

27  
26



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**IMPORTANCIA DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD  
EN CHAMPUES Y ACONDICIONADORES**

**TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION  
MANCOMUNADO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**  
P R E S E N T A N :  
NATIVIDAD GARCIA ESCAMILLA  
GABRIELA GARCIA VALDES

1988



## **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 está 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.

I N D I C E

I.	INTRODUCCION	2
II.	GENERALIDADES	6
III.	IMPORTANCIA Y FUNDAMENTO DE LOS METODOS	34
IV.	CONTROL DE CALIDAD EN LOS CONTENEDORES PRIMARIOS DE LOS CHAMPUES	89
V.	COMENTARIOS	93
VI.	CONCLUSIONES	98
VII.	BIBLIOGRAFIA	103

## I. INTRODUCCION

En virtud del alto consumo de los champúes y acondicionadores, e incidencias de los mismos en el mercado, se presume que en la República Mexicana un alto porcentaje de la población, hoy día, emplea de manera rutinaria champúes y acondicionadores para la limpieza y cuidado del cabello respectivamente. No obstante, aún no existen normas oficiales con respecto a las pruebas de calidad que se deben realizar durante el desarrollo y elaboración de los mismos. Por consiguiente y debido a la importancia que tiene el control de calidad en estos productos que se emplean sobre el cuero cabelludo y el cabello, se considera de gran interés el desarrollo de este tema, para lo cual se plantean los siguientes:

### OBJETIVOS

- Revisar en la literatura científica, la información que exista acerca de las pruebas de control de calidad para champúes y acondicionadores.
- Contribuir, con esta información, para la elaboración de un manual de procedimientos para el control de calidad de champúes y acondicionadores para la República Mexicana.
- Contribuir al mejoramiento del control de calidad, dentro de la industria cosmética en sus estándares internos, para beneficio directo del consumidor.
- Proporcionar una fuente de consulta bibliográfica, tanto a nivel laboratorio en la industria cosmética del Sector Privado e Institucional, como en la investigación y en la --

docencia en lo referente al control de calidad de champúes y acondicionadores.

#### ASPECTOS CRONOLÓGICOS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS CHAMPÚES

El cabello es una de las primeras apreciaciones hechas por los demás; por este motivo, desde tiempos remotos, en las diversas culturas se ha puesto especial atención en el cuidado del mismo, utilizando para ello diversos productos -- destinados a diferentes funciones tales como: limpiar, -- acondicionar, teñir, dar un toque final al peinado y otras. Hoy día los champúes representan a uno de los cosméticos -- más dinámicos dentro del mercado de productos para el cuidado personal, debido a su elevado volumen en ventas.

Siguiendo a los jabones, los champúes son los productos -- más ampliamente usados como artículos para la limpieza personal. Durante la última década, la tecnología de los champúes ha experimentado un gran desarrollo; esta evolución ha sido gradual, desde los que simplemente limpiaban el cabello y el cuero cabelludo hasta los especializados y que -- ofrecen múltiples opciones.

Durante la evolución técnica, la base de los primeros champúes fueron los jabones obtenidos por saponificación (tratamiento alcalino) de grasas y aceites fácilmente asequibles. Estos productos utilizados adecuadamente limpiaban bien el cabello, formaban buena espuma y lo dejaban manejable y con buen cuerpo, como consecuencia de la fina película de ácidos grasos que se depositaban sobre la fibra del

mismo. Sin embargo, tenían la desventaja de que su funcionalidad no era óptima bajo diversas condiciones de empleo, - por ejemplo: la presencia de aguas duras o agua fría; en estos casos se presentaban serios problemas en cuanto a la formación de espuma y limpieza, por ello el cabello adquiría un aspecto pegajoso y sin lustre.

Entre 1930 y 1940 los champúes a base de jabón fueron reemplazados por productos que contenían detergentes sintéticos, mismos que se consumen en la actualidad; ellos tienen la ventaja de que, aplicados adecuadamente, son funcionales bajo cualquier condición. Este nuevo producto, llamado genéricamente champú a base de detergente sintético, no obstante que limpiaba bien, tendía a quitarle cuerpo al cabello dejándolo poco manejable (20).

Nuevos estudios establecieron que estos aspectos negativos podrían tratarse satisfactoriamente mediante la incorporación de diversos aditivos, para impartir las propiedades deseadas y proporcionar un producto atractivo.

El consumidor evalúa la calidad de un champú en relación a la satisfacción de sus necesidades "muy personales". Por este motivo los productores de champúes han desarrollado -- una serie de pruebas de control de calidad, tanto objetivas como subjetivas las cuales, además de complementarse, garanticen dentro de lo posible el éxito que un champú y/o acondicionador alcancen, dentro de la competencia, aún cuando ambos tipos de pruebas tienen sus limitaciones.

