cura. Esta puede realizarse por una amplia variedad de medios. El curado mediante secado es adecuado en regiones en las que se dan las condiciones climáticas de calor y ambiente seco. La operación de secado consiste bien en estirar las pieles sobre bastidores, bien en extenderlas en el suelo bajo la acción del calor del sol. El secado con sal, otro método utilizado, consiste en frotar el lado de la carne con sal. La cura con salmuera o salazón consiste en sumergir los cueros en una solución de cloruro sódico a la que puede haberse añadido naftaleno. Es el método más común de conservación en los países desarrollados.

Antes de expedirlos, los cueros suelen tratarse con DDT, cloruro de zinc, cloruro de mercurio, clorofenoles u otros agentes desinfectantes. Estas sustancias pueden representar riesgos tanto en el lugar de curado como a la recepción en la fábrica.

Preparación. Los cueros y pieles curados se preparan para curtir mediante diversas operaciones, que se denominan colectivamente operaciones de ribera. Primero se seleccionan los cueros, se recortan y seguidamente se lavan en tinajas o tambores. Desinfectantes como polvo blanqueador, fluoruro sódico y cloro en el agua impiden la putrefacción de los cueros. Se añaden al agua productos químicos como sosa cáustica, sulfuro sódico y tensoactivos para acelerar el remojo de las pieles saladas o secadas.

A continuación, las pieles y cueros remojados se encalan sumergiéndolos en una lechada de cal para desprender la epidermis y las raíces de los pelos y para eliminar otras grasas y proteínas solubles indeseables. En otro método se aplica una pasta depilatoria a base de cal, sulfuro y sal al lado de la piel que está en contacto con la carne, con el fin de economizar pelo y lana. Los cueros encalados se tratan para eliminar los pelos sueltos y se descarnan. Luego se eliminan mecánicamente los residuos epidérmicos y las finas raíces de los pelos mediante la operación denominada labrado.

Estas operaciones van seguidas de la descalcificación y maceación con sales estabilizadoras, como sulfato amónico o cloruro amónico, y la acción de los enzimas proteolíticos neutraliza la elevada alcalinidad de los cueros encalados. En el piquelado, los cueros se ponen en un entorno ácido formado por cloruro sódico y ácido sulfúrico. El ácido es necesario porque los agentes curtientes de cromo no son solubles en condiciones alcalinas. Los cueros curtidos con materia vegetal no necesitan piquelarse.

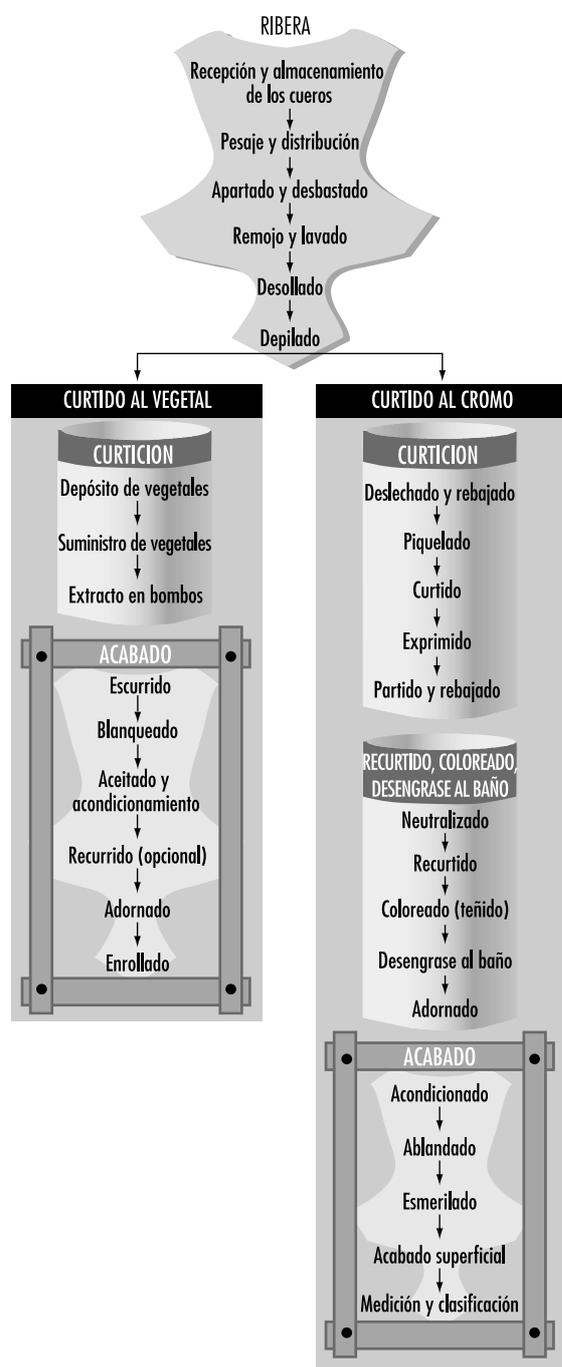
Muchas de las operaciones de ribera se realizan procesando los cueros en grandes fosos, tinajas o tambores. Las soluciones se trasladan a los recipientes a través de tuberías o se vierten en los mismos y posteriormente se vacían a través de tuberías o en los desagües abiertos en la zona de trabajo. Los productos químicos pueden añadirse a los recipientes mediante tuberías o manualmente. Se necesita una buena ventilación y equipo de protección personal para evitar la exposición respiratoria y dérmica.

Instalación de curtición. Pueden emplearse varias sustancias para curtir, pero la principal distinción está entre el curtido vegetal y al cromo. El curtido vegetal puede realizarse en foso o en bombos giratorios. El curtido rápido, en el que se emplean elevadas concentraciones de taninos, se realiza en tambores giratorios. El proceso de curtido al cromo que se emplea con la mayor frecuencia es el método de un solo baño, en el cual los cueros se tratan en una solución coloidal de sulfato de cromo (III) hasta que se completa el curtido. En el pasado se utilizaba un proceso de curtido al cromo de dos baños, pero implicaba la exposición potencial a sales de cromo hexavalentes y requería más manipulación manual de los cueros. En la actualidad, el proceso de dos baños se considera anticuado y raramente se utiliza.

Una vez curtido, el cuero es procesado para darle forma y acondicionarlo. El cuero se retira de la solución y el exceso de agua se elimina por escurrido. El cuero al cromo debe neutralizarse después de curarse. El dividido es la división longitudinal del cuero húmedo o seco que es demasiado grueso, para artículos como piel para empeines de calzado y artículos de piel. Se emplean máquinas de cilindrar con cuchillas cortadoras para reducir el cuero al espesor deseado. Puede desprenderse una gran cantidad de polvo cuando el cuero es dividido o rebajado mientras está seco.

Recurtido, coloreado y engrase en baño. Después del curtido, la mayoría de cueros, salvo los destinados a suelas de zapatos, se someten a coloreado (tintura). En general, el coloreado se realiza en lotes; las operaciones de recurtido, coloreado y engrase en baño se ejecutan todas ellas sucesivamente en el mismo tambor con operaciones intermedias de lavado y secado. Se emplean

Figura 88.2 • Procesos típicos de curtido y acabado del cuero.



tres tipos principales de tintes: ácidos, básicos y directos. Se utilizan mezclas de tintes para obtener el matiz exacto deseado, por lo que la composición no es siempre conocida, salvo por el proveedor. La finalidad del engrase en baño es lubricar el cuero para darle resistencia y flexibilidad. Se emplean aceites, grasas naturales, sus productos de transformación, aceites minerales y varias grasas sintéticas.

Acabado. Después del secado, el cuero curtido al vegetal se somete a operaciones mecánicas (fijado y cilindrado) y se le aplica un pulido final. El proceso de acabado del cuero al cromo

incluye una serie de operaciones mecánicas y normalmente la aplicación de una capa de cobertura a la superficie del cuero. El ablandado es una operación mecánica de batido que se utiliza para hacer el cuero más suave. Para mejorar el aspecto final, el lado de flor del cuero se esmerila utilizando un cilindro de esmerilado. Este proceso genera una gran cantidad de polvo.

Se aplica un acabado superficial final que puede contener disolventes, plastificantes, aglutinantes y pigmentos. Estas soluciones se aplican mediante felpas, por revestimiento con flujo o por rociadura. Algunas fábricas de curtidos emplean mano de obra para aplicar el acabado utilizando felpas, pero esta operación generalmente la realizan las máquinas. En el revestimiento por flujo, la solución se bombea a un depósito situado por encima de la cinta transportadora que traslada el cuero, y fluye sobre el mismo. En la mayoría de casos, los cueros pintados o rociados no se secan en estufas, sino en bandejas colocadas en estanterías. Esta práctica proporciona una amplia superficie de evaporación y contribuye a la contaminación del aire.

Riesgos y su prevención

Riesgos de infección. En las primeras fases de las operaciones de ribera puede haber cierto riesgo de infección debido a zoonosis procedente de los cueros en bruto. El ántrax era un riesgo reconocido entre los trabajadores que manipulaban cueros y pieles, especialmente cueros secos y salados. Este riesgo ha sido prácticamente eliminado en las curtidurías debido a la desinfección de los cueros antes de su envío a las instalaciones. Pueden formarse colonias de hongos en los cueros y en la superficie de los líquidos.

Accidentes. Los suelos resbaladizos, mojados y grasientos constituyen un serio riesgo en todos los lugares de una fábrica de curtidos. Todos los suelos deberán ser de material impermeable, tener una superficie uniforme y estar bien drenados. Son imprescindibles un buen mantenimiento y orden y un alto nivel de limpieza. El traslado mecanizado de los cueros y las pieles de una operación a otra y el desagüe de los líquidos de las tinas y tambores ayudarán a reducir los derrames y los problemas ergonómicos de manipulación manual. Los fosos y las tinas deben dotarse de vallas para evitar lesiones por escaldadura, así como el peligro de perecer ahogado.

Existen muchos riesgos relacionados con las piezas de funcionamiento de las diversas máquinas, como los tambores giratorios, rodillos en movimiento y cuchillas. Debe disponerse de protecciones eficaces. Es preciso aplicar también protecciones a toda la maquinaria de transmisión, correas, poleas y engranajes.

Varias operaciones implican el levantamiento manual de los cueros y pieles, lo cual representa un riesgo ergonómico. El ruido relacionado con la maquinaria es otro riesgo potencial.

Polvo. Se genera polvo en varias operaciones de curtido. Puede producirse polvo químico durante la carga de los tambores de procesamiento de cueros. El polvo del cuero se produce durante las operaciones mecánicas. El esmerilado representa la principal fuente de polvo. El polvo en los talleres de curtido puede impregnarse con productos químicos, así como con fragmentos de pelo, moho y excrementos. Para su eliminación se precisa una ventilación eficaz.

Riesgos por productos químicos. La gran variedad de ácidos, álcalis, taninos, disolventes, desinfectantes y otros productos químicos utilizados pueden ser irritantes para las vías respiratorias y la piel. El polvo de materiales curtientes vegetales, la cal y el cuero y las neblinas y vapores de productos químicos que se presentan en los distintos procesos pueden causar bronquitis crónica. Varios productos químicos implican riesgo de dermatitis por contacto. Puede producirse ulceración por cromo en el curtido al cromo, especialmente en las manos. En las operaciones de ribera se producen principalmente exposiciones a compuestos de azufre como sulfuros y sulfatos. Como se trata de

sustancias alcalinas, existe la posibilidad de que se genere sulfuro de hidrógeno si estas sustancias entran en contacto con ácidos.

Los agentes cancerígenos potenciales utilizados en el curtido y el acabado del cuero son las sales de cromo hexavalentes (en el pasado), tintes de anilina y azoicos, taninos vegetales, disolventes orgánicos, formaldehído y clorofenoles. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) evaluó la industria del curtido a principios del decenio de 1980 y sacó la conclusión de que no había pruebas que indicaran una asociación entre el curtido del cuero y el cáncer nasal (IARC 1981). Informes de casos reales y estudios epidemiológicos desde que la IARC efectuó su evaluación han indicado un creciente riesgo de cáncer entre los trabajadores de curtido y acabado del cuero, incluyendo cáncer de pulmón, cáncer sinusal y cáncer de páncreas asociados con el polvo y el curtido del cuero (Mikoczy y cols. 1996), así como cáncer de vejiga y de testículos asociado con tintes o disolventes utilizados en el proceso de acabado (Stern y cols. 1987). Ninguna de estas asociaciones está claramente establecida en estos momentos.

● INDUSTRIA PELETERA

*P.E. Braid**

Desde los primeros tiempos se han utilizado medios rudimentarios para conservar las pieles, que todavía se practican en muchas partes del mundo. Normalmente, después de raspada la piel y limpiada por lavado, se impregna con aceite animal, que sirve para conservarla y hacerla más flexible. Después puede batirse o masticarse para conseguir una buena impregnación con el aceite.

En la moderna industria peletera, las pieles se obtienen de granjeros, ceperos o cazadores. En esta fase, las pieles se han desenfundado del animal muerto, se han desollado, eliminando los depósitos de grasa por raspado, y se han estirado y secado al aire. La industria peletera clasifica las pieles según factores como el estado general, la longitud, el rizado y el dibujo del pelo. Todas ellas pasan por una serie de operaciones de tratamiento para conservarlas (véase la Figura 88.3). También pueden teñirse. El tratamiento y la tintura se efectúan en lotes, y generalmente por piezas se trasladan de una operación a otra mediante carretillas manuales.

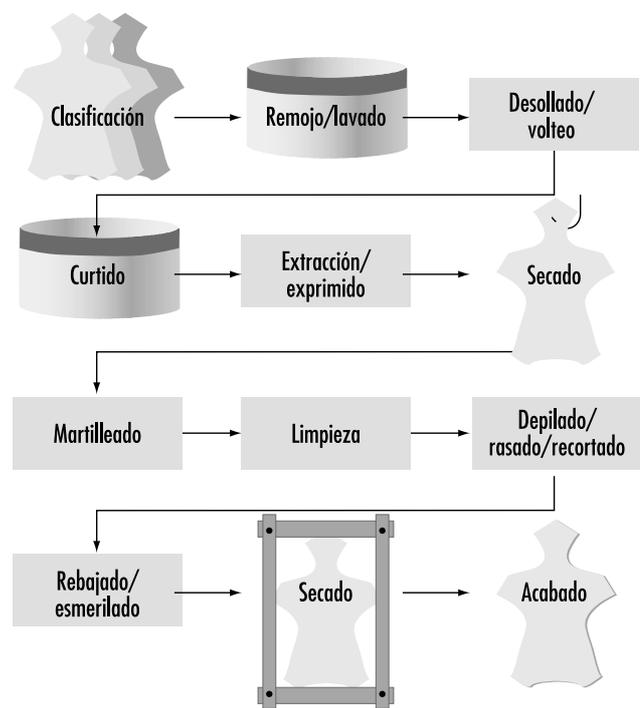
Tratamiento de las pieles

En primer lugar, se clasifican las pieles, se les aplica una marca de identificación y se abren utilizando cuchillas y cortadoras mecánicas. Seguidamente se remojan en agua con sal en tinas o barriles durante varias horas para ablandarlas (véase la Figura 88.4). A menudo se utilizan palas rotativas para ayudar en el remojo. A veces se emplea ácido fórmico, ácido láctico y ácido sulfúrico en la operación de remojo. Seguidamente se elimina el exceso de agua en tambores giratorios.

Luego, la cara inferior de la piel se pasa por máquinas descarnadoras de cuchillas redondas muy afiladas por obreros denominados pelambreros (Figura 88.5). También se efectúa el giro manual de dentro afuera y el recorte con cuchillas. Esta operación elimina el tejido conjuntivo suelto de la cara inferior de la piel. Su objeto es eliminar al máximo posible todo tejido que no esté implicado en la fijación del pelo, con lo que se consigue el máximo grado de ligereza y flexibilidad de la piel.

* Adaptado del artículo de este autor incluido en la tercera edición de la *Enciclopedia*. Se agradece a Gary Meisel y a Tom Cunningham, del Sindicato Unido de Trabajadores del Comercio y la Alimentación, la revisión y adaptación que han hecho del mismo.

Figura 88.3 • Diagrama de tratamiento de las pieles.



Ahora las pieles quedan listas para su curtido y se remojan en solución de alúmina en fosos o tinas. Al igual que para el remojo, se utilizan palas. La solución de alúmina se acidula algo, generalmente con ácido clorhídrico o sulfúrico. El tratamiento con alúmina puede efectuarse en solución acuosa o de aceite. Se extrae el exceso de líquido y las pieles se secan en cámaras de secado especiales para fijar el colágeno de la piel.

Las pieles curtidas se tratan seguidamente con una solución de aceite en una máquina martilleadora o de tipo similar para que el aceite penetre bien en ellas. Seguidamente se limpian en tambores giratorios que contienen serrín, que absorbe la humedad y el exceso de aceite.

Figura 88.4 • Departamento de remojo en un taller de procesado de pieles.



Office du Film de Québec

Figura 88.5 • Descarnado a máquina de pieles de cordero.



Office du Film de Québec

Las pieles contienen pelos protectores, así como fibras más suaves. Los pelos protectores son más rígidos y largos que las fibras y, según el tipo de piel y el producto final deseado, estos pelos pueden eliminarse parcial o totalmente por depilación a máquina o manual. Algunas pieles también requieren rasado o recorte con cuchillas (véase la Figura 88.6).

Otras operaciones son el aceitado o "rebajado" con máquinas descarnadoras de cuchilla redondas, el pulido con esmeriles, el secado y el acabado. Esta última operación puede incluir el desengrase, estirado, limpieza, pulido, cepillado y lustrado con lacas y resinas.

Tintura

Aunque la tintura de las pieles no se consideraba favorablemente en otro tiempo, en la actualidad constituye una tarea aceptada de la preparación de las pieles y se practica ampliamente. Puede realizarse al mismo tiempo que el curtido o en una operación posterior. El procedimiento habitual implica el tratamiento con una solución alcalina débil (por ejemplo, carbonato sódico) para eliminar la suciedad y los residuos de aceite. Seguidamente las

Figura 88.6 • Operación de rasado en pieles de castor canadiense.



Office du Film de Québec

Figura 88.7 • Operarios cosiendo pieles a máquina



Office du Film de Québec

pieles se remojan en una solución de mordiente (por ejemplo, sulfato férrico), tras lo cual se maceran en solución de tinte hasta que se obtiene el color deseado. Luego se aclaran repetidamente y se secan en tambor con ayuda de serrín.

En la tintura pueden utilizarse otros muchos productos químicos, como el amonio, cloruro amónico, formaldehído, peróxido de hidrógeno, acetato o nitrato de plomo, ácido oxálico, perborato sódico, tintes de p-fenilendiamina, tintes de bencidina, etc.

Fabricación de prendas de peletería

Antes de confeccionarse en prendas de vestir, las pieles pueden cortarse y estirarse por corte y recosido. Esto implica realizar una serie de cortes en diagonal o en forma de V muy juntos, tras lo cual la piel se estira para alargarla o ensancharla según sea necesario. Seguidamente se recose (véase la Figura 88.7). Este tipo de operación requiere gran destreza y experiencia. Luego se humedece a fondo y se coloca y fija sobre una tabla según un patrón marcado con tiza, se deja secar y se cose. La aplicación del forro y otras operaciones de acabado completan la prenda.

Riesgos y su prevención

Accidentes

Algunas de las máquinas utilizadas en la elaboración de las pieles presentan serios riesgos a menos que se instale una protección suficiente: en particular, todos los tambores deben protegerse con una puerta de enclavamiento y las centrifugas utilizadas para la extracción de la humedad han de proveerse de tapas de enclavamiento; las máquinas para corte de las pieles han de estar totalmente cubiertas, salvo en las aberturas de entrada y salida de las pieles.

Las tinajas han de cubrirse o equiparse con barandillas suficientes para evitar una inmersión accidental. Las caídas en suelos mojados y resbaladizos pueden evitarse en gran manera manteniendo las superficies impermeables en buen estado, bien drenadas y sujetas a una limpieza frecuente. Las tinajas de teñir deben rodearse de canales de desagüe. Los accidentes causados por herramientas manuales pueden reducirse si las empuñaduras están bien diseñadas y las herramientas son objeto de un buen mantenimiento. En el sector de la peletería, las máquinas de coser requieren una protección similar a la utilizada en la industria de la confección (por ejemplo, protección en los mecanismos de impulsión y de las agujas).

Riesgos para la salud

El uso por la industria peletera de una elevada proporción de pieles de animales criados en cautividad ha reducido considerablemente la posibilidad de transmisión de enfermedades de los animales al personal que trabaja con las pieles. Sin embargo, puede producirse ántrax en los trabajadores que manipulan animales muertos, pieles, cueros o pelos de animales infectados; es posible vacunar a todas las personas en contacto con los animales. Todos los participantes han de conocer el riesgo y han de poder notificar de inmediato cualquier síntoma sospechoso.

Varios productos químicos utilizados en la industria peletera son irritantes potenciales de la piel. Se trata de los álcalis, ácidos, alúmina, cromatos, agentes blanqueadores, aceites, sal y los compuestos implicados en el proceso de tintura, incluidos varios tipos de tintes y mordientes.

La apertura de balas tratadas con polvos medicinales en sus países de origen, el tamboreado, la depilación y el rasado pueden generar polvo irritante. En las tintorerías, donde se pesan y cuecen sales de plomo, cobre y cromo (y posiblemente tintes carcinógenos), también existe el riesgo de ingestión de polvos tóxicos. Pueden desprenderse vapores perjudiciales de los disolventes y los productos químicos de fumigación. Existe asimismo la posibilidad de que se desarrolle sensibilidad por contacto (alergia) a algunos de estos productos químicos o al polvo de uno o más de los tipos de pieles que se manipulan.

La protección principal contra los riesgos del polvo y los vapores es un adecuado sistema de extracción localizada; también se precisa una buena ventilación general en todo el proceso. Unas buenas normas de mantenimiento del orden y la limpieza son importantes para eliminar el polvo. Pueden precisarse mascarillas de respiración para trabajos de corta duración o como complemento del extractor del local en operaciones muy polvorientas. Debe prestarse atención especial a los posibles riesgos en espacios reducidos, como los fosos y tinas que se utilizan para el remojo/lavado, curtido y tintura.

Es preciso llevar prendas protectoras adecuadas para el proceso en la mayoría de fases de elaboración de las pieles. Se necesita protección de goma para las manos, protección de los pies y las piernas y delantales para los procesos en húmedo (por ejemplo, en las tinas de tintes y mordientes) y como protección contra los ácidos, álcalis y productos químicos corrosivos. Deben preverse unas buenas instalaciones sanitarias y de lavado, incluyendo duchas. Para lavarse las manos no han de emplearse blanqueadores ni jabones alcalinos fuertes.

Pueden producirse problemas ergonómicos a causa del levantamiento y traslado manual de materiales, especialmente al empujar carretillas de mano, y en la carga y descarga manual de pieles (especialmente cuando están húmedas). La automatización de estos procesos ayuda a resolver los problemas. Los movimientos repetitivos en la confección de prendas de piel también son una fuente de problemas ergonómicos.

Pueden producirse enfermedades por esfuerzo debido al calor al trabajar en la sala de secado. Las medidas preventivas incluyen una adecuada extracción del aire caliente y el suministro de aire fresco, la limitación del tiempo de exposición, la fácil disponibilidad de agua potable y la formación para reconocer los síntomas del esfuerzo por calor y en primeros auxilios.

El ruido puede representar un problema en muchas de las máquinas que se utilizan, especialmente en tambores y en máquinas de peinado, rasado y lustrado.

Un examen médico antes de asignar un trabajo determinado a un trabajador puede ayudar a prevenir dermatosis y permitirá que los trabajadores que tengan un historial de sensibilidad puedan ser asignados a trabajos adecuados. La supervisión médica es conveniente; la disponibilidad de material de primeros auxilios a cargo de personas debidamente formadas es esencial.

Hay que prestar mucha atención a la higiene, la ventilación y la temperatura en los numerosos talleres pequeños en los que se realiza gran parte de la confección de prendas de pieles.

CALZADO, INDUSTRIA

*F.L. Conradi y Paulo Portich**

El término calzado abarca un vasto campo de productos fabricados a base de materiales muy diversos. Botas, zapatos, sandalias, zapatillas, zuecos, etc., se fabrican entera o parcialmente de cuero, goma, materiales sintéticos y plásticos, lona, cuerda y madera. Este artículo trata de la industria del calzado tal como se entiende generalmente, es decir, la basada en los métodos de fabricación tradicionales. La fabricación de botas de goma (o sus equivalentes sintéticos) es esencialmente una sección de la industria del caucho, que se trata en el capítulo Industria del caucho.

Los zapatos, botas y sandalias hechas de cuero, fieltro y otros materiales se han hecho a mano durante siglos. Los zapatos finos aún se hacen, entera o parcialmente, a mano pero en todos los países industrializados existen actualmente grandes fábricas de producción en serie. Aun así, algunos trabajos se realizan a domicilio. La mano de obra infantil sigue siendo uno de los problemas más serios en la industria del calzado, aunque varios países aplican varios programas internacionales en este campo.

Las fábricas de botas y zapatos se sitúan generalmente cerca de las áreas de producción de cuero (o sea, cerca de las regiones ganaderas). Algunas fábricas de zapatillas y zapatos ligeros se han desarrollado donde había un suministro abundante de fieltros de la industria textil, y en la mayor parte de los países la industria tiende a estar localizada en sus centros de origen. Cueros de diversos tipos y calidades y algunas pieles de reptil constituyeron los materiales originales, con un calidad más dura para las suelas. En los años recientes el cuero ha sido desplazado cada vez más por otros materiales, en especial la goma y los plásticos. Los forros pueden hacerse de lana o tejido de poliamida (nailon) o piel de oveja; los cordones se fabrican con pelo de caballo o fibras sintéticas; el papel, la cartulina y los termoplásticos se usan para refuerzos. En el acabado se utilizan cera natural y coloreada, tintes de anilina y agentes colorantes.

Factores económicos y de otro tipo han transformado la industria del calzado en los últimos años. La fabricación de zapatillas de tenis es uno de los sectores en alza de la industria y ha pasado de la producción en un solo país a la producción a escala mundial, especialmente en países en vías de desarrollo en Asia y América del Sur, con el fin de aumentar la producción y reducir los costes. Esta migración de la producción a los países en desarrollo también se ha producido en otros sectores de la industria del calzado.

Procesos

Pueden intervenir más de cien operaciones en la fabricación de un zapato, y aquí sólo es posible hacer un breve resumen. La mecanización se ha aplicado a todas las etapas, pero se sigue estrechamente el modelo del proceso manual. La introducción de nuevos materiales ha modificado el proceso sin variar el procedimiento general.

En la fabricación de los empeines, la piel u otros materiales se escogen y preparan y luego se recortan en máquinas de coser (o de conformar) con herramientas de forma con cuchillas sueltas. Las piezas, incluyendo los forros, se "unen"

* Adaptado por P. Portich del artículo de F.L. Conradi incluido en la tercera edición de esta *Enciclopedia*.

posteriormente, o sea, se cosen o pegan. También pueden realizarse operaciones de perforado, apertura de ojales, etc.

Para fabricar la parte inferior, las suelas, plantillas, tacones y viras se cortan en máquinas giratorias que utilizan cuchillas sueltas, o en prensas de moldeado de suelas; los tacones se fabrican por compresión de tiras de cuero o madera. El material se recorta, se le da forma y se estampa.

Seguidamente se unen las partes superior e inferior y luego se cosen, pegan, clavan o atornillan. Después de estas operaciones, se les da forma y se nivelan entre rodillos. El acabado final del zapato incluye la aplicación de cera, la tintura, el rociado, pulido y embalaje.

Entre las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación, las más importantes desde el punto de vista de los riesgos profesionales son los adhesivos, que comprenden adhesivos naturales, sólidos o líquidos, y soluciones adhesivas a base de disolventes orgánicos.

Riesgos y su prevención

El uso extendido de líquidos inflamables encierra un considerable riesgo de incendio, y el empleo generalizado de prensas y máquinas de montaje ha introducido un mayor riesgo de accidentes mecánicos en esta industria. Los principales riesgos para la salud son los disolventes tóxicos, las altas concentraciones de polvo en la atmósfera, los riesgos ergonómicos y el ruido que producen las máquinas.

Incendios

Los disolventes y aerosoles utilizados en los adhesivos y materiales de acabado pueden ser altamente inflamables. Las precauciones recomendadas son las siguientes:

- utilizar los disolventes con el punto de inflamación más bajo posible;
- emplear una buena ventilación general y de extracción localizada en las cámaras de rociado y en los soportes de secado para reducir la concentración de vapores inflamables;
- eliminar los residuos combustibles de las cámaras y bancos de trabajo y proporcionar recipientes cerrados para los desperdicios oleosos y que contienen disolvente;
- mantener despejadas las salidas y los pasillos;
- reducir la cantidad de líquidos inflamables almacenados y mantenerlos en contenedores, cámaras y salas de almacenamiento homologados;
- asegurarse de que la instalación eléctrica y el cableado próximos a disolventes inflamables cumplan la normativa vigente,
- conexión a tierra adecuada de las máquinas pulidoras y otras fuentes de electricidad estática.

Accidentes

Muchos de los órganos móviles de las máquinas presentan grandes riesgos, en especial las prensas, estampadoras, rodillos y cuchillas. Los cortadores, a base de cuchillas sueltas, de las máquinas giratorias y de coser, pueden causar lesiones graves. Entre las precauciones apropiadas se incluyen como mínimo la disponibilidad de mandos bimanuales (puede ser preferible un dispositivo de célula fotoeléctrica para desconectar automáticamente la corriente), la reducción de la carrera a un nivel seguro en relación con el tamaño del cortador, y el uso de cortadores estables bien diseñados, de altura adecuada, con bridas montadas, quizá con empuñaduras. Deben protegerse con resguardos las prensas de tacones y de moldeo de suelas para impedir que puedan introducirse las manos. Las estampadoras pueden causar quemaduras, así como lesiones por aplastamiento, a menos que se impida la introducción de las manos por medio

de protecciones. Los puntos de actuación de los rodillos y cuchillas de las máquinas de laminar y de conformar deben dotarse de las protecciones adecuadas. Las ruedas de matizar y pulir de las máquinas de acabado y los ejes en los que van montadas aquéllas también deben protegerse. Debe haber un programa eficaz de consignación/señalización para los trabajos de reparación y mantenimiento.

Riesgos para la salud

Los disolventes orgánicos pueden causar efectos agudos y crónicos en el sistema nervioso central. El benceno, que anteriormente se utilizaba en adhesivos y disolventes, ha sido sustituido por tolueno, xileno, hexano, metil-etil-cetona (MEK) y metil-but-il-cetona (MBK). Tanto el n-hexano como la MBK pueden causar neuropatías periféricas y han de sustituirse por heptano u otros disolventes.

En diversas fábricas han aparecido brotes de una enfermedad conocida popularmente con el nombre de "parálisis del calzado", y cuyo cuadro clínico corresponde a una forma más o menos grave de parálisis. Esta parálisis, de tipo flácido, se localiza en las extremidades (pélvicas o torácicas) y ocasiona atrofia osteotendinosa con arreflexia y sin alteración de la sensibilidad superficial ni profunda. Clínicamente es un síndrome producido por inhibición funcional o lesión de las motoneuronas inferiores del sistema motor voluntario (tracto piramidal). La evolución natural apunta a la regresión neurológica con recuperación funcional en sentido próximo-distal.

Debe proporcionarse una buena ventilación general y de extracción localizada de los vapores, con el fin de mantener las concentraciones muy por debajo de los niveles máximos admisibles. Si se respetan dichos niveles, también disminuirá el riesgo de incendio. Reducir la cantidad de disolvente utilizado, encapsular los equipos que utilizan disolvente y cerrar los envases que contienen disolvente constituyen también importantes precauciones.

Las máquinas de acabado generan polvo, que debe ser eliminado de la atmósfera mediante sistemas de extracción. Algunos de los brillantadores, tintes, colorantes y colas de policloropreno pueden entrañar un riesgo de dermatosis. Hay que proporcionar buenas instalaciones de aseo e higiene y fomentar la higiene personal.

El mayor uso intensivo de las máquinas y equipos supone un importante riesgo acústico, que requiere el control del ruido en la fuente u otras medidas preventivas para evitar la pérdida de audición. También debe existir un programa de conservación de la audición.

El trabajo prolongado con máquinas de tachonado, que producen altos niveles de vibración, puede ocasionar el proceso conocido como "dedo blanco" (síndrome de Raynaud). Se aconseja que los turnos de trabajo en dichas máquinas se reduzcan al mínimo posible.

El dolor en la región lumbar y las lesiones por distensiones repetidas son dos enfermedades musculoesqueléticas que representan importantes problemas en la industria del calzado. Las soluciones ergonómicas son esenciales para prevenir estos problemas. Los reconocimientos médicos periódicos y previos al empleo, relacionados con los riesgos laborales, constituyen un factor eficaz para la protección de la salud de los trabajadores.

Peligros ambientales y de salud pública

La Cumbre de la Tierra de 1992, celebrada en Río de Janeiro, trató de las preocupaciones medioambientales, y sus propuestas de actuación futura, conocidas como Agenda 21, podrían transformar la industria del calzado debido a la importancia concedida al reciclaje. Sin embargo, en general, la mayoría de residuos

acaban en vertederos públicos. Sin las debidas precauciones, este hábito puede causar la contaminación del suelo y de las aguas freáticas.

Aunque el trabajo a domicilio ofrece ventajas sociales, al reducir el desempleo y fomentar la creación de cooperativas, los problemas para garantizar las precauciones y las condiciones de trabajo adecuadas en el hogar son enormes. Además, otros familiares pueden sufrir riesgos si no participan ya en el trabajo. Tal como se ha comentado anteriormente, la mano de obra infantil sigue siendo un grave problema.

● EFECTOS SOBRE LA SALUD Y PAUTAS PATOLOGICAS

Frank B. Stern

Curtido del cuero

El principal grupo de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) referente al procesado del cuero y las pieles es el 323. En Estados Unidos, el grupo de la Clasificación Industrial Normalizada (SIC) correspondiente a la industria del cuero y de los productos para su fabricación es SIC 311 (OMB 1987). En este grupo se incluyen los establecimientos dedicados a curtir, adobar y acabar cueros y pieles, así como los que fabrican productos de cuero y similcuero acabados y algunos productos similares fabricados con otros materiales. También las manufacturas de cuero, el cuero para correas y la piel para gamuzas se incluyen en SIC 311. Además, algunas partes de SIC 23 (en concreto, SIC 2371 y 2386) comprenden los establecimientos dedicados a la fabricación de chaquetas, prendas de vestir, accesorios y adornos de pieles y establecimientos dedicados a prendas forradas de piel de ovino.

Existen muchas variedades de cuero con distintas características que dependen de la especie animal y de la parte específica del cuerpo del animal del que se obtiene el cuero. Se procesan cueros de pieles de bovino o de caballo; cuero de fantasía de piel de ternero, cerdo, cabra, oveja, etc.; y cuero de reptiles como cocodrilo, lagarto, camaleón, etc.

Los puestos de trabajo en la industria del cuero y de los productos para su fabricación han sido asociados a distintas enfermedades causadas por agentes biológicos, tóxicos y carcinógenos. La enfermedad concreta relacionada con la exposición en la industria del cuero depende de la medida en que el trabajador esté expuesto a los agentes, lo cual depende, a su vez, de la ocupación y la zona de trabajo dentro de la propia industria.

Para el proceso de curtido, primeramente se retira la epidermis del cuero y solamente la dermis se transforma en piel. Durante este proceso, la infección es un riesgo constante, ya que el cuero sirve de medio para numerosos microorganismos. Pueden desarrollarse colonias de hongos, concretamente *Aspergillus niger* y *Penicillium glaucum* (Martignone 1964). Para evitar el desarrollo de hongos se han utilizado ampliamente fenoles clorados, específicamente pentaclorofenol; desgraciadamente se ha observado que estos productos químicos son tóxicos para el trabajador. También se han encontrado levaduras de tres géneros (*Rhodotorula*, *Cladosporium* y *Torulopsis*) (Kallenberger 1978). El tétanos, el ántrax, la leptospirosis, el afta epizootica, la fiebre Q y la brucelosis son ejemplos de enfermedades que podrían contraer los trabajadores durante el proceso de curtido a causa de cueros infectados (Valsecchi y Fiorio 1978).

También se han diagnosticado trastornos de la piel, como eccema y dermatosis por contacto (alérgica), entre los curtidores expuestos a los conservantes aplicados a los cueros (Abrams y Warr 1951). El curtido del cuero y el proceso de acabado han

demostrado tener la mayor incidencia de dermatosis de cualquier grupo de trabajo en Estados Unidos (Stevens 1979). Pueden producirse irritaciones de las mucosas de la garganta y la nariz y perforaciones del tabique nasal después de inhalar vapores de ácido crómico liberados durante el proceso de curtido al cromo.

Los curtidores corren el riesgo de estar expuestos a numerosos carcinógenos ocupacionales conocidos o sospechosos, como sales de cromo hexavalentes, colorantes azoicos a base de bencidina, disolventes orgánicos (por ejemplo, benceno y formaldehído), pentaclorofenol, compuestos N-nitrosos, arsénico, dimetilformamida y polvos de cuero en suspensión en el aire. Esta exposición puede dar lugar al desarrollo de distintos cánceres específicos del lugar. Se ha observado un exceso de cáncer de pulmón en estudios realizados en Italia (Seniori, Merler y Saracci 1990; Bonassi y cols. 1990) y en un estudio de control de casos llevado a cabo en Estados Unidos (Garabrant y Wegman 1984), pero este resultado no siempre está respaldado por otros estudios (Mikoczy, Schutz y Hagmar 1994; Stern y cols. 1987; Pippard y Acheson 1985). El cromo y los compuestos arsenicales se han mencionado como posibles coadyuvantes del exceso de cáncer de pulmón. Se ha observado un riesgo muy acentuado de sarcoma de los tejidos

blandos como mínimo en dos estudios sobre curtido realizados por separado, uno en Italia y otro en el Reino Unido; los investigadores de ambos estudios señalan que los clorofenoles utilizados en los talleres de curtido pueden haber producido estos tumores malignos (Seniori y cols. 1989; Mikoczy, Schutz y Hagmar 1994). Se ha observado un triple exceso estadísticamente significativo en la mortalidad por cáncer de páncreas en un estudio de casos y controles realizado en Suecia (Erdling y cols. 1986); también se ha observado un aumento del 50 % del cáncer de páncreas en otro estudio en el que se examinaron tres curtidorías de Suecia (Mikoczy, Schutz y Hagmar 1994) y en un estudio de un taller de curtidos italiano (Seniori y cols. 1989). A pesar del riesgo excesivo de cáncer de páncreas, no se identificó ningún agente medioambiental específico y se consideraron como posibles los factores dietéticos. Se observó un riesgo excesivo de cáncer de testículos entre curtidores del departamento de acabado de una curtidoría; los tres trabajadores con cáncer de testículos habían trabajado durante el mismo periodo de tiempo y estuvieron expuestos a dimetilformamida (Levin y cols. 1987; Calvert y cols. 1990). Se ha observado asimismo un riesgo excesivo de cáncer sinonasal entre trabajadores de la industria del curtido en un estudio de casos-controles realizado en Italia; se indicaron el cromo, el polvo de cuero y los taninos como posibles agentes etiológicos (Comba y cols. 1992; Battista y cols. 1995). Sin embargo, la investigación realizada por la IARC a principios del decenio de 1980 no encontró ninguna prueba de asociación entre el curtido de cuero y el cáncer nasal (IARC 1981). Los resultados de un estudio de la industria de curtidos de China reflejan un exceso de morbilidad estadísticamente significativo en el cáncer de vejiga entre los curtidores que estuvieron expuestos a colorantes a base de bencidina, que aumentó con la duración de la exposición (Chen 1990).

Los accidentes también son una causa principal de incapacidad entre los trabajadores de la industria del curtido. Los resbalamientos y las caídas en suelos mojados y grasientos son comunes, así como los cortes con cuchillas al recortar los cueros. Además, las máquinas utilizadas para procesar los cueros pueden ser causa de magulladuras, abrasiones y amputaciones. Por ejemplo, los datos del Bureau of Labor Statistics (BLS) de Estados Unidos, correspondientes a 1994, indican para el SIC 311 una tasa de incidencia conjunta de lesiones y enfermedades de 19,1 por cada 100 trabajadores a jornada completa y una tasa de incidencia de lesiones de 16,4. Estos resultados

superan en más del 50 % a los correspondientes al conjunto de la industria: lesiones y enfermedades, 12,2 por 100 trabajadores a jornada completa, y lesiones 10,4 (BLS 1995)

Calzado

La manipulación y el procesado del cuero en la fabricación de zapatos y botas puede dar lugar a la exposición a algunos de los mismos productos químicos utilizados en los procesos de curtido y acabado que se han indicado anteriormente, causando enfermedades similares. Además, los productos químicos que se utilizan pueden producir otras enfermedades. La exposición a los disolventes tóxicos empleados en adhesivos y limpiadores y al polvo de cuero en suspensión en el aire es motivo de especial preocupación. Un disolvente preocupante es el benceno, que puede producir trombocitopenia, reducción de hematies, plaquetas y leucocitos, y pancitopenia. Su uso ha sido eliminado en gran parte en la industria del calzado. También se ha encontrado neuropatía periférica entre los trabajadores de las fábricas de calzado a causa del n-hexano en los adhesivos. Este producto químico se ha sustituido también ampliamente por disolventes menos tóxicos. Se han descrito asimismo cambios electroencefalográficos, lesiones hepáticas y alteraciones del comportamiento en relación con la exposición a los disolventes en las fábricas de calzado.

El benceno se ha considerado un carcinógeno humano (IARC 1982), y varios investigadores han observado un exceso de leucemia entre los trabajadores expuestos al benceno en la industria del calzado. Se realizó un estudio en las mayores instalaciones de fabricación de calzado de Florencia, Italia, con más de 2.000 trabajadores. Sus resultados revelaron un riesgo de leucemia cuatro veces mayor, y se citó el benceno como la fuente de exposición más probable (Paci y cols. 1989). Un seguimiento de este estudio mostró un riesgo más de cinco veces superior entre los trabajadores de la industria del calzado que realizaban tareas en las que la exposición al benceno era elevada (Fu y cols. 1996). En un estudio realizado en el Reino Unido, en el que se examinó la mortalidad entre varones dedicados a la fabricación de calzado, se encontró un elevado riesgo de leucemia entre los trabajadores que manipulaban colas y disolventes que contenían benceno (Pippard y Acheson 1985). Varios estudios de trabajadores de la industria del calzado de Estambul, Turquía, han señalado un excesivo riesgo de leucemia con la exposición al benceno. Cuando el benceno se sustituyó por gasolina, el número absoluto de casos y el riesgo de leucemia disminuyeron considerablemente (Aksoy, Erdem y DinCol 1974; 1976; Aksoy y Erdem 1978).

Varios tipos de cáncer nasal (adenocarcinoma, carcinoma de células escamosas y carcinoma de células transicionales) se han asociado con el trabajo en la fabricación y reparación de calzado. Se han descrito riesgos relativos a diez veces mayores en estudios realizados en Italia y en el Reino Unido (Fu y cols. 1996; Comba y cols. 1992; Merler y cols. 1986; Pippard y Acheson 1985; Acheson 1972, 1976; Cecchi y cols. 1980), pero no en Estados Unidos (DeCoufle y Walrath 1987; Walker y cols. 1993). El elevado riesgo de cáncer nasal correspondió casi enteramente a los trabajadores expuestos "intensamente" al polvo de cuero en las salas de preparación y acabado. Se desconoce el mecanismo por el cual la exposición al polvo de cuero puede aumentar el riesgo de cáncer nasal.

Se han encontrado niveles excesivos de cáncer del sistema digestivo y de las vías urinarias como el cáncer de vejiga (Walker y cols. 1984; Morrison y cols. 1985), de riñón (Walker y cols. 1993; Walker y cols. 1984), de estómago (Walrath, DeCoufle y Thomas 1987) y del recto (DeCoufle y Walrath 1983; Walrath, DeCoufle y Thomas 1987) en otros estudios entre trabajadores

de la industria del calzado, pero no se han descrito de manera uniforme y no se han relacionado con exposiciones concretas en la industria.

Los riesgos ergonómicos que causan trastornos musculoesqueléticos ocupacionales (TMEO) constituyen importantes problemas en la industria de fabricación de calzado. Estos riesgos se deben a los equipos especiales que se emplean y al trabajo manual que requiere movimientos repetitivos, esfuerzos y posturas difíciles del cuerpo. Los datos de BLS muestran que el calzado de caballero es una de las "industrias con las mayores tasas de trastornos no mortales relacionados con traumatismos repetidos" (BLS 1995). Se observó que la incidencia en el total del sector del calzado de enfermedades y lesiones conjuntamente era de 11,9 por 100 trabajadores, siendo 8,6 la incidencia correspondiente a las lesiones solas. Estas incidencias son ligeramente inferiores a las de toda la industria. Los TMEO en la industria del calzado incluyen trastornos como tendinitis, sinovitis, tenosinovitis, bursitis, quistes ganglionares, distensiones, síndrome del túnel carpiano, dolor lumbar y lesiones en las cervicales.

Trabajadores de la industria peletera

El procesado de las pieles implica las actividades de tres categorías de trabajadores. Los curtidores descarnan y curten las pieles; los teñidores colorean o tinen las pieles con tintes naturales o sintéticos; y finalmente los trabajadores de expedición clasifican, acoplan y embalan las pieles curtidas. Los curtidores y teñidores están expuestos a posibles carcinógenos que incluyen taninos, tintes oxidativos, cromo y formaldehído, mientras que los trabajadores de expedición están potencialmente expuestos a los residuos de materiales curtientes mientras manipulan las pieles previamente curtidas. El único estudio amplio realizado entre estos trabajadores reveló riesgos estadísticamente elevados de cáncer colorrectal y de hígado entre los teñidores, cáncer de pulmón entre los curtidores y enfermedades cardiovasculares entre los trabajadores de expedición en comparación con las tasas globales de Estados Unidos (Sweeney, Walrath y Waxweiler 1985).

CUESTIONES AMBIENTALES Y DE SALUD PUBLICA

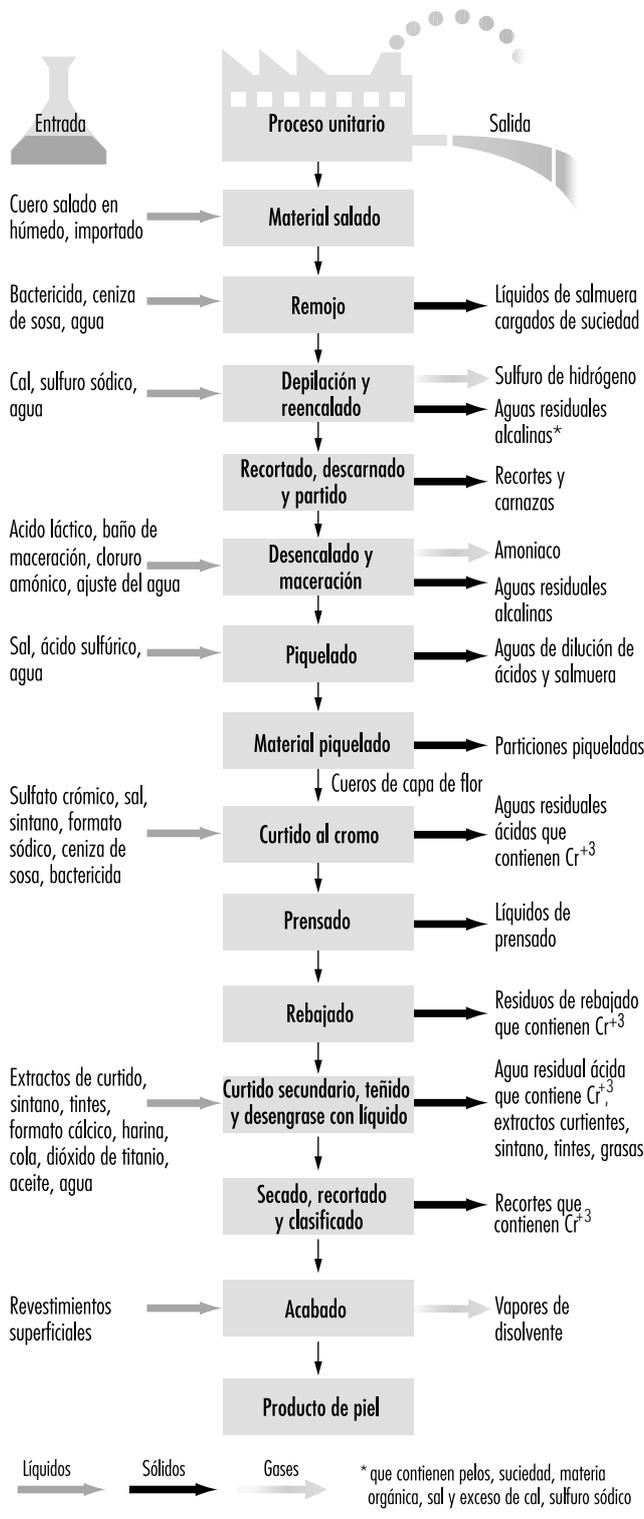
Jerry Spiegel

El tratamiento y procesado de pieles y cueros de animales puede originar un evocable impacto sobre el medio ambiente. Las aguas residuales evacuadas contienen contaminantes procedentes de los cueros, productos de su descomposición y productos químicos así como varias soluciones agotadas que se utilizan para la preparación del cuero y durante el proceso de curtido. También pueden producirse residuos sólidos y algunas emisiones a la atmósfera.

La principal preocupación pública con respecto a las fábricas de curtidos han sido tradicionalmente los olores y la contaminación del agua a causa de los vertidos no tratados. Recientemente se han planteado otras cuestiones por el creciente uso de productos químicos sintéticos como plaguicidas, disolventes, tintes, agentes de acabado y nuevos productos químicos de procesado, que crean problemas de toxicidad y persistencia.

Por su parte, las simples medidas destinadas a controlar la contaminación producen impactos medioambientales secundarios por cruce de medios como contaminación de las aguas freáticas, contaminación del suelo, vertido de lodos y envenenamiento químico.

Figura 88.8 • Esquema del impacto ambiental relacionado con las operaciones de curtido.



La tecnología de curtido de que se dispone actualmente, basada en un menor consumo de productos químicos y agua, ejerce un impacto menor sobre el ambiente que los procesos tradicionales. Sin embargo, muchos obstáculos se oponen a su aplicación extensiva.

La Figura 88.8 presenta los distintos residuos e impactos ambientales relacionados con los procesos que se utilizan en la industria del curtido.

Control de la contaminación

Control de la contaminación del agua

Los residuos de curtido sin tratar en las aguas superficiales pueden producir un rápido deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Sencillos procesos del tratamiento del efluente a su vertido permiten eliminar más del 50 % de sólidos en suspensión y de la demanda bioquímica de oxígeno. Otras medidas más sofisticadas permiten alcanzar niveles más elevados de tratamiento.

Como los efluentes del curtido contienen varios componentes químicos que necesitan tratarse, debe emplearse, a su vez, una serie de procesos de tratamiento. La segregación del caudal es útil para permitir el tratamiento separado de flujos de residuos concentrados.

En la Tabla 88.1 se resumen las opciones tecnológicas disponibles para el tratamiento de los efluentes del curtido.

Control de la contaminación del aire

Las emisiones a la atmósfera corresponden a tres grandes grupos: olores, vapores de disolventes de las operaciones de acabado y emisiones de gas de la incineración de los residuos.

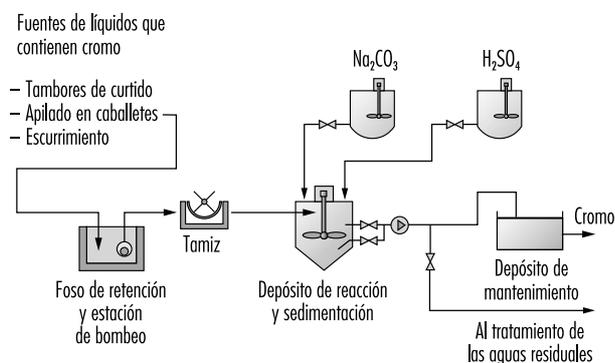
La descomposición biológica de la materia orgánica así como las emisiones de sulfuros y amoniaco de las aguas residuales son responsables de los característicos olores desagradables que desprenden las curtidurías. La localización de las instalaciones ha sido una cuestión problemática debido a los olores que se han asociado históricamente con estas fábricas. La reducción de estos olores es más bien una cuestión de mantenimiento operativo que de tecnología.

Los vapores de disolventes y otros productos de las operaciones de acabado, varían según el tipo de productos químicos utilizados y los métodos técnicos empleados para reducir su generación y emisión. Las emisiones de disolvente pueden representar hasta el 30 % del disolvente utilizado, mientras que se dispone de modernos procesos que las reducen a aproximadamente el 3 % en muchos casos.

Tabla 88.1 • Opciones tecnológicas para el tratamiento de los efluentes del curtido.

Tratamiento previo	Tamizado mecánico para eliminar la materia gruesa sedimentada Igualación del flujo (equilibrado)
Tratamiento principal	Eliminación del sulfuro de los efluentes de la ribera Eliminación del cromo de los efluentes del curtido Tratamiento físico-químico para la eliminación y neutralización de la demanda bioquímica de oxígeno
Tratamiento secundario	Tratamiento biológico Lodo activado (foso de oxidación) Lodo activado (convencional) Estancamiento (aireado)
Tratamiento terciario	Nitrificación y desnitrificación
Sedimentación y manipulación del lodo	Distintas formas y dimensiones de depósitos y recipientes

Figura 88.9 • Esquema de una planta municipal para la recuperación del cromo.



El efluente que entra, después de analizarse, es tratado para producir hidróxido de cromo. Este se redissuelve, se limpia y se somete a un ulterior análisis antes de volver a utilizarse en el proceso de curtido.
Fuente: PNUMA 1991.

La práctica de muchas curtidorías de incinerar los residuos y recortes sólidos resalta la importancia de contar con un incinerador bien diseñado y de seguir prácticas cuidadosas.

Tratamiento de los residuos

El tratamiento de los lodos constituye el principal problema de eliminación, aparte del efluente. Los lodos de composición orgánica, si están libres de cromo o sulfuros, sirven para acondicionar suelos y de fertilizante por los compuestos nitrogenados que contienen. Estas ventajas se utilizan del mejor modo arando inmediatamente después de su aplicación. El uso agrícola de las tierras que contienen cromo ha sido objeto de controversia en varias jurisdicciones, donde se han establecido directrices para determinar las aplicaciones aceptables.

Existen varios mercados para la conversión de los recortes y carnazas en subproductos que se utilizan para una gran variedad de finalidades, incluyendo la producción de gelatina, cola, cartón cuero, grasa de sebo y proteínas para piensos animales. Los efluentes del proceso, sujetos a un tratamiento y control de calidad adecuados, a veces se utilizan para el riego cuando hay escasez de agua y/o la eliminación del efluente está muy restringida.

Para evitar problemas de generación de lixiviados y olores, solamente deben eliminarse en vertederos públicos los sólidos y los lodos deshidratados. Debe tenerse cuidado para asegurar que

los residuos de curtidos no reaccionen con otros residuos industriales, como residuos ácidos, que pueden reaccionar creando gas tóxico de sulfuro de hidrógeno. La incineración en condiciones no controladas puede causar emisiones inaceptables y no se recomienda.

Prevención de la contaminación

Mejorando las tecnologías de producción para aumentar el control de la contaminación medioambiental se puede alcanzar una serie de objetivos, como:

- aumentar la eficiencia de la utilización de productos químicos
- reducir el consumo de agua o energía
- recuperar o reciclar materiales rechazados.

El consumo de agua puede variar sensiblemente, desde menos de 25 l/kg de cuero en bruto hasta más de 80 l/kg. El uso eficaz del agua puede mejorarse mediante la aplicación de técnicas como un mayor control del volumen de las aguas de procesado, lavados en "discontinuo" en lugar de "en continuo", modificación de los equipos existentes para obtener menores niveles de flotación; técnicas de bajo nivel de flotación con equipos actualizados, reutilización de aguas residuales en procesos menos críticos y reciclaje de los líquidos de proceso.

El remojado y la depilación tradicionales representan más del 50 % de la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno en efluentes de curtido típicos. Pueden emplearse varios métodos para sustituir el sulfuro, reciclar los líquidos de cal/sulfuro e incorporar técnicas para economizar pelo.

La reducción de la contaminación por cromo puede conseguirse con medidas encaminadas a aumentar los niveles de cromo que se fijan en el baño de curtido y reducir las cantidades que se "purgan" en procesos ulteriores. Otros métodos para reducir la liberación de cromo son el reciclaje directo de los líquidos de cromo usados (lo cual también reduce la salinidad del efluente) y el tratamiento de los líquidos que contienen cromo recogidos, para precipitar el cromo como hidróxido, que seguidamente puede reciclarse. En la Figura 88.9 se ilustra una operación de recuperación de cromo en una planta municipal.

Si se emplea curtido al vegetal, el acondicionamiento previo de los cueros puede mejorar la penetración y fijación de los cueros y contribuir a reducir las concentraciones de taninos en los efluentes. Se han empleado otros agentes curtientes como el titanio en sustitución del cromo para producir sales de toxicidad generalmente menor y generar lodos inertes y más seguros de manipular.

Referencias

Abrams, H., P. Warr. 1951. Occupational diseases transmitted via contact with animals and animal products. *Ind Med Surgery* 20:341-351.

Acheson, E. 1972. Adenocarcinoma of the nasal cavity and sinuses in England and Wales. *Br J Ind Med* 29:21-30.

—. 1976. Nasal cancer in the furniture and boot and shoe manufacturing industries. *Prevent Med* 5:295-315.

Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC). 1981. Wood, leather and some associated industries. Vol. 28. Lyon: IARC.

—. 1982. Some industrial chemicals and dyestuffs. Vol. 29. Lyon: IARC.

Askoy, M., S. Erdem, G. DinCol. 1974. Leukemia in shoeworkers exposed chronically to benzene. *Blood* 44:837-841.

—. 1976. Types of leukemia in chronic benzene poisoning. A study in thirty-four patients. *Acta Haematol* 55:65-72.

Askoy, M., S. Erdem. 1978. Followup study on the mortality and the development of leukemia in 44 pancytopenic patients with chronic exposure to benzene. *Blood* 52:285-292.

Battista, G., P. Comba, D. Orsi, K. Norpoth, A. Maier. 1995. Nasal cancer in leather workers: An occupational disease. *J Cancer Res Clin Oncol* 121:1-6.

Bonassi, S., F. Merlo, R. Puntoni, F. Ferraris, G. Bottura. 1990. Epidemics of lung tumors in a Biella tannery. *Epidemiol Rev* 12:25-30.

Bureau of Labor Statistics (BLS). 1995. *Survey of Occupational Injuries and Illnesses, 1994*. Washington, DC: BLS.

Calvert, G., J. Fajen, B. Hills, W. Halperin. 1990. Testicular cancer, dimethylformamide, and leather tanneries. *Lancet* 336:1253-1254.

Cecchi, F., E. Buiatti, D. Kriebel, L. Nastasi, M. Santucci. 1980. Adenocarcinoma of the nose and paranasal sinuses in shoemakers and woodmakers in the province of Florence, Italy. *Br J Ind Med* 37:222-226.

Chen, J. 1990. A cohort study of the cancer experience among workers exposed to benzidine-derived dyes in Shanghai (China) leather-tanning industry. *Chin J Prev Med* 24:328-331.

Comba, P., G. Battista, S. Bell, B. de Capus, E. Merler, D. Orsi, S. Rodella, C. Vindieni, O. Axelson. 1992. A case-control study of cancer of the nose and para-

- nasal sinuses and occupational exposures. *Am J Ind Med* 22:511-520.
- DeCoufle, P, J Walrath. 1983. Proportionate mortality among US shoeworkers, 1966-1972. *Am J Ind Med* 4:523-532.
- . 1987. Nasal cancer in the US shoe industry: Does it exist? *Am J Ind Med* 12:605-613.
- Erdling, C, H Kling, U Flodin, O Axelson. 1986. Cancer mortality among leather tanners. *Br J Ind Med* 43:484-496.
- Fu, H, P Demers, A Costantini, P Winter, D Colin, M Kogevinas, P Boffetta. 1996. Cancer mortality among shoe manufacturing workers: An analysis of two cohorts. *Occup Environ Med* 53:394-398.
- Garabrant, D, D Wegman. 1984. Cancer mortality among shoe and leather workers in Massachusetts. *Am J Ind Med* 5:303-314.
- Kallenberger, W. 1978. A study of yeasts in chrome tanning and processing. *J Am Leather Chem Assoc* 73:6-21.
- Levin, S, D Baker, P Landrigan, S Monaghan, E Frumin, M Braithwaite, W Towne. 1987. Testicular cancer in leather tanners exposed to dimethylformamide. *Lancet* 2:1153.
- Malke, H, B Malke, J McLaughlin, W Blot. 1984. Kidney cancer among leather workers. *Lancet* 1:50.
- Martignone, G. 1964. *Treatise on Practical Tanning*. Turin: Levrotto and Bella.
- Merler, E, A Baldesseroni, R Laria, P Faravelli, R Agostini, R Pisa, F Berrino. 1986. On the causal association between exposure to leather dust and nasal cancer: Further evidence from a case-control study. *Br J Ind Med* 43:91-95.
- Mikoczy, Z, A Schutz, L Hagmar. 1994. Cancer incidence and mortality among Swedish leather tanners. *Occup Environ Med* 51:530-535.
- Mikoczy, Z, A Schutz, U Stromberg, L Hagmar. 1996. Cancer incidence and specific occupational exposures in the Swedish leather tanning industry: A cohort based case-control study. *Occup Environ Med* 53:463-467.
- Morrison, A, A Ahibom, W Verhock, K Aoli, I Leck, Y Ohno, K Obata. 1985. Occupational and bladder cancer in Boston, USA, Manchester, Reino Unido, y Nagoya, Japón. *Japan Journal of Epidemiology and Community Health* 39:294-300.
- Office of Management and Budget (OMB). 1987. *Standard Industrial Classification Manual*. Washington, DC: US GPO.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). 1992. *Employment and Working Conditions and Competitiveness in the Leather and Footwear Industry*, Informe II, Fourth Tripartite Technical Meeting for the Leather and Footwear Industry, Sectoral Activities Programme. Ginebra: OIT.
- Paci, E, E Buiatti, A Costantini, L Miligi, N Puci, A Scarpelli, G Petrioli, L Simonato, R Winkelmann, J Kaldor. 1989. Aplastic anemia, leukemia and other cancer mortality in a cohort of shoe workers exposed to benzene. *Scand J Work Environ Health* 15:313-318.
- Pippard, E, E Acheson. 1985. The mortality of boot and shoe makers, with special reference to cancer. *Scand J Work Environ Health* 11:249-255.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1991. *Tanneries and the Environment. A Technical Guide to Reducing the Environmental Impact of Tannery Operations*. Industry and Environment Office. Technical Report Series No. 4. Paris: PNUMA.
- Seniori, C, E Merler, R Saracci. 1990. Epidemiological studies on occupational cancer risk in the tanning, leather and shoe industries. *Medicina del Lavoro* 81:184-211.
- Seniori, C, E Paci, I Miligi, E Buiatti, C Martelli, S Lenzi. 1989. Cancer mortality among workers in the Tuscan tannery industry. *Br J Ind Med* 46:384-388.
- Stern, FB, JJ Beaumont, WE Halperin, LI Murphy, BW Hills, JM Fajen. 1987. Mortality of chrome leather tannery workers and chemical exposures in tanneries. *Scand J Work Environ Health* 13:108-117.
- Stevens, C. 1979. Assessing skin problems of occupational origin. *Occup Health Safety* 48(18):39-43.
- Sweeney, M, J Walrath, R Waxweiler. 1985. Mortality among retired fur workers: Dyers, dressers (tanners) and service workers. *Scand J Work Environ Health* 11:257-264.
- Valsecchi, M, A Fiorio. 1978. Operating cycle in the tanning industry and related risks. *Securities* 63:132-144.
- Walker, J, T Bloom, F Stern, A Okun, M Fingerhut, W Halperin. 1993. Mortality of workers employed in shoe manufacturing. *Scand J Work Environ Health* 19:89-95.
- Walrath, J, P DeCoufle, T Thomas. 1987. Mortality among workers in a shoe manufacturing company. *Am J Ind Med* 12:615-623.

Otras lecturas recomendadas

- Bequere, A, WE Myers. 1995. *First Things First in Child Labour: Eliminating Work Detrimental to Children*. Ginebra: OIT/UNICEF.
- Fyfe, A, M Jankanish. 1997. *Trade Unions and Child Labour: A Guide to Action*. Ginebra: OIT.
- Industrial Accident Prevention Association (IAPA). 1983. *Tanning Industry Safety and Health Guide for Hide Tanners and Fur Dressers*. Toronto: IAPA.
- Organización Internacional del Trabajo. 1996. *Globalization of the Footwear, Textiles and Clothing Industries. Report for Discussion at the Tripartite Meeting on the Globalization of the Footwear, Textiles and Clothing Industries: Effects on Employment and Working Conditions*. Ginebra: OIT.
- . 1996. *Child Labour: Targeting the Intolerable*, Informe VI(1), Conferencia Internacional del Trabajo, 86 Sesión, 1998. Ginebra: OIT.
- Thorstensen, TC. 1985. *Practical leather technology*. Malabar, Florida, EE UU Robert E. Krieger Publishing Company.

