

MINISTERIO DE AGRICULTURA



VILLEGAS
41

LAS FIBRAS TEXTILES

**SECCION DE
PUBLICACIONES
Prensa y
PROPAGANDA**

POR **J. M. DE SOROA**
INGENIERO AGRONOMO



LAS FIBRAS TEXTILES

MINISTERIO DE AGRICULTURA

E. A. n.º 10 / 1

INDUSTRIAS RURALES

LAS FIBRAS TEXTILES

POR

JOSE MARIA DE SOROA

Ingeniero Agrónomo

SEGUNDA EDICION

677.1.042



R-17.760

Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda

Gráficas Uguina - Meléndez Valdés, 7 - Madrid - 1941

I

Son las fibras textiles aquellos materiales de diverso origen que, tanto por su composición como por su forma, propiedades físicas y estructura, se emplean para utilizar su flexibilidad, elasticidad y tenacidad en la aplicación a satisfacer necesidades humanas. De éstas las más importantes son la confección de tejidos y la de trenzado, cuerdas o cables para la construcción, saquerío, enfardado, etc.

Los tres reinos de la Naturaleza suministran fibras textiles: los productos de secreción de la piel de los animales, el pelo, la lana, la crin y las secreciones de glándulas especiales de algunos insectos, la seda. Los vegetales, tanto en sus raíces y hojas como principalmente en los tallos (lino, cáñamo, agave, retama, etc.) y en los frutos, o en las cápsulas de algodón, proporcionan los más difundidos materiales de que la industria fabril y manufacturera se abastece. Y también en el mundo mineral las fibras incombustibles del amianto o asbesto sirven para enlazar y trenzarlos, amén de las otras aplicaciones que, como aislantes e ignífugos, presenta este material, que, por su propiedad

textil, se conoce con el nombre de piedra de algodón o de lino pétreo.

Refiriéndonos exclusivamente a las fibras textiles vegetales, recordemos que dichas fibras forman parte del aparato mecánico o de sostén de las plantas. Solidez y elasticidad son cualidades específicas del estereoma o aparato mencionado, del cual las fibras son uno de los elementos más importantes, pudiendo ser fibras esclerenquimatosas o formando células fusiformes lignificadas, muy alargadas y de paredes celulósicas, que a veces alcanzan 7 y 8 cms., como en los tallos del lino, y más de 20 cms. en algunas urticáceas, como la *boehmeria*, y en otros casos revestidas de pectosas, de cera, etcétera.

De estos elementos fibrosos es la celulosa el principal elemento químico que lo constituye: cuerpo sólido, blanco, soluble en los disolventes ordinarios y considerado como un alcohol poliatómico, en cuyas moléculas el grupo oxidrilo tiene tendencia a reacciones como ácido, bien sea como base, y que en presencia de sustancias fermentescibles puede ser alterada y formar una oxichelulosa sin consistencia, tiene, entre otras propiedades químicas, distintivas de otros materiales de que generalmente se revisten las fibras, la de disolverse en reactivos especiales, de los cuales mencionamos, entre otros varios, el licor de *Schweizer* o disolución amoniacal de ácido cúprico amoniacal, $\text{Cu} \left\langle \begin{array}{l} \text{N H}_3 - \text{N H}_4 \\ \text{N H}_3 - \text{N H}_4 \end{array} \right.$, empleándose también el reactivo de *Löwe* (16 gramos de sulfato de cobre

en 150 c. c de agua y adicionado de 10 c. c. de glicerina), o bien el licor *Felhing*, que es el sulfato de cobre, y tartrato sódico potásico, que se mezclan en el momento en que se quiere disolver la celulosa.

Prescindiendo de resumir otras propiedades físicas y químicas de la celulosa, basta consignar que ésta es el producto fundamental constitutivo de la fibra y que junto con la celulosa contiene otros materiales orgánicos o minerales, cuyo conjunto constituye lo que se llama *materia incrustante*. La tecnología agrupa, para el más cómodo estudio de las sustancias extrañas que acompañan a la celulosa, los tres grupos siguientes: a) La *lignocelulosa* o *lignina*, materia fuertemente minerácida, que endurece a la celulosa; b) La *pectocelulosa*, substancia insoluble en el agua y en el alcohol y en el éter, que por la acción conjunta del calor y los ácidos se solubiliza y se transforma en pectina y se gelatiniza con alcohol; y, por último, c) La *alipocelulosa* o *cutocelulosa*, substancia que constituye un revestimiento graso impermeable, capaz, en ciertas condiciones, de transformarse en corcho.

Aisladas unas veces, otras veces agrupadas en cordones con membrana celulósica engrasada, e impregnada de estos tres grupos de substancias, vivas o muertas (en el primer caso formando el colénquima, y en el segundo, el prosenquima o esclerenquima), las fibras vegetales, en definitiva, constan de *celulosa* y de *no celulosa*, que se puede distinguir fácilmente, ya que la primera no se tinte y adopta un tono azul, en contacto de la solu-

ción cloroyodurada de cinc, reacción que no ofrecen las otras sustancias que la acompañan, ya que, por ejemplo, las materias pécticas con dicho reactivo se tiñen en amarillo verde.

Estas y otras diferencias químicas esenciales permiten separar la celulosa de los demás materiales que constituyen las fibras. La obtención de las fibras crudas es industria netamente agrícola y que requiere procedimientos en que por la acción de un agente físico, químico o biológico, se logre el aislar las fibras de ese material extraño que constituye el agregado o manguito celulósico. Ahora bien; hay plantas que por la estructura, forma y revestido de la fibra son fácilmente desembarazadas de las sustancias extrañas y suministran fibras crudas utilizables, ligeras o resistentes, que constituyen la materia principal de las industrias textiles. Pero, en cambio, en otros vegetales hállese la celulosa mezclada con elementos que la reblandecen, o bien se encuentra en situación de inestabilidad y pronta a sufrir transformaciones en otros polisacáridos, como, por ejemplo, en las células de algunas hojas y en las de los tubérculos de la patata, en que es fácilmente atacable por el *bacilo amylobacter* o por una enzima, que es la *celulasa*, y pasa a celobiosa para transformarse luego en glucosa.

Pero lo general es que la membrana celulósica que reviste las fibras textiles del líber en los tallos es inatacable directamente por dichos agentes biológicos, siendo necesario hacer sufrir un proceso madurativo a tales tallos para que, operando

cambios en su estructura y en su composición, puedan obtener tales fibras, aislandolas de los materiales que los producen, o sea privandolos de los residuos leñosos de los materiales que los producen, y así, por ejemplo, el yute, que es una celulosa, y el lino, el ramio y la retama, que contienen principalmente pectocelulosa (aunque también contienen lignina y adipocelulosa), tienen que ser sometidos a la acción de agentes mecánicos físico-químicos o biológicos para suministrar las fibras de tan varias aplicaciones para el vestido, cordelería, saquerío, etc., y dan como subproducto de la obtención de la fibra otros materiales celulósicos que a su vez son objeto de las más variadísimas aplicaciones, que van desde la obtención de explosivos hasta la preparación de la pasta para papel.

He aquí, por tanto, sumariamente referido, el interés que siempre ha tenido la explotación de las plantas textiles, acrecentado hoy por el afán autárquico de los Estados para proporcionarse cada uno todas las materias primas necesarias a su Economía; y cuando la obtención y empleos de las fibras tiene, como en España, una tradición de esplendor, registrado en nuestra Artesanía, ya en los telares, ya en otras instalaciones, no sólo de carácter doméstico, sino gremial, obliga a revalorizar muchas tierras incultas, en las que la flora espontánea proporciona materiales como el esparto, la pita y la retama, susceptibles de disminuir la adquisición de fibras exóticas, y también a ordenar los cultivos de plantas industriales para volver por los fueros de la extensión y auge que tuvieron

otras, como el lino y el cáñamo, venciendo dificultades de índole agronómica con la adopción de variedades mejoradas incesantemente, para que tanto la cantidad y la calidad de las fibras, como la facilidad de separación de las mismas, pueda ser realizada, abaratando o reduciendo en todo lo posible el coste de la fibra cruda, y disminuir también la adquisición de fibras al extranjero.

La transformación actual de la economía mundial, derivada de este conjunto de cosas, ha impuesto una nueva redistribución cultural en Europa y ha influido en atraer la investigación técnica hacia el aprovechamiento para la especialidad textil de nuevas especies botánicas y de nuevos métodos de esta industria agrícola.

En esta hora de reconstrucción nacional de España, cuando se pretende adoptar medidas seguidas ya en otros países para el incremento de fibras textiles, no hay más que volver los ojos a las páginas de nuestra Historia para comprender que es segura y real una mejora de estas fibras, de cuyo abastecimiento depende la actividad industrial de muchas comarcas, la colonización de muchas zonas y la disminución de las importaciones. Si el régimen fascista italiano ha hecho de la cuestión de acomodar la producción al régimen de la demanda de fibra por las fábricas italianas uno de los más destacados objetivos de su programa, en hechos de nuestro pasado se basa la conveniencia de aumentar nuevamente el cultivo de las plantas industriales, empleando semillas de variedades mejoradas y métodos nuevos racionales de enriado

para obtención de fibras crudas, cuya obligatoriedad del consumo por la industria nacional se ha impuesto ya en distintas naciones.

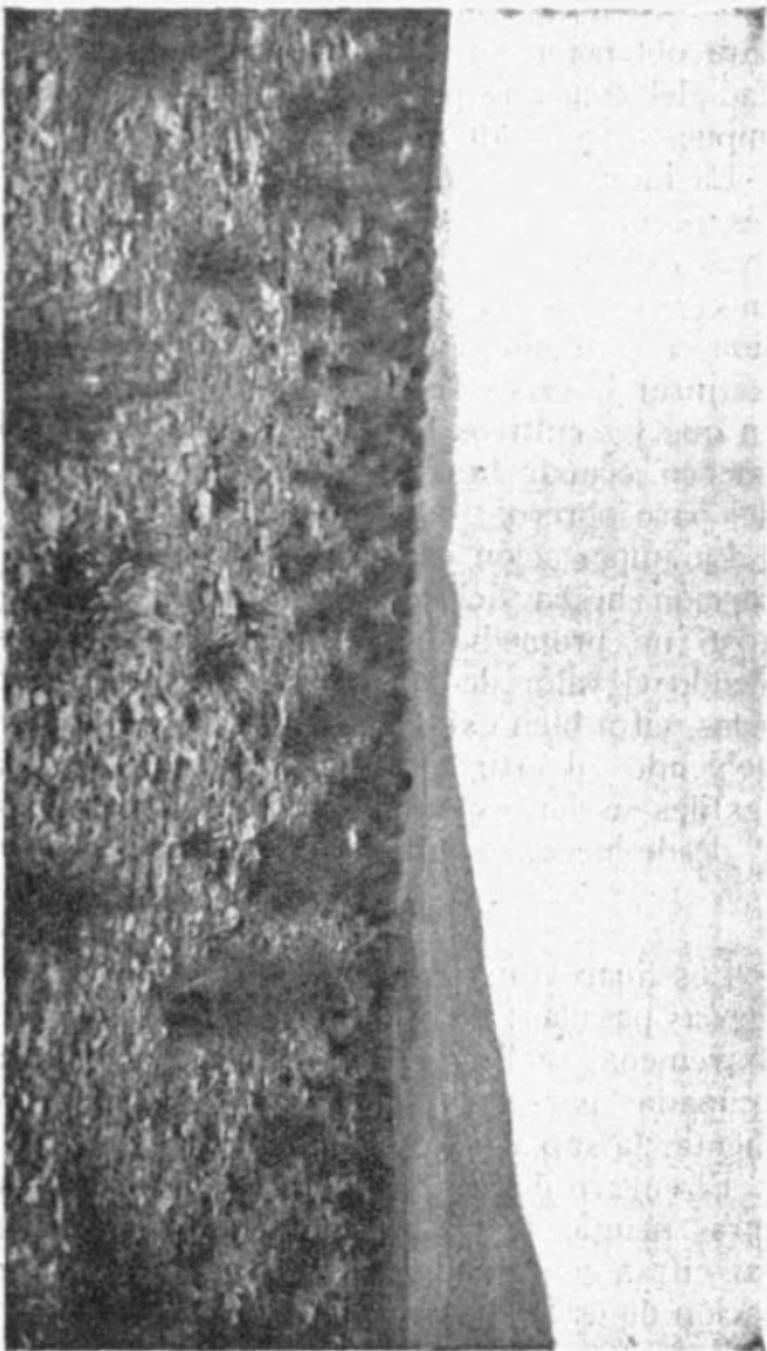
La industria textil en España ofrece gran interés, porque el lino, el cáñamo y el esparto son cultivos existentes en gran número de provincias, y en cuanto al cultivo del algodón, su mayor extensión en la región andaluza está llamada en parte a conjurar la crisis de trabajo del obrero en épocas en que los cultivos hoy dominantes en aquella no pueden ocupar brazos, determinando el conflicto del paro obrero.

La importación española de fibras textiles, excepción hecha del algodón, suponía en 1930 a 1936 un promedio anual de 60.200.000 pesetas, siendo el valor de la exportación de 270.200 pesetas, cifra bien exigua comparada con la primera, debiendo advertir que la mayoría de las plantas textiles se dan espontáneamente en nuestro suelo, y, desde luego, se cultivan en bastantes provincias.

Los linares tuvieron mucha más importancia en épocas pasadas; pero quedan aún en las provincias extremeñas, gallegas y en Navarra 863 hectáreas ocupadas por esta planta, que vuelve hoy a aumentar la superficie de cultivo.

El cultivo del lino, principalmente, entre los de otras plantas textiles, está justificado en vista de las cifras consignadas para el valor de la importación de éstas. Es un cultivo que, como dice acertadamente el Ingeniero Agrónomo don Silverio

Espartizales de Albacete : ejemplos de tierras esteparias.



Pazos, debe rehabilitarse, y son complejas las causas de su disminución, cual las de la rudimentaria preparación de la fibra y la competencia extranjera y un Arancel proteccionista con respecto a determinados intereses. Ellas se oponen a que sea un cultivo que tenga la prosperidad que alcanzó en España, y que hace que aun conserven su nombre de "linares" muchas tierras, por cierto muy fértiles, que eligieron ese cultivo en épocas anteriores; y se deben perfeccionar los procedimientos de preparación de las fibras y estudiar las modificaciones arancelarias necesarias para contener la entrada de materias que dentro del suelo español pueden obtenerse de inmejorable calidad, así como también deben perfeccionarse los métodos de investigación de la tecnología del enriado, para evitar el que siga operándose por procedimientos muy rudimentarios o que se implanten fábricas de enriado por métodos que conduzcan a fracasos por no conocer perfectamente la calidad de la fibra producida en los suelos españoles.

En los países de Europa occidental la producción linera aumenta y se perfeccionan los métodos de su industria. El lino ruso se consume por la industria textil de estos otros países.

Las hilaturas de Inglaterra, Bélgica, Alemania, Austria y Hungría se han especializado para trabajar sus fibras.

Si razones económicas han existido para que fuese desapareciendo el cultivo de este textil en España, reabsorbido por el de otras plantas industriales mejor organizadas que han reducido su

superficie, hay en el momento presente otras consideraciones que invitan a meditar si convendrá no resignarse a substituirlo, antes bien, vencer los obstáculos que se opongan al logro del debido y posible beneficio de los linares.

¿Por qué la fibra de una planta de gran consumo en las industrias de hilaturas, torcidos y tejidos, que dió fama a tierras españolas, se tiene hoy que importar?

No es, por cierto, porque no "se dé" la planta en nuestro clima o en tales suelos, ya que alcanzó gran representación en el pasado. Lino cultivan los países nortefños europeos, los del mar latino, las colonias del Africa ecuatorial, Egipto, la India y los países americanos. "Linares" se llamaron muchos suelos nacionales, por ser idóneos para tal cosecha. Diezmos de los caballeros de Santiago, en tierras de León, eran parcelas de lino, y el enriado de ellas, en Asturias y en las de Segovia y Palencia, tuvo fama. En Extremadura y Castilla también se conserva la denominación de linares a tierras frescas, sueltas y fértiles, muy aptas para tal cultivo, hoy casi abandonado por no haber seguido el ritmo de la industrialización para separar su hilaza.

Prestarse a entrar en alternativa también es otra condición suya, porque sólo ocupa el terreno durante la primavera, permitiendo un segundo cultivo después, tal como el maíz, judías, etc. Luego si es planta de posibilidades ecológicas y de gran consumo, tanto por su fibra como por semilla oleaginosa, la única razón que hay que justi-

fique el que haya sido relegada a tan reducida extensión es, ni más ni menos, porque ha organizado industrialmente la producción: hilado, secado, enriado, agramado, espadado y blanqueo.

Tampoco ha sido establecida la relación entre cultivador y fabricante que garantiza al primero beneficio remunerador, en tanto que tienen segura colocación en las fábricas su fibra y otras exóticas importadas, y que si bien puede admitirse que se obtengan mejor preparadas y más baratas, los gastos de transporte hasta nuestros puertos y el perjuicio que la salida de pesetas representa esta compra para la economía nacional oponen argumentos para que no siga la resignación con tal estado de cosas. Impedimentos más que probables se tocan ya con las restricciones para adquirir divisas.

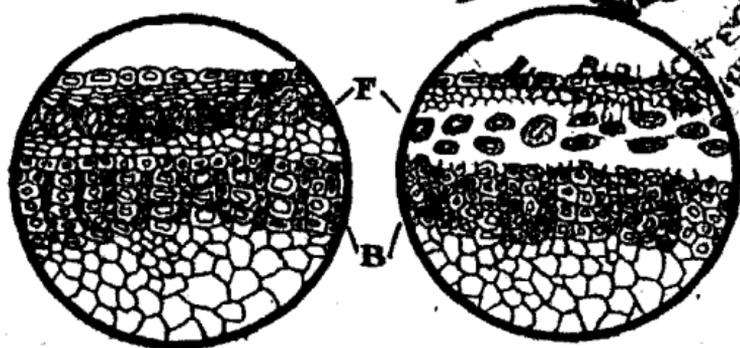
Es, pues, una conveniencia para la industria textil garantizar contra el paro y ventaja para la Agricultura el ordenar la producción del lino y de otras de análoga aplicación, en forma que el nexo entre el industrial y el agricultor se establezca. Las tentativas particulares que en Aragón y Cataluña se han realizado en los últimos años no bastan. Es preciso por parte del Estado protección a quienes emprendan un cultivo que por redimir de la salida de nuestra moneda, como por asegurar jornales agrícolas y movimiento a tantas industrias, la merece como el que más. Y esta protección no supone una simplista concesión de primas, sino que puede adoptar otras manifestaciones: establecer centros de experimentación de

activo para dar normas que se traduzcan en aumentar sus beneficios, crear semillas mejoradas genéticamente, montar centros de enriado y de preparación industrial y moderna de la fibra, efectuar la adquisición y distribución de la cosecha que al agricultor aislado no siempre le es permitido colocar con facilidad y fomentar el consumo de fibra y semillas nacionales.

Y por ello, porque las perspectivas para adquirir hilaza de plantas exóticas señalan para la postguerra la probabilidad de reducir las importaciones, y porque pensando en el futuro de la Agricultura española se afirman las convicciones de que hay que industrializarla y nacionalizar su producción.

El cáñamo se cultiva en España en unas 20 provincias, principalmente en Alicante, Castellón, Lérida, Murcia y Granada, y su producción, de 72 millones de quintales métricos de fibra y 21 de semilla, con precios respectivos de 158 y 70 pesetas, supone un ingreso medio anual de unos 11 a 13 millones de pesetas. En el siglo XVIII la industria cañamera tenía verdadera importancia en España; pero, víctima de una política arancelaria que gravó en siete céntimos el quintal métrico de cáñamo en rama y nueve céntimos quintal métrico rastrillado, ha venido a sufrir un grave quebranto. Especialmente en la vega baja del Segura se explotaba en mucha mayor escala que hoy, por lo cual sus cul-

tivadores hubieron de constituir una Federación, que consiguió organizar en 1928 el primer Congreso, en que los problemas relativos a retama, jornales, arancel, competencia de fibras sintéticas



Preparaciones microscópicas de un corte de tallo de lino antes del enriado (izquierda) y después del mismo (derecha).

como abacá, sisal y otros, constituyeron importantes temas para la economía nacional.

El esparto en las provincias del Sudeste, sobre todo en las de Almería, Granada y Murcia, es otro cultivo no menos importante. Ocupa un área de cerca de 600.000 hec' áreas, que producen dos quintales métricos de fibra por unidad, y al precio que tenía hasta 1936, 9 a 9,50 pesetas, representa una riqueza de unos 12 millones de pesetas.

La existencia en España de 78.000 hectáreas de retama, la sufrida leguminosa que tan bien sopor-

ta la sequía, independientemente de las plantas aisladas y espontáneas de esta papilionácea, que se da en toda clase de montes y pastizales, indican al más profano el interés de la aplicación textil de una mata harto difundida en toda la Península Ibérica, y que hasta ahora no tuvo más aprovechamiento que el de combustible doméstico y algo empleado para hornos de amasar pan en las casas campesinas, el de hacer gavillas, también para empleos campesinos, como para techar construcciones rústicas, y en Andalucía el de utilizarse para redes de pesca.

Novedad textil como la que supone el enriado de la "Genista monosperma" puede conducir a la revalorización de semejante espontánea en la flora española, que si hoy en los terrenos que para el pastizal y para el corte con aquellos fines sólo alcanza poco más de 520.000 pesetas, con lo cual se incrementaría grandemente la producción de muchos suelos, pobres en su mayoría, y cuyo núcleo principal lo constituye Galicia, aunque también los montes extremeños y de la región leonesa, y los terrenos esteparios de todo Levante, algunos castellanos y de Navarra en que crece, hubiesen de recibir beneficio.

Y, efectivamente, estamos en vías de llegar a éste, porque los trabajos que en Italia se venían realizando por el profesor Conrado Calloni, comenzados en Milán hace poco más de doce años, que ya antes condujeron quizá con alguna exageración a preconizar la retama como más econó-



Haces de esparto cosechados en tierras que solamente cuentan con este aprovechamiento.

mica que el lino para obtener fibra, no cabe la menor duda de que suministran hilaza, cuya muestra hemos examinado y no dejan nada que desear. Si se han conseguido con más o menos gasto, menor o mayor facilidad, es lo que hay que comprobar; pero puede afirmarse ante ellas que aparentan ser substitutivas del yute, abacá y pita, que, como es sabido, constituyen fibras textiles importadas de India inglesa, Filipinas, posiciones holandesas de Oceanía y colonias inglesas de Africa.

El valor en pesetas oro de la rama de estas plantas fluctuaba en el quinquenio 1931-1935 entre 11 y 16 millones de pesetas oro, y aparte se paga la hilaza y la que viene tejida.

Aunque hasta ahora, no ha constituido objeto de cultivo la retama, se puede explotar sembrando 10 a 15 kilogramos de simiente por hectárea, dejando ésta poco cubierta o multiplicada por rizomas; son pocas las labores culturales que exige anualmente para regular la humedad y el desarrollo vegetativo, y desde el segundo año se puede cortar, a partir de la segunda mitad del estío, y proseguir los cortes hasta el mes de enero, resultando de mejor calidad industrial la de invierno.

Claro que dicho todo ello en líneas generales, porque el estudio genético de las variedades mejores para la industria, y las condiciones exigidas para suministrar los tallos en la mejor condición para ella, son cuestiones que compete perfeccionar a la agronomía.

Obtenidas las gavillas, el enriado suministra

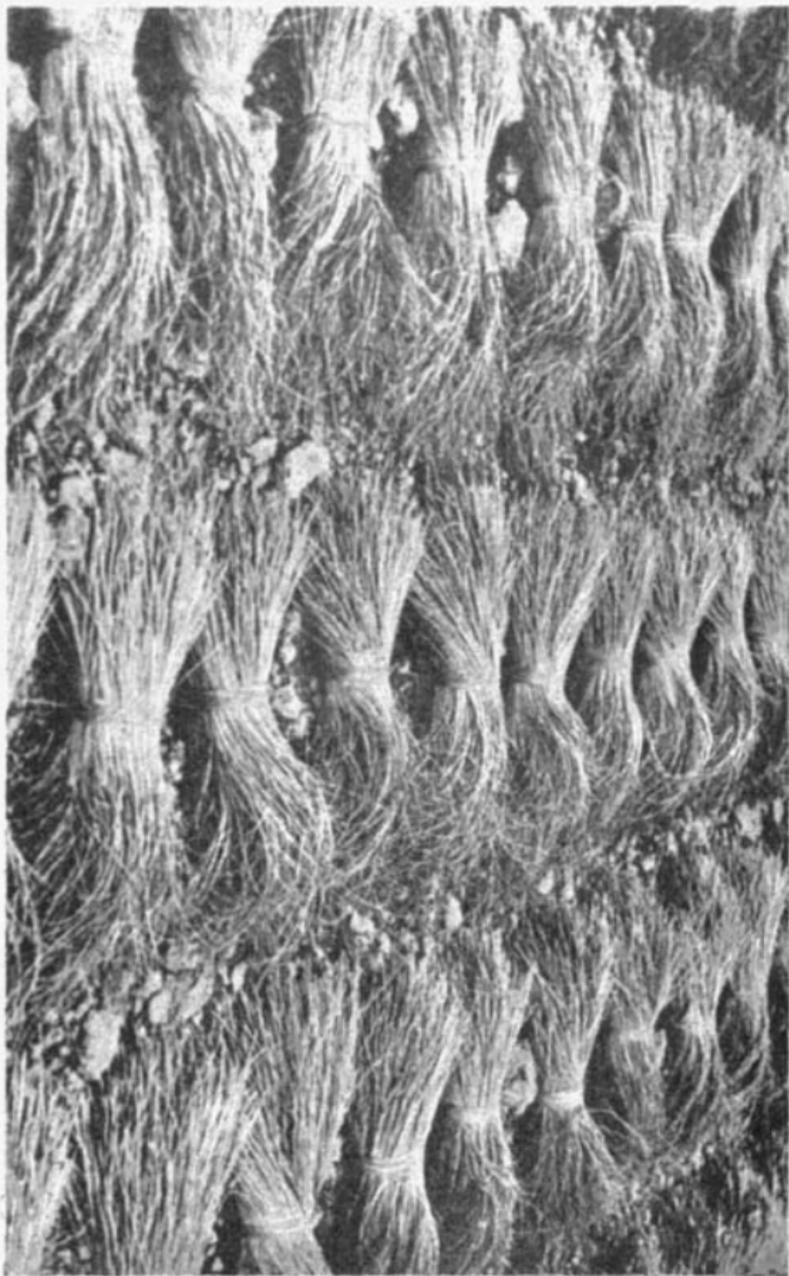
ocho a diez kilos de fibra de las buenas condiciones consignadas, muy recomendables para tejidos de saquerío y cotonización para otros envases más fuertes, como los sacos para contener cemento, etc.

La celulosa, que también es otro producto resultante del tratamiento, en proporción del 30 por 100 en peso, es muy apta para la preparación de explosivos al fulminato. Queda como subproducto una resina que sirve para suavizar otras fibras textiles duras y como emulsionante para jabonería, y por fin de la parte leñosa se obtiene una pasta para fabricar papel ligero y resistente muy apto para embalaje.

Otras fibras bastas también se pueden utilizar en España para la implantación de nuevas industrias, tal es el "altramuz silvestre", que se produce en Andalucía con gran profusión y espontáneamente con el nombre vulgar de "jabaco", planta rústica que produce tallos de más de un metro de longitud, bastante gruesos, que vienen utilizando los ganaderos para la fabricación a mano de sogas, lías, cinchos, que ya constituye el principio de una industria en embrión, especialmente por la suavidad y su resistencia.

Otra planta que abunda en las huertas de los cortijos meridionales y andaluces es la chumbera, planta cuyo tronco y ramas está formado por un

Secado del esparto en pleno campo.



entretejido de fibras muy resistente con exclusión de toda parte leñosa. Las palas, después de estar cortadas y rodando por el suelo cinco años, conservan sus fibras con resistencia como si no hubiera pasado tiempo alguno. Es planta que se cría en todo terreno, por estéril que éste sea; no exige gasto alguno de cultivo, tiene peso enorme, formado exclusivamente de fibras muy numerosas y resistentes que quizá puedan ensayarse para textil.

Constitución de las plantas textiles.—El esqueleto de los vegetales está constituido principalmente por la celulosa, que por la incrustación de materias diversas adquiere un mayor o menor grado de rigidez. La xilosa (substancia azucarada de aspecto algodonoso), la paraxilosa (medula), la fibrosa, etc., contribuyen a variar la contextura.

En cuanto a la forma, si adopta la de tubos, y muy delgados, permite separar mejor la materia incrustante y da lugar a fibras textiles, como sucede en muchas plantas industriales, que tienen la aplicación para fabricar tejidos, cordelería, esteras, etc.

Un tallo de lino contiene las fibras dispuestas en capas delgadas en la superficie, alrededor del cual forma con el tejido cortical a modo de un manguito, estando comprimidas, apretadas unas contra otras, aunque conservan en todo su recorrido la forma de un prisma de sección poligonal.

Las fibras están separadas de la madera por una sustancia gomosa, que es la pectosa, que además se reparte por entre las paredes de las fibras, reuniéndolas y aglomerándolas unas contra otras, extendiéndose en laminillas muy delgadas que las aglutinan fuertemente.

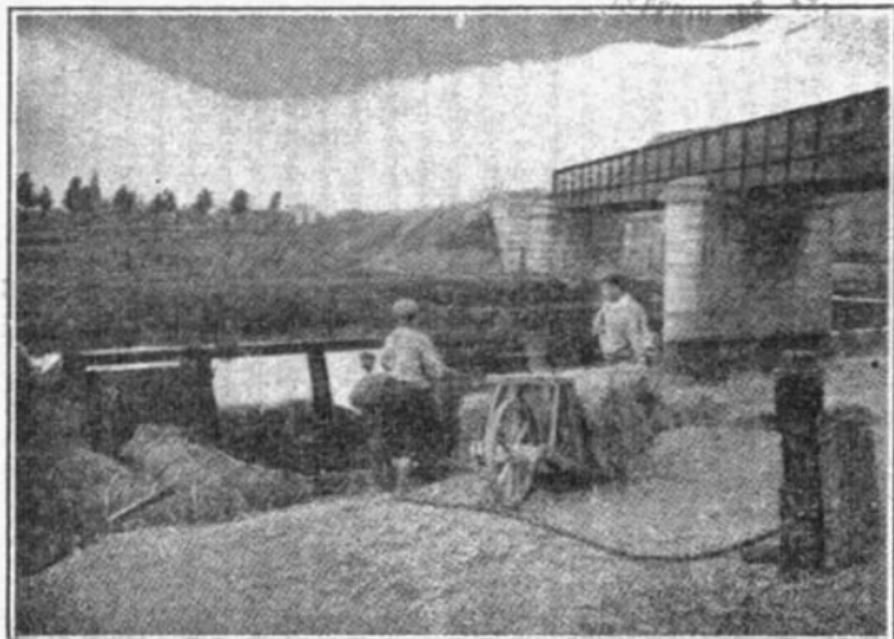
Los fallos del lino contienen:

Paja, cañamiza o agramiza, 70 a 75 por 100.	{	Fibra pura	58
		Materias solubles	25
		Idem insolubles	17
Corteza fibrosa, 30 a 25 por 100	{	Lignina	70
		Materias solubles en agua.	13
		Idem insolubles en agua... ..	17

Todo el proceso del enriado—operación de separar las fibras filamentosas de la materia cortical—consiste precisamente en hallar reactivos que disuelvan a la pectosa y desembaracen a las fibras de esta materia que las cimenta. Es, por consiguiente, muy grande el número de reactivos que se han propuesto, siendo necesario que sean buenos disolventes de la pectosa, pero que no lleguen a atacar a la fibra, que está formada de celulosa casi pura. Como es sabido, la celulosa no es completamente soluble en agua, y únicamente a la ebullición y presión de cinco atmósferas se descompone en parte.

Las soluciones alcalinas concentradas la descomponen a la temperatura de ebullición, desprendiendo ácido oxálico. Los ácidos en solución concentrada transforman la celulosa en éteres com-

puestos y otras substancias poco estables. Tanto las soluciones alcalinas como los ácidos diluidos dejan a la celulosa casi intacta, aunque en condiciones de transformarse muy a la larga. Por hidrolisis, según H'ebert, da lugar a la xilosa, ara



Enriado en el Lys.—Carga de fajos de lino en los bastidores.

binosa, glucosa, galactosa, y por oxidación produce ácido múxico.

Durante el proceso del enriado natural o rural, las complejas y heterogéneas fermentaciones que se producen fabrican los reactivos indispensables para la disolución de la pectosa, bajo forma de

diastasas, muy diversas, producidas por los microbios. Son principalmente la pectosinasa y la pectasa (o pectinasa) las que ejercen acciones catalíticas, transformando la primera a la pectosa en pectina, que es soluble, y en azúcares, con lo que



Lastrado de un cajón de lino y colocado en el agua para enriar.

ya permite separar las fibras de la madera al disolverse la mayor parte de la pectosa y pasar a pectina, que se solubiliza en el agua. Quedaría, de todas maneras, la fibra quebradiza, sin tener el aspecto brillante de las fibras elásticas, como la hilatura; pero entonces interviene la *pectasa*, que coa-

gula a la pectina y la transforma en ácido péctico, que, recubriendo las fibras de una envoltura, las comunica un barniz brillante que las hace elásticas, contribuyendo a que se formen luego briznas.

Las laminillas interpuestas entre las células fibro-



Inmersión de un cajón en el río.

sas y el interior de los haces son muy complejas, distinguiéndose en sus componentes la pectosa y la lignina, esta última que tiene más estabilidad química que la pectosa. Para que se forme ácido péctico gelatinoso se exige la presencia de una sustancia que, sin participar directamente, ejerza la acción de presencia (catalizador). Generalmente, hacen este papel las sales de calcio, gracias a las cua-

les la pectosa transforma la pectina en ácido péctico gelatinoso. Con muy poca cantidad de sales de calcio es suficiente, ya que obran por presencia, y un exceso de ellas puede dificultar la vida de los microbios que han de producir los fermentos diastásicos.



El cajón con los tallos enriados es extraído del río.

Simultáneamente a los fenómenos anteriores hay otros, como la fermentación de los azúcares, que desprenden hidrógeno, ácido carbónico y ácido butírico, que ejercen acción importante sobre la vida o la muerte de los microbios.

En resumen: el esquema de las reacciones del enriado es el siguiente:

Pectososa + pectosina = Pectina y azúcares.

Pectina + pectasa en presencia de calcio =
Acido péctico.



Tallos de lino cortados dispuestos en forma de cono o sombrero para su desecación.

Azúcares producen hidrógeno, ácido carbónico, ácido butírico, etc.

Las operaciones de extraer las fibras que hasta hace poco se habían dejado en absoluto en manos

del cultivador, tienen que industrializarse, análogamente a lo que sucede con la remolacha y el azúcar. He aquí la serie de manipulaciones o fases del proceso de obtención de las fibras: Arranque de los tallos, secado de éstos sobre el campo, qui-



Inversión de las cabañuelas de lino para que el desecado sea uniforme.

tarles las semillas, enriado, nueva desecación, la carda, agramado, espadado, paso al molino flamenco.

Enriado.—Alude la palabra a la forma de pro-

ceder antiguamente y aun hoy en lugares en que no están adoptados métodos higiénicos. Consiste su proceso en sumergir las partes utilizables de la planta, o sean los tallos, en agua—que debe ser limpia—, para que en virtud de la maceración se inicie una descomposición que disuelva los princi-



Enriado del cáñamo en la vega del Segura.

pios solubles y queden sólo las fibras de celulosa.

El agua en que se sumergen va obscureciéndose, toma un color pardusco, forma espuma blanquecina y desprende gases. Con el microscopio pueden verse en ella muchos microorganismos, que demuestran que en la descomposición hay un factor biológico. Por tanto, según varíen las condiciones de aire, temperatura, presión, etc., ha de cambiar el resultado del trabajo que realizan.

Sistema de enriar.—Hay distintas maneras de proceder a efectuar esta operación. Podemos clasificarla como sigue:

Semiseco a la intemperie o pastoral, dejando impregnado de humedad los tallos sobre prados y regándolos de vez en cuando para que prosiga su lenta descomposición.

Natural, o por fermentación pútrida sin garantía de higiene, abandonada a sí misma

Natural en agua corriente.

En agua caliente

Enriados químicos; activando la fermentación mediante el concurso de agentes que reaccionan con la materia incrustante

En charcas, depósitos o estanques sin agua corriente.

En ríos. Entre otros sitios, se siguió en Flandes.

En depósitos y balsas de agua corriente.

En el mar.

En cajas o jaulas.

Métodos de Van Muller, Feuillete, etc.

Método Blet: con urea a 25°.

Método Tarwagne: con creta y carbón vegetal a 25°.

Por disoluciones ácidas:
En frío.

Y alcalinas:
En caliente.

Maisier y Feitz: con urea y siembra de Amilobacter.

Peufallit: con agua y nafta.

Enriados antihigiénicos. Método natural.—El enriado pastoral, que consiste en dejar agrupar las fibras textiles bajo la cremacautera, fermentación muy lenta, casi insensible por la triple influencia del rocío, del sol y del aire. Esta exige mucho tiempo, treinta o cuarenta días, y mucha superficie, y adolece de peligros insalubres.

El método no da los resultados muy satisfactorios, sobre todo porque es de duración muy larga y porque junto con los microbios específicos pécticos conviven otros microorganismos que son capaces de atacar la celulosa, y, por consiguiente, dañan la fibra. Tal es la acción de muchos esquizomicetos y eumicetos, de los que hablaremos en los párrafos siguientes.

Con el lino se practica más que con el cáñamo, y se opera mejor después de haber tenido las varillas algunos meses o dos años guardadas para que "curen".

Si los depósitos son naturales (charcas y lagunas), los tallos se extienden sobre el césped de pradera recién regado, cuidando de no frotarlos ni removerlos, para que no se enloden. Se les da vuelta, según el estado del tiempo, con mayor o menor plazo. La operación se da por concluida cuando la hilaza se desprende fácilmente del sistema leñoso y cuando el tallo, al quebrantarlo o quebrarlo entre las manos, produce un chasquido, quedando la ruptura lisa y uniforme.



En las operaciones preliminares al enriado para preparar los haces, se emplean mujeres y chicos.

Enriado en balsas de aguas estancadas.—Es otro método, desde luego, imperfecto y malsano. Da resultados muy diferentes, ya que la fermentación la producen, como en el anterior, los microorganismos propios, llevados por las plantas. Como el hombre no interviene regulándola, es claro que según la calidad del agua y régimen ecológico o de medio se obtendrán mejores o peores fibras: de aquí que se hable de aguas muy buenas o malas para enriar, no siendo con exclusividad su composición química, sino el régimen meteorológico de la región el que determina el resultado.

La fermentación pútrida, que desprende gases nocivos (ácido sulfhídrico, metano, amoníaco, etcétera), viene a sumar sus condiciones antihigiénicas a las propias de las comarcas húmedas, en las cuales los protozoarios transportados por el sistema bucal de los mosquitos que en sus inmediaciones pululan originan fiebres. Los reglamentos de Sanidad deben prohibir que se utilice una desfavorable condición de tales parajes para que la población rural trabaje en una industria agrícola como la que estamos tratando.

El enriado Ballet-Rojez.—Un linicultor del Norte de Francia extiende en el campo, en líneas regulares, a medida que va arrancando el lino, dejando un espacio libre entre las líneas que permita invertir los tallos, operación que se repite dos veces, quedando extendidos hasta que el enriado se haya terminado, y después se reúnen en gavillas

cónicas para secarlas. El agramado se hace al mismo tiempo que el enriado, que es un caso particular del enriado, sobre prados o sobre tierra húmeda.

Enriado en ríos y arroyos.—Es similar a los anteriores. Se sumerge la planta textil, arrojando sobre ella tablas y piedras, para que no flote.

Ensuciada con los légamos y tierras del fondo, y peor aún si se colocan de pie, pues el agua, como mala conductora del calor, no tendrá la misma temperatura a alturas distantes 70 centímetros, si se aguarda un enriado completo en toda su longitud, la mitad de las fibras textiles saldrán sin fuerza, y, en cambio, el resto de su longitud estará casi rota al desprenderla del sistema leñoso.

Si los haces se tienden horizontalmente, las partes que tocan con el fondo y las paredes no están bien bañadas por el agua ni fermentan por igual.

Muchas veces el lino o el cáñamo forman garbas de ocho a nueve kilos atados en centro y extremos con tres lianas. Se reúnen estos haces en unas jaulas de dos a tres metros de lado por 1,30 de altura, que se sumergen.

Ofrece este sistema los siguientes riesgos:

1.º Que una avenida puede enturbiar las aguas, bajar su temperatura y arrastrar los haces.

2.º Que la materia orgánica fertilizante desprendida marcha con la corriente, sin poder ser utilizada por el agricultor.

3.º Que si baja el caudal se enfanga el agua,

perdiendo su oxígeno y saturándose de gases nocivos.

4.º Que la riqueza piscícola desaparece por la intoxicación con los productos de la descomposición de los vegetales.

5.º Inutiliza las aguas para el abastecimiento de poblaciones.

Enriado en agua corriente practicado en Bélgica.

Desde antiguo es de fama mundial el enriado de la región del Lys, que coloca los haces de lino en cajas de forma rectangular, abiertas por su parte superior y por uno de los lados, y que tiene de cuatro a cinco metros de longitud y ancho y de 1,20 a 1,30 de altura. Contiene 1.200 a 1.600 kilos de paja de lino seca. Se guarnecen interiormente sus paredes con una capa de centeno o de trigo, y se llenan las cajas de los tallos, cuidadosamente seleccionados, puestos en haces que se colocan verticalmente y bien apretados, recubriéndoles de una capa espesa de paja, y también el lado lateral abierto se guarnece con harpillera y paja.

Estos cajones se colocan en el agua, manteniéndolos en la superficie por medio de cuerdas de cañamo que los permitan anclar en el lugar deseado, a metro y medio de la orilla, aproximadamente. Se recubren con tablones cargados de piedras para que inmerjan completamente, aunque sin llegar a tocar el fondo del río, siendo para ello necesaria una carga de 3.000 a 4.000 kilos.

La fermentación, que se provoca espontánea-

mente, debe ser vigilada, porque hacia las setenta y dos horas la disminución de peso hace que asciendan, y se aumenta entonces la carga hasta el cuarto día, en que, por el contrario, hay que proceder a lastrar para que no enfanguen cayendo al fondo del río recubiertos de légamo. Dura de seis



Preparación de los haces de cáñamo para enriar en Callosa del Segura.

a quince días, según la época del año. A fines de mayo, nueve o diez días; en verano, seis o siete; a principios de otoño, doce a quince días.

Cuando se juzga concluída la operación, se procede a deslastrar, subiendo un obrero una caja, y con ayuda de una horca o de una pértiga, empuja al agua cada uno de los haces. Otros dos obreros

los recogen y los llevan a la orilla, donde se dejan algún tiempo desecar, y se transportan a extender sobre un prado próximo, donde se deshacen los haces y se les dispone en pequeñas gavillas de forma cónica, a las que se les da varias vueltas, de modo que la parte que ha permanecido hacia abajo se vuelva, y viceversa.

Los obreros belgas tienen una manera diestra y rápida de operar, cogiendo el vértice de los conos y haciéndolos girar con un movimiento de la mano. Esta operación se hace cuatro veces, para obtener un tono claro, muy apreciado en el mercado.

Enriados en balsas de fábrica.—En la vega del Segura se efectúa el enriado en la forma siguiente:

Se colocan los haces de tallos (varillas) horizontalmente y superpuestos, cargados con piedras o ladrillos, sobre las balsas de mampostería enlucidas con cal hidráulica, para dar impermeabilidad a su fondo y paredes. Tienen 1,80 metros de profundidad por 12 de largo y, generalmente, cuatro metros de altura, entrando el agua por un extremo de ellas y saliendo por el opuesto cuando conviene cambiarla, que suele ser a los dos días de embalsar las varillas, para que al enfriarse los tejidos se vayan hundiendo. Pero si al descender pueden llegar a tocar el fondo, se aligera de peso, porque no conviene que lleguen al suelo y disminuya su cocido, puesto que en el fondo es insensible la fermentación.

Si la lejía que forma la materia que se va solu-

bilizando adquiere un color claro, no se debe mudar el agua; pero cuando ésta va adquiriendo color ceniciento negruzco, con una especie de espolvoreado en la superficie, se cambiará, ya que es un síntoma de no operarse la fermentación.

Causas que influyen en la acción del enriado por este método.—La temperatura influye en el enriado, según queda consignado.

Otra influencia meteorológica hay que tener presente: la dirección del viento. Cuando sopla de Levante se adelanta la cocción (nos referimos a la región murciana); pero, en cambio, el aire del Oeste retarda dos o tres días, si es verano, y una semana en invierno, pudiendo incluso paralizar la fermentación.

No conviene para el enriado agua selenitosa, ni las muy calizas, ni las que lleven demasiadas sales minerales. Mucho menos han de emplearse las residuarias o del alcantarillado de poblaciones, que, además de peligrosas para la salubridad de los encargados de realizar el enriado, llevan una flora microbiana que puede destruir o contrarrestar la acción de la específica para solubilizar la materia incrustante. Se suele cambiar el agua en la balsa en to'al tres o cuatro veces durante el enriado, debiendo hacerse con agua que esté muy clara, puesto que las aguas sucias perjudican a la fibra y paralizan la fermentación.

Concluye la operación después de haber tomado una muestra de unos cuantos tallos, que después



En los días de paralización de otras faenas camperas, las operaciones de la industria cordelera aseguran algunos jornales.

de secos se trituran a mano y se desprenden bien de la materia leñosa; entonces se puede sacar el resto del cáñamo de las balsas, colocando los haces en forma de montones cónicos, para que ofrezcan la mayor superficie a la acción desecadora.

Enriado marítimo.—En algunos puntos de la costa se enría con agua de mar, lo cual, si desde el punto de vista higiénico no ofrece peligros, da hilaza fuerte; pero carece de flexibilidad y da tejidos bastos irritantes, por la gran cantidad de cloruro sódico u otras sales retenidas entre sus fibras.

II

MÉTODOS FÍSICOS DE ENRIADO

Los métodos físicos o químicos de maceración que pueden llamarse métodos de maceración industrial (acción del vapor de agua fluyente a baja presión, tratamiento con ácidos álcalis y jabones) son empleados sólo para algunos materiales menos comunes que para la preparación del lino y del cáñamo, aunque alguna vez se haya intentado aplicarlos a estas plantas.

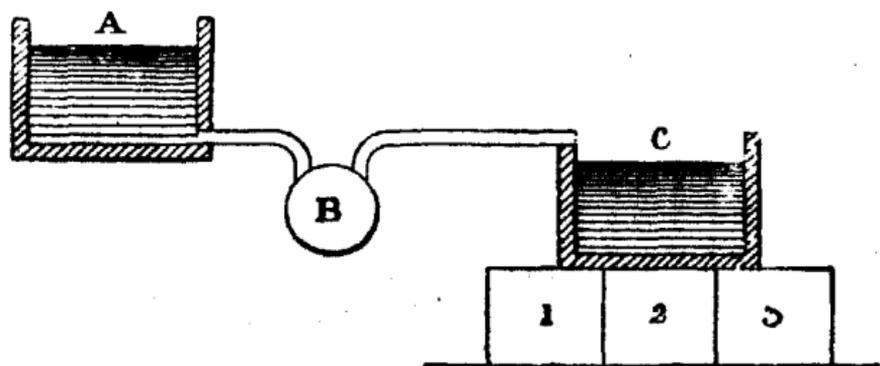
Procedimiento de Von Muller y de Swarfe.—Enriado metódicamente en baños establecidos al lado de los ríos. Estos baños tienen de seis a nueve metros por 12 a 19 de profundidad, con piso de falso fondo, y se comunican entre sí por conductos que permiten una circulación metódica. Formados los fajos de lino, muy apretados, se colocan sus tallos hasta la mitad, verticalmente. Un poco por debajo del agua se coloca un piso que permita ir elevando poco a poco su nivel, pero

impida pasar de un nivel determinado. El agua fresca, ascendiendo a través de los tallos, va disolviendo las materias solubles, y a medida que adquiere más densidad, desciende y cae cargada de todos los materiales disueltos.

Procedimiento de Feuilleté.—Los haces de lino, de siete a ocho kilos, se colocan en cajas de 5 por 2,3 por 1,33 de alto. Cada una contiene de 1.000 a 1.300 kilos. Se colocan en balsas giratorias, que cada una recibe 15 metros cúbicos de agua recalentada a vapor a 36° diariamente. Llega al fondo de los recipientes por tubos, y remonta la superficie, produciendo una temperatura de 22°.

Enriado con agua caliente. Método Von Steenkiste (ver figura).—Encima de las balsas o delante de ellas existe un depósito de cemento, lleno de agua caliente, conducida por tuberías, y encima del compartimiento de selección se encuentra otro recipiente lleno de agua fría y situado más arriba que el anterior, con objeto de poder conducir el agua desde *A* hasta *C* por medio de un simple sifón. Al pasar entre los dos recipientes, el agua atraviesa un calentador especial, *B*, situado cerca de la caldera. El enriado se practica llenando de agua caliente a 30 ó 35° la cuba *C*, que contiene el lino, permaneciendo en contacto con ella de siete a ocho horas. Así se elimina un tercio de las materias gomosas, sin fermentación de nin-

guna clase. Entonces se vacía la cuba y se llena de nuevo. En este segundo baño la fermentación comienza al cabo de dos horas, y cuarenta y ocho horas más tarde se considera el primer enriado



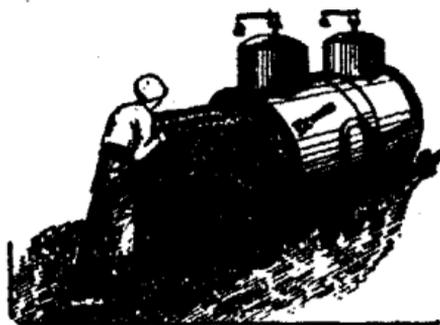
Sección de recipientes y cubas del sistema Van Steenkiste y Legrand.

concluido. El lino sacado vuelve a ser enriado durante dos o tres días en una segunda operación. El secado se opera al aire libre.

El *procedimiento de Parsy* también trata los haces en calderas autoclaves, con agua caliente a 125 ó 150°, durante media hora, y después da salida al agua y la reemplaza durante dos horas por vapor a cinco atmósferas, procediendo inmediatamente al secado. Entre los procedimientos que emplean el vapor para el enriado está el de Watt, que opera a pequeña presión durante un día.

Enriados químicos. Enriado sistema americano o de Schenck.—Entre los métodos de enriados químicos tenemos el seguido en Bélgica en la región de Lille, que sumerge las varillas del cáñamo, planta sobre la que opera, en agua caliente, con hidrocarburos. Dura seis a doce horas. Es costoso y exige tino especial.

Hay otros procedimientos, basados sobre la

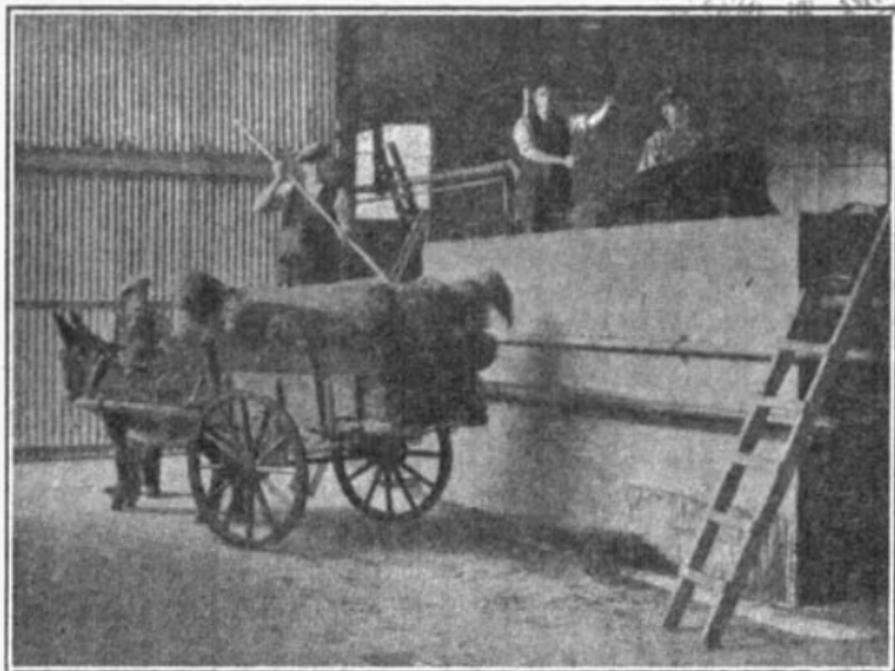


Carga de autoclaves en un taller de enriado por el método Peuffaillet.

transformación de la pectosa en pectina, logrados por el calor. Tal es el procedimiento inventado en Irlanda por Schenck. Se sigue en Inglaterra, Bélgica, Holanda y América. Consiste en aplicar agua calentada por serpentín dentro de cubas especiales de fermentación de sección elíptica, dentro de las cuales descansa el lino sobre un doble fondo. Durante dos días y medio se mantienen a 33°.

Se quitan a los tallos sus raicillas, colocándolas en grandes cubas elípticas de 4,55 de diámetro mayor por 3,35 en su sección menor y 1,30 de altura. Tienen un falso fondo, por debajo del cual circula

el agua, y está agujereado en toda su extensión. Llena la cuba, se abre la llave para ponerla en comunicación con un generador de vapor que ponga el agua a 33° . Se inicia la fermentación, que dura sesenta a setenta horas, en estas condiciones, des



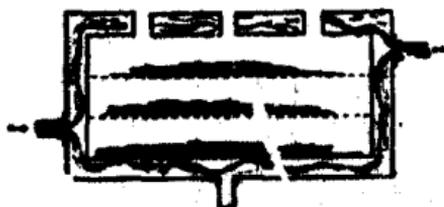
Tanques de enriado químico en una factoría linera inglesa.

prendiendo primero emanaciones aromáticas, después ácido sulfhídrico, y concluye cuando desaparece o se hace poco sensible la fermentación. Entonces se abre la llave, se sacan y se extienden al aire libre.

En la región de Lille (Bélgica), en Inglaterra y

en América está muy empleada esta operación, exigiendo después el que se seque rápidamente, para evitar la descomposición de las fibras.

El *procedimiento Terwagne* utiliza cubas de 2.000 a 8.000 hectolitros, en el fondo de las cuales se coloca creta para neutralizar los ácidos y car-



. Planta de un armario secadero de muestras de ensayo de linos enriados.

bón de madera para absorber los gases pestilentes que se desprenden. Somete los haces del lino, durante setenta a ochenta horas, a la temperatura de 25 a 30°.

El *sistema americano* opera con agua caliente de 23 a 27° en cisternas de cemento, alquitrana-das, cerrándolas por lienzos de lana que permi-ten mantener exactamente el calor. Una misma cantidad de agua sirve para cuatro o cinco enriados, en cada uno de los cuales, dada la capacidad de la cuba, se enrían 4.000 kilos.

El *sistema inglés* opera con agua caliente a 30°; sin presión.

El de *Mollet Fontaine* hace circular metódica-

mente el agua a un grado de temperatura y de presión determinada en una serie de autoclaves que comunican entre sí, y por los que circula el agua a 150°. Análogo es el sistema de Nezeraux, que utiliza agua recalentada.

Procedimiento de Peusillet. — Es un procedimiento químico sin intervención biológica, fundado en que las materias pécticas del lino y del cáñamo, etc., se disuelven si se somete el tallo a la acción de una mezcla de agua e hidrocarburos líquidos a pequeña presión. Utiliza agua con 4 por 100 de nafta, a una presión de una a dos y media atmósferas en autoclave ordinaria, en la que están colocados los haces del lino. Estos se colocan en vagonetas metálicas, constituidas por un enrejado metálico que se adapta a las paredes de un autoclave (ver figura), de las cuales sale un tubo como de las lejiadoras, que permite la circulación continua del líquido. En el interior de la autoclave está colocado un serpentín, al cual llega el vapor para mantener la temperatura conveniente dentro de la autoclave. Una vez introducidas las *jaulas* metálicas dentro de la autoclave, se llena de agua, que se hace hervir a fin de hacer salir el aire, y se cierran herméticamente entonces por medio de las válvulas de seguridad. Se introduce la nafta por medio de una bomba de mano y se aumenta la presión hasta 2,5 atmósferas. Dura seis a diez horas el enriado. Cuando concluye, se hace escurrir el líquido de la autoclave.

ve y se retiran las jaulas para que vaya enfriándose, sacando entonces los haces y pasando el lino mojado a orear entre prensas que actúan con poca intensidad y que eliminan una parte del agua, continuando después la desecación natural.

Este procedimiento da un lino que seca rápidamente, por recubrirse por una delgada capa de nafta que favorece que resbale rápidamente el agua y agrama más fácilmente.

En Lille se ha ensayado y ha dado resultados muy satisfactorios, especialmente para las clases de esta planta textil más ordinarias, que ganan mucho trabajándolas por este procedimiento.

Método Blet.—Activa la fermentación, que tiene lugar en cubas cerradas en que la temperatura sea de 25°, por la acción de la urea a razón de 10 por 100. Dura dos días. Es breve, salubre, da muy buena hilaza y proporciona un buen residuo para abono.

Clousen ideó favorecer el enriado por la acción de un ácido fuerte diluído y un álcali, ácido sulfúrico y sosa cáustica o carbonato sódico. Suele operarse después de agramar (operación que luego indicaremos en qué consiste), aunque no es preciso que se haga antes del agramado.

El *procedimiento Ranchón* utiliza agua acidulada ligeramente por el ácido sulfúrico, y después concluye el enriado al aire, y el de *Gruschwitz*

somete al lino a la solución de ácido sulfúrico, a 150° de temperatura. Después hace el vacío, dejándolo durante cuatro horas, dándole un baño alcalino, y lava los haces con agua caliente.

Tratamientos bioquímicos. Procedimiento Vanderkerow.—Utiliza los microbios procedentes de la industria del índigo, colocando los haces del lino en cubas que hayan servido para esta industria. Establece varios pisos, separados unos haces de los que ocupan el otro por bambúes, y comprime con pesos. Opera de 18 a 24° y dura seis a diez días. Se ha utilizado en las Indias.

Por último, daremos una sucinta indicación de otras tentativas de enriado bioquímico, cuales son:

Maizier y Reitz.—Enrían en una solución de 400 kilos de agua con ocho de urea y 25 de lino; se pone a 30°. Se desarrolla el *Amylobacter*. En esta disolución sembrada se opera el enriado.

Doumer y De Swarte.—Cultivo industrial del *Amylobacter* en vaso cerrado a 50° y enviando en corriente de aire.

Scheidweiter.—Método de fermentación del lino en recipientes provistos de falso fondo. Se riega con agua corriente o de lluvia veinticuatro-cuarenta y ocho horas, se deja escurrir y comprime. Se vuelve a regar cada vez que excede de 40°, para mantenerlo a 36°. Al final espolvorea con ceniza en capa de 12 centímetros para quitar la goma. Higiénico, económico y de toda época anual.

Coussine.—Enría en recipientes a 30°, en los cuales se siembran fermentos. Para ello se llena uno, en el que esté colocado el lino. Se vacía y se vuelve a llenar con agua a 30°, en la que se incorpora una levadura preparada aparte y se deja hasta que sube a 50°. Luego se deja desecar en pradera.

Silberrad.—Emplea decocciones de fermentos del suelo y legumbres.

Método Michotte.—El que su autor denomina tratamiento racional y científico, fundado en el estudio de los defectos de los métodos preconizados, consiste en cortar el lino, descortezarlo sobre el mismo campo en verde o en seco y tratar químicamente en dos horas la filasa producida. Emplea la descortezadora "La Française", que es análoga a la de descortezar el ramio. El desgomado se opera en cuba al aire libre por método químico industrial.

Métodos biológicos de enriado.—Es el enriado biológico, en el momento presente, una de las cuestiones de la industria agrícola que origina más controversias, pues mientras por algunos autores se pretende poseer un conocimiento de las fermentaciones y de la biología de los seres que las producen, tan perfectamente dominadas como, por ejemplo, la fermentación vínica o la fermentación de los estiércoles, otros autores creen que todas las teo-

rías biológicas están aún muy envueltas en el misterio y que, por consiguiente, el aplicar a la gran industria esos métodos, que en experiencias de laboratorio, donde fácilmente se pueden lograr determinadas circunstancias óptimas, parecen buenos, luego después, al hacer dicha aplicación industrial, no coinciden todas las concausas y hay fenómenos muy heterogéneos que alteran profundamente los resultados conseguidos en el laboratorio.

Algo, efectivamente, queda por precisar cuando cada autor presenta distintos agentes como los causantes de la fermentación que provoca el enriado de las fibras textiles, y para unos son agentes aerobios y para otros anaerobios.

Que estas causas son muy heterogéneas lo comprueba que, aun dentro de los sistemas antiguos de enriado rural, en corrientes de agua con la misma duración del enriado, los resultados son sumamente variables, dependiendo seguramente de la composición de la planta en cada terreno y de la calidad de las aguas de las diferentes corrientes. Así, por ejemplo, en la región belga del Lys, afamada por su industria de enriado, se pretende que las buenas condiciones de éste son debidas a la aportación de una flora microbiana y compuestos químicos muy complejos, procedentes de las aguas residuarias de Lille.

Extensión de los métodos biológicos de enriado.
Los métodos biológicos, hoy muy adoptados en las

enriaderías del Norte de Francia, se deben a los recientes trabajos experimentales del profesor italiano Rossi e investigaciones de la Estación de Bacteriología Agraria de Cremona, que han demostrado que el procedimiento del enriado corriente bajo el agua es debido a un conjunto de microorganismos, varios en simbiosis, que producen la fermentación variable según el medio. Alguno se ha podido aislar y puede producir él solo la destrucción de la materia gomorresinosa, que obra como cemento y junta las fibras de los tallos.

Obtenido este agente, se ha visto la conveniencia de perfeccionar el enriado empleando, en vez de riachuelos o balsas, cubas o tanques en los que el agua se mantiene a temperatura determinada, y en ellos sembrar cultivos microbianos seleccionados que han de determinar la corrosión completa de la varilla, dejando la fibra limpia y sin dañarla.

Estos procedimientos tendrán la ventaja, sobre todos los demás, de poderse practicar en locales cerrados o cubiertos en todas las épocas del año, ya que son independientes de la temperatura del ambiente, pues artificialmente se mantiene el grado que convenga por un calentador, y la producción de fibra es uniforme.

Considerando este sistema de enriado como el más perfecto y conveniente en el primer Congreso Nacional del Cáñamo, celebrado en Valencia en primeros de noviembre de 1927, se acordó la necesidad de crear un organismo dependiente del Comité Oficial del Cáñamo para el estudio de la

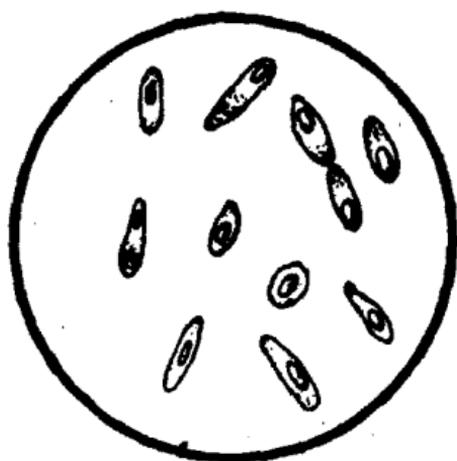
flora microbiana nacional del enriado y que ensaye los métodos del profesor Rossi con cultivos seleccionados, así como la impermeabilización del cáñamo y demás operaciones conducentes al perfeccionamiento y mejora de esta fibra textil.

Los agentes del enriado biológico.—En el proceso de la maceración bajo el agua, que es el más generalmente adoptado, los tallos de las plantas vienen a colocarse en agua corriente o estancada. Después de algún tiempo de contacto con la materia vegetal, el agua se enturbia y se colorea en amarillo. Hay luego producciones de gas maloliente, todo esto en relación con el desarrollo de una rica flora microbiana que comprende, además de los agentes pécticos, un gran número de otros microorganismos destinados a completar la acción.

Se trata de esquizomicetos y eumicetos muy variados, muy difundidos en la Naturaleza, más o menos próximos al *Bacillus subtilis*, alguno de los cuales es del grupo de los *Bacillus asterosporus*, que debe considerarse como activo agente de la maceración, y otros que descubriremos estudiando la actividad sobre los azúcares vegetales y la producción de su degradación. Al principio, aquéllos se nutren a expensas de las sustancias solubles cedidas al agua por las plantas, y más tarde, y una vez iniciada la acción de los microbios específicos macerantes, puede contribuir muy eficazmente atacando a los azúcares derivados de la excepción hidrolítica, que constituye el primer estado del proceso de descomposición de la sustancia péctica, y,

sobre todo, determinando una mineralización más avanzada de los productos últimos de este proceso, en su mayor parte ácidos orgánicos, cuya acumulación parece ser altamente perjudicial para el ulterior desarrollo y para que funcionen los microbios pécticos.

Los microbios del enriado, como hemos dicho,



Bacillus amylobacter esporificado.

están incompletamente conocidos. Para Van Thieghem, los vibriones de Trécul representan formas diferentes de una sola especie anaerobia, el *Bacillus amylobacter* (ver figura), el que descompone no solamente las materias pécticas, sino parcialmente la celulosa.

Por cultivos sucesivos, W. A. Friess llegó a aislar un microbio muy parecido al *amylobacter* de Trécul, que descompone las materias pécticas en presencia de las sales de amoníaco, y también el

azúcar, almidón y celulosa. Para Beijerinck y Van Delden es otro microbio, el *granulobacter pectinovorum* (ver figura), que han conseguido aislar y que tiene la forma de un bastoncillo o palo de tambor, el que descompone las materias pécticas formando azúcares, glucosas y galactosas, y desprendiendo grandes cantidades de pectinas. Este microbio y el

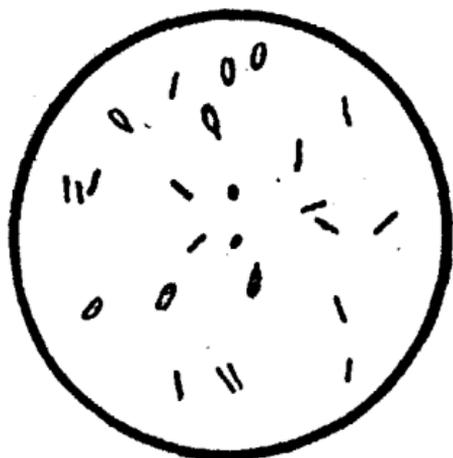


Granulobacter pectinovorum Beijerinck y Delden, 6,50 aumentos.

granulobacter urocephalum, menos activo, que operan al final del proceso del enriado, son los agentes del mismo. Stoermer e Hiltner también han encontrado otros microbios facultativamente aerobios en forma de palillo de tambor, el *Plectridium pertinovorum*; pero, para el doctor Carbone, es el *Bacillus felsineus* (ver figura), anaerobio que juega el principal papel en el enriado rural del cáñamo, tal como se practica por los campesinos italianos. Se

desarrolla en diferentes medios pécticos, patatas, lino, zanahorias; forma colonias de color amarillo anaranjado o rojizo y puede producir también el enriado del lino, del ramio y de otras plantas textiles.

Otros autores, como Marmier y Rossi, atribuyen a microbios aerobios el trabajo del enriado, y



Bacillus felsineus Garb.

así, el último autor cree que es el *Bacillus Comesi* fermento específico de las materias pécticas en forma de bastoncillo, con sus extremos redondeados y algunas veces formando cuentas de rosario, el que actúa en el enriado, tanto del cáñamo como del lino, indicando Lazarkevitch, a quien venimos siguiendo en este resumen, que el enriado se debe a éstos y también a la acción probable de otros agentes vivos no descubiertos aún. Esta fermentación, como otras tantas estudiadas en la química

agrícola del estiércol, la vínica y otras, necesita la acción de los bacilos anaerobios, que juegan un papel importante, pero participando en cierta medida los aerobios, que les preparan el material sobre el cual han de ejercitar los primeros trabajos.

Conocer las condiciones vitales de cada uno, sus preferencias en distintas materias textiles y en distintos climas, es, por consiguiente, la labor de los Centros de Investigación Agronómica del enriado, de que tan necesitada se encuentra la técnica agrícola, especialmente en España, donde, a pesar de la importancia que tuvieron los cultivos de plantas textiles y el grado de relativa que hoy conservan, no se han efectuado determinaciones en este sentido.

Procedimiento Carbone.—Este doctor, colaborador del profesor Rossi, utiliza el *Bacillus felsineus*, aislado por él, que es anaerobio muy sensible al aire y, por tanto, se desarrolla mejor en presencia de microbios aerobios (sacaromyces), que absorbiendo el oxígeno le preparan buen medio de existencia.

Se desarrolla perfectamente sobre la patata a 37°, y pierde a los 20° la facultad de descomponer la materia péctica. Sus esporas conservan la vitalidad en el estado húmedo hasta 80°. Se prepara un caldo de cultivo puro del bacilo citado con o sin sacaromices; se vierte este caldo en un gran depósito lleno de agua a 40°, colocado encima de

la cuba de enriado, y operada la mezcla de este caldo, con el agua calentada a 40°, se lleva a las cubas de enriado por medio de un sifón, para que los haces se vayan impregnando con precaución y para que no descienda de 35° de temperatura.

De dos a siete días, según la temperatura, se concluye la operación.

La parte más delicada que tiene este procedimiento es la preparación del medio de cultivo. La patata cruda, después de lavada y cortada en pedazos, sin mondar, se la coloca en matraces con agua, poniendo un kilo de patatas por cinco litros de agua; se agregan 10 gramos de carbonato de cal por litro; se tapa con algodón hidrófilo y se coloca en un termostato a la temperatura de 37°, hasta que el contenido tome esta misma temperatura, haciendo entonces la siembra de un cultivo puro de *Bacillus felsinens*, llamado felsinosina por el Instituto Sueroterápico milanés. Al cabo de veinticuatro horas se forma en la superficie del líquido un velo espumoso, se coagulan los pedacitos de patata mantenidos a 37° y suben a la superficie formando burbujas. Al día siguiente toma un aspecto amarillo anaranjado con manchas parduscas y negras, que desprende un olor característico, análogo al de las bananas frescas. Se nota la presencia de cuerpos extraños cuando las burbujas espesan, y entonces el cultivo no es útil para el enriado. El color naranja se oscurece poco a poco, formándose en el fondo del matraz un precipitado blanco, que es el almidón puro, pues la bacteria descompone

las materias pécticas, dejando intacto el contenido, que es tal almidón, así depositado.

Se conservá el caldo durante dos o tres días y sirve de siembra para el enriado, mientras que el depósito de almidón es un subproducto utilizable para la fabricación de féculas y almidón de patata.

Método Rossi.—Más detención merece el método de Rossi, microbiológico, basado sobre el empleo de los cultivos del *Bacillus Comesii*, aerobio específico de las materias pécticas o de especies próximas, y su regulación e intensificación de su propia actividad, mediante el paso de una corriente de aire. Al fin ha dado resultado muy brillante en la aplicación práctica a la maceración del cáñamo, del lino y del ramio. En investigaciones de laboratorio en la Escuela Superior de Agricultura de Portici, Rossi y sus colaboradores han pretendido establecer la condición de ambiente más adaptado para el empleo de cultivos microbianos. Para dar una idea del proceso y de sus resultados, bastará que se diga algo sobre las experiencias industriales de la maceración del cáñamo que, bajo la dirección de Rossi y con el control de Comisiones, se verificaron en Ferrara en 1908 y en Lemans en 1911. Luego se ha extendido en Francia.

En Ferrara, los experimentos se hicieron en vasos rectangulares de cemento armado, provistos de tubos para la llegada y salida del agua. Otros tubos agujereados, dispuestos en el fondo, servían

* para la introducción del vapor de agua o del aire, enviado por una bomba.

* Un falso fondo de madera impedía al material que llegara a tocar en los tubos.

En Lemans fué empleada una balsa de madera con análoga disposición.

* Esterilizado del todo con el vapor, el depósito se llenaba con el cáñamo, usando en algunas pruebas los tallos íntegros, como se practica en la maceración ordinaria. En otros solamente la corteza separada del leño, que constituye la parte interna de los tallos, por medio de una máquina descortezadora construída a propósito. Se agregaba agua para sumergir completamente el cáñamo a la temperatura de 35°. Calentado por el vapor, después se agregaba el cultivo del *Bacillus Comesi* y se hacía burbujear en el líquido aire ligeramente recalentado, para mantener la temperatura al grado más conveniente.

Terminada la conservación, el material era elevado y se hacía secar espontáneamente o en locales a propósito.

En la referencia de la Comisión encargada de controlar los resultados de las experiencias, resulta que el tiempo exigido para la maceración del cáñamo con el método Rossi es de treinta y cuatro o treinta y cuatro horas y media, que es, todo lo más, igual a la mitad del tiempo mínimo necesario para la maceración rústica. Por otra parte, se tiene la ventaja de que la permanencia en maceración por un período de tiempo algo superior al neces-

rio no perjudica el éxito de la maceración. El examen microscópico de la fibra de cañamo, que permaneció ciento veinte horas en el depósito, y que luego se vió que eran setenta a ochenta horas suficientes para la perfecta maceración, ha mostrado que se obtiene un contorno perfectamente neto, y por consiguiente, no era demasiado perjudicado por la precipitación del ataque.

En conclusión: parece perfectamente justificada la afirmación de Rossi de que los fermentos seleccionados (término comúnmente adoptado para designar el cultivo puro de microorganismos, de los cuales la industria humana se vale para asegurar el mejor resultado en el proceso de transformación de la materia), aplicados a la maceración de las fibras textiles, permiten abrigar esperanzas de una serie de ventajas que pueden resumirse: duración del proceso bastante menor e independiente de la calidad de la fibra; posibilidad de aislarlo de las influencias externas y de practicarla durante toda época; producto más fino, más uniforme, más blanco y más resistente; imposibilidad de exceder del punto óptimo de la maceración; mayor rendimiento y menor costo; beneficio para la salubridad del campo.

Descomposición anaeróbica de la celulosa. — En condiciones oportunas de temperatura y de humedad, la celulosa sufre la descomposición hidrolítica, cuyos productos, por consecuencia de otros pro-

ccos aerobios o anaerobios del ambiente, dan lugar a fenómenos de oxidación y fermentaciones análogas a las de las sustancias pécticas.

El complejo proceso químico de descomposición anaeróbica de la celulosa estaba conocido a medias antes de haberse realizado numerosas investigaciones, hasta que se determinaron y reconocieron los microbios que actúan con producción de ácidos grasos, especialmente acéticos y butíricos, y mucho desprendimiento de gases. Se puede distinguir una fermentación hidrogenada y una fermentación metánica de la celulosa. .

Estas observaciones fueron en seguida confirmadas por Omelianski, al cual corresponde en gran parte el mérito de obtener por primera vez la prueba segura de la existencia de microbios anaerobios que atacan a la celulosa pura. Sus experiencias pusieron de manifiesto el desarrollo de esquizomicetos esporígenos bien distintos, si bien morfológicamente bastante semejantes, y que aparecen casi siempre en los materiales que se introducían para enriar. Estos dos microorganismos son el *Bacillus fossicularum*, de Omelianski, y el *Bacillus metanigenus*, de los cuales no se ha obtenido cultivo puro; pero es posible, siguiendo la técnica aconsejada por Omelianski, librar a las dos especies de la mayor parte, al menos, de otros microbios existentes en las materias que fermentan, y separar una de la otra aprovechando las germinaciones de las esporas.

La acción de estos microorganismos conduce a

la completa destrucción de la celulosa, que constituye las fibras liberianas. Es aquélla muy poco conocida desde el punto de vista microbiano, y más dudas hay en el proceso de descomposición anaerobia de la celulosa por microbios denitrificantes.

Descomposición aeróbica de la celulosa. — Se sabe que la denominada emicelulosa es fácilmente atacada por esquizomicetos y eumicetos; parásitos, y que no hay duda de que su degradación debe provenir en gran parte por obra de muchos saprofitos; pero el estudio de este proceso, el de los microbios que lo determinan, es aún muy imperfecto. Kellerman y sus colaboradores han aislado veintiuna especies de esquizomicetos aerobios que operan la destrucción de la celulosa. Pero hay que hacer observar que, según Scheleberg, los eumicetos no descomponen la verdadera celulosa. Haciendo obrar *Rhizobius nigricans*, *Penicillium glaucum*, *Botrites cinerea*, *cladosporium herbarum*, varias especies de *mucor* y otras sobre las fibras de algodón y cáñamo, han obtenido siempre resultados negativos, mientras que la emicelulosa parece que es atacada, al menos, por algunas especies.

Descomposición del leño y medios para prevenirla. — Se sabe poco acerca del proceso químico de los microbios de mineralización de la sustancia leñosa, como no puede menos de suceder dado el conocimiento imperfecto que se tiene de la denominada materia incrustante, denominación del todo convencional para designar varias materias en que interviene la lignina. Los microbios que atacan a

la madera son, a lo menos en las primeras fases, casi exclusivamente eumicetos.

Término del enriado.—Para reconocer el término del enriado se puede hacer el *teste* del profesor Herzog, con puñados gruesos de tallos tomados en el mismo momento en diferentes partes de la balsa o cuba de enriado. Se llevan a un secadero especial (ver figura) para que sequen rápidamente, y cuando están secos, se toma un tallo de cada puñado, se estrujan entre las manos, y si el enriado está bien, el tallo se quiebra fácilmente y las fibras se separan sin esfuerzo de la madera. Se lleva en seguida la *teste* a la agramadora. El secadero destinado a hacer las muestras o *testes* es un armario metálico de dobles paredes por donde pasa el calor. Su interior está guarnecido de pisos recubiertos de madera o amianto, teniendo poco más de un metro de largo por 0,53 de ancho y de alto.

III

Secado del lino después de enriar.—Es la operación más difícil y más importante. Se puede seguir el método de secado natural, que no deteriora las fibras, o los procedimientos artificiales manejados con gran cuidado, porque, por regla general, desecan demasiado las fibras y la filasa pierde las materias grasas que le proporcionan brillo y elasticidad. Para ello se pueden utilizar hornos ordinarios o instalaciones de desecación, teniendo secaderos que son unas cámaras con una cadena, a través de las cuales pasa el aire caliente para actuar sobre las varillas contenidas que transporta.

Agramado.—Después de enriada la fibra, hay que separar de ella la parte leñosa, limpiándola perfectamente. La acción contundente, practicada a mano o con máquinas llamadas agramadoras, quebranta el sistema leñoso y permite que, al raer después, se quede despojada de ella la hebra.

Antes de someter las varillas a esta operación, precisan, si están muy secas, humedecerlas ligeramente, exponiéndolas durante un día en una at-

mósfera cargada de vapor acuoso, con lo que se hacen más elásticas y flexibles y menos quebradizas.

Agramado a mano.—En la vega del Segura se emplea la *agramadera*, artefacto compuesto de dos partes: el *tablero*, que es, como su nombre indica, una ancha pieza de madera generalmente de morera, a lo largo del cual se ha practicado una hendidura en forma de cuña de 25 centímetros en su parte más ancha. Sobre él se depositan los haces,



Tren «Rapide» para desecado.



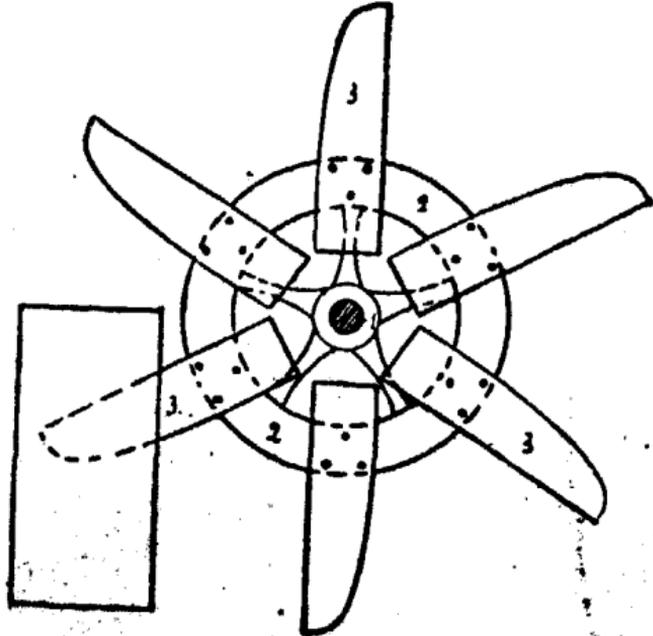
Tablado para secar el lino.



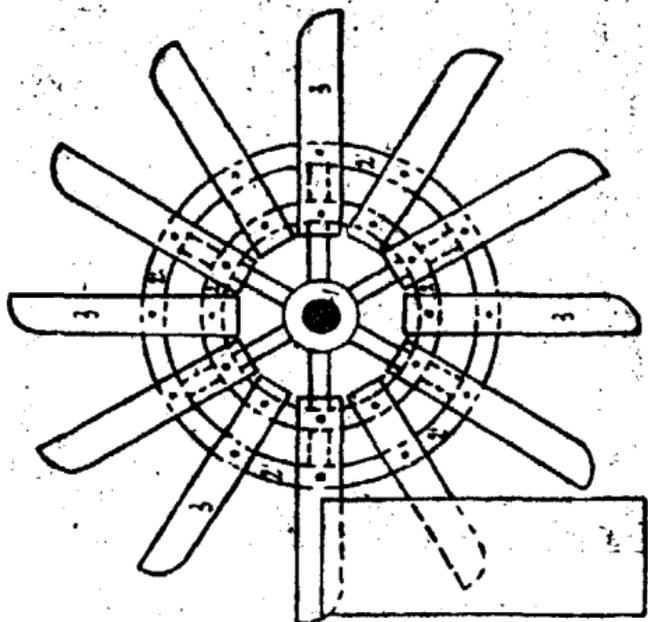
Marfillo para separar el lino.

y cae encima la otra pieza o maza, que actúa, movida por un asa, a modo de percusión, y que tiene 1,25 de largo por 12 centímetros de diámetro. La maza lleva adherida en su cara inferior una cuchilla de acero de 10 centímetros de ancha, con ancho filo, para golpear la fibra y que ceda a la acción del golpe sin romperse.

El operario cruza la garba sobre la agramadera, la sujeta con la mano izquierda y con la derecha empuña por el asa el mazo, que gira alrededor de un pasador que atraviesa el tablero, y descarga golpes fuertes hasta conseguir quebrantar los tallos y que la fibra quede libre de la parte leñosa.



Esquema del molino agramador tipo irlandés.



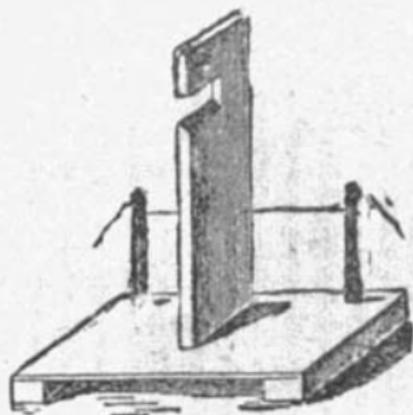
Molino flamenco agramador.



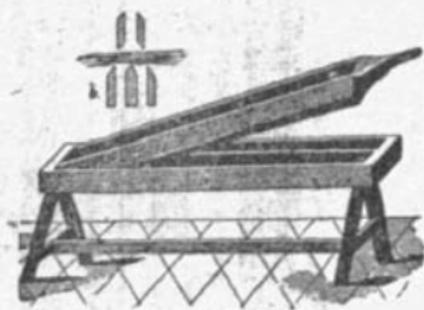
Tundiendo el cáñamo con "espadilla".

De vez en cuando se sacuden los haces para despedir la agramiza desprendida.

Para completar la acción de la agramadera, el obrero realiza después la operación de raer, que consiste en sujetar bien la garba oprimiendo prudentemente sobre la agramadera y haciéndola pasar varias veces en esta forma por entre el tablero



Aparato de espadar, que se utiliza en algunos pueblos de Granada.



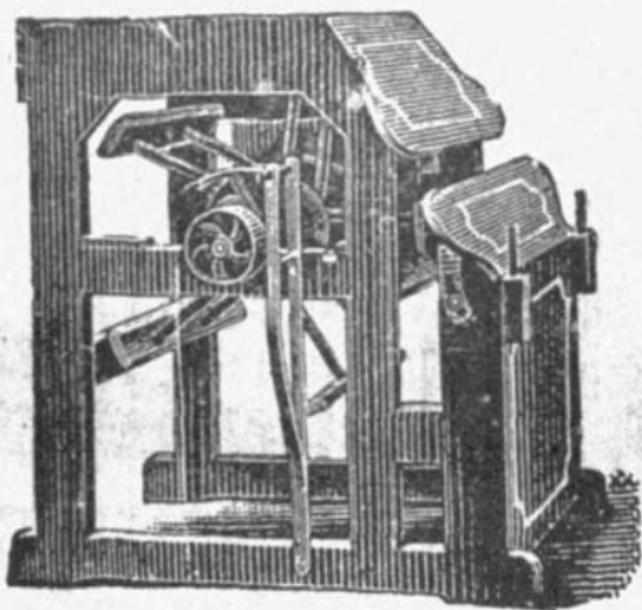
Aparato para romper el lino y limpiarle de las partes leñosas.

y la cuchilla, para limpiarla de toda materia extraña.

Otra agramadera muy usada es un tablero refinado de encina, labrado en forma de lomos y depresiones que tienen sus cantos 0,3 centímetros hondos por cinco o seis de ancho, redondeados. Sobre él pone el obrero los fajos o manojos, pisándolos por su extremidad para sujetarlos, en tanto golpea sobre ellos con un mazo acanalado,

también de encina, pero cuyo cabo es de mimbre para que sea flexible.

También son semejantes al modelo anterior,

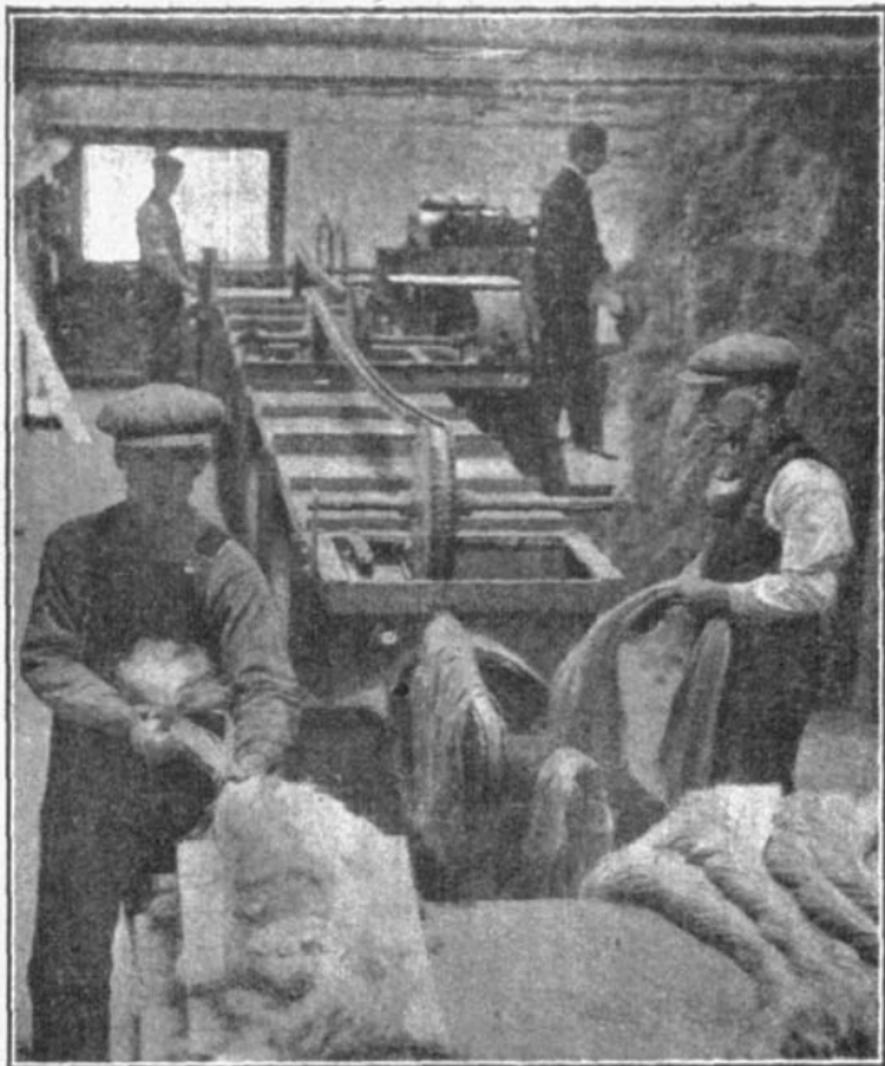


Máquina empleada para conseguir idéntico trabajo.

aunque más completos, los aparatos llamados “planos de mazado”.

Agramado a máquina.—Las máquinas agramadoras, aunque han tardado en dar resultados satisfactorios, por falta de práctica en los operarios, van hoy perfeccionándose y su uso se extiende.

Ciertas fábricas alemanas, como las de C. Oswald Liebscher, de Chemnitz, construyen máquinas de agramar formadas por un sistema de rodillos, cuyos ejes descansan en unos cojinetes uni-



Agramado de lino a máquina, practicado por la Asociación Linera en Lamberg.



Agramadera empleada en la vega baja del Segura.

dos por muelles especiales de acero, que les permiten la elasticidad necesaria y conveniente para triturar la graniza.



Rastrillo empleado en la zona del Segura.

La mayoría de ellas consisten en cilindros acanalados, acoplados, girando en sentido contrario, de los cuales la parte que trabaja no debe llevar acanaladuras con bordes cortantes, sino que deben arrebatarse, mejor diremos comprimir, sin desgarramiento de las fibras, de suerte que el lino quede entre las manos. El número de los cilindros puede variar de uno a 31 pares, pero generalmente dispuestos sobre dos líneas horizontales con acanaladuras que van siendo cada vez más finas y más próximas, y cuyo rendimiento es de 1.000 a 3.000 kilos de tallos secos por hora.

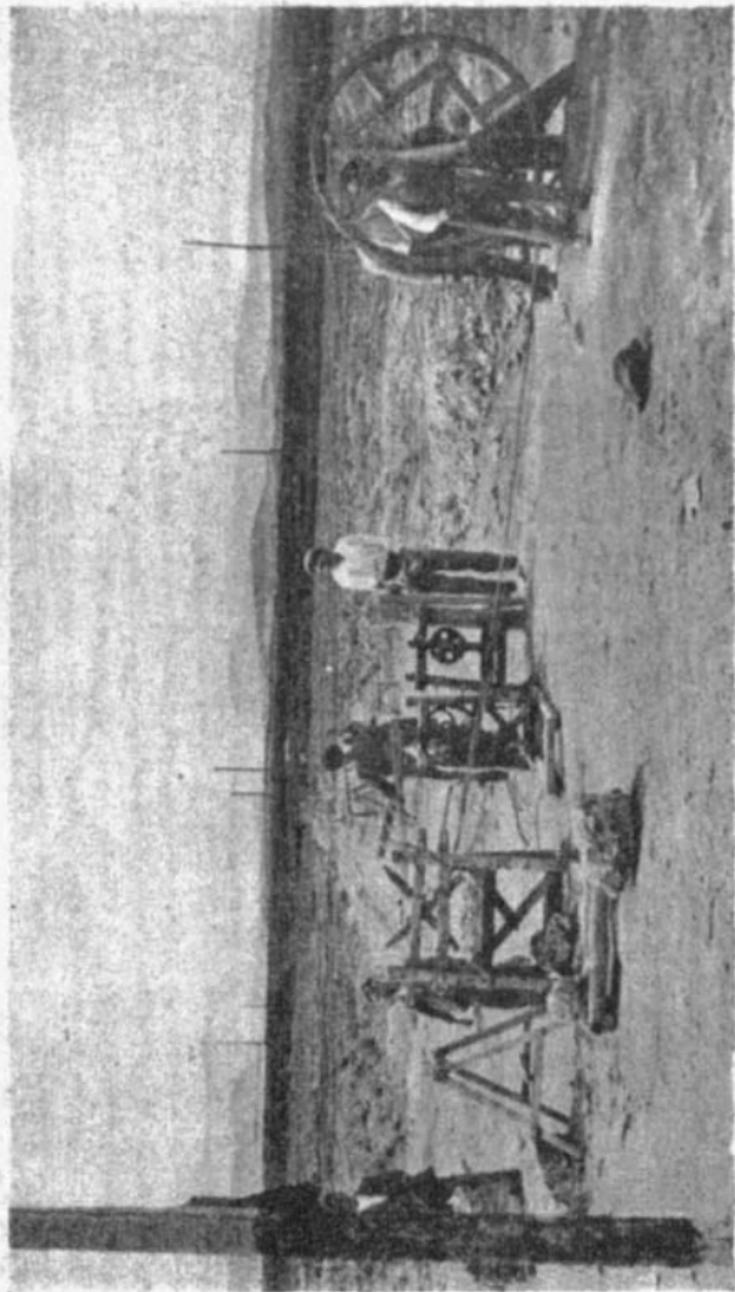


El lino se golpeaba a brazo para separar la materia incrustante.

Las agramadoras que agraman y quebrantan pueden ser del tipo Elsing, que tiene cuatro pares de cilindros de acero y dos tambores agramadores. Los primeros sirven para quebrantar y están colocados en dos filas horizontales, no estando acanalamado el primer par y los otros sí.

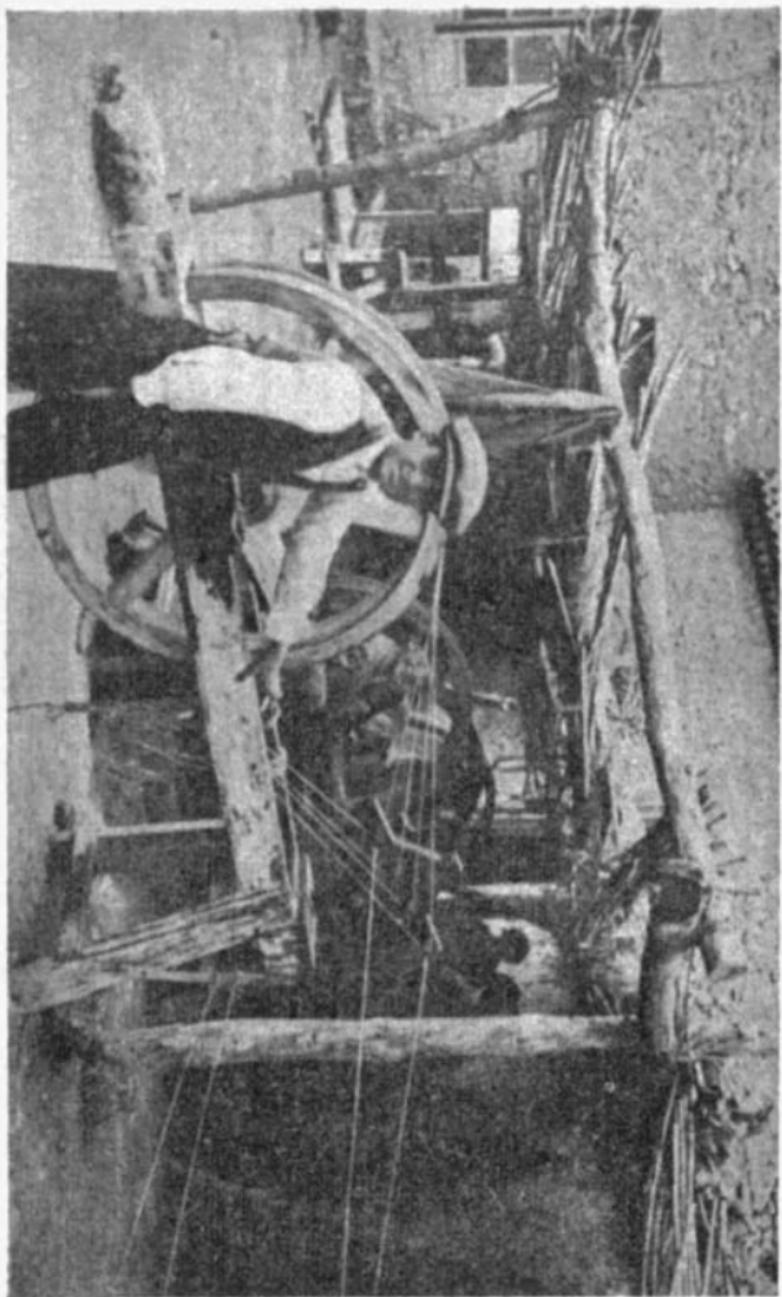
La máquina agramadora de Roberto Bobi, de procedencia inglesa, obliga a pasar la paja del lino sobre una banda de tela conductora, cuyo movimiento se asegura por medio de garfios cónicos. Estas varillas penetran en la máquina, en donde están comprimidas por dos anillos de caucho, detrás de los cuales se encuentran dos rodillos acanalamados que recogen la paja y la comprimen antes de su paso por la agramadora, constituida por cuatro láminas que giran hacia dentro en la dirección del centro.

Espadado del cáñamo.—Cuando dicha operación se efectúa a mano, se emplea un artefacto llamado “caballo”, que consiste en una tabla o plano inclinado de madera, de 20 centímetros de anchura, dos de grueso y un metro de alto. Se coloca en sentido vertical, teniendo en su extremo inferior un tronco que le da estabilidad. Mientras con la mano izquierda se sujetan los haces, el operario, con la derecha, enarbola una especie de aspa, llamada “espadilla” o “espadón”, de 70 centímetros de largo por 22 de ancho, en el extremo opuesto al mango, y dos y medio de grueso, con el cual descarga



Devanado de las fibras dedicadas a trenzados y cordeles.

El sencillo menaje empleado en la confección de cordelería.



golpes repetidos, dando de can'ó, hasta conseguir que la fibra quede muy blanda, suave y desembarazada de todas las pequeñas partículas de agramiza adheridas. Antes de espadar conviene desollar el cáñamo, separando de la garba la borra que queda adherida a la parte inferior de la garba.

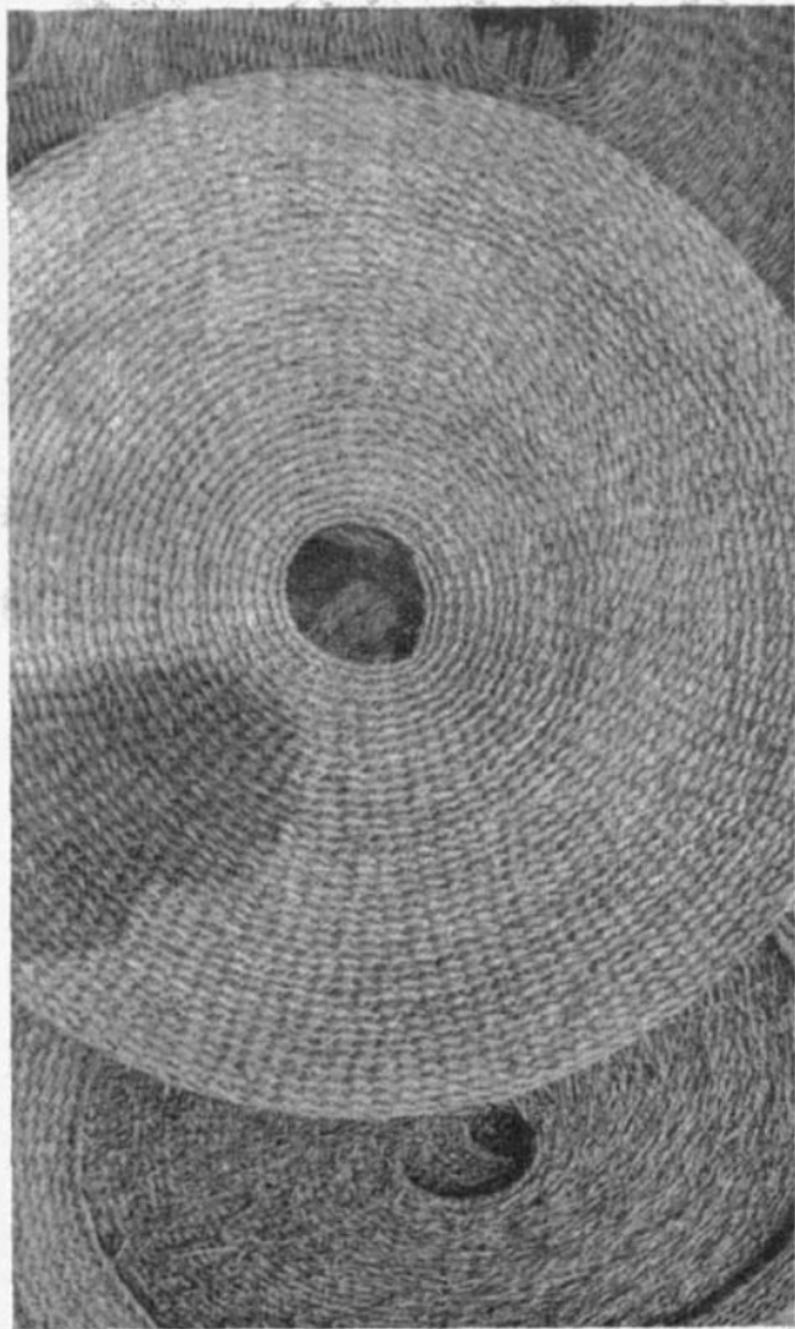
En el espadado se reduce el peso de la fibra del 6 al 8 por 100 por las partículas que desprende.

Los molinos flamencos e irlandeses consisten en un cilindro rotativo horizontal con 10 a 12 cuchillos de madera, dispuestos como los radios y fijados por agujas de hierro y dos pequeños anillos de acero. Estos cuchillos o espadones tienen 0,70 a 0,73 metros de largo, con un saliente en el anillo exterior de 30 centímetros. El ancho de cada uno es de 12 a 12 y medio centímetros, y el extremo que golpea no tiene más que 10 y medio centímetros. El grueso es de cinco centímetros, pero está más afilada en la extremidad que trabaja, donde solamente tiene tres centímetros. Estos molinos, al girar, hacen pasar las espadas a una distancia de 1,3 centímetros de una escotadura y es golpeada en esta canaladura por el obrero. El anillo flexible, fijado al delgado anillo de acero, lo dobla fácilmente. Da 100 a 200 vueltas por minuto y exige una fuerza motriz de 0,3 HP.

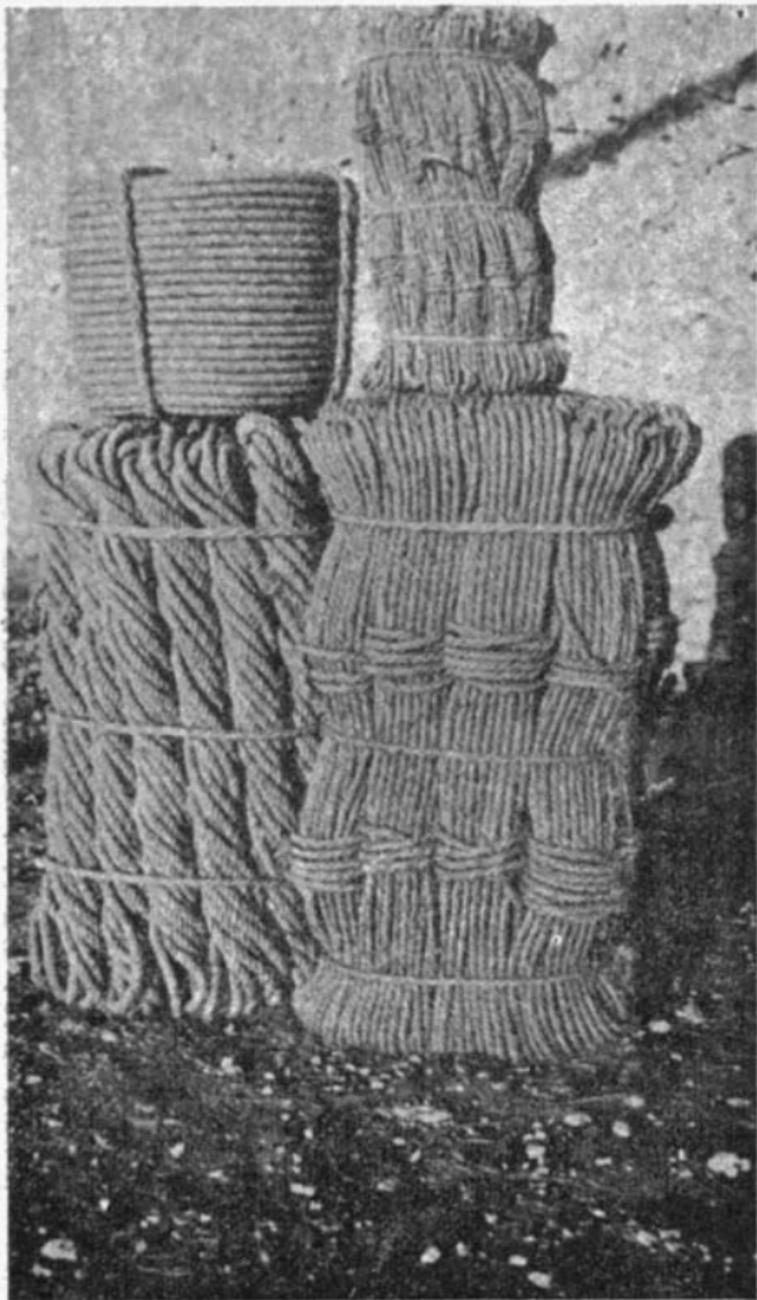
Los molinos de tipo irlandés difieren de los anteriores en que las espadas son más voluminosas y menos flexibles.



La confección de capachos es una de las artes rurales de más importancia en Hellín.



El capacho de esparto para prensar la aceituna, que constituye una de las más importantes aplicaciones de esta textil.



Diversos fardos de cordelería con gruesos varios para las múltiples aplicaciones industriales.

Rastrillado o peinado.—Consiste en desprender las partículas que aun quedan adheridas a las fibras, después de agramar y espadar. Es operación que no debe hacerse en locales poco ventilados, porque el polvo y las pequeñas partículas impurifican el ambiente.

Se emplea para realizar el rastrillado un peine o rastrillo que consiste en un tablero o mesa, encima de cuya parte media lleva tres hileras de 40 púas aceradas y de 14 a 25 centímetros de altura, separadas entre sí pocos milímetros. El operario pasa sobre estas hileras los tallos textiles, para que se dispongan paralelamente las fibras y queden entre las púas las partes leñosas que aun permanezcan adheridas a ellas, residuo que al separarse forma la estopa o borra, cuya transformación produce la lana vegetal.

Blanqueo de las materias textiles vegetales.—Antes de pasar al tinte las fibras textiles, conviene quitar las substancias extrañas, que las daría cierto tinte y enmascararía el estampado de los colores.

Las gomorresinas, resinas, etc., se quitan generalmente dejando las fibras a la acción del sol en aceras enlozadas o de cemento o en praderas en las que se riegan las fibras continuamente para que, entre la acción de los rayos solares y el agua, se blanqueen.

Se puede adicionar al agua carbonato de sosa,

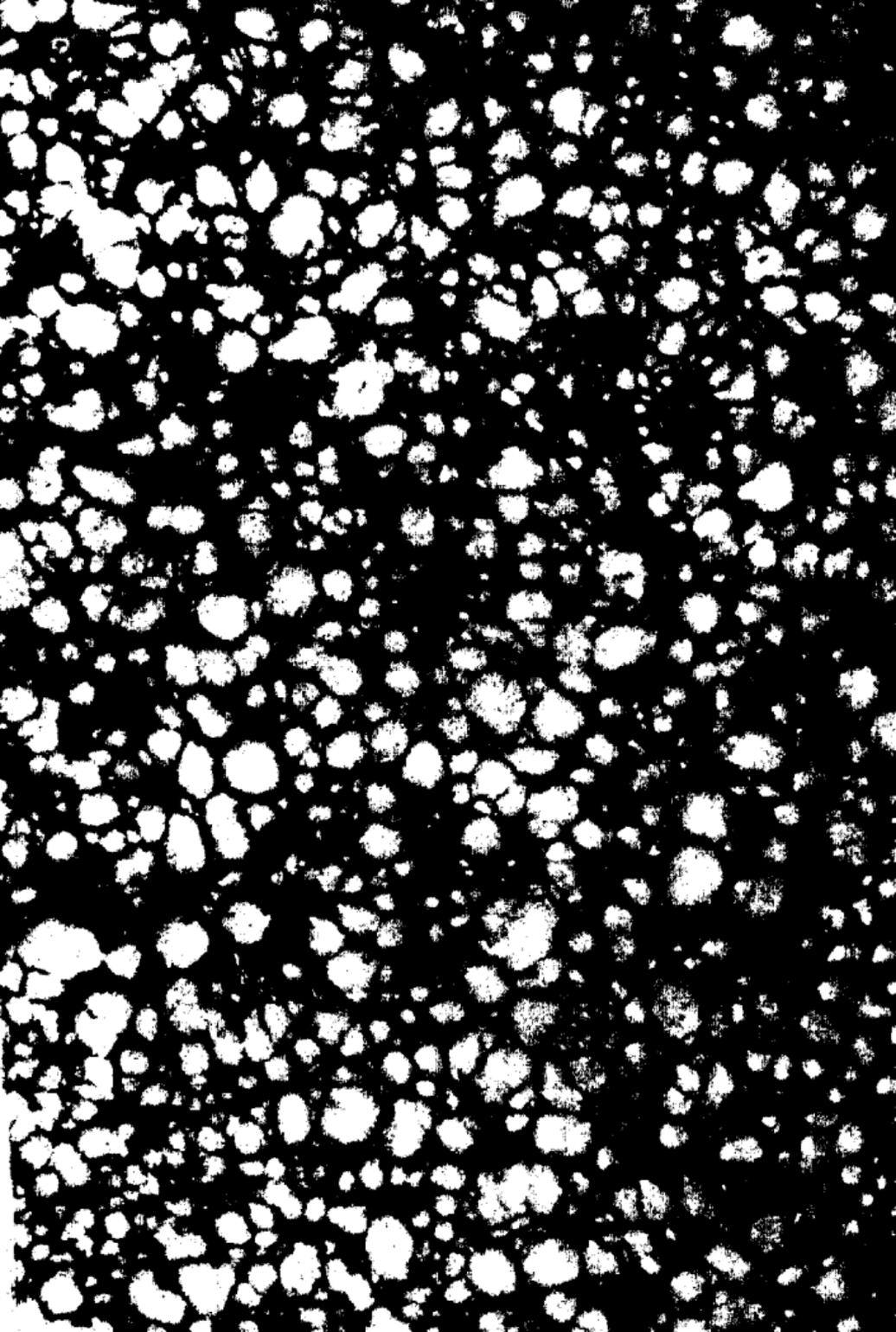
carbón, potásico, etc., que activan más la disolución de gomas, resinas y materias colorantes, cuando estas se exponen a la acción de los rayos solares. Por último, pueden emplearse los hipocloritos decolorantes, entre los que el más generalizado es el hipoclorito de cal o agua de Javel. Los alemanes prefieren el hipoclorito de magnesia, fundados en que al emplear el baño de ácido sulfúrico posteriormente para dejar en libertad el ácido hipocloroso, si el hipoclorito fuera de cal, formaría sulfato de cal o yeso, que es muy insoluble y queda interpuesto entre las fibras textiles, haciéndolas quebradizas y sucias. En cambio, el de magnesia produce sulfato de esta base, que es mucho más soluble que la sal.

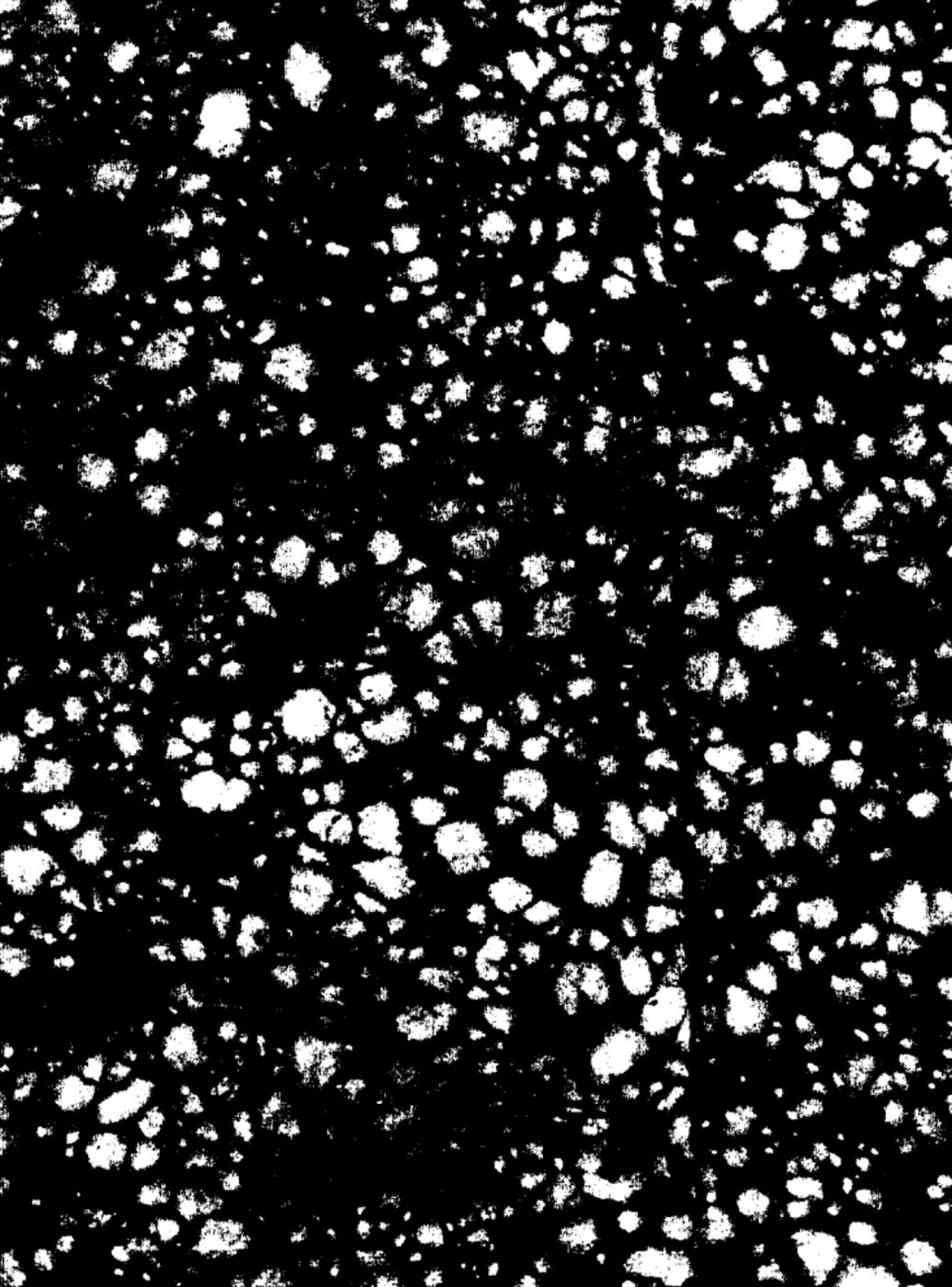




Esta obra, como todas las
que edita la Sección de
Publicaciones Prensa y
Propaganda, es gratuita.









1055400

EA-10/1

EA-