Estas se estudian en el transcurso del presente trabajo, -

en el que las pruebas físicas se intentan relacionar con--  
las características funcionales del producto, mediante las  
diferentes técnicas de laboratorio que han sido desarrolladas  
para este fin.

## II. GENERALIDADES

### DEFINICION DE CABELLO

El cabello se define como una estructura epitelial, formada por la queratinización de células germinativas; consecuentemente, el crecimiento del cabello se debe a la continua - proliferación de células epidérmicas de la matriz. El proceso de queratinización de las células epiteliales es similar a la formación de las uñas provenientes del tejido epidérmico. La queratina es el componente principal del cabello y pertenece al grupo de las fibras proteínicas, las cuales incluyen a la fibrina, colágeno, elastina y seda, todas ellas compuestas de cadenas polipeptídicas (5,24).

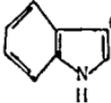
La proteína queratina, es un constituyente importante de la porción epidérmica de la piel, el pelo y las uñas y es notable por su alto contenido en el aminoácido sulfurado, la --cistina, que representa aproximadamente el 20% del contenido de aminoácidos de la proteína en el pelo humano. Este - elevado contenido de cistina lo diferencia de los otros tipos de queratina (5). La cistina, forma oxidada de la cis-teína, desempeña un papel especial en la estructura de la proteína: su grupo disulfuro actúa como un enlace covalente transversal entre dos cadenas polipeptídicas o entre dos - puntos de una misma cadena, la ruptura de estos enlaces por agentes oxidoreductores permite la elasticidad de la fibra. La principal unidad básica de la queratina es la siguiente:



L-cistina

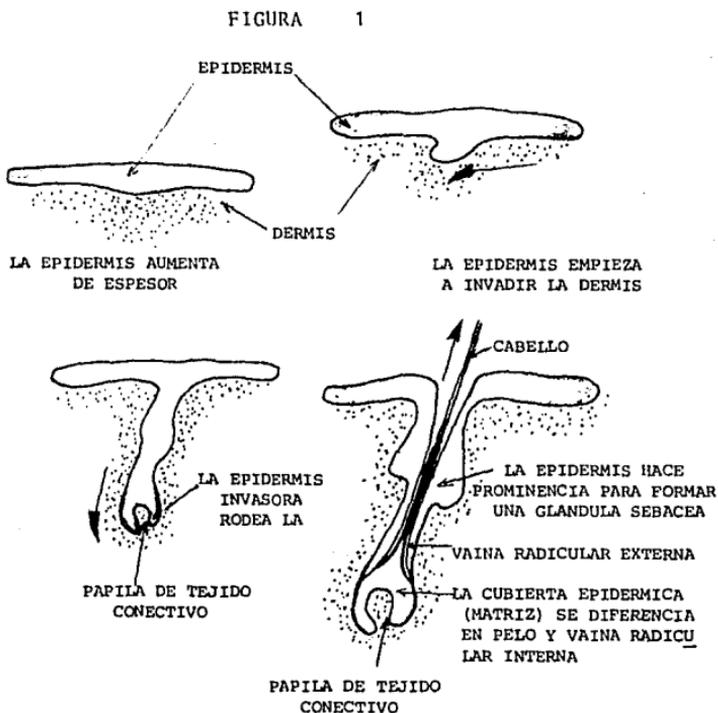
El contenido de aminoácidos en el cabello fue reportado por A. Menozzi y U. Protolongo como se muestra en la tabla 1 -- (5):

TABLA 1

Cistina	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{SSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	15.95%
Ac. Glutámico	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	12.2%
Arginina	$\text{NH}_2\text{C}(=\text{NH})\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	10.7%
Leucina	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	7.10%
Prolina		8.5%
Tirosina	$p\text{-HOC}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	3.1%
Treonina	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	6.4%
Glicina	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	4.5%
Valina	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	3.6%
Isolucina	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	3.4%
Ac. Aspártico	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	3.0%
Fenilalanina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	2.7%
Lisina	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	2.6%
Triptófano		1.3%
Metionina	$\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	1.3%
Histidina		1.0%

## MORFOLOGIA DEL CABELLO

El cabello presenta como unidad estructural a los folículos pilosos, pelo, glándulas sebáceas y músculo erector. Los folículos pilosos se forman por una invaginación de la epidermis hacia la dermis o tejido subcutáneo. (figura-No. 1).



Para indicar el desarrollo del folículo piloso y una glándula sebácea.

la parte más profunda del crecimiento epitelial se transforma en un acúmulo de células, y recibe el nombre de matriz-germinativa, ya que produce el pelo. Esta matriz recubre a la papila (tejido conectivo), en la que se proporcionan los nutrientes para el cabello. A continuación se presenta un esquema del complejo pilosