

Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional de Ciencias Químicas

..

CONDICIONES OPTIMAS
PARA EL
LAVADO DE LA LANA

..

Tesis Profesional para Químico

Jaime Wilet Brullet

..

803



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Ciencias Químicas

• •

CONDICIONES OPTIMAS

PARA EL

LAVADO DE LA LANA

• •

Tesis Profesional para Químico

Jaime Wilet Brullet

• •

México

1948



**A la memoria de mis queridos padres
(q. p. d.) a quien les debo todo, dedico
esta tesis que en vida tanto soñaron.**

A mis queridos hermanos

A todo el profesorado de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, a los HH. Miembros de mi Jurado, y a todos los Químicos Textiles que mediante su experiencia Industrial, personalmente y con la consulta de sus libros, tanto me han documentado para llevar a cabo esta tesis.

SUMARIO

Introducción.

Cap. I. Concepto e Historia del Lavado de la Lana.

Cap. II Estudio sobre la Fibra de la Lana.

Cap. III. Teoría del Lavado.

Cap. IV. Estudio sobre los Detergentes.

Cap. V. Lavado de la Lana.

Cap. VI. Trabajo Práctico.

Conclusión.

INTRODUCCION

En todos los países del mundo, la Industria Textil ha sido y sigue siendo una de las principales industrias. Aquí en México la Industria Textil tiene un papel muy fundamental en la economía nacional, ya sea por su producción o por la cantidad de obreros que viven de ella. Dentro de esta industria, el ramo más importante después del de algodón, es el de la lana, el cual en nuestro país va cobrando mayor importancia a medida que la gente pobre y el indígena, van cambiando parte de su indumentaria por trajes y artículos de lana.

Siempre ha sido mi intención estudiar la Química Textil de la Industria de la Lana, y por lo tanto quiero aprovechar la oportunidad que esta tesis me brinda para abordar el primer proceso químico por el cual pasa la lana para su elaboración en hilados y tejidos, siendo este proceso el del lavado de la lana.

Fué mi intención al ejecutar este trabajo, encontrar las condiciones óptimas para el lavado de la lana, basándome en mi propio trabajo y con la ayuda y comprobación de los resultados obtenidos por experimentadores prácticos en la materia.

Este proceso, hasta cierto punto sencillo, presenta ciertas dificultades y puntos complejos, ya que la lana es sensible a los álcalis y hasta ahora, el lavado más satisfactorio y económico que se conoce es en medio alcalino, ya sea usando jabón o detergentes sintéticos.

Ha sido también mi intención al realizar este trabajo, probar varios de los detergentes sintéticos que existen en nuestro mercado, a fin de ver si con ellos obtenemos un mejor lavado que con el uso del jabón.

En este trabajo he dedicado especial atención a la fibra de la lana, ya que esta es la materia que va a ser tratada en el lavado, y de la cual deseamos conservar en óptimo grado sus cualidades químicas y físicas.

También he dedicado parte de este trabajo al estudio de los detergentes y a la teoría del lavado, a fin de saber como actúan los detergentes y como se efectúa el lavado.

Deseando que en este estudio haya yo interpretado debidamente el objeto para el cual está hecho, entrego a ustedes, Señores Miembros de mi Honorable Jurado, este modesto trabajo a su consideración.

CAPITULO I

CONCEPTO E HISTORIA DEL LAVADO DE LA LANA

El proceso del lavado de la lana es considerado una de las operaciones más importantes para la fabricación del hilo. La lana en su estado natural está cubierta por una capa de grasa que le sirve de protección contra los agentes exteriores (luz, humedad, etc.), que podrían alterar su constitución química. Esto se ha podido comprobar fácilmente ya que la lana lavada en el lugar de origen, siempre que éste quede muy distanciado, no trabaja tan satisfactoriamente como la que se lava en la misma factoría donde se elabora el hilo, debido a que en el primer caso la lana carece de la protección grasosa que la protege durante su almacenamiento y transporte.

Esta grasa que cubre la fibra tiene adheridas una gran cantidad de impurezas físicas, como polvo, arena, tierra, paja, etc., las cuales varían según el terreno y lugar donde se hayan criado los borregos. La cantidad de grasa que tiene la lana también es muy variada, debiéndose principalmente a la alimentación del borrego y a la raza de

éste. En iguales condiciones de alimentación, las lanas finas tienen más grasa que las corrientes. Además, junto con la grasa, también se encuentran sales sódicas y potásicas.

El objeto del lavado de la lana es librarla de las impurezas ya mencionadas sin alterar sus propiedades químicas y físicas. Esto presenta ciertas dificultades, ya que parte de la grasa de la lana está constituida por alcoholes insaponificables, como el colesterol y el isocolesterol, los cuales son los principales constituyentes de la lanolina.

La propiedad de mayor valor de la fibra de la lana es su habilidad para hilarse, la cual depende de una combinación de características físicas, entre las que se encuentran principalmente la estructura superficial, el largo, la resistencia, y la ondulación de la fibra. Estas propiedades pueden ser afectadas en el lavado, sin que luego se pueda hacer mucho para recobrarlas, por lo cual en el lavado de lana se requiere un control sobre las soluciones usadas y del procedimiento que se utiliza.

Es interesante para el desarrollo de esta tesis, conocer algunos de los procedimientos más antiguos para el lavado de la lana, e ir viendo cómo estos procedimientos han evolucionado hasta llegar a los usados en la actualidad.

El método más antiguo que se conoce para lavar lana fué usando agua sola y batiendo la lana. Este método se basaba en el contenido de carbonato de sodio y potasio que se encuentra en la lana sucia, los cuales saponifican parte de las grasas saponificables de la lana y actúan como detergente. Por este procedimiento se obtiene un lavado muy deficiente. Actualmente se usa este procedimiento, bajo el nombre de desuintage o deschurrado, como preliminar para el lavado de la lana, y con el objeto de recuperar las sales sódicas, potásicas y parte de los ácidos grasos contenidos en la lana. Por lo visto este procedimiento se usó poco, pues desde tiempos inmemoriales se conocen artículos de lana en los cuales se puede observar que está mejor lavada que como se podría lavar por este método.

Muy al principio de la industria de la lana se descubrió que los jugos de ciertas plantas poseían propiedades detergentes. Por este procedimiento se obtiene un lavado bastante regular, habiéndose usado hasta la Edad Media por la civilización occidental, y siendo un método usado todavía en nuestros tiempos por los indígenas de muchos países, entre ellos los de México. Estos detergentes vegetales son sustancias

de reacción alcalina obtenidos de plantas como los ágaves, frutos de algunas solanáceas, o en general, de jugos vegetales que contienen saponinas, esto es, sustancias espumantes naturales.

Otro de los métodos más antiguos que se conocen para el lavado de la lana es el del uso de la orina putrefacta. Este procedimiento se usó desde tiempos muy remotos hasta alrededor del siglo XVIII. Debido al contenido de carbonato de amonio en la orina putrefacta, ésta tiene una reacción ligeramente alcalina, y por lo tanto, produce una saponificación parcial de la grasa de la lana.

Durante la Edad Media se empezó a popularizar en Europa el uso de lejías obtenidas de las cenizas de plantas y algas, siendo este el método más popular hasta el siglo XVII, que fué cuando empezó a generalizarse el uso del jabón para el lavado de la lana.

Según se sabe, los egipcios fueron los primeros en hacer jabón, creyéndose que desde antes del año 600 A. C. ya lo sabían hacer, saponificando las grasas con lejías obtenidas de cenizas de plantas y algas. Después, los egipcios encontraron una sosa natural en el Valle del Nilo, a la cual denominaron "trona", facilitándole así la manufactura del jabón. Los fenicios aprendieron el arte de hacer jabón de los egipcios. Los galos y las tribus germánicas fueron los primeros en hacer jabón en Europa, y los romanos no aprendieron este oficio hasta alrededor del año 100 de nuestra Era.

Al principio el jabón se usó más bien como cosmético y pomada, no siendo sino hasta el siglo II cuando se empezaron a apreciar sus propiedades detergentes.

La manufactura del jabón se mantuvo mucho tiempo en secreto, y se formaron fuertes monopolios. Hasta el siglo XII las ciudades españolas Alicante, Valencia, Málaga, Sevilla y Cartagena predominaron en el mercado del jabón. Después, Marsella tomó la supremacía hasta el siglo XIV, en que encontró un fuerte competidor, Venecia, que surtía de jabón parte de Europa e Inglaterra. Debido a todas estas dificultades y al poco conocimiento de las propiedades detergentes del jabón para ser usado en el lavado de la lana, hasta el siglo XVIII no se generalizó su uso.

Durante el siglo pasado se obtuvo el primer detergente "sintético" (nombre dado a los detergentes sintetizados por el hombre aparte del jabón) que fué el Aceite para Rojo Turco, el cual, aunque no es un de-

tergente muy activo, sino más bien humectante, señaló el camino para la obtención de jabones neutros a partir de aceites sulfonados.

Después de la primera Guerra Mundial aparecieron en Alemania los sulfonatos del naftaleno alquilado. Al cabo de unos cuantos años aparecieron en los EE. UU. los alquilos sulfonados de sodio llegándose a tener en la actualidad sobre 300 productos detergentes comerciales.

La segunda Guerra Mundial aumentó grandemente la producción alemana de detergentes sintéticos. Esto se debió a la falta de grasa que hubo en Alemania durante la guerra. Muchos detergentes están hechos a base de aceites naturales, pero se requiere una cantidad menor de grasa por kilo de detergente sintético que por kilo de jabón. Otros detergentes sintéticos están hechos a base de derivados del petróleo.

Esto revolucionó el lavado de la lana, ya que con algunos de estos detergentes se puede lavar la lana en medio neutro y hasta en medio ácido. La lana tiene su punto isoeléctrico a un pH aproximado de 4.9 y siempre ha sido el deseo de los químicos el hacer posible su lavado a dicho pH, ya que en su punto isoeléctrico es cuando la constitución química de la lana es más estable.

El lavado de la lana en medio neutro, o ácido está todavía, con algunas excepciones, en un período experimental, siendo el método alcalino el más usado en la actualidad, que es generalmente a base de soluciones de jabón y carbonato de sodio o potasio, algunas veces precedido por un deschurrado, o sea un lavado con agua sola.

REFERENCIAS:

- Donald Wilson, "Textile Recorder". Abril 1945.
- C. Schafer. "Ciba Review". No. 56. Abril 1947.
- M. N. Marius. "Textile World". Diciembre 1945.

CAPITULO II

ESTUDIO SOBRE LA FIBRA DE LA LANA

Para poder obtener un buen lavado de la lana, es necesario tener algunos conocimientos sobre esta fibra, ya que durante el procedimiento de lavado se pueden alterar sus propiedades, y con ésto dificultar su futura elaboración.

Recibe el nombre de lana el pelo ensortijado de ciertos animales, aunque técnicamente se llama lana solamente al pelo proporcionado por el carnero u oveja (*Ovis aries*, mamífero rumiante de la familia de los cavicornios), conservándose el nombre genérico de "pelo" para el de los demás mamíferos.

Entre la lana y los pelos pueden existir diferencias bastante apreciables. Por lo general, los folículos pilosos se encuentran uniformemente repartidos sobre la piel del animal, pero cuando se trata de lana, estos folículos pilosos se encuentran agrupados en mechones formando un conjunto de fibras que se denomina vellón.

Otra diferencia entre el pelo y la lana es que esta última lleva gran

cantidad de churre o suarda (grasas e impurezas) llegando a contener hasta un 70% de suarda. El pelo se encuentra siempre recto o estirado, salvo algunas excepciones, sus escamas son muy rudimentarias, mientras que la lana, se presenta rizada con ondulaciones muy pequeñas, y las escamas suelen ser muy pronunciadas.

Sin embargo no hay una línea divisoria bien marcada entre estas dos clases, ya que se puede pasar de una a otra por una serie de graduaciones.

Independientemente de las razas, son muchas las causas ajenas y más o menos exteriores que influyen sobre la calidad y condiciones de la lana. La naturaleza del suelo, el clima, la habitación, la humedad, la locomoción, etc., son circunstancias que tienen gran importancia sobre la lana que se obtiene.

La calidad de una lana se evalúa principalmente en el diámetro de la fibra. Cuanto más fina es la fibra, de mejor calidad es la lana. Otra cosa muy importante es el largo de la fibra. Las fibras largas son más apreciadas que las fibras cortas y por eso se distinguen las lanas de un esquila o de dos esquilaes, según que la oveja haya sido esquilada una o dos veces al año. También tiene importancia si la lana ha sido cortada de un animal vivo y sano o enfermo, o si ha sido cortada de un animal muerto. Si el animal murió de enfermedad la lana es muy poco apreciada.

La lana de tenería puede presentar ciertas dificultades en el lavado, ya que esta lana se obtiene de las pieles que se han de curtir, y generalmente la lana es separada de la piel por medio de un procedimiento químico en el que se usa sulfuro de calcio (CaS). Cierta cantidad de dicho sulfuro puede quedar impregnado en la fibra, y al ser lavada en jabón se obtienen jabones calcáreos, los cuales se precipitan sobre la fibra y constituye un problema su eliminación.

De un solo carnero se llegan a obtener de 8 a 10 calidades de lana, según la posición de la lana en el cuerpo del cordero. La lana de los flancos es la de mejor calidad por su longitud, finura, limpieza y blancura, siguiendo luego en calidad inferior en las demás regiones, hasta llegar a la cabeza y la cola, que son las peores.

PROPIEDADES FISICAS

El peso específico de la lana pura es de 1.3. Su longitud varía en las lanas finas de 4 a 12 cms., entre 10 y 20 cms. para las cruza-

das, y en algunas lanas procedentes de razas inglesas puede llegar hasta 40 cms. El diámetro de la fibra varía desde 1.3/100 de milímetro, para lanas finas, hasta 5/100 de milímetros para lanas corrientes. La lana siempre es rizada y existe una relación muy íntima entre el número de ondas por cm. y la finura de la lana, ya que cuando más ondulada es la fibra, menor es su diámetro.

Una de las principales características de la lana es su resistencia y "elasticidad" en cuanto a flexión, presentando menos resistencia a la tensión que la fibra de algodón.

El color de la lana limpia es generalmente blanco, o un color ocre más o menos amarillento, pero también hay lana de color pardo y negro.

La lana es un folículo piloso que empieza en su base por el bulbo o raíz empotrada en la piel, y sigue con el tallo o parte libre, la cual se va adelgazando hasta terminar en punta.

En un corte transversal de una fibra de lana se pueden distinguir hasta tres zonas: Parte central (en general poco visible), la substancia cortical o cuerpo principal del pelo, y por último, en la parte exterior, una delgada capa de células foliadas en forma de escamas. La parte central o médula puede ser continua en sentido longitudinal, interrumpida, o puede asimismo faltar, como pasa principalmente en las lanas finas.

Las escamas de las lanas finas generalmente dan la vuelta entera a la fibra, presentándose a manera de embudos o tubos cónicos enchufados uno dentro del otro. Las lanas corrientes, o sea de mayor diámetro, tienen las escamas subdivididas de tal manera que para dar la vuelta entera son necesarias varias de estas escamas.



El brillo de la lana depende mucho de la disposición, forma y transparencia de las escamas.

El poder fieltante es una propiedad exclusiva de la lana. Todavía no se ha aclarado si el poder fieltante se deba a las escamas que se intercalan entre sí, o se deba a una pseudohidrólisis superficial de la fibra con formación de una especie de gel proteico. El enhieltamiento lo produce el frotamiento de las fibras húmedas, siendo fuertemente influenciado por el calor. Las fibras se enlazan entre sí y es muy difícil después desenmarañarlas.

Al acercarse a los 100°C., usando calor húmedo, la lana adquiere cierta plasticidad, de manera que las fibras toman fácilmente la forma y posición que se les comunica, la cual es conservada después. Pasando de los 100°C. con calor húmedo, la lana parece sufrir una hidrólisis y se disuelve parcialmente. Con calor seco, al llegar a 125°C. la lana empieza a alterarse.

Entre las fibras textiles la lana es la más higroscópica, pues con una humedad de 30% todavía no se nota ésta al tacto.

Una de las razones que hacen a la lana una fibra tan preciada es que tiene un gran poder aislante del calor, debido principalmente a su rigidez y a su elasticidad de volumen, lo que hace que se conserve relativamente bien el espesor primitivo del tejido, y como consecuencia, las celdillas de aire formadas por los espacios vacíos entre unas fibras y otras sirven de aislante.

La lana es muy mala conductora de la electricidad, especialmente en el estado seco. Esto hace que se electricice muy fácil e intensamente por frotamiento, y también electricice los cuerpos que son frotados con ella (ámbar, vidrio, lacre, etc.)

El tacto especial de la lana es consecuencia del conjunto de propiedades que acabamos de ver (finura, elasticidad, rizado, superficie escamosa, estado higrométrico, etc.) El tacto suave de la lana depende principalmente de su finura.

PROPIEDADES Y COMPOSICION QUIMICA DE LA LANA

El pelo de la lana está formado por una proteína parecida a la que constituye a los pelos, uñas, cuernos, plumas, etc. y que recibe el nombre de queratina. Las proteínas son compuestos químicos muy complicados y la de la lana no es una excepción. Muchas controversias ha habido respecto a su fórmula y estructura molecular debido a que

la lana tiene una estructura de organización celular de lo más complejo que existe en todo el reino de la química orgánica. Es una macromolécula de elevado orden de magnitud, pero no es homogénea, puesto que las escamas exteriores tienen un peso molecular mayor que las de la estructura interior. Se comporta en varios aspectos como si fuera anfótera, siendo considerada como tal, pero las funciones básicas predominan, mientras que las ácidas son de débil actuación. Por esta razón puede haber sistemas moleculares relativamente estables en presencia de ácidos, pero poco estables en presencia de álcalis o bases.

La fibra de la lana está fundamentalmente constituida por 5 elementos, los cuales varían en su porcentaje según la raza de la oveja y la alimentación que haya tenido ésta.

La composición aproximada de la lana es la siguiente:

Carbón	50%
Oxígeno	21 a 25%
Nitrógeno	16 a 18%
Hidrógeno	7%
Azufre	3 a 4%

El azufre puede variar de 1 a 4% según los pastos lo contengan en mayor o menor cantidad, o mejor dicho, depende de la naturaleza del suelo.

La queratina de la lana por hidrólisis sufre un desdoblamiento. La hidrólisis puede ser producida por fermentos, ácidos o álcalis, distinguiéndose cuatro grados de desdoblamiento: primero se forman albumosas a partir de las proteínas, luego peptonas, después polipéptidos, y por último los aminoácidos. Por la hidrólisis de la queratina de la lana se han obtenido los siguientes aminoácidos: glicocola, alanina, valina, leucina, prolina, serina, ácido aspártico, ácido glutámico, tirosina y cistina.

Harris, Mizell y Fourt han tomado la estructura molecular de la lana como la parte responsable para sus propiedades mecánicas. Las proteínas son productos de policondensación, en la cual diferentes aminoácidos están unidos por medio de valencias para formar una cadena polipéptica, como la siguiente:



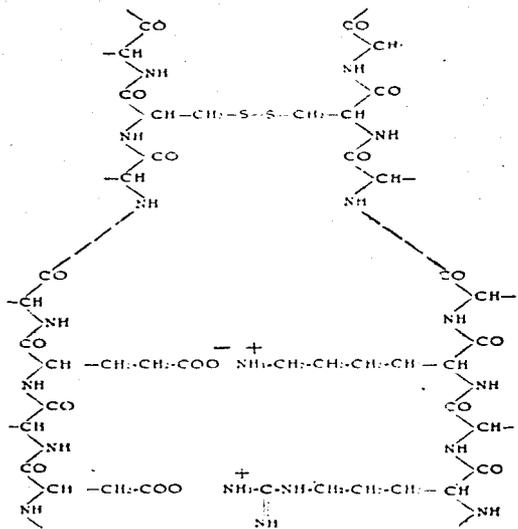
Se puede considerar que las propiedades mecánicas de estas cadenas en general dependen de los siguientes cuatro factores:

1.—Exhiben una gran flexibilidad. Esto hace que la molécula proteínica pueda tomar un gran número de configuraciones.

2.—Poseen un gran número de ligaduras péptidas altamente polares, las cuales dan lugar a una unión de hidrógeno inter o intramolecular.

3.—Contienen cadenas laterales relativamente largas (los grupos R de la cadena polipéptica), los cuales impiden mucha aglomeración o compresión entre las moléculas proteínicas, disminuyendo así el enlace de los átomos de hidrógeno. En la lana casi todos los aminoácidos constituyentes son del tipo que tienen largas cadenas laterales. De aquí se puede ver que casi el 50% del peso de la lana se debe a las cadenas laterales. Estas exhiben fuerzas de asociación que permiten la presencia de ligaduras covalentes del bisulfito entre las cadenas moleculares.

Astbury y Speakman sugieren que la estructura de la fibra de lana, reducida a sus términos más simples, consiste de largas cadenas péptidas unidas por sales y ligaduras de cistina, como se puede ver en la siguiente fórmula:



Esta estructura tiene que ver mucho con la estabilidad química de las moléculas de la lana que forman la fibra. De todas maneras, se ha encontrado que cualquier reactivo que altere el estado del grupo bisulfito en la ligadura de la cistina, alterará o destruirá la estructura física de la fibra. En general, estos grupos son susceptibles a ser atacados por agentes oxidantes, reductores, luz y álcalis.

El azufre en la lana se presenta en forma del aminoácido cistina, el cual se encuentra en mayor o menor cantidad en casi todos los alimentos protéicos, y es un factor esencial en el crecimiento del cuerpo. El posible significado del azufre en la dieta de las ovejas, y su influencia en la composición y propiedades de la lana, se debe a que el azufre es esencial para la formación de la fibra de la lana, y una deficiencia de éste daría fibras anormales.

La presencia del azufre presenta ciertos inconvenientes. En las distintas operaciones y baños que sufre la lana, es preciso evitar su contacto con el plomo, el cobre, el estaño y demás metales cuyos sulfuros son negros, pues estos contactos dan origen a manchas que a veces no aparecen hasta después de algún tiempo que el tejido se encuentra almacenado, por eso las pinturas para las máquinas usadas en las fábricas de lana han de ser pigmentos que no contengan metales cuyos sulfuros son negros o de color oscuro.

El tratamiento prolongado con agua hirviendo o con álcalis elimina el azufre de la lana, pudiéndose extraer parte de éste sin perjudicar la fibra, lo que parece indicar que no todo el azufre contenido en la lana está íntimamente ligado a ella.

ACCION DE LA LUZ

La acción prolongada de la luz solar produce una descomposición fotoquímica en la lana, de tal manera que queda modificada su afinidad para los colorantes, lo que en la práctica se traduce a desigualdades de tinte. La intensidad de esta acción puede variar según la lana se encuentre húmeda, ácida, alcalina, etc. La acción de la luz empieza en el lomo del animal, debido a su estado en la intemperie. Esto resulta en una decoloración café-amarillenta acompañada de un tacto duro en las puntas de la fibra, debido a la formación de ácido sulfúrico a partir del azufre presente en la lana. Las fibras expuestas

a la luz solar se vuelven quebradizas y débiles, y también se vuelven más sensitivas a los álcalis. Esta descomposición se debe a que la luz ataca los grupos disulfuro formando grupo aldehídicos y sulfhidroxilicos.

ACCION DEL CALOR Y DEL VAPOR DE AGUA

Cuando la lana es calentada en aire seco a una temperatura de 100 a 105°C. la fibra pierde su humedad y se vuelve dura y pierde fuerza. En condiciones normales la fibra vuelve a recuperar su humedad, suavidad y fuerza. A 130° C. la lana se descompone produciendo ácido sulfhídrico y amoníaco. Por destilación seca se obtienen diferentes substancias de naturaleza básica. Si se quema arde con lentitud, esparciendo un olor característico (a pluma o cuerno quemado).

Como ya habíamos dicho, por medio del calor húmedo alrededor de los 100°C. las fibras de lana se vuelven plásticas y adquieren cierta aptitud de moldeo. Por ulterior calentamiento con vapor de agua a presión, la lana se transforma en una especie de jalea disolviéndose parcialmente.

Las temperaturas bajas no tienen ningún efecto sobre la fibra de la lana.

PUNTO ISOELECTRICO E ISOIONICO

Toda substancia anfótera como la lana, presenta su mayor estabilidad a cierto pH contra el ataque de los agentes químicos. En el caso de la lana, el punto isoelectrico se encuentra a un pH de 4.9. A dicho pH la lana podría ser procesada sin peligro de perjudicar en lo mínimo su naturaleza química. Por eso ha habido gran interés en encontrar detergentes para lavar lana en medio ácido, especialmente en su punto isoelectrico.

El punto isiónico de de una substancia anfótera es a los pHs a los cuales dicha substancia empieza a combinarse con los ácidos o con las bases respectivamente. La escala de pH que queda intermedia entre estos dos puntos, se llama zona isiónica. La lana empieza a combinarse con los ácidos a un pH alrededor de 4, y con los álcalis a un pH de 10, presentando por lo tanto una zona isiónica de 4 a 10. Den-

tro de la zona isoiónica la lana se puede procesar sin peligro de perjudicarla.

EFECTO DE LOS ALCALIS

Una de las propiedades características de la lana es la facilidad con que se degrada o descompone con las soluciones alcalinas. Una solución al 5% de NaOH a temperatura de ebullición disuelve completamente la lana en unos cuantos minutos. Estas degradaciones están muy asociadas con la facilidad en que los álcalis descomponen los grupos de sulfuros en la cistina de la lana. Se ha demostrado que aunque la proporción que existe entre los átomos de nitrógeno y azufre es de 1 a 10, estos son eliminados de la lana en una proporción de 1 a 1 por la acción del álcali durante las primeras partes del ataque. Si la proteína de la lana fuera simplemente disuelta, se disolverían estos átomos en una proporción de 1 a 10 y no en el de 1 a 1. En el estudio de la degradación por medio de álcali, se ha visto que durante las primeras fases del proceso, se rompen las ligaduras de cerca del 50% del azufre presente. Por cada átomo de azufre que se pierde, una molécula de cistina se destruye, obteniéndose un aminoácido conteniendo una forma más estable de azufre, con fórmula



El efecto dañino de las soluciones alcalinas es de mucha importancia en vista de los numerosos procesos alcalinos que la lana atraviesa al ser elaborada. Por lo tanto los jabones y demás sustancias usadas en el lavado deben ser de poca alcalinidad.

El carbonato de sodio y de potasio no son destructivos para la lana siempre y cuando se usen bajo cierta concentración, dependiendo ésta de la temperatura y tiempo de tratamiento, como por ejemplo, a 50°C. no se debe usar una solución de carbonato sódico de pH mayor de 11, ni durante más tiempo de 10 minutos, siendo esto aproximadamente 3 grs. de carbonato por litro.

El amoniaco es una base débil, y aunque puede causar daño a la fibra, se puede usar en soluciones de 1 gr. por litro.

Los álcalis que tienen menor efecto sobre la lana son el carbonato

de amonio y el bórax. El fosfato trisódico es también un álcali débil que puede usarse a ciertas concentraciones sin peligro de dañar la fibra.

ACCION DE LOS ACIDOS

Los ácidos minerales diluidos, como el sulfúrico, clorhídrico y nítrico, no perjudican la fibra. Sin embargo la lana tiene tendencia a absorber una gran porción del ácido de las soluciones diluidas, con lo cual se abren las escamas de la fibra y le comunican un tacto áspero y crujiente, a menos que este se neutralice por medio de una solución ligeramente alcalina.

Los ácidos concentrados destruyen la fibra de lana, lo mismo que por cocción prolongada con ácidos diluidos. La fibra se hidroliza.

El ácido sulfúrico concentrado primeramente hincha la fibra y después la destruye. El ácido sulfuroso solamente actúa como decolorante. El ácido crómico forma, en ciertas ocasiones, óxido crómico, que permanece fijado como mordiente de la lana.

EFECTO DE LAS SALES NEUTRAS

Las sales metálicas neutras no tienen mayor efecto sobre la fibra de la lana. Algunas sales, como el óxido de aluminio, y el óxido crómico son usadas como mordientes, esto es, son absorbidas por la fibra y aumentan su afinidad para los colorantes.

EFECTO DE LAS SUBSTANCIAS QUIMICAS

La lana muestra una afinidad especial frente a los colorantes ácidos básicos y sustantivos, por lo que puede teñirse, según la clase de colorante, en baño ácido, neutro o alcalino.

El formaldehído preserva la lana contra el ataque de los álcalis, ácido nítrico y vapor de agua, además de que la lana tratada con soluciones muy diluidas de formaldehído, se encoge hasta un 80% menos.

Los hipocloritos y el cloro atacan más o menos a la lana, según la temperatura y concentración en que se opere. El cloro aplicado de un modo apropiado, aumenta el brillo y la suavidad de la lana, co-

municándole un tacto parecido al de la seda. Además aumenta la afinidad de la lana hacia los colorantes y hace que pierda su poder fieltrante.

ACCION DE LOS AGENTES OXIDANTES

La lana es bastante sensitiva a los agentes oxidantes. Las soluciones fuertes de dichos agentes la perjudican, debido a que parece ser que estos atacan el grupo bisulfuro de la cistina.

La combustión espontánea de la lana se debe principalmente a un proceso de auto-oxidación. En la presencia del aire y de la luz, el agua contenida ejerce una acción catalítica sobre la grasa y el aceite de la lana produciendo una oxidación.

ACCION DE LOS AGENTES REDUCTORES

Los agentes reductores también atacan la molécula de queratina por su punto más débil, o sea por la ligadura del disulfuro. Algunas sales alcalinas que tienen un anión reductor (ejem.: Na_2S) disuelven la lana hasta en concentraciones pequeñas y temperaturas bajas.

GRASA DE LA LANA

Según la procedencia, el contenido de la grasa de la lana de esquila varía entre 30 y 70%.

Su composición es muy especial, entrando en ella una serie de compuestos típicos que hacen que este producto pueda ser considerado como intermedio entre las grasas y las ceras.

La composición no ha podido ser definida con exactitud. Es muy variable, según su procedencia. Presentando ésteres de los ácidos palmítico y cerótico con alcoholes superiores, colesteroína, insocolesteroína y alcoholes superiores libres, insolubles en agua. Se presentan también algunos oxiácidos, como el lanocérico.

La fracción de insaponificables totales está constituida por alrededor de 30 por 100 de colesteroínas, aparte de los alcoholes libres, entre los cuales descuella el alcohol cerílico.

La grasa bruta de la lana es consistente, amarilla y de olor desagradable. Es poco soluble en alcohol y soluble en éter, bencina, cloroformo y sulfuro de carbono.

La grasa depurada de la lana es untuosa, de color y olor mucho más débil que la grasa bruta. Se emulsiona fácilmente con agua, llamándose lanolina a la grasa de lana depurada que puede contener hasta 30% de agua.

REFERENCIAS:

- W. A. Edwards. "Textiles Panamericanos". Vol. VI. No. 10, Oct. 1946.
Daniel Blanxart. "Materias Textiles".
M. Riquelme. "Química Aplicada a la Industria Textil".
P. Heerman. "Tecnología Química de los Textiles".
Dantel Mangrané. "Aceites, Grasas y Derivados Industriales".
Manual Ciba. "Tintura de la Lana".
L. A. Olney. "Textile Chemistry and Dyeing".
Mathew's. "Textile Fibers".
Thorpe. "Enciclopedia de la Química Industrial".

CAPITULO III

TEORIA DEL LAVADO

Los detergentes son compuestos de actividad superficial, por lo tanto, son sustancias que disminuyen las tensiones superficiales del agua, y tienden a agruparse sobre las superficies de los cuerpos y sustancias capilares. Los conocimientos que se tienen sobre el modo de operar de estas sustancias todavía son muy pocos.

La estructura química de los agentes de actividad superficial es bien conocida. En general, son moléculas más o menos complicadas que consisten de dos partes. Una parte muy móvil, en un extremo de la molécula, la cual es un radical soluble en agua y rechazado por las grasas, ceras y sustancias no polares. Esta es la parte hidrófila. La otra parte de la molécula es generalmente un radical graso de gran peso molecular, el cual es rechazado por el agua, y atraído por las grasas, ceras, y sustancias no polares. Este radical tiende a formar una película viscosa muy delgada alrededor de los cuerpos que se ponen a su contacto, y recibe el nombre de hidrófobo.

El radical hidrófobo actúa, en cierta manera, de un modo parecido al de los aceites lubricantes. Si una gota de lubricante es puesta sobre la superficie de un metal, el aceite penetra por todas las irregularidades y capilaridades de la superficie del metal, rodeando con una película de aceite, todas las partículas que no estén muy íntimamente ligadas con la superficie del metal, y por lo tanto, desprendiéndolas del mismo y evitando que se vuelvan a pegar. Esta película viscosa impide que el polvo y demás partículas se pongan en contacto con la superficie de metal. De un modo similar actúa el radical hidrófobo. Este tiende a orientarse y englobar cualquier superficie o cuerpo con que se pueda poner en contacto, mientras que el radical hidrófilo tiende a distribuirse uniformemente en el medio acuoso, arrastrando consigo al hidrófobo y a las partículas englobadas por éste, manteniéndolas en un estado de dispersión. Si uno de estos radicales es más efectivo que el otro, cambia las propiedades y aplicaciones del compuesto. Si el radical hidrófilo tiene buenas propiedades inherentes, se obtiene un agente humectante o penetrante. Si los dos son igualmente efectivos se obtiene un detergente, y con un predominio hidrófobo se obtienen los agentes suavizantes, emulsificantes y dispersantes.

Las dispersiones acuosas de los detergentes son coloidales, debido a un radical hidrocarburo de peso molecular relativamente alto, el cual se hace dispersable en el agua por medio de grupos hidrófilos iónicos o no iónicos. La solubilidad en el agua de los detergentes es debido a la tendencia a hidratarse a causa de la disociación electro-lítica del grupo ionógeno activo aumentando esta tendencia en el siguiente orden:



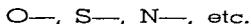
Los mejores ejemplos para esto son las sales alcalinas de los ácidos grasos de gran peso molecular.

La substitución del grupo álcali carboxílico por otro grupo hidrófilo, por ejemplo:

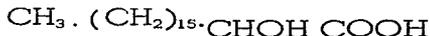


no tiene ninguna influencia real en el carácter del detergente. Esto es también cierto cuando la sal que forma cualquier grupo hidrófilo ionó-

geno no está directamente conectada con el grupo alquilo, sino con la ayuda de las ligaduras "puentes" que pueden contener un átomo heterogéneo como:



Contrario a esto tenemos que la introducción de un radical hidrófilo de grupos no-ionógenos en el radical hidrocarburo hidrófobo, tiene una influencia considerable en la reacción coloidal, especialmente si estos grupos están localizados en partes activas ionógenas de la molécula. Por ejemplo, el ácido alfa-hidroxi-esteárico.



es soluble en agua, mientras que el ácido 9 o 10 hidroxi-esteárico

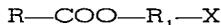


o



no es soluble en agua.

En los agentes auxiliares y de lavado modernos, la naturaleza de las ligaduras puente y su influencia en las propiedades químico-coloidales valen la pena tomarse en cuenta. El grupo —C—O— casi no cambia la naturaleza hidrófoba de los radicales hidrocarbonados de gran peso molecular (R) del compuesto de fórmula general:



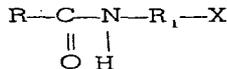
donde R₁ representa un radical hidrocarbonado de bajo peso molecular (de 2 a 4 átomos de carbón) y X representa el grupo que forma la sal ionógena activa.

La naturaleza hidrófoba del radical del hidrocarburo pesado sufre mayor cambio por la adición de un grupo etérico, por ejemplo por la siguiente combinación:



ya que el oxígeno etérico desarrolla considerable fuerza por medio de las valencias residuales.

Cuando un grupo amídico de un ácido carboxílico ($-\text{CO}\cdot\text{NH}-$), por ejemplo en el compuesto

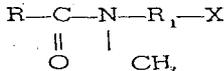


es usado como un grupo puente (por ejem., en algunos de los llamados productos de condensación de ácidos grasos), hay que tomar en consideración que existe un equilibrio, especialmente en presencia de líquidos alcalinos, del grupo $-\text{CO}-\text{NH}-$ con su forma tautómera enólica $-\text{C}\cdot\text{OH}-\text{N}-$, la cual debido al grupo hidroxílico, produce una considerable afinidad hacia el agua, y por lo tanto dan disminución en el poder espumante, humectante, detergente y dispersante.

La fórmula de este compuesto tautómero sería:



En la práctica esta posibilidad es evitada substituyendo con un grupo metílico el átomo de hidrógeno del grupo amídico del ácido carboxílico, por ejemplo, "Igepón T" o "Medialán A" tienen la siguiente fórmula general:



Debido a esta substitución, el poder humectante, espumante y detergente se aumenta considerablemente.

La afinidad del agua de los auxiliares no-ionógenos es afectada por la unión de moléculas de agua a grupos acumulados hidroxilo o estéricos, debido a las valencias residuales, y la formación de puentes de hidrógeno. Cuando se calienta, los puentes de hidrógeno son parcialmente rotos, obteniéndose una conglomeración de partículas, y a veces la turbidez. Los compuestos de alto peso molecular solubilizados por medio de grupos de óxido de polietileno, reaccionan con fenoles o compuestos que tienen grupos hidroxi-fenólicos (v.g. tanino) formándose por medio de las valencias residuales compuestos de adición insolubles.

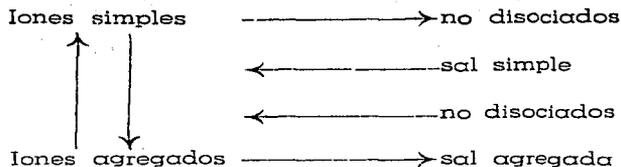
MECANISMO DEL LAVADO

El mecanismo del lavado se explica por la actividad capilar y superficial y la polaridad de las soluciones detergentes. Gracias a este conjunto de propiedades las soluciones detergentes tienen la facultad de mojar, impregnar y envolver partículas de suciedad. Estas partículas quedan envueltas por una capa protectora, que se mantiene a merced de fuerzas intermoleculares. Esta capa comunica a las partículas de suciedad las propiedades hidrófilas del detergente, y por lo tanto tiene lugar una especie de emulsión de la partícula, venciendo la resistencia entre el agua y el carácter hidrófobo de aquélla. De este modo se separan las partículas de las fibras textiles y quedan en suspensión en el líquido, no pudiendo adherirse de nuevo, ya que se dispersan en el mismo protegidas por la capa envolvente. El trabajo mecánico de agitar o estrujar las fibras destruye los conglomerados que pueden impedir la penetración de la solución detergente.

PROPIEDADES COLOIDALES DE LOS DETERGENTES

El carácter coloidal de las soluciones acuosas de los detergentes, los cuales fueron primeramente conocidos por Krafft, depende de las fuerzas de atracción intermolecular entre los radicales hidrocarburos hidrófobos. Según parece, las moléculas de agua reaccionan del mismo modo, aprisionando a los radicales hidrocarburos hidrófobos por medio de su fuerza de cohesión y tratan de sacarlas de la solución. Los radicales hidrófobos, a su vez, contrarrestan la presión de la solución causada por radicales hidrófilos ionógenos o no-ionógenos. Por lo pronto se forman conglomerados, llamados micelas iónicas, dependiendo su formación del largo de la cadena grasa a una cierta concentración (concentración crítica). La curva de conductibilidad-concentración (curva Δ/c) presenta una rotura en el punto de la concentración crítica.

Las ideas clásicas acerca del estado de agregación de las dispersiones acuosas de jabones y compuestos similares se deben a McBain y su escuela. Según él, existe entre las diferentes condiciones de estas dispersiones acuosas un equilibrio el cual es explicado según el siguiente esquema:



McBain atribuye la formación de partes coloidales en soluciones relativamente concentradas de detergentes, o sea con una concentración de 30 a 50 gr. por litro. De acuerdo con la nueva interpretación de Hartley la cual puede ser soportada por los resultados experimentantes de varios otros investigadores, los agregados coloidales son formados especialmente en concentraciones más pequeñas, v.g. de 0.3 a 5 gr. por litro (calculando la substancia al 100%) de los detergentes, y han probado poder reducir fuertemente la tensión superficial y ser de gran actividad capilar.

En soluciones muy diluidas, los detergentes ionógenos se encuentran al estado de iones de larga cadena, sencillos o dispersos, es decir, no agregados. La máxima concentración en la cual el detergente actúa en esta forma, es la concentración crítica. Si se pasa esta concentración las partículas coloidales dispersas son amicroscópicas.

La forma de las micelas es, aproximadamente, esférica. El interior está formado por los radicales hidrófobos que se concentran al alejarse del agua. La parte externa está formada por los grupos hidrófilos.

Las primeras micelas iónicas, a las cuales se ha denominado pre-micelas, son inestables. Constituyen el primer estado de agregación del detergente al pasar de la concentración crítica.

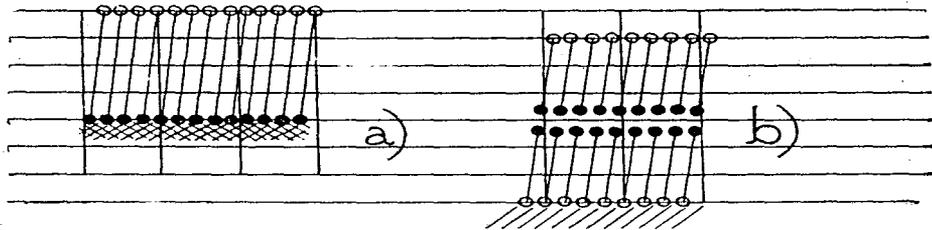
Actualmente hay la creencia que la micela iónica, en sí misma, tiene poca o ninguna importancia, en el proceso de adsorción que tiene lugar en la superficie de contacto. A los iones no asociados de las cadenas grasas o las moléculas de las substancias no-ionógenas pegadas a la superficie de contacto por adsorción, se les atribuye actualmente el origen de la actividad interfacial.

En este proceso una orientación y (si la concentración de la superficie de contacto es suficiente) también una colocación paralela de los iones acumulados de las cadenas grasas con la formación de una capa

mono-molecular que tiene lugar en la superficie de contacto hidrófoba, por ejemplo, en los pigmentos, parece ser que forma capas dobles.

A continuación tenemos una gráfica que nos demuestra como actúan los detergentes sobre los superficies de contacto hidrófilas e hidrófobas.

- a).—Capa monomolecular de aniones de una cadena grasa en una superficie de contacto hidrófoba. b).—Capa bi-molecular en una superficie de contacto hidrófila.



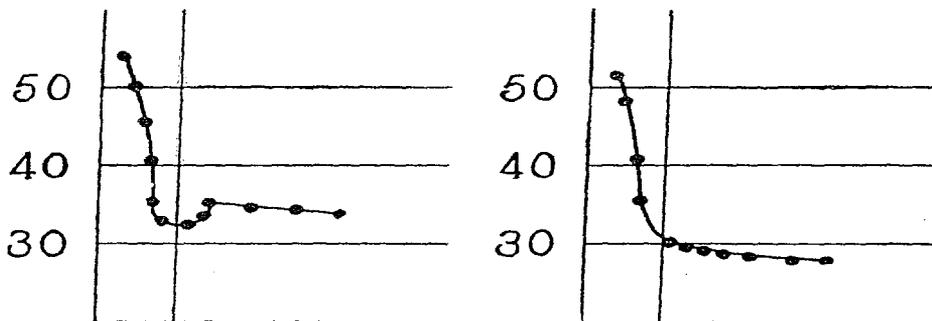
Los círculos negros son CH_3 y los blancos significan actividad aniónica de grupos electrolíticamente dissociables como: $-\text{COONa}$, $-\text{SO}_3\text{Na}$, $-\text{OSO}_3\text{Na}$.

Las medidas de grosor de estas capas pueden casi siempre ser mostradas por valores de 20 a 30 Å, lo cual solamente puede ser explicable por el estiramiento molecular de las sustancias detergentes. No tiene lugar una adsorción en la micela.

El significado especial de la micela iónica y especialmente de su período preliminar incompacto (pre-micelas) para reacciones químico-coloidales consiste en que en los lugares de actividad interfacial donde se consumen por adsorción directa los iones de los detergentes iónicos, la micela iónica puede suministrar iones más rápidamente que los jabones en estado no-disociado, siendo esto debido a su mayor movili-

dad y a su estado compacto, el cual le permite el transporte de un gran número de iones acumulados en los lugares en que se necesitan. Una concentración de la curva Δ/c con la curva tensión/concentración (curva σ/c) demuestra que la mencionada interpretación es correcta.

Curso de la tensión superficial (σ) del sodio tetracil —y hexadecil— sulfato, en función con la concentración a 60°C.



La rotura de la curva Δ/c es indicada por una línea vertical.

Esta gráfica muestra una disminución máxima de la tensión superficial del agua, causada por acción de alcoholes grasos sulfonados en relación con sus concentraciones, siendo estos experimentos realizados por Lottermoser y Stroll. En la gráfica se puede ver que la rotura de la curva Δ/c , la cual queda marcada por la línea vertical, y el comienzo de un fuerte aumento de la movilidad de los iones de los ésteres grasos y el ácido sulfúrico asociados con las premicelas, prácticamente coinciden con el mínimo de la tensión superficial. También se ve que el mínimo de la curva σ/c no coincide completamente con la rotura de la curva Δ/c , pero sí está algo desplazada en la dirección de la formación de las premicelas, demostrando el hecho de que tienen una función importante en el fenómeno interfacial, aunque esta función es solamente indirecta, como ya se mencionó.

La formación de una micela o pre-micela iónica no es solamente importante porque suministra los iones disociados de la cadena grasa, sino también porque hace posible la difusión y concentración de iones de actividad capilar en la superficie de contacto. Si los electrolitos coloidales de los detergentes estuvieran distribuidos solamente en una forma iorógena en la solución acuosa, por sus iones, debido a la presión osmética, tendrían la tendencia de dirigirse al interior de la solución, por lo tanto, una acumulación de iones en la superficie de contacto no sería posible. La formación de productos de agregación desarrollados sistemas con una presión osmética pequeña, los cuales cuando tocan las superficies de contacto, son presionadas a esas superficies por la moléculas de agua acumuladas allí, y se descomponen en iones de actividad capilar de las cadenas grasas.

Si estos iones son gastados en la formación de una capa de orientación interfacial, otras micelas se descomponen para formar nuevos iones para mantener el equilibrio, de manera que la falta de iones no puede tener lugar. Conectado con esto, hay un gran aumento de la concentración de las partículas de actividad superficial de los detergentes en la superficie de contacto de la fibra o de la suciedad, de modo que la concentración de los auxiliares en la superficie de contacto puede ser de 500 a 1000 veces mayor que en las otras partes del baño. De este modo, las condiciones son dadas para un desempeño práctico de todos los fenómenos de actividad superficial, sin que los detergentes tengan que ser usados en concentraciones que no sean económicas.

La estabilidad de la meta de la micela iónica, especialmente en el período incompacto preliminar, combinado con su alta movilidad y tendencia a emigrar debido a su pequeña presión osmética, hasta en dispersiones altamente diluidas (0.3 a 5 gr. por litro) hacia la superficie de contacto, es la causa directa de las propiedades de lavar, dispersar, emulsionar, etc., que se encuentran en electrolitos coloidales de alto peso molecular.

HIDROLISIS

El estudio de la hidrólisis y de la alcalinidad hidrolítica de las soluciones de jabón ha aclarado bastante el concepto de los llamados "jabones ácidos". En realidad, no se ha podido llegar todavía a pre-

cisar el grado exacto de hidrólisis de cada caso. Hay que tener en cuenta que la hidrólisis de las micelas de jabón se produce diferentemente que la hidrólisis de las moléculas del mismo. La disociación electrofítica de una micela desdobla una parte de la molécula de jabón en ácido graso-oniones y álcali-cationes. Mientras que los últimos se mueven libremente y se difunden por el seno del líquido, los primeros no pueden separarse de la micela, ya que su carga eléctrica depende de la cadena de hidrocarburos.

En las soluciones moleculares de productos hidrolizables, la alcalinidad hidrolítica es proporcional al grado de hidrólisis, pudiendo calcularse éste a partir de aquélla. En las soluciones de jabón, la valoración de la alcalinidad determina solamente la alcalinidad del líquido intermicelar.

A consecuencia de las dos acciones antagónicas de la adsorción de agua y de los hidroxil-iones, no puede deducirse el grado exacto de hidrólisis. En efecto, las micelas de jabón adsorben, no sólo hidroxil-iones del líquido intermicelar, reduciéndose, por consiguiente, la concentración del mismo, de modo que, en el caso de soluciones diluidas, presenta gran importancia el aumento de concentración originado por la fijación de agua a las micelas iónicas.

Para la valoración del grado de hidrólisis de las soluciones de jabón, se determina electrométicamente la concentración de hidrogeniones con electrodos de antimonio y óxido de antimonio o también con electrodos de vidrio. Los demás procedimientos (separación de los ácidos grasos desdoblados, por medio de disolventes orgánicos, empleo de indicadores, ultrafiltración por filtros de membranas, etc.), son poco seguros.

La elevación de la temperatura de la solución produce el mismo efecto que la disminución de la concentración. La adición de electrolitos disminuye considerablemente la hidrólisis.

Las propiedades coloide-protectoras de los jabones corrientes no son debidas solamente a la actividad de las partículas coloidales, sino, sobre todo, a otra clase de asociaciones, entre las cuales la más típica es el estado de agregación formado por los ácidos grasos y el jabón no hidrolizado.

En los detergentes sintéticos no hidrolizados (alcoholes sulfonados, igeponas, etc.), no es posible la formación secundaria de aquellos pro-

ductos de asociación, como ocurre en las soluciones de jabón debido a que los ácidos sulfónicos libres son solubles en agua.

Los detergentes sintéticos no hidrolizados suelen dispersar demasiado finalmente las partículas de suciedad. En este caso, éstas no son arrastradas al interior del líquido, sino que se reparten y quedan adheridas a toda la superficie del tejido.

PROPIEDADES ELECTRICAS DE LOS DETERGENTES

Los detergentes pueden ser ionógenos, o no ionógenos, según se ionicen o no, cuando son puestos en solución. Los detergentes ionógenos, a su vez, pueden ser iónicos o catiónicos. Cuando son puestos en solución, los detergentes iónicos presentan una carga electronegativa, mientras que los catiónicos son de carga electropositiva.

Las partículas de suciedad generalmente presentan un potencial electronegativo en contacto con soluciones de detergentes de pH alrededor de 7. En contacto con soluciones neutras y alcalinas de jabón o de anión-detergentes, en general, las fibras de lana, algodón, y rayón, de ordinario cargadas electronegativamente, no presentan afinidad eléctrica con los anión-detergentes. En este caso, la concentración de iones no aumenta en las zonas próximas a la superficie de contacto. En cambio, cuando se sumergen fibras textiles que contienen partículas de suciedad, los iones del detergente son adsorbidos a la superficie interior de aquellas partículas, formándose una especie de envoltura monomolecular o polimolecular, más o menos gruesa y más o menos adherida, de modo que el grupo hidrófobo se halla en contacto con la partícula de suciedad.

El fundamento de emulsionamiento y del lavado con detergentes de anión activo se deriva de la propiedad de la adherencia de los iones cargados negativamente. En cambio, los detergentes con catión activo tienden a fijar en la superficie de la fibra las partículas dispersas en la solución.

Los catión-detergentes son más adecuados para el lavado cuando las partículas estén cargadas positivamente. Cuando las partículas estén cargadas negativamente se requiere un exceso de catión-detergente, para que las partículas electronegativas adsorban primero las partículas electropositivas de detergente hasta un cambio de signo, y entonces el detergente puede actuar normalmente, como se ha indicado

antes. Esta forma de lavado, aunque es frecuente en la práctica, no es racional si es considerada frecuentemente. En este caso, para lograr el mismo efecto es necesaria una cantidad de diez a quince veces mayor de catión-detergentes que de anión-detergentes. Lo mismo ocurre en el lavado de partículas positivas con anión-detergentes.

Precisamente en este particular radica el fundamento del lavado con detergentes no iónicos. Al no estar disociados, al ser puestos en solución se dispersan formando micelas coloidales sin carga sensible. Al aumentarse en la zona de contacto no influyen en el potencial eléctrico de la superficie. Su actividad proviene de la acumulación de los radicales hidrófobos orientados hacia las partículas de suciedad, formando una capa envolvente hidratada de moléculas de detergente. De este modo disminuye sensiblemente la tensión superficial entre las partículas de suciedad y el agua. Es inútil añadir que, debido a la ausencia de grupos iónicos, estos detergentes son modificados por los álcalis y las sales.

ACCION DE LOS DETERGENTES SOBRE LA TENSION SUPERFICIAL

Una molécula en el interior de un líquido está rodeada por otras moléculas, y por lo tanto, en general, es atraída igualmente por todas direcciones; pero una molécula que esté en la superficie, es atraída hacia el interior, puesto que sufre más atracción hacia el medio líquido que al gaseoso. -A esto se debe que las gotas de los líquidos tiendan a ser redondas.

Como resultado de esta tendencia a contraerse, la superficie del líquido se comporta como si estuviera en un estado de tensión, el cual es el mismo en todos los puntos y en todas las direcciones de la superficie. A esto se le denomina "Tensión Superficial".

La tensión superficial puede ser definida como la fuerza en dinas que actúa en ángulos rectos con cualquier parte de una superficie de 1 cm.² de área.

La existencia de una superficie implica una separación entre dos medios, y la tensión superficial depende de la naturaleza de las dos sustancias. Cuando menor es la tensión superficial, mayor es la intimidad que existe entre el medio líquido y sólido, por lo tanto el líquido tiene mejores propiedades humectantes.

Los detergentes tienen la propiedad de disminuir considerablemente la tensión superficial del agua al ser disueltos en ella, incluso en pequeñas concentraciones. Generalmente la disminución de la tensión superficial es proporcional al número de carbonos de la cadena, comparando los productos de la misma serie.

La tensión superficial tiene mucho que ver en la formación de la espuma. Esta es producida por las soluciones de detergentes y está constituida por finísimas láminas o películas. La espumabilidad es originada por la actividad capilar en la zona de contacto solución-aire, a consecuencia del aumento de la superficie que limita a ambos. Por consiguiente, la espumabilidad es proporcional a la disminución de tensión superficial y es la consecuencia de la adsorción del aire por la solución detergente.

En cambio, la estabilidad de la espuma depende casi exclusivamente de la solidez de las laminillas. Tratándose de detergentes homólogos, la estabilidad es proporcional al volumen de la molécula.

La facultad de formar espuma no constituye, en realidad, una medida del poder detergente. En la formación de espuma, aparte de la tensión superficial, interviene también la viscosidad superficial de la solución que retiene el aire, y éste, al pretender expansionarse, arrastra el jabón, cuyas moléculas superficiales presentan poca cohesión. En este fenómeno interviene principalmente la capa superficial de la solución y sólo se determina el emulsionamiento del aire. Generalizando, puede afirmarse que la espuma grande separa las partículas de suciedad, mientras que la espuma pequeña las emulsiona.

PODER EMULSIFICANTE Y DISPERSANTE DE LOS DETERGENTES

En principio, el poder emulsionante de las soluciones de detergentes se deriva de la disminución de la tensión superficial, es decir, la tensión superficial límite del agua-líquido no miscible. Generalmente se puede considerar a los aceites como tipo de líquido no miscible.

Según la regla de Antonoff, la tensión superficial entre dos líquidos no miscibles es tanto más pequeña cuanto mayor es la solubilidad recíproca de ambos. La disminución de la tensión interfacial suele ser mucho más importante que la disminución de la tensión superficial, en igualdad de condiciones.

Tratándose de jabones, éstos son adsorbidos a la superficie límite y sus moléculas se orientan siempre del mismo modo, ya que el radical graso presenta una gran afinidad con las moléculas de grasa.

La mayor o menor dificultad de emulsionar depende, sobre todo, de la disminución de la tensión interfacial. En cambio, la estabilidad de la emulsión y la dispersión es consecuencia de la estabilidad de la película formada en la zona límite y del tamaño de las gotas emulsionadas.

Distintamente de lo que sucede con la tensión superficial, hay poca diferencia entre las disminuciones de tensión en la zona límite, producidas por jabones de diferente peso molecular.

Las capas están formadas por aniones sencillos o agregados, cuando se trata de jabones y de la mayoría de los anión-detergentes, obteniéndose las condiciones más favorables cuando aquéllos se encuentran en estado premicelar. Es posible que las micelas superiores sean también adsorbidas, al menos parcialmente, pero en este caso la heteropolaridad es menor.

Sobre la estabilidad de la emulsión de tenerse en cuenta la acción de las moléculas de detergentes adsorbidas al límite, las cuales forman una capa que rodea la gota del líquido no miscible, protegiéndola e impidiendo que vuelva a reunirse con las demás. En esta acción influye también la viscosidad del líquido, ya que la resistencia a la reunión de las gotas emulsionadas es mayor. Prácticamente, puede observarse que la concentración del jabón actúa favorablemente sobre la dispersión y en la finura de la emulsión.

A primera vista, el principio del fenómeno de la emulsión producido por el detergente es análoga al principio de la formación de espuma. Pero deben tenerse en cuenta algunas diferencias, sobre todo, en cuanto a la estabilidad, siempre mayor en la emulsión líquido-líquido que en la espuma. En la emulsión no existe la presión interna del aire, que tiende siempre a romper la laminilla de detergente envolvente y también debe tenerse en cuenta que las capas límites son más estables que las capas superficiales, debido a la heteropolaridad de la molécula de detergente en la zona límite.

PODER HUMECTANTE Y PEPTIZANTE DE LOS DETERGENTES

La tensión del agua en la superficie límite agua-sólido es siempre mayor que en la superficie límite agua-líquido no miscible y que en la superficie límite agua-aire.

El poder humectante, o sea la penetración capilar en una superficie porosa, es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la tensión superficial e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la viscosidad del líquido.

Hay que tener en cuenta, además, que tienen lugar una adsorción parcial del detergente al límite-sólido. De aquí que cuando el sólido está en suspensión, el detergente forma una capa envolvente y protectora, que evita la aglomeración, y por lo tanto, la formación de partículas mayores.

A esta facultad se ha de agregar la acción puramente peptizante. Las suspensiones de los cuerpos sólidos en agua son aglomerados de finas partículas, dentro de las cuales se encuentra una capa de aire, según lo descrito al tratar la espumabilidad, y la cohesión entre partículas disminuye hasta que se separan y quedan envueltas y protegidas por el detergente.

La peptización aumenta paralelamente con la concentración de detergente hasta llegar a un punto máximo, a partir del cual vuelve a disminuir. El punto máximo para las soluciones de jabón suele presentarse alrededor de una concentración 0.2 normal, dependiendo, sobre todo, de la naturaleza del producto.

PODER DEFLOCULANTE Y PODER PROTECTOR DE LOS DETERGENTES

El llamado poder defloculante de las soluciones de detergentes se determina prácticamente anotando el tiempo durante el cual se mantienen en suspensión las partículas sólidas.

Cuando éstas han sido separadas del tejido o suspendidas en la solución detergente, son demasiado pequeñas y no se hallan envueltas o protegidas por el detergente, se depositan de nuevo sobre la fibra, formando una capita finísima. Este fenómeno se nota frecuentemente en el lavado de la ropa blanca, pudiendo observarse que en

algunos casos queda menos blanca que en otros. El resultado de este lavado deficiente es semejante al resultado de la exposición de la ropa en una atmósfera en la que existen flotando partículas finísimas, como por ejemplo, en las ciudades intensamente industriales.

Cuando una solución de detergente no tiene suficiente poder protector, tiene lugar el fenómeno llamado de la "redeposición". La redeposición puede observarse al agitar con agua sola un tejido sucio, conjuntamente con un tejido limpio, de modo que parte de las materias adheridas al primero se desprendan. Se observará que el tejido limpio recoge estas materias, lo cual no ocurre si se hace la prueba con una solución de jabón o buen detergente.

REFERENCIAS:

- Hugh H. Mosher. "Dyestuff Reporter". Vol. 35. No. 7, Abril 8 1946.
Reporte de la I. G. Farben. "Auxiliares Textiles en las Dispersiones Acuosas".
Daniel Mangrané. "Progresos de la Química de los Aceites y Grasas".
Glasstone. "Text-book of Physical Chemistry".
Chemical Industries. Vol. 58. No. 6, Junio 1946.

CAPITULO IV

ESTUDIO SOBRE LOS DETERGENTES

Pueden considerarse como detergentes todas aquellas sustancias de elevado peso molecular, cuya molécula está constituida por un resto alquilo saturado o no saturado de 10 a 30 carbonos; por algunos átomos de oxígeno en casi todos los casos, de azufre en muchos de ellos, de nitrógeno en algunos y de fósforo en pocos, y por un grupo solubilizante, generalmente externo, de carácter iónico o no iónico. Es decir, que aparte de los jabones, se fabrica un gran número de productos sintéticos, cada vez más numerosos, los cuales presentan algunas ventajas sobre los primeros en algunos casos especiales.

El jabón presenta los siguientes inconvenientes:

- 1.—La imposibilidad de su empleo con agua de mar.
- 2.—La formación de jabones insolubles de calcio y de magnesio cuando se usan aguas duras.

3.—La formación de combinaciones insolubles por reacción con los metales constituyentes de las aparatos empleados en los diferentes procesos.

4.—Imposibilidad de su empleo en todas aquellas operaciones en que se trabaja en baño ácido, ya que, aun en los muy diluidos, se descompone dando ácido graso libre, que no sólo carece de acción detergente, sino que, además, es difícilmente eliminable y de acción perjudicial.

5.—La acción destructora del álcali libre sobre muchas fibras textiles tales como la lana y la seda al acetato de celulosa.

Como ya habíamos mencionado anteriormente, los detergentes se dividen en iónicos y no iónicos, según se ionicen o no al ser puestos en solución.

La molécula de los detergentes iónicos está formada por regla general, por una larga cadena de carbonos hidrófoba, que termina con un grupo iónico hidrófilo. Por lo tanto, los detergentes iónicos son siempre dipolares. El reparto de la energía en la molécula no es simétrico y la afinidad de ambas partes de la molécula es contraria. Debido a ello, en las soluciones o dispersiones acuosas de los detergentes iónicos tienen lugar dos grupos de fuerzas: las fuerzas de los enlaces interiónicos, debido a la electrovalencia del grupo iónico, y las fuerzas de las atracciones intermoleculares, debidas a las valencias residuales.

Al primer grupo de fuerzas se debe el carácter de electrolito, y al segundo grupo se deben la actividad capilar y la facultad de formar agregados o micelas.

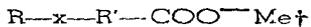
Los detergentes iónicos se clasifican en anión-activos y catión-activos.

ANION DETERGENTES

Estos detergentes están constituidos por un radical aniónico hidrocarburo de gran peso molecular y un radical alcalino catiónico. Se les puede clasificar en los siguientes grupos:

1.—Jabones propiamente dichos, o sea, sales alcalinas de los ácidos grasos, de fórmula $R-COO^-Me^+$

2.—Sales alcalinas de productos de condensación, de fórmula

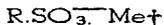


A este grupo pertenecen compuestos como los "Lamepón" cuya fórmula general es $R.CO.NH.R'.CO.NH.R''^n.COONa$, representando R un radical graso, y R' y R'' alquilos de peso molecular poco elevado. Dichos productos tienen el carácter de grasosalbuminoides.

3.—Alquilosulfatos terminales alcalinos, o sea sales alcalinas de los ésteres sulfúricos de los alcoholes grasos primarios, de fórmula



4.—Los alquilosulfonatos terminales alcalino, de fórmula



y sulfonatos terminales de productos de condensación, de fórmula



5.—Los alquilotiosulfatos terminales, de fórmula $(R.S.SO_3)^-Me^{\dagger}$

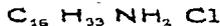
6.—Los alquilofosfatos, de fórmula $(R.O.PO_3)^-Me^{\dagger}$

7.—Los alquilopirofosfatos, de fórmula $((R.O)_2.P_2O_7)^-Me^{\dagger}$

En estas fórmulas, R. representa un resto alquílico de 12 a 18 carbonos; R' puede ser un resto acíclico o cíclico; x representa en los productos de condensación los grupos $-COO-$, $-CO-$, $-O-$, $-CO$, $NH-$, $-CO.N.CH_3$, etc., y Me puede representar sodio, potasio, amonio, aminas.

DETERGENTES CATIONICOS

Estas substancias han sido conocidas por mucho tiempo, puesto que en 1896 Krafft descubrió el cloruro de la cetilamina, mientras que Reichler en 1912 descubrió el trietilcetilamonio cetilsulfonato:



Reichler observó las propiedades coloidales de estos compuestos y el signo de sus cargas, las cuales son opuestas a la del jabón ordinario, y por lo tanto les denominó "Jabones Invertidos".

Sin entrar en detalles de la composición del sol coloidal producido por la solución de jabones catión activos, se puede decir que los iones positivos unidos poseen la facultad de soldarse entre sí, formando una micela catiónactiva de tamaño bastante grande. Esta puede reaccionar con aniones grandes, tales como los del jabón ordinario, formando sales determinadas estequiométricamente. Pero si las cadenas alifáticas son largas, los productos obtenidos son, por regla general, insolubles en agua. La carga positiva de las micelas las hace hábiles para ser adsorbidas en el límite de las superficies por algunos corpúsculos de signo contrario (pigmentos, fibras, etc.)

Ya que los **cationes grandes** no reaccionan con **cationes chicos** como Ca, Ba, Fe, etc., los jabones invertidos son estables y retienen sus propiedades, actuando al mismo tiempo como agentes humectantes en agua dura.

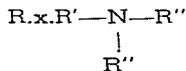
Las micelas coloidales producidas por la solución electrolítica tienen relativamente las mismas propiedades que las de los jabones ordinarios; sus soluciones espuman, disminuyen la tensión interfacial, dispersan, peptonizan, defloculan y protegen las emulsiones, pero el signo eléctrico de las sustancias que se juntan, siempre tiene que ser vigilado.

En adición a estas propiedades generales, tienen un poder especial, sin variar ningún pH, de precipitar las proteínas como la albúmina y la gelatina; otras proteínas son coaguladas.

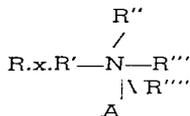
Algunos pigmentos cromoprotéicos naturales se descomponen; y la betacarotina es totalmente precipitada al ser puesta en contacto con los jabones invertidos.

Su principal propiedad biológica, es su poder antiséptico específico, el cual se llega a ver en proporciones de 1:600,000.

Los catión-detergentes suelen ser bases amínicas que contienen el nitrógeno trivalente, de fórmula



los cuales forman compuestos solubles en agua con los ácidos minerales. También pueden ser catión-detergentes algunos compuestos de amonio, de constitución semejante a los primeros; éstos contienen nitrógeno pentavalente y su fórmula general es

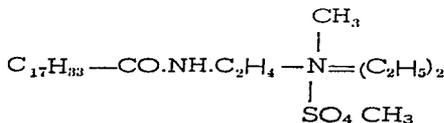


En estas fórmulas, x puede representar cualquier radical; R es generalmente un radical alquilo acíclico entre 12 y 18 carbonos; R'', R''' y R'''' son alquilos de poco peso molecular, o bien arilos y en algunos casos, hidrógenos, y A representa un anión en soluciones neutras y ácidas (generalmente un ión de cloro o sulfato) y un ión hidroxílico en soluciones alcalinas.

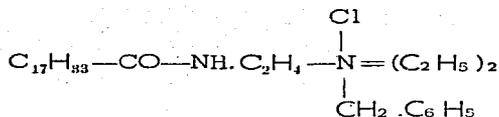
En estas substancias el catión está formado por todo el radical orgánico y el anión está constituido por el radical del ácido mineral o el hidroxilo.

Entre los catión-detergentes compuestos por bases acíclicas de elevado peso molecular, con nitrógeno trivalente o pentavalente, merecen especial mención los productos comerciales denominados sapaminas, que son derivados de la oleildietilaminoetilamida.

Las sapaminas comerciales más importantes son el acetato (sapamina A) $\text{C}_{17}\text{H}_{33} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH} \cdot \text{C}_2\text{H}_4 \cdot \text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ y el clorhidrato (sapamina CH) que son sales de aminas no resistentes a los álcalis; el compuesto de adición con el sulfato de dimetilo (sapamina MS)

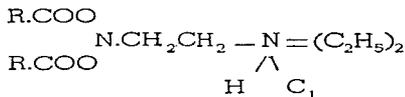


y el compuesto de adición con el cloruro de bencilo (sapamina RCH)



ambos compuestos de amonio resistentes a los álcalis.

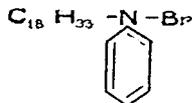
También son cation-detergentes los productos de fórmula



semejante a las saponinas.

Todos estos productos son resistentes a los ácidos y son detergentes en medio ácido. Algunas se separan al salinificar la solución acuosa, pero, en cambio, no se precipitan al añadir sales de metales pesados y alcalino-térreos.

Entre los cation-detergentes a base de bases nitrogenadas cíclicas y heterocíclicas, merecen especial mención los derivados de la piridina. Muchos de estos son generalmente sulfatos, bromuros o cloruros del decil, tetradecil y hexadecilpiridinio, por ejem., de fórmula



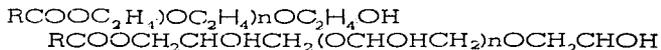
DETERGENTES NO IONICOS

Estas sustancias se caracterizan en que no se ionizan cuando son puestas en solución acuosa. Es posible que las valencias residuales

que causan la adsorción tengan ciertas propiedades iónicas que todavía no se conocen bien, y que son debidas a la formación de hidratos, etc.

Estas sustancias, las cuales no tienen reacción química, tienen como principal característica el poder de retener todas sus propiedades físicoquímicas ya sea en medio ácido o básico. Además los iones y cationes no tienen efecto sobre estas sustancias. Solamente pueden ser convertidas a sus constituyentes originales por reacciones violentas, como la fusión con potasio en un tubo cerrado a 250°C.

Su estructura general, la cual es muy simple, se caracteriza por una cadena larga y un poliglicol. Estos son principalmente representados por ésteres de poliglicoles y ácidos grasos; se forman añadiendo óxido de etileno a compuestos que tengan por lo menos siete átomos de carbón poseyendo un residuo hidrocarburo hidrófobo que contiene un hidrógeno reactivo: $-\text{COH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{CONH}_2$. Su inercia química es un obstáculo para conocer su fórmula exacta, y la determinación del largo de la cadena poliglicol es una operación delicada.



Por ejemplo, estas dos sustancias se conocen mejor por síntesis que por análisis.

SAPONINAS

A este grupo de detergentes pertenecen las saponinas. Estas han sido usadas, desde tiempos inmemoriales, para el lavado de la lana y el lino.

Las saponinas, que son de procedencia vegetal, están formadas esencialmente por un grupo esteroide (o grupo triterpénico) y un azúcar. La composición de estas sustancias ha sugerido la síntesis de algunos agentes no iónicos muy activos. La Ciba tiene una patente cuyo producto se deriva de la condensación de monacilhidracinas con mono o polisacáridos reductores, y soluble en agua.

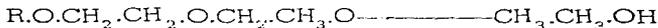
Por calentamiento, por ejemplo, de la sal del éter metílico del ácido esteárico con el hidrato de la hidrazina, se obtiene hidrazina esteárica, la cual, condensada con glucosa en una solución acética, da la deseada hidrazina.

CONDENSADOS DEL OXIDO DE ETILENO CON CADENAS GRASAS

La solubilidad de estas sustancias se debe a numerosos grupos hidrófilos adicionales a la cadena grasa; la molécula no contiene ningún grupo iónico. Estas sustancias se disuelven en agua al estado coloidal y las soluciones presentan las propiedades generales de las soluciones de jabón, debido a los grupos hidrófilos y a la formación de valencias residuales, que atraen y orientan las moléculas de agua.

Los grupos hidrófilos de los catión-detergentes son principalmente la función hidróxilo y la función éter, repartidas varias veces a lo largo de la cadena hidrocarburo.

Los productos sintéticos de este grupo se obtienen por condensación del óxido de etileno con alcoholes grasos en presencia de hidróxido alcalino. Presentan la siguiente estructura:



Los productos comerciales tipo Emulphor son ésteres formados por la condensación de varias moléculas de óxido de etileno y una molécula de alcohol esteárico o una molécula de alcohol olético. Presentan la fórmula $R(C_2H_4O)_n C_2H_4.OH$. Los Emulphores, por lo general, son mejor emulgentes que detergentes.

REFERENCIAS:

- Jean Ripert. "Soap Perfumery and Cosmetics". Nov. 1946.
- Jean Ripert. "Soap Perfumery and Cosmetics". Julio 1946.
- D. Nangranó. "Progresos de la Química de los Aceites y Grasas". Jabones "Ciba Review". No. 56, Abril 1947.
- "Chemical Industries". Vol. 56, No. 6. Junio 1946.
- "Chemical Industries". Vol. 59, No. 5. Nov. 1946.

CAPITULO V

LAVADO DE LA LANA

Antes de entrar en el estudio del lavado de la lana, es bueno darnos cuenta de la composición de la lana en bruto, la cual es como sigue:

Fibra de lana	de 20 a 70%
Humedad	" 4 " 25%
Materias diversas	" 5 " 25%
Suarda o churre	" 12 " 45%

Como ya habíamos mencionado en capítulos anteriores, el lavado de la lana tiene una importancia capital, ya que se trata de eliminar todas las impurezas que ésta contenga, conservando al mismo tiempo las buenas cualidades de la fibra, como son su resistencia, suavidad, blancura, etc.

El procedimiento industrial más usado para lavar lanas a fondo, es el alcalino, o sea, usando una serie metódica de baños a base de carbonato de sosa, potasa, jabón y eventualmente algún otro detergente.

El proceso completo de lavado por este procedimiento consta de las siguientes partes: Batido, deschurrado, el verdadero lavado o desengrasado, y por último el secado.

BATIDO

El batido tiene por objeto reblandecer y esponjar los trozos compactos y abrir todo lo posible la lana, a fin de que el primer baño penetre fácilmente en todas sus partes, y al mismo tiempo, expulsar de una manera mecánica, la tierra, pajas y demás impurezas que acompañan a la lana.

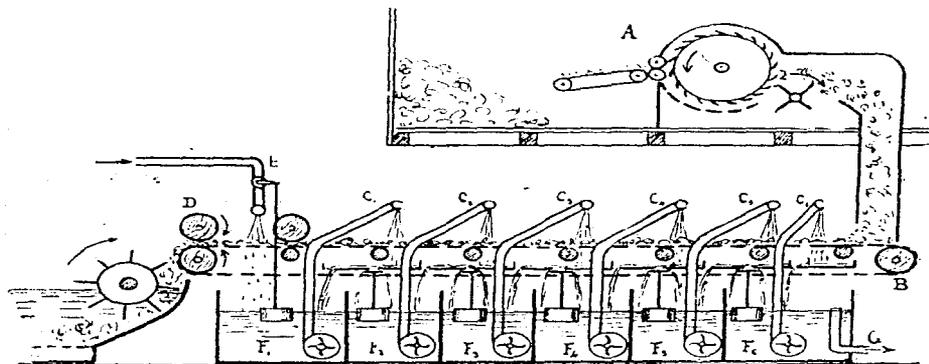
Cuando se trata de lanas finas y largas, será imposible conservar la longitud íntegra de la fibra, ya que se trata de una acción mecánica algo brutal. Esto hace que si la lana, por sus condiciones de limpieza no requiere esta operación, sea mejor suprimida.

Existe gran variedad de tipos de batidores. Algunos consisten en un eje provisto de unos brazos largos a manera de radios, que con rápido movimiento de rotación, apalean la lana. Otros lo hacen por medio de palas, y los más se fundan en un principio de cardado, o sea por medio de cilindros dentados que giran a diferentes velocidades y en direcciones contrarias, de manera que el cilindro más veloz recoge la lana del cilindro más lento.

DESCHURRADO

El deschurrado es una operación que no es absolutamente necesaria, y por lo tanto, se puede prescindir de ella. Se funda en disolver el churre, compuesto de sales de potasa, y otras materias solubles. El deschurrado tiene como objeto la recuperación de las sales de potasio. Para ésto es necesario obtener un caldo o baño cargado de suarda, y llegando a marcar 12 o 14 Bé. lo que se consigue por sucesivos y metódicos lavados con agua fría solamente.

La deschurradora Malard, que se describe a continuación, es uno de los aparatos o dispositivos mejores y más empleados para este objeto.



Deschurradora Malard

Ante todo pasa la lana por un batidor A situado en la parte superior, cae sobre un tela sin-fin D, que tiene la forma de emparillado, y la cual recibe una lluvia de agua que sale de los tubos C_1 ; C_2 , C_3 , C_6 , y por último se escurre entre los cilindros prensadores D. El tubo E, lleva agua clara que atravesando la lana y la tela sin-fin, va a caer en el depósito F_1 ; por medio de una bomba centrífuga pasa para el tubo C_1 , que la deja caer sobre la lana en forma de lluvia, pasando luego sobre una plancha en forma de cubeta; esta cuba, tiene en uno de sus extremos un agujero, que puede encontrarse más o menos obturado por medio de una sencilla válvula unida a un flotador, que hace que parte del agua vuelva a caer en el primer depósito, si es que este segundo F_2 , se encuentra demasiado lleno. De la misma manera, el agua del depósito F_2 , pasa, por medio de la correspondiente bomba, al tubo C_2 , atraviesa la lana y cae en el depósito F_3 . Esto se repite sucesivamente hasta llegar al último depósito F_6 . En

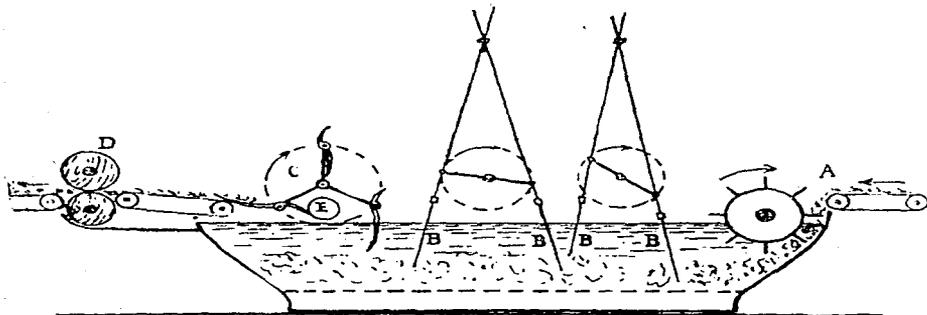
este último departamento, que es donde hay el agua o baño más sucio, existe un aerómetro, a manera de flotador, que abre una válvula cuando el líquido tiene una concentración adecuada, haciendo que salga por el tubo G. Esta agua es almacenada para la recuperación de las sales de potasa.

Cuando la lana sale de la deschurradora, es exprimida, y pasa directamente al primer baño del verdadero lavado de lana.

LAVADO O DESENGRASADO DE LA LANA

Este procedimiento tiene por objeto acabar de extraer de la lana, las materias que como la grasa no han sido eliminadas por medio del deschurrado, o bien, el lavado total con la separación simultánea de todas las impurezas que acompañan a la lana, cuando no se practica el deschurrado previo.

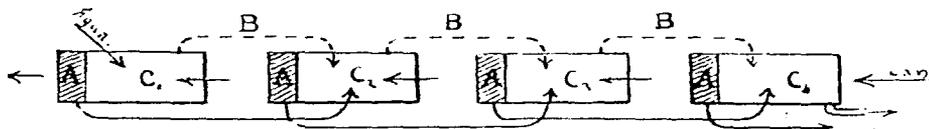
El aparato más apropiado para este propósito es el leviatán, el cual consta de una serie de cubas de hierro, generalmente 5, en las que la lana se mueve o pasa de una a otra automáticamente, mientras se efectúa un lavado metódico, a base de sosa y jabón, a la temperatura de unos 40-50°C.



Esta es la representación de una de las cubas del leviatán.

Al introducirse la lana por A, encuentra un tambor con paleta S que la obliga a introducirse rápidamente en el baño; luego es arrastrada por las cuatro piezas B que terminan en su parte inferior en forma de tenedor y reciben un movimiento especial por medio de manivelas. Hay otros tres tenedores montados sobre los correspondientes brazos del eje C, que extraen la lana y la colocan sobre una tela sin fin que la lleva a un par de cilindros prensadores D, donde se escurre. En la parte inferior se puede observar un doble fondo en forma de emparrillado, cuyo objeto es separar y retener las impurezas insolubles y algo densas, siendo necesario limpiar el fondo varias veces al día.

El siguiente esquema da idea de la circulación de la lana y de los baños en un leviatán:



La parte rayada A, es donde hay los cilindros prensadores, y las flechas indican que el líquido que escurre de estos cilindros, pasa a la cuba anterior, donde hay el baño más sucio, hasta llegar a la primera (entrada de la lana), y el líquido que escurre de ésta, o va directamente a la cloaca, o se utiliza para la recuperación de la lanolina. Las flechas B, representan unos canales que tienen por objeto mantener el nivel constante en todas las barcas.

Las temperaturas de los baños, especialmente la composición de los mismos, varía bastante según las condiciones de la lana tratada. Como ejemplo daremos la composición inicial de los baños para un tipo de lana entrefina. Primera barca (lado por donde entra la lana), agua con 0.5% sosa Solvay; debe tenerse en cuenta que la principal finalidad del primer baño, es la de deschurrar la lana, o acabarlo de efectuar, quitando todo lo posible la tierra, en caso de que haya pasado antes por la deschurradora; temperatura 40° C. Segunda barca, sosa Solvay 0.6% y jabón 0.3%; temperatura 50° C. Tercera barca, sosa 0.6%, jabón 0.5%; temperatura 55° C. Cuarta barca, sosa 0.4%

y jabón 0.3%; temperatura 50°C. Quinta barca, agua solamente a una temperatura de unos 40° C. Esta fórmula de lavado puede variar mucho según la lana que se use, y también de acuerdo con el leviatán.

Se ha de procurar mantener el baño a un pH menor de 11, pues pasando de un pH de 10 la lana ya empieza a sufrir el ataque de los álcalis.

Se aconseja en los baños de lavado poner la mayor concentración de sosa en el primer baño. Empezar a agregar jabón, o aumentar la cantidad de jabón, en el segundo, disminuyendo al mismo tiempo la cantidad de sosa, esto es, agregar menos sosa que en el 1o. El 2o. y el 3er. baño tienen aproximadamente la misma composición. En el 4o. casi todo es jabón y hasta a veces no se agrega nada de álcali. El último baño siempre es agua sola.

Una fórmula general para otro tipo de baño es la siguiente: 4 a 5% de jabón más 2 a 3% de amoníaco, o de 2 a 3% de jabón más 2 a 4% de carbonato de sosa, tomando estos porcentajes sobre el peso de la lana.

Los baños se distribuyen del modo que se crea conveniente, teniendo en cuenta que el primer baño es generalmente el más alcalino, y que el último baño siempre contiene agua pura solamente.

En últimas fechas se está empezando a usar mucho para el lavado de la lana el fosfato trisódico. Este álcali tiene la ventaja de ser menos dañino sobre la fibra de la lana que el carbonato de sodio, además presenta la gran ventaja que evita la formación de jabones insolubles con las sales de calcio y de magnesio.

SECADO

Después de lavada y escurrida, a la lana hay que secarla, lo cual se puede hacer de dos maneras: secado natural al sol, o bien, con cámaras especiales de aire caliente.

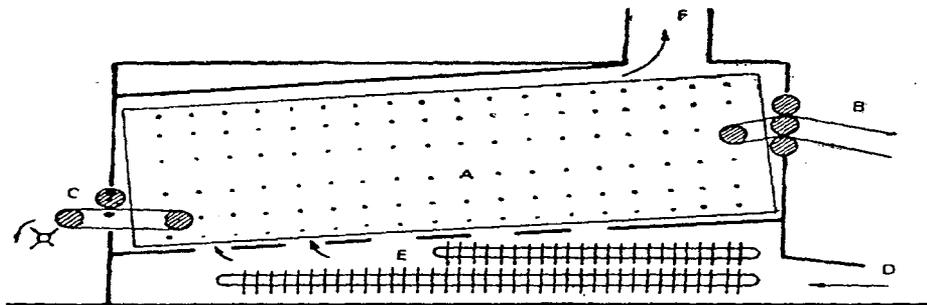
El secado al sol es muy poco empleado por los inconvenientes que tiene, aunque ofrece la ventaja de blanquear algo la lana, por la acción de la luz y del oxígeno del aire. Sólo es aconsejable este procedimiento cuando se trata de un sistema de lavado rudimentario y de po-

ca producción. Para ello, se extiende la lana al aire libre sobre una superficie de suelo bien pavimentada y limpia; el tiempo necesario para el secado con estos extendedores naturales, es generalmente de 4 a 8 horas, siendo aconsejable voltearla o cambiarla de posición una o dos veces, durante este espacio de tiempo.

En la gran industria, cuando se lava con el leviatán descrito anteriormente, o con cualquier otro sistema de gran producción, el secado se hace por medio de cámaras de aire caliente situadas inmediatamente después de la última cuba.

La temperatura del aire de la cámara de secado, no debe ser excesiva porque saliendo generalmente la lana ligeramente alcalina del último baño, esta temperatura perjudica el color, el tacto y la resistencia de la fibra. Entre 50 y 60°C. es la temperatura que mejor puede recomendarse.

Hay varios sistemas de secadores, siendo el más empleado el sistema Mehl de tambor rotatorio.



Este tipo de secador consiste en un tambor inclinado A de tela metálica, a manera de jaula (de unos 10 mts. de largo por 2.5 mts. de diámetro), el cual recibe un movimiento lento de rotación, debido a encontrarse apoyado sobre unos rodillos giratorios. Esta jaula, tiene

en su interior unas astas o varillas curvadas que se llevan la lana, dejándola caer cuando se encuentran en la parte superior, teniendo así lugar una verdadera lluvia de lana, pero, con la particularidad de que esta automáticamente va avanzando, porque, debido a la inclinación del tambor, cuando la lana cae verticalmente, es cogida en la parte inferior por la siguiente sección o circunferencia de astas, pudiendo hacer que la lana permanezca más o menos tiempo en el interior de la estufa, variando la velocidad del tambor.

Al salir la lana de los cilindros prensadores de la última barca del leviatán, con un exceso de humedad que oscila alrededor de 40%, entra en la estufa por medio de la tela sin-fin B, emplea unos 10-15 minutos en recorrer el tambor de un extremo a otro, en la forma descrita, y por último, cae sobre la tela sin-fin C que la lleva fuera de la estufa.

El secado tiene lugar por medio de una fuerte corriente de aire que entrando por D, se calienta al contacto con los tubos de vapor situados en la cámara E; el techo de esta cámara tiene unas rendijas longitudinales por las que pasa el aire atravesando todo el tambor, para salir por la chimenea F.

Este tipo de estufa, tiene también la ventaja de depurar la lana del polvo, fibras muy cortas y otras impurezas que aun pueda contener.

REFERENCIAS:

- P. Heerman. "Tecnología Química de los Textiles".
- M. Riquelme. "Química Aplicada a la Industria Textil".
- D. Blanxart. "Materias Textiles".
- Manual Ciba. "Tintura de la Lana".

CAPITULO VI

TRABAJO PRACTICO

Al efectuar este trabajo mi intención fué encontrar experimentalmente las condiciones óptimas para el lavado de la lana. Para esto le dí mayor importancia, ante todo, al detergente usado para dicho propósito ya que es lógico que el detergente sea la parte fundamental del lavado. Otra parte fundamental del lavado es el pH, la temperatura y el tiempo de duración del baño. Este último factor generalmente depende del tipo de maquinaria usado, puesto que en algunos tipos de lavaderos la lana circula más rápidamente que en otros.

Para ejecutar este trabajo usé, además del jabón Marsella, el cual es el que más se usa y además es el más apropiado para lavar lana, varios detergentes sintéticos comerciales que se encuentran en el mercado para dicho propósito. Estos detergentes sintéticos son estables en medio ligeramente ácido, y presentan su mayor efectividad en medio neutro o alcalino. Al probar estos detergentes ha sido mi

propósito ver si era posible obtener un lavado más satisfactorio que el obtenido con el uso del jabón. Los detergentes usados para este propósito, son los siguientes:

Jabón Marsella
Nacconol NR.
Fenepón A.
Fenepón L.
Fenepón T.
Fenepón X.
Mirapón T.
Lavalán
Ercapón A.
Duponol
Sandopán A.
Sandopán WP.

Para determinar la efectividad de estos detergentes, primero efectué pruebas en el laboratorio, para seleccionar los más efectivos y probarlos en el lavado industrial, o sea por medio del leviatán.

TRABAJO DE LABORATORIO

Para determinar la detergencia de los productos mencionados, hice pruebas usando cantidades iguales de cada detergente. Para este propósito usé recipientes de 5 lts. de capacidad, provistos de pistones agujerados de un diámetro ligeramente menor que el del recipiente. La función de estos pistones fué la de mantener la lana sumergida dentro del baño y también para exprimirla dentro del mismo.

El lavado consistió de tres baños y se extrimió la lana al salir de cada baño por medio de rodillos.

Los detergentes se probaron en baño neutro, alcalino de Na_2CO_3 , y alcalino de Na_3PO_4 .

Para saber hasta que grado cada detergente desengrasaba la lana, ya que ésta estaba seca, la desengrasé totalmente por medio de éter sulfúrico. Esta extracción la efectué del siguiente modo:

Puse 5 gr. de lana lavada en una probeta con 100 cc. de éter sulfúrico. Por medio de un pistón oprimí la lana 10 veces en el lapso de

10 minutos, que es el tiempo que duró la extracción. Del éter usado tomé 50 cc. y los puse en un frasco tarado, y luego dejé evaporar el éter. Pesé el frasco después de la evaporación del éter y obtuve el peso de la grasa contenida por 2.5 grs. de lana lavada. De aquí calculé la cantidad de grasa por gramo de lana, la cual multiplicada por 100 y dividida por la cantidad de grasa total por gramo de lana, me dió el porcentaje de la grasa no extraída por el detergente.

La cantidad de grasa contenida en un gramo de lana la obtuve del siguiente modo:

Tomé 5 grs. de lana cardada sucia y sin lavar. Le extraje la grasa con éter sulfúrico de la manera ya indicada. Dejé reposar por algún tiempo el éter usado, a fin de permitir que las impurezas físicas (tierra, arena, etc.), se depositaran en el fondo de la probeta.

Luego tomé 50 cc. del éter, los puse en un frasco tarado, dejé evaporar el éter y obtuve el peso de la grasa contenida por 5 grs. de lana sucia. Calculé el peso por gramo de lana y así obtuve la cantidad total de grasa contenida por gramo de lana.

PREPARACION DE LA LANA USADA

La cantidad de grasa contenida por los diversos mechones de lana, es muy variable debido a que algunas ovejas segregan más grasa que otras, ya que también varía el contenido de grasa según de la parte del cuerpo de la oveja de donde provenga; para efectuar las pruebas de detergencia que más adelante mencionaré, fue de suma importancia el mezclar la lana de una manera que quedara lo más homogénea posible. Para ésto, de una paca de lana australiana fina y larga tipo 70s, con un gran contenido de grasa y poca tierra y paja, escogí la lana más larga, grasosa y limpia en una cantidad de 10 kgs. La revolví bien, la batí a mano y mecánicamente, y la pasé tres veces por una carda chica para muestreo. Cada vez que entró en la carda, la mezclé bien a mano, a fin de igualar el contenido de grasa lo mejor posible. Después de este procedimiento, el contenido de grasa en la lana quedó muy igualado, como se podrá ver por las pequeñas diferencias obtenidas entre las distintas pruebas, usando el mismo detergente y bajo las mismas condiciones.

Las pruebas que efectuée con los detergentes las hice de la siguiente manera y por partida doble:

PRUEBA DE LOS DETERGENTES EN BAÑO NEUTRO Y SIN AUXILIARES

Procedimiento: Lana: 50 grs. de lana sucia y cardada.

1er. Baño.

Cantidad de detergente: 10 grs.
Cantidad de agua: 3 lts.
Temperatura: 50°C.
Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.
Duración: 10 minutos.
Exprimido final.

2o. Baño.

Cantidad de detergente: 10 grs.
Cantidad de agua: 3 lts.
Temperatura: 50°C.
Duración: 10 minutos.
Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.
Exprimido final.

3er. Baño. (Baño de enjuague).

Cantidad de agua: 4 lts.
Temperatura: 50°C.
Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.
Exprimido final.

Una vez efectuado este trabajo, de cada una de las dos muestras que obtuve tomé dos pequeñas muestras por separado, y las traté con éter sulfúrico para obtener el peso de la grasa residual, promedíe los resultados y obtuve el promedio de la grasa no extraída por el detergente, así como el porcentaje de grasa residual.

$$\frac{\text{grasa residual} \times 100}{\text{Cantidad de grasa total por gramo lana}} = \% \text{ grasa residual.}$$

A continuación tenemos la cantidad de lana pura, grasa y otras impurezas contenidas en 1 gr. de lana sucia de la que usamos para esta y las siguientes pruebas:

Lana	0.448 grs.....	44.0%
Grasa	0.320 grs.....	32.0%
Materias varias	0.242 grs.....	24.2%

En la siguiente tabla tenemos los resultados del lavado de la lana con detergente solo:

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Jabón	0.016 0.017 0.015 0.017	0.01625	5.1 %
Nacconol NR.	0.023 0.020 0.021 0.022	0.0215	6.7 %
DuPONOL	0.021 0.024 0.023 0.022	0.0225	7.0 %
Fenepón A.	0.023 0.024 0.021 0.023	0.02275	7.1 %
Fenepón X.	0.024 0.025 0.025 0.022	0.024	7.5 %
Fenepón L.	0.024 0.025 0.025 0.027	0.02525	7.9 %

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Escarpón X.	0.027	0.02575	8.05 %
	0.025		
	0.026		
	0.025		
Sandopán WP.	0.026	0.026	8.1 %
	0.027		
	0.026		
	0.025		
Fenepón T.	0.027	0.02725	8.5 %
	0.027		
	0.026		
	0.029		
Mirapón T.	0.042	0.039	12.2 %
	0.039		
	0.037		
	0.038		
Lavalán	0.044	0.0415	12.9 %
	0.040		
	0.042		
	0.040		
Sandopán A.	0.061	0.05875	18.4 %
	0.058		
	0.059		
	0.057		

**PRUEBA DE LOS DETERGENTES EN BAÑO
ALCALINO DE Na_2CO_3**

Procedimiento: Lana: 50 grs.

1er. Baño.

Cantidad de detergente: 7 grs.

Cantidad de Na_2CO_3 : 7 grs.

Cantidad de agua: 3 lts.

Temperatura: 50°C.

pH: 10.

Duración: 10 minutos.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.

Exprimido final.

2o. Baño.

Cantidad de detergente: 3 grs.

Cantidad de Na_2CO_3 : 3 grs.

Cantidad de agua: 3 lts.

Temperatura: 50°C.

pH: 9.

Duración: 10 minutos.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.

Exprimido final.

3er. Baño.

Cantidad de agua: 4 lts.

Temperatura: 50°C

Duración: 5 minutos.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.

Exprimido final.

En estas pruebas obtuve los siguientes resultados:

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Jabón	0.012 0.013 0.011 0.013	0.0125	3.95 %
Nacconol NR.	0.014 0.016 0.017 0.015	0.0155	4.85 %

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Fenepón A.	0.017 0.016 0.017 0.016	0.0165	5.2 %
Duponol	0.020 0.017 0.021 0.018	0.019	5.9 %
Fenepón L.	0.019 0.021 0.020 0.020	0.020	6.25 %
Fenepón X.	0.022 0.021 0.019 0.020	0.0205	6.4 %
Escarpón A.	0.020 0.021 0.023 0.022	0.0215	6.7 %
Sandopón WP.	0.022 0.023 0.023 0.020	0.0225	7.0 %
Fenepón T.	0.023 0.025 0.024 0.022	0.0235	7.35 %
Mirapón T.	0.037 0.033 0.035 0.033	0.0345	10.8 %

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Lavalán	0.037 0.034 0.038 0.036	0.03625	11.3 %
Sandopán A.	0.055 0.051 0.053 0.049	0.051	16.2 %

PRUEBA DE LOS DETERGENTES EN BAÑO ALCALINO DE Na_3PO_4

Procedimiento: Cantidad de lana: 50 grs. de lana sucia y cardada.

1er. Baño.

Cantidad de detergente: 7 grs.

Cantidad de Na_3PO_4 : 7 grs.

Cantidad de agua: 3 lts.

Temperatura: 50°C.

Duración: 10 minutos.

pH: 10.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.

Exprimido final.

2o. Baño.

Cantidad de detergente: 3 grs.

Cantidad de Na_3PO_4 : 3 grs.

Cantidad de agua: 3 lts.

Temperatura: 50°C.

pH: 9.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.

Exprimido final.

3er. Baño.

Cantidad de agua: 4 lts.

Temperatura: 50°C.
 Duración: 5 minutos.
 Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto.
 Exprimido final.

En estas pruebas obtuve los siguientes resultados:

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Jabón	0.013 0.012 0.017 0.015	0.01425	4.5 %
Nacconol NR.	0.015 0.014 0.018 0.017	0.016	5.0 %
Fenepón A.	0.017 0.020 0.021 0.017	0.01875	5.9 %
Fenepón X.	0.021 0.023 0.019 0.018	0.02025	6.3 %
Fenepón L.	0.018 0.019 0.024 0.023	0.021	6.6 %
Duponol	0.021 0.020 0.021 0.023	0.02125	6.65 %

DETERGENTES	Peso Grs. Grasa Residual	Promedio Grs. Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
Ercarpón A.	0.025 0.022 0.023 0.021	0.02275	7.1 %
Sandopán WP.	0.026 0.023 0.023 0.025	0.02425	7.6 %
Fenepón T.	0.027 0.025 0.024 0.023	0.0255	8.0 %
Mirapón T.	0.039 0.036 0.032 0.033	0.035	10.9 %
Lavalán	0.036 0.033 0.038 0.035	0.0355	11.1 %
Sandopán A.	0.051 0.056 0.055 0.057	0.05475	17.1 %

Aunque la detergencia de los jabones y detergentes sintéticos es muy difícil de determinar exactamente, por estas figuras podemos darnos más o menos cuenta de la efectividad de los detergentes en baño neutro y alcalino. Estos resultados son muy satisfactorios, puesto que la lana, por bien lavada que esté, generalmente sigue conteniendo de un 2 a 3% de grasa residual, la cual favorece la fibra, ya que le da suavidad y flexibilidad. La lana que contenga hasta un 8% de grasa

residual puede considerarse como limpia, debido a que no tiene olor a grasa y tiene un color bastante blanco. En el lavado industrial se aceptan todavía como limpias las lanas con un 10% de grasa residual, pero hay que tomar en cuenta que cuanto más limpia esté trabajará mejor en las máquinas. El tratar de eliminar el 2 o 3% de grasa residual que queda en la lana completamente limpia, sería contraproducente, ya que esta grasa está fuertemente adherida a la fibra, y se necesitaría efectuar un lavado muy enérgico, lo cual perjudicaría la fibra.

Como podemos ver por los resultados obtenidos, el jabón Marsella, además de ser más económico que muchos de los detergentes sintéticos, sigue siendo el detergente más indicado para lavar lana, siempre y que se use agua exenta de sales calcáreas.

INFLUENCIA DEL pH Y DE LA TEMPERATURA

Por medio de las pruebas que efectué con los detergentes ya mencionados, podemos ver que los resultados obtenidos en los baños alcalinos son superiores que los obtenidos en los baños neutros, a pesar de usar mayor cantidad de detergente que en los baños alcalinos. Esto se debe parte a la propiedad de los álcalis de saponificar parte de la grasa de la lana, y también se debe a que la alcalinidad aumenta la detergencia. El álcali saponifica parte de la grasa de la lana, formándose un poco más de detergente, el cual, junto con el detergente agregado al principio y favorecidos por un pH más elevado que en el baño neutro, producen un lavado más eficiente. La porción saponificable de la grasa de la lana es de 60 a 70%.

También se puede ver que obtuve resultados más favorables con Na_2CO_3 que con Na_3PO_4 , lo cual probablemente se deba a que con el carbonato se saponifica más grasa que con el fosfato. El Na_3PO_4 es muy recomendable cuando se usan aguas duras, debido a que impide la formación de jabones calcáreos. Se calcula que para ablandar aguas duras se necesita aproximadamente 1 gr. de Na_3PO_4 por cada 10 lts. de agua y por grado de dureza.

Siempre se ha recomendado en todos los métodos de lavado de lana que no exceda de un pH de 11, y si se usa dicho pH, la duración de la lana en el baño de lavado no debe exceder de 10 min., ni la temperatura debe pasar de 50°C., puesto que se dañaría la fibra. A fin de comprobar ésto hice la siguiente prueba:

Tomé dos porciones de 500 grs. de lana cardada y sucia y las lavé del siguiente modo:

LANA I

4 grs. jabón por litro.

4 grs. Na_2CO_3 por litro. (pH: 10-11).

Duración: 20 minutos.

Cantidad de agua: 10 lts.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto y un exprimido final.

Temperatura: 50°C.

Resultado:

Promedio grs. grasa residual: 0.0095 grs. por gramo de lana.

Porcentaje grasa residual: 2.97%.

LANA II

4 grs. jabón por litro.

6 grs. de Na_2CO_3 por litro. (pH: 11-12).

Duración: 20 minutos.

Cantidad de agua: 10 lts.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto y un exprimido final.

Temperatura: 50°C.

Resultado:

Promedio grs. grasa residual: 0.0085 grs. por gramo de lana.

Porcentaje grasa residual: 2.54%.

El método más usual para saber si una lana ha sido atacada o no por cualquier agente químico, es mirarla bajo el microscopio, pero para eso se necesita una habilidad especial. Para facilitar este trabajo es mejor efectuar dicha observación después que la lana ha sufrido

algún proceso mecánico, ya que si la lana ha sido atacada por algún agente químico pierde flexibilidad y se vuelve quebradiza, por lo tanto, si se carda la lana, en caso de que ésta haya sido atacada por el álcali, el daño será mucho más notable al observarse en el microscopio.

Si tomamos dos muestras de la misma lana, una bien lavada y otra atacada por álcali, y las examinamos bajo el microscopio, observaremos lo siguiente:

La lana bien lavada presenta unas escamas con aristas más definidas que la atacada, la cual, a su vez, presenta las escamas más abiertas y hasta algunas de ellas desprendidas. Además se podrá observar que las aristas de dichas escamas están como desgastadas. Pero lo más importante es que si cardamos estas dos muestras de lanas, se ven muchas más fibras rotas y escamas desprendidas en la atacada que en la que no ha sido atacada.

Para ver el ataque producido por el álcali a diferentes pHs, cardé la lana I y la lana II en la cardita de muestreo ya mencionada, y las comparé bajo el microscopio con una tercera muestra de la misma lana pero lavada empleando el procedimiento que usé en PRUEBAS DE LOS DETERGENTES EN BAÑO ALCALINO DE Na_2CO_3 , la cual también usé posteriormente cardada. De esta última muestra tenía la seguridad de que no había sido atacada por el álcali, ya que las condiciones usadas eran muy benignas.

Al comparar las tres muestras noté que la lana I presentaba menos roturas en las fibras que la lana II, aunque se veía un poco más dañada que la lavada en condiciones benignas, lo cual se debió al exceso de tiempo que estuvo en el baño de lavado.

Para comprobar esto, tomé una cuarta muestra de lana, la lavé en las mismas condiciones que la lana I, pero solamente durante 10 minutos en lugar de 20 minutos, obteniendo los siguientes resultados:

Promedio grs. grasa residual: 0.011.

Porcentaje grasa residual: 3.45%.

Al cardar y examinar microscópicamente esta lana, no ví una diferencia notable con la muestra de la lana lavada en condiciones benignas, lo cual nos comprueba que a un pH alrededor de 11 no se ha

de tener la lana más que 10 minutos en el baño, siempre y que se usen temperaturas de 50°C.

Esta serie de datos obtenidos, también nos confirman, que cuando mayor es el pH y el tiempo de lavado, mayor es la detergencia, pero que también es mayor el peligro de perjudicar la fibra.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA DETERGENCIA

Para probar el efecto de la temperatura en el lavado de la lana, tomé 4 muestras de 500 grs. de la misma lana sucia y cardada que se ha venido usando para todas estas pruebas, y las lavé usando las mismas condiciones, exceptuando la temperatura. Las temperaturas que usé fueron las siguientes: 30°C. para la 1a.; 40°C. para la 2a.; 50°C. para la 3a. y 60°C. para la 4a., usando el siguiente procedimiento:

Grs. de jabón por litro: 4 grs.

Grs. de Na₂CO₃ por litro: 4 grs.

Cantidad de agua: 10 lits.

pH: 10-11.

Duración: 10 minutos.

Trabajo mecánico: 2 pistonazos por minuto y un exprimido y enjuagado final.

Los resultados fueron los siguientes:

Temperatura	Promedio Grs.	Grasa Residual	Porcentaje Grasa Residual
30°C.		0.0195	6.1 %
40°C.		0.0145	4.5 %
50°C.		0.011	3.45 %
60°C.		0.0105	3.3 %

Al cardar estas muestras y al examinarlas en el microscopio, noté que sólo la lana lavada a 60°C. presenta mayor daño, sin que se notara una diferencia apreciable entre las tres restantes, lo que nos demuestra que a un pH de 10-11 y con un tiempo de 10 minutos la temperatura más aceptable es la de 50°C. También podemos ver que

cuando mayor es la temperatura, mayor es el poder detergente y más peligro hay de perjudicar la fibra. De estos datos podemos deducir lo siguiente:

pH óptimo: 10-11.

Temperatura óptima: 50°C.

Duración: 10 minutos.

PRUEBAS EN EL LEVIATAN

Para ejecutar estas pruebas usé un leviatán del tipo de horquillas, el cual ya describí en el capítulo anterior. Este consiste de 5 baños, los cuales son de las siguientes capacidades:

1o. 4800 lts.	3o. 3600 lts.	5o. 3600 lts.
2o. 3600 lts.	4o. 3600 lts.	

A la salida de cada baño hay unos rodillos que exprimen la lana. La producción de este tipo de leviatán es de 1,000 kgrs. por cada 8 hs. Para obtener el método para lavar lana en este leviatán, me basé en métodos prácticos y en las pruebas de laboratorio que anteriormente mencioné.

Para efectuar las pruebas en el leviatán usé el mismo tipo de lana que usé para las pruebas de laboratorio.

Para un tipo de lana grasosa 70s, como la que usé en todas mis pruebas, se calcula que se necesita para su lavado un 10% de detergente (Detergente y Na_2CO_3) sobre el peso de la lana. Por lo tanto, para lavar 1000 kgrs. necesité 100 kgrs. de detergente, repartidos en las cuatro primeras tinas, ya que como he dicho, la 5a. tina contiene agua sola.

De la siguiente preparación de los baños de lavado es de la que obtuve mejor resultado:

1er. Baño.

Capacidad: 4800 lt.s

Cantidad de detergente: 2 grs./lt.

Cantidad de Na_2CO_3 : 6 grs./lt.

Total: 9.6 kgrs.

Total: 28.8 kgrs.

Temperatura: 50°C.
Duración: 3 minutos.

2o. Baño.

Capacidad: 3600 lts.
Cantidad de detergente: 3 grs./lt.
Cantidad de Na_2CO_3 : 4 grs./lt.
Temperatura: 50°C.
Duración: 2 minutos.

Total: 10.8 kgrs.
Total: 14.4 kgrs.

3er. Baño.

Capacidad: 3600 lts.
Cantidad de detergente: 3 grs./lt.
Cantidad de Na_2CO_3 : 3 grs./lt.
Temperatura: 50° C.
Duración: 2 minutos.

Total: 10.8 kgrs.
Total: 10.8 kgrs.

4o. Baño.

Capacidad: 3600 lts.
Cantidad de detergente: 2 grs./lt.
Cantidad de Na_2CO_3 : 2 grs./lt.
Temperatura: 50°C.
Duración: 2 minutos.

Total: 7.2 kgrs.
Total: 7.2 kgrs.

5o. Baño.

Capacidad: 300 lts.
Agua sola.
Temperatura: 40°C.
Duración: 2 minutos.

Total de substancia detergente: 99.6 kgrs.

Para obtener un lavado uniforme, hay que reforzar los baños cada cierto lapso de tiempo. Para esto hice los siguientes cálculos:

Producción del leviatán en 8 hs.: 1000 kgrs.
Producción del leviatán por hora: 125 kgrs.

Ya que este tipo de lana requiere un 10% de detergente sobre su peso, para mantener la concentración de los baños constante, hay que adicionar cada hora a estos un 12.5% de la cantidad agregada originalmente.

Por lo tanto, cada hora reforcé los baños con la siguiente cantidad de detergente:

1er. Baño.

Detergente: 1.20 kgrs.
 Na_2CO_3 : 3.61 kgrs.

2o. Baño.

Detergente: 1.35 kgrs.
 Na_2CO_3 : 1.80 kgrs.

3er. Baño.

Detergente: 1.35 kgrs.
 Na_2CO_3 : 1.35 kgrs.

4o. Baño.

Detergente: 0.90 kgrs.
 Na_2CO_3 : 0.90 kgrs.

Haciendo estas adiciones, la lana salió lavada muy uniformemente.

Una vez obtenido el método de lavado, tomé los 4 detergentes que mejor resultado me dieron en las pruebas de laboratorio, y lavé con ellos la lana en un medio alcalino de Na_2CO_3 , ya que con este procedimiento, fué con el que mejor resultado obtuve.

**RESULTANDOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS
 DE LAVADO DE LANA EN LEVIATAN**

DETERGENTE	Promedio Grs.	Grasa Residual
	Grasa Residual	Porcentaje
Jabón Marsella	0.0145	4.5%
Nacconol NR.	0.0175	5.5%
Fenepón A.	0.01825	5.7%
Duponol	0.02075	6.5%

Como se puede observar, seguimos teniendo mejores resultados con el uso del Jabón Marsella que con detergentes sintéticos, aunque con estos últimos obtenemos también unos resultados muy satisfactorios. Los detergentes sintéticos son de recomendarse donde se usan para el lavado aguas duras, ya que no forman jabones calcáreos, y en caso de ser usados revueltos con jabón, dispersan lo jabones calcáreos formados por éste.

CONCLUSION

Resumiendo los datos obtenidos en el trabajo práctico, podemos decir que:

El jabón sigue siendo el detergente más apropiado para el lavado de la lana, debido a que, además de lo barato que es comparado con otros detergentes, desengrasa muy bien la lana, dándole una suavidad y brillo característicos. Los inconvenientes que presenta el jabón son que forma jabones calcáreos con las aguas duras, y que además es alcalino, pudiendo por lo tanto, perjudicar la lana.

Los detergentes sintéticos mencionados también producen un buen lavado, pero ni desengrasan tan efectivamente la lana, ni le dan la suavidad y brillo que produce el jabón.

El carbonato de sodio sigue siendo el álcali más efectivo para el lavado de la lana, por lo tanto, el procedimiento de lavar lana por medio de jabón y carbonato de sodio, sigue siendo el más aceptable.

El trifosfato sódico es muy recomendable cuando se usan aguas duras, puesto que reduce la dureza del agua, pero para aguas de poca dureza, es preferible lavar con carbonato de sodio.

Las condiciones óptimas para el lavado de la lana, son las siguientes:

pH: 11.

Temperatura: 50°C.

Duración: 10 minutos.

Usando estas condiciones se puede trabajar al máximo de efectividad sin peligro de perjudicar la fibra. Si se aumenta alguna de estas condiciones y las otras dos se mantienen igual, se dañará la lana, si se aumenta una y se disminuye otra, siempre y que sea dentro de los límites, se evitará dicho daño.

En el lavado de la lana, siempre se trata de usar las condiciones más benignas posibles para obtener un buen lavado, para que así se maltrate la fibra lo menos posible, por lo que, cuando menos sucia esté la lana, más benignas han de ser las condiciones. En la industria a fin de facilitar la operación de lavado, la temperatura y la duración de los baños siempre se mantiene constante, haciéndose variar solamente la concentración de los mismos. Esta se varía de un 5 a un 12% de solución detergente sobre el peso de la lana para lavarse. Como guía de las concentraciones de solución detergente que debemos usar para diferentes lanas sucias, tenemos la siguiente tabla:

Porcentaje de grasa, tierra, etc., en la lana sucia	Porcentaje de detergente (jabón y Na_2CO_3) sobre el peso de la lana sucia
Más de 60%	12%
60%	10%
50%	9%
40%	8%
30%	7%
Menos de 30%	5 a 6%

Es también de tomarse en cuenta, el control que debe ejercer el químico sobre el jabón y el álcali que se usa. Debido a que a veces la calidad del jabón varía, se pueden obtener diferentes resultados usando la misma cantidad de jabón, pudiendo también pasar lo mismo con el Na_2CO_3 , debido a que a veces viene de concentración muy variable, y hasta, en algunos casos, contiene una pequeña cantidad de NaOH , por lo tanto, usando la misma cantidad de carbonato de sodio, se puede obtener un pH muy variable.

También tienen gran importancia en el lavado de la lana, factores como son el agua y la maquinaria que se use, los cuales pueden producir alguna variación al método expresado en esta tesis.