

# **LA MICROSCOPIA Y EL CUERO**

**Lic. Víctor D. Vera  
Tco.Qco. Raúl García**

**Serie II, nº 162**

---

## INTRODUCCION

---

A fines del siglo pasado en varios países europeos y en los Estados Unidos de Norteamérica, se comenzó a utilizar el microscopio como un aliado irremplazable para el estudio íntimo de pieles y cueros, como así también para resolver diversos problemas que se presentan en la industria de curtimiento. En la segunda década de este siglo, en Inglaterra se desarrolló un método de evaluación de calidad de pieles y cueros por medio del microscopio. Actualmente, diversos Centros de Investigación, fábricas de productos auxiliares y ciertas curtientes (una en nuestro país), utilizan constantemente este equipo para el estudio y control de materias primas, procesos y productos.

En vista de la necesidad de desarrollar esta técnica, el CITEC encaró los pertinentes estudios, equipamiento y entrenamiento de su personal, y está ahora en condiciones de poder brindar a la industria curtidora, el apoyo técnico que ella solicita. Asimismo, utiliza este recurso en sus trabajos de investigación.

A continuación, se efectuará una breve reseña sobre las principales aplicaciones de este instrumento. Los temas a tratar son los siguientes:

- 1.- Método de evaluación microscópica.
- 2.- Estudio y calidad de la materia prima piel.
- 3.- Calidad de cueros y control de procesos.
- 4.- Estudio de defectos.

---

## METODO DE EVALUACION MICROSCOPICA

---

El cuero está integrado principalmente por fibras de colágeno o haces fibrosos cuyo entrecruzamiento constituye la estructura fibrosa. Las propiedades físicas del cuero son resultantes de la suma de las propiedades físicas de las fibras y del modelo de tejido. Es posible entonces estimar con cierto grado de seguridad, la calidad de un cuero mediante el examen de la apariencia de su estructura fibrosa.

La evaluación microscópica se realiza por comparación con fotos patrones las que son obtenidas en condiciones standard y que reciben una clasificación determinada para cada uno de los caracteres evaluados. Es conveniente establecer los patrones para cada tipo de curtido (cromo, vegetal, etc.) y en caso necesario, para algún proceso en particular, a fin de facilitar el estudio de las variaciones estructurales.

Para obtener fotomicrografías de cueros de gran espesor se elige la zona central del corium. En el caso de los cueros delgados (capellada), se obtienen fotomicrografías de todo el espesor.

Las microsecciones se cortan en sentido perpendicular a la superficie del cuero paralela al sentido de los pelos.

Cuando se evalúa una estructura fibrosa se examinan dos aspectos:

- a) Lo concerniente al modo como se entrecruzan los haces fibrosos, esto es, su ordenación, ángulo y compacidad del tejido, etc.
- b) Las condiciones inherentes a las fibras, por ejemplo, determinación, plenitud y división de los haces fibrosos.

Para simplificar la comparación de las diferentes mues-

tras se adopta un sistema de clasificación numérica, entre 0 y 8 (propiedad en su menor y mayor expresión).

En la figura 1 se muestra un esquema de la disposición de haces fibrosos y su constitución (fibras y fibrillas).

A continuación haremos una breve descripción de las propiedades que se evalúan.

### Determinación

La determinación de un haz fibroso es la expresión de su vigor y solidez acoplada con una sugestión de tensión en su apariencia general. En la figura 2 se aprecia una determinación decreciente de izquierda a derecha.

### Angulo de tejido

Es el ángulo que los haces fibrosos forman con la superficie de la flor (figura 3). Naturalmente, no todos los haces forman un mismo ángulo y para juzgar esta característica se toma un promedio. En el primer esquema (arriba a la izquierda) se ve un ángulo de tejido muy bajo con haces fibrosos paralelos a la superficie del cuero; en el segundo, tercero y cuarto esquema, se aprecian ángulos de tejido inferiores, cercanos y superiores a 45°.

### División y separación

La división está indicada por las líneas que se extienden a lo largo de las fibras, y las características de la sección transversal de las mismas.

La separación se reconoce porque los bordes de los haces son menos netos, y además por un distanciamiento entre las fibras en los extremos de los haces. En la figura 4 se aprecian los siguientes ejemplos: A, poca división y sin separación. B, poco divididos pero separados. C, muy divididos y sin separación. D, muy divididos y separados.

### Compacidad

Esta propiedad se refiere al tejido fibroso. En un te-

jido compacto los haces fibrosos se entrecruzan en forma apretada sin dejar espacios intermedios. Los haces tienen bordes muy finos y generalmente muestran una moderada división. En la figura 5 se aprecia una compacidad decreciente de izquierda a derecha.

#### Ordenación

En un tejido ordenado los haces fibrosos no varían mayormente de tamaño y grado de división, y se entrecruzan en forma regular. Un tejido ordenado, en otras palabras, tiende a repetirse.

En la figura 6, se puede apreciar un tejido ordenado a la izquierda y otro desordenado a la derecha.

#### Plenitud y turgencia

La plenitud y turgencia están relacionadas al tamaño aparente de las fibras y haces fibrosos. Los haces fibrosos presentan turgencia cuando aparecen hinchados, siendo su anchura mayor que la que poseían en estado natural.

Los haces con plenitud son anchos por su propia estructura, esto es, no atribuible a una acción hinchante (encalado, etc.). En el esquema izquierdo de la figura 7, se observa un tejido de haces turgente, y a la derecha un tejido de haces plenos.

#### Enderezamiento

Está relacionado con el grado de curvatura de las fibras, y a su vez por la presencia o no de bordes sinuosos (figura 8).

---

## ESTUDIO Y CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA PIEL

---

Las técnicas de tinción diferencial o la observación directa sin tinción, utilizando óptica de contraste de fase, permite el estudio de las estructuras íntimas de los tejidos constitutivos de la piel; evaluar la importancia relativa de

los mismos de acuerdo a la práctica de curtiembre; estudiar las variaciones según las condiciones de conservación, y observar las características particulares del animal del cual proviene (raza, edad, sexo).

Como es bien conocido, y se puede apreciar en la figura 9 (piel vacuna, sin tinción) la estructura de la piel varía sustancialmente a través de su espesor. En la parte superior se puede apreciar la zona denominada flor que abarca aproximadamente hasta el nivel de las raíces de los pelos. Esta parte, además de los diversos elementos histológicos del sistema glandular, del sistema venoso y arterial, del tejido muscular, etc. posee una fina estructura formada por tejido colagénico. En esta zona, y a diferencia con el corium, no es posible discernir en esta fina estructura un patrón o esquema de distribución.

Hacia el centro de la piel se observa principalmente el tejido colagénico formado por fibras y haces de fibras (ver figura 1). Estos haces van disminuyendo paulatinamente de tamaño y ángulo de entrecruzamiento hacia el lado carne de la piel, donde se pueden observar haces de pequeño diámetro que corren casi paralelamente a la superficie de la misma. Esta disposición particular explica la menor resistencia a la tracción de los descarnes cuando son obtenidos de la zona central del corium, donde la estructura fibrosa, como se mencionó anteriormente, es de ángulo de tejido elevado.

La figura 10 (piel vacuna fresca, tinción para evidenciar estructura celular), permite apreciar los diferentes tejidos constitutivos de la capa flor: músculo erector pili (A), pelo (B) y tejidos relacionados, glándulas (C) y unión de la capa flor con el corium. También se puede apreciar sobre la capa flor la epidermis (D), que será eliminada posteriormente junto con algunos de los elementos mencionados en los procesos de ribera.

El estudio de la distribución e importancia de los diferentes tejidos constitutivos de la piel permite explicar las características particulares del comportamiento de diversos tipos de pieles durante los procesos de curtición, y propiedades específicas de los cueros obtenidos.

Así por ejemplo, en la figura 11 se muestra la microsec-

ción de una piel seca de cabra (teñida para evidenciar estructura celular), donde es evidente la gran proporción de capa flor que tiene en relación con la que presenta una piel vacuna (comparar con la figura 9), como así también la figura de su tejido colagénico.

Estas y otras propiedades posibilitan la obtención de un cuero con las características por todos conocidas.

Por otra parte, la carencia de cohesión entre la capa flor y el corium, verificada en pieles ovinas, está motivada por la acumulación excesiva de lípidos en dicha zona de unión, que son eliminados en el transcurso de los procesos de curtiembre.

Dado que las pieles a partir del momento del desuello permanecen cierto tiempo conservadas o no hasta que ingresan a los procesos de ribera, sus características estructurales sufren modificaciones de diferente grado, que en última instancia repercuten sobre su calidad.

Estas modificaciones son factibles de ser evaluadas mediante técnicas microscópicas, que incluyen tinciones especiales, y permiten clasificar las pieles de acuerdo a la mayor o menor importancia de los cambios operados. Así por ejemplo, se puede estudiar la presencia y nivel de penetración de las bacterias, su influencia sobre los lípidos, la unión de la dermis y epidermis, etc.

En la figura 12, en su parte superior se verifica la ausencia de la epidermis (comparar con la figura 10, referencia D), ocasionada por las enzimas segregadas por los microorganismos que actuaron principalmente sobre la capa basal de la epidermis.

Otra manifestación de la acción negativa de estos microorganismos, se puede estudiar mediante el uso de tinciones para lípidos, dado que ellos los degradan. Esto se puede evidenciar por medio de la tinción con Sulfato de Azul Nilo, que toma color rosado con grasas neutras no degradadas (figura 13, parte inferior) y azul cuando las grasas poseen cierta cantidad de ácidos libres producidos por degradación (figura 14, manchas oscuras en su zona central).

---

## CALIDAD DE CUEROS Y CONTROL DE PROCESOS

---

Así como determinados ensayos físicomecánicos nos permiten obtener una idea sobre el posible comportamiento del cuero durante su uso, la evaluación microscópica también posibilita predecir la futura performance de un cuero.

El tipo de estructura fibrosa requerida a un cuero variará por supuesto según el uso a que se destine.

Por ejemplo, un cuero para suela deberá poseer un ángulo de tejido mediano que equilibrará su resistencia a la tracción y el desgaste abrasivo. En un cuero para correa, a la par de un ángulo de tejido mediano debemos hallar gran cantidad de divisiones entre fibras y fibrillas suficientemente separadas como para permitirles deslizarse fácilmente la una sobre la otra.

Existen sobre el particular numerosos ejemplos, y lo que se ha querido exponer, es simplemente la utilidad del microscopio al respecto. Por otra parte, y utilizando estas correlaciones estructura fibrosa-calidad cuero, es posible modificar las variables de los procesos de curtición de manera de alcanzar una estructura determinada, puesto que se conoce la incidencia de cada uno de los procesos. Volviendo al ejemplo del cuero para suela, es sabido que el ángulo de tejido queda principalmente determinado por el proceso de encalado.

Presentaremos aquí algunas observaciones complementarias.

En el encalado, con baños cortos, es posible determinar por observación microscópica, cuál es el tiempo necesario para que los agentes químicos atraviesen totalmente el espesor de la piel, para así luego proseguir con el agregado del agua necesaria para completar este proceso. La figura 15 corresponde a una microsección de una piel vacuna donde aún no se ha completado el cruce de los agentes de encalado (zo-

na central más clara), y donde también es factible evaluar la acción depilatoria hasta ese momento.

En una piel purgada se puede estimar la acción ejercida por las enzimas sobre el tejido elastina. La figura 16 revela un tejido elastina sin aparente degradación, en un corte micrográfico de la capa flor de una piel de conejo purgada.

En la figura 17 es posible estudiar el nivel de penetración de un recurtiente vegetal en un cuero vacuno curtido al cromo. En forma similar se puede apreciar la penetración de un determinado colorante, o mediante el uso de tintaciones especiales, la penetración de sustancias grasas luego de la nutrición.

Con respecto al acabado del cuero hay infinidad de posibilidades. Desde medir la penetración de un polímero impregnante, hasta el espesor de la película final de un cuero charol poliuretánico, espesor éste que se aprecia muy bien en la figura 18.

Asimismo, se pueden controlar diversas operaciones en la fabricación de artículos de cuero: el cementado de correas, vulcanización de zapatos, etc.

---

## ESTUDIO DE DEFECTOS

---

Se puede decir que la historia del cuero se encuentra en gran parte escrita en la apariencia de sus fibras, y la relación que existe entre calidad y estructura fibrosa permite un diagnóstico de los defectos de las muestras en todas las etapas de fabricación, desde la piel recién obtenida hasta el cuero ya terminado.

Por ejemplo en la figura 19 se muestra la microsección de un cuero de cabra manchado a causa de un ataque por microorganismo durante el proceso de conservación.

Las figuras 20, 21 y 22 representan 3 defectos dife-

rentes que a simple vista se manifiestan de igual forma, esto es, como pequeñas zonas brillantes en la capa de acabado. En la figura 20 se aprecia que estos defectos son originados por el depósito de partículas sólidas sobre la película de poliuretano; lo que evidentemente ocurrió luego de la aplicación del acabado. La figura 21 muestra un defecto similar pero que ahora es originado por burbujas, y una aparente falta de homogeneidad de la película. En la figura 22, el defecto fue causado por fibras de cuero sueltas no eliminadas por un correcto despolvado previo al acabado.

Existe también la posibilidad de identificar defectos en el cuero causados durante la vida del animal. Se obvia aquellos visibles a simple vista (marca de fuego, espinillo, etc.) y en la figura 23, se ilustra un caso de cuero dañado por parásitos.

Otro tipo importante de defecto de factible evaluación, es el causado por la migración de sales en el cuero. La figura 24 muestra el nivel de migración de sales que, provenientes del lado carne, se desplazan hacia el lado flor, y en la figura 25 se aprecia el arribo de las sales a la superficie flor en la zona dañada del cuero. Se trata de un cuero para capellada proveniente de un zapato con eflorescencias. En este caso se pudo afirmar que dichas sales no provinieron del cuero aludido, sino de los otros materiales constitutivos del calzado.

---

## CONCEPTOS FINALES

---

De lo expuesto se manifiesta claramente el hecho de que el microscopio es un elemento que debe considerarse indispensable en los establecimientos de curtiembre. También es evidente que ello requiere personal de cierto grado de adiestramiento, y por supuesto, contar con un equipo que permita cubrir las necesidades mínimas.

Como ya se ha expresado, la industria curtidora puede

solicitar al CITEC el apoyo técnico que le sea necesario. Así mismo, también puede enviar uno de sus técnicos para que sea adiestrado convenientemente en dicho Centro. Cabe mencionar que actualmente son numerosas las consultas que han sido evacuadas en el CITEC, y que le han formulado no sólo establecimientos de curtiembre, sino también firmas de productos auxiliares, y de la industria del calzado.

---

#### REFERENCIAS

---

- (1).- Las figuras 1 a 8 inclusive, son reproducciones del libro "Hides, Skins and Leather under the Microscope", editado por la British Leather Manufacturers' Research Association (BLMRA), Egham, Surrey, Inglaterra.
- (2).- Las figuras 9 a 25 inclusive, pertenecen a diversos estudios y asesoramientos realizados en el CITEC (archivo fotomicrográfico).

Nota.- Los autores agradecen al Dr. A. Sofía el asesoramiento brindado en el presente trabajo.



Fig. 1.- Esquema simplificado del tejido colagénico



Fig. 2.- Determinación de haces fibrosos

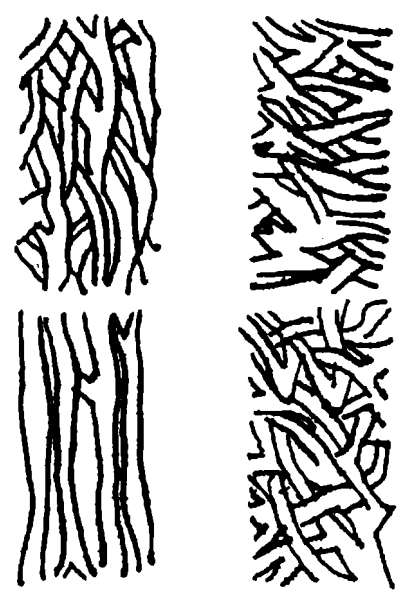


Fig. 3.- Angulos de tejidos

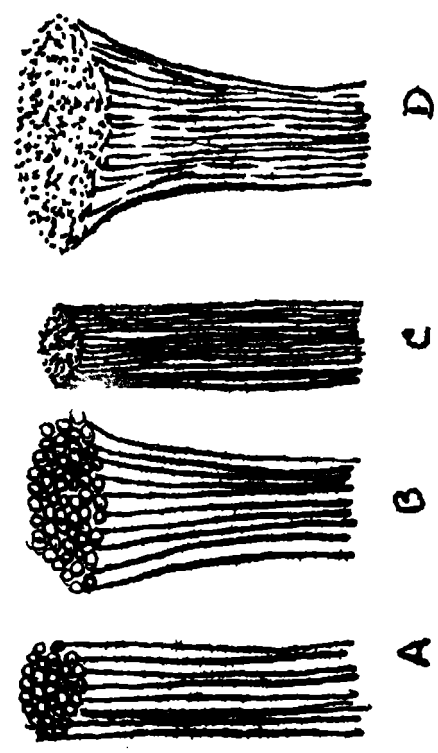


Fig. 4.- División y separación de un haz fibroso



Fig. 5.- Compacidad

Fig. 6.- Ordenación de un tejido colagénico



Fig. 7.- Plenitud y turgencia

Fig. 8.- Enderezamiento

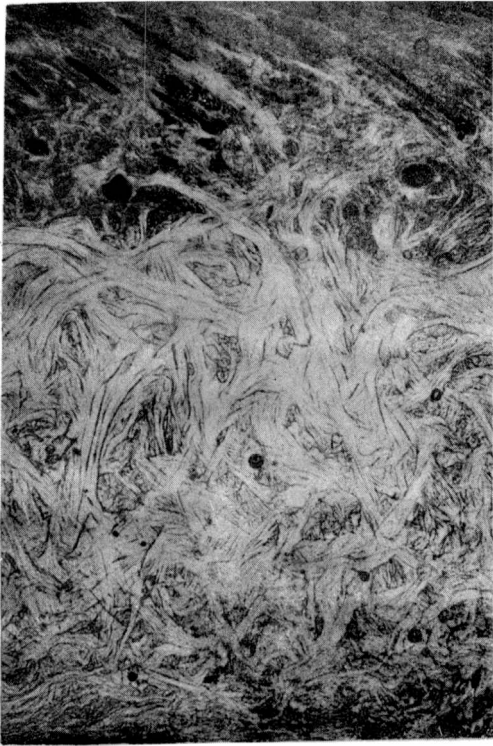


Fig. 9.- Piel vacuna fresca, sin tinción

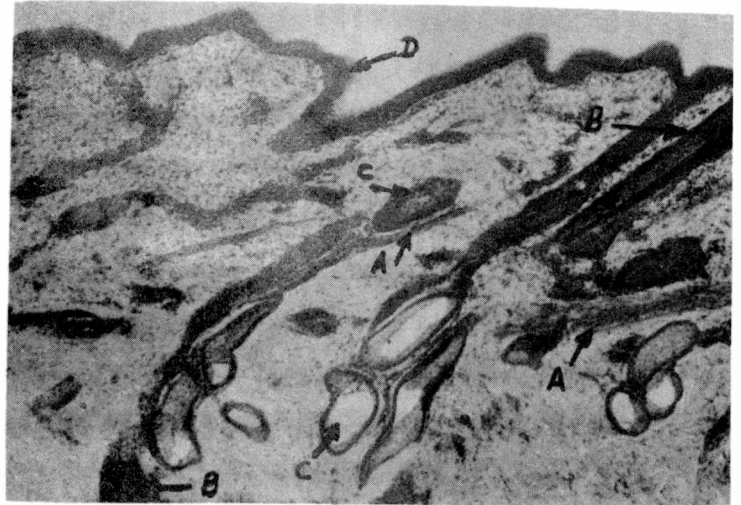


Fig. 10.- Piel vacuna fresca; estructura celular

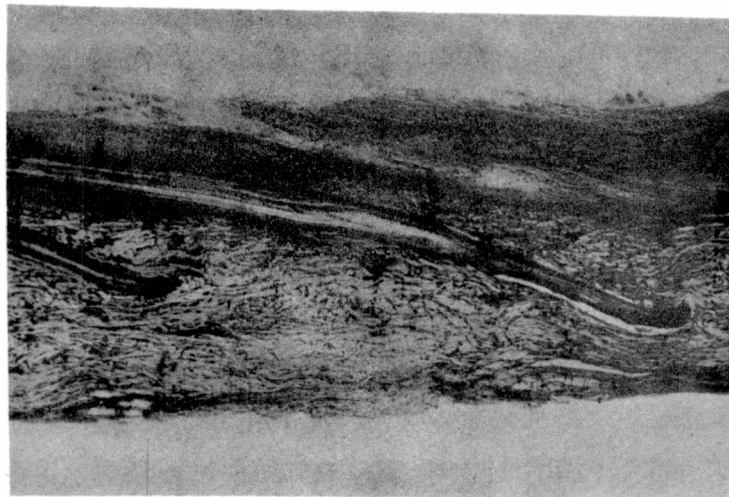


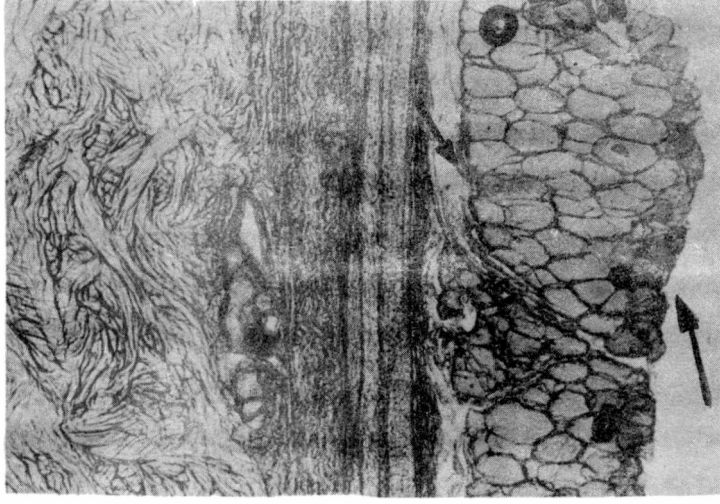
Fig. 11.- Piel de cabra seca; estructura celular



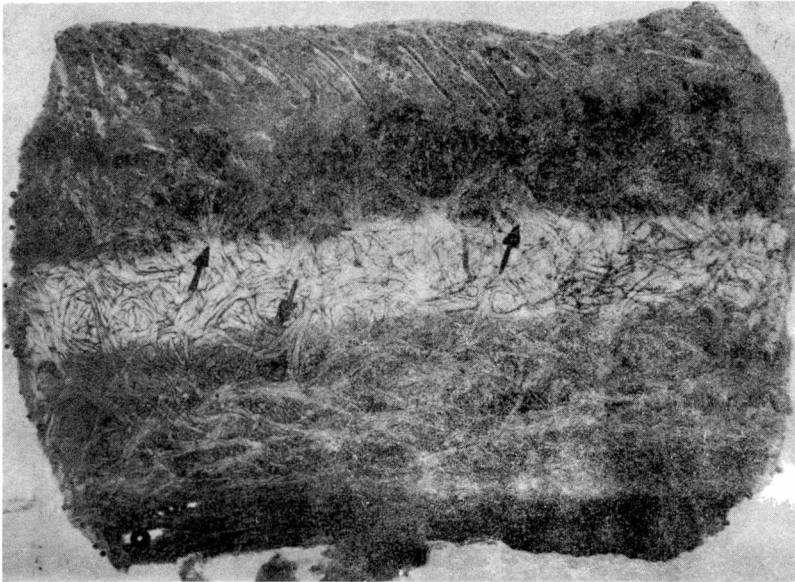
**Fig. 12.- Piel vacuna; conservación deficiente**



**Fig. 14.- Piel vacuna fresca; conservación deficiente, lípidos degradados**

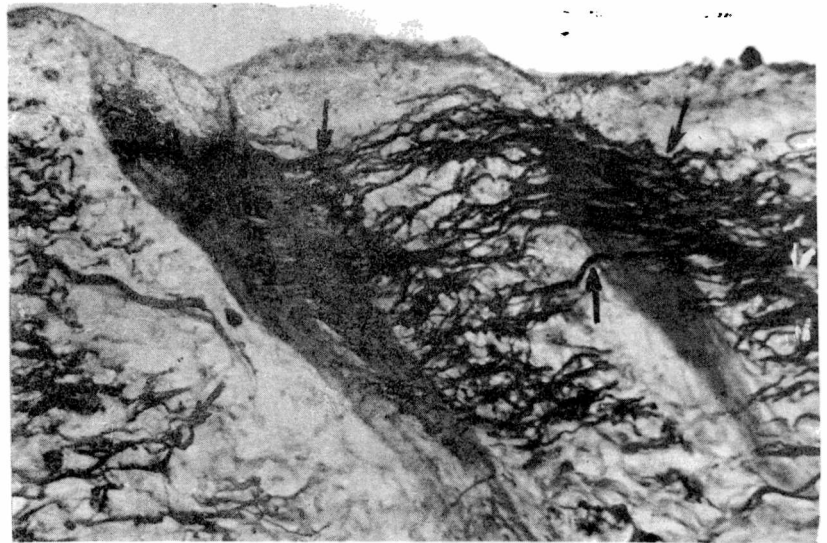


**Fig. 13.- Piel vacuna fresca; lípidos no degradados**

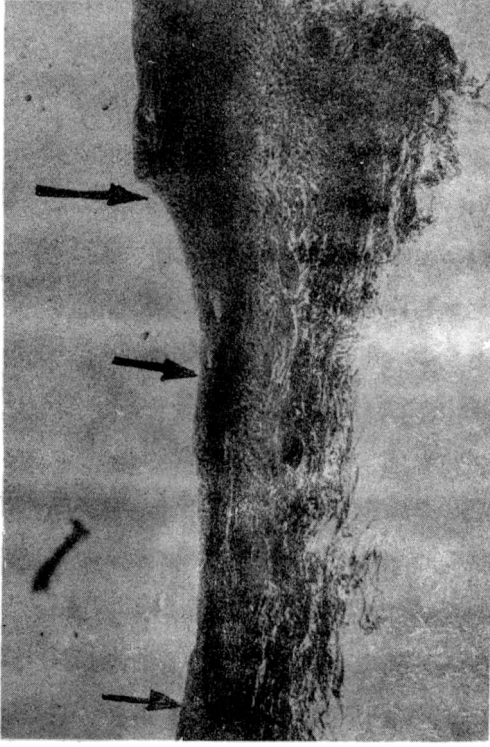


**Fig. 15.- Piel vacuna;  
proceso incompleto de  
encalado**

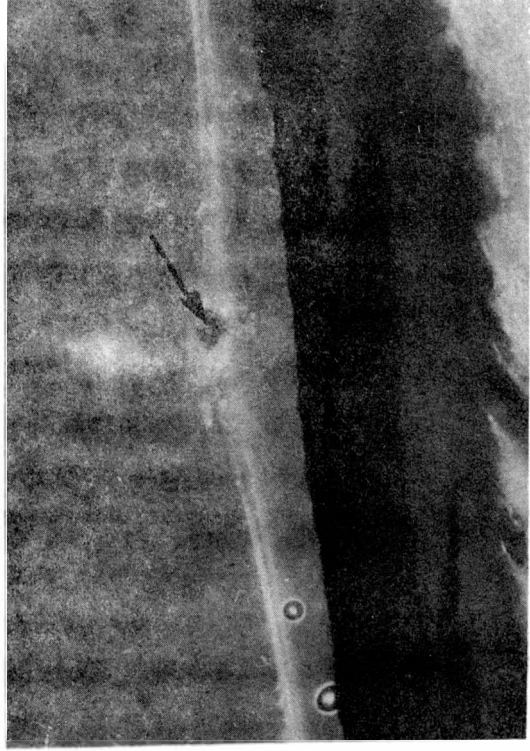
**Fig. 16.- Piel de co-  
nejo purgada; elastina**



**Fig. 17.- Cuero vacuno pa-  
ra capellada; penetración  
del recurtiente**



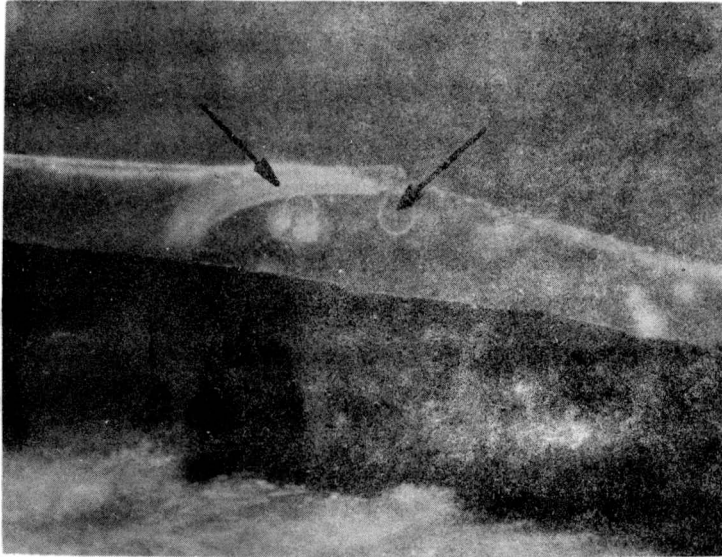
**Fig. 19.- Cabritilla; manchas**



**Fig. 20.- Cuero charol; película de acabado con defecto (partículas sólidas)**

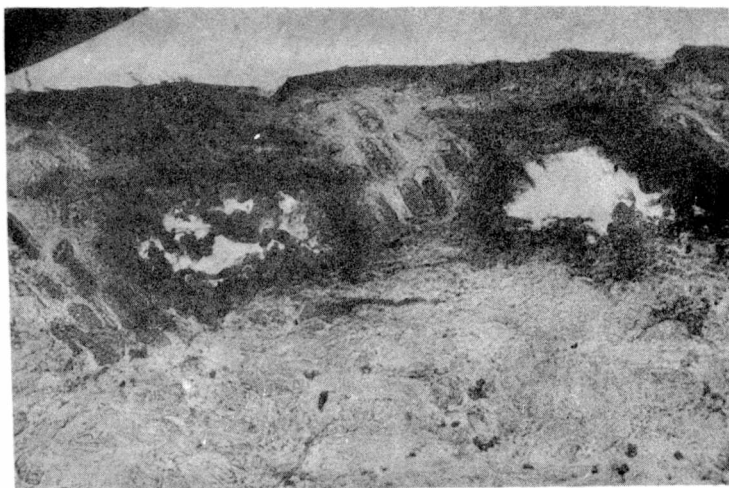
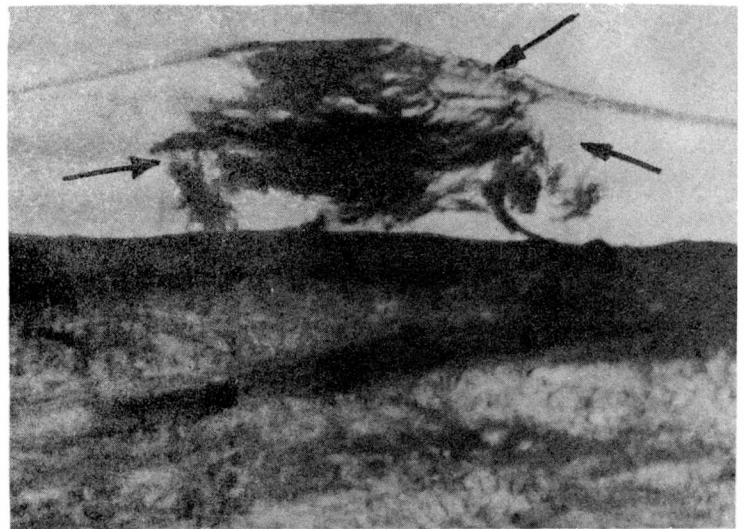


**Fig. 18.- Cuero charol poliuretánico; espesor de la película de acabado**



**Fig. 21.- Cuero charol; pelí-  
cula de acabado con defecto:  
falta de homogeneidad**

**Fig. 22.- Cuero charol; pelí-  
cula de acabado con defecto:  
fibras de cuero**



**Fig. 23.- Cuero vacuno cur-  
tido al cromo: parásitos**

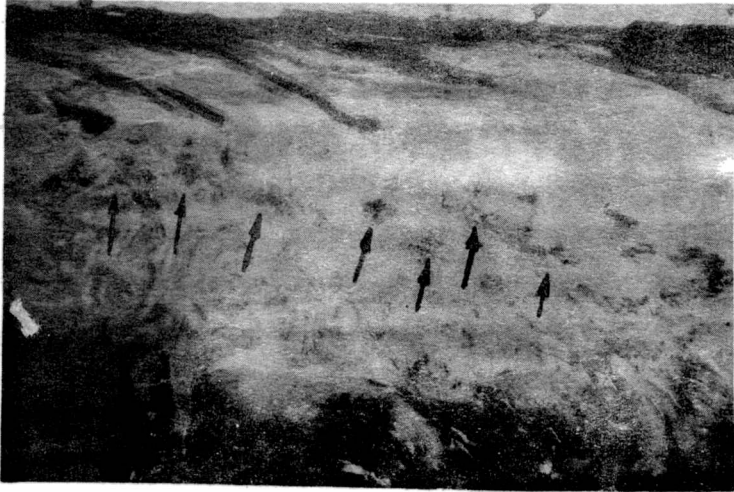


Fig. 24.- Cuero para ca-  
pellada: migración de sa-  
les

Fig. 25.- Cuero para ca-  
pellada: eflorescencias  
salinas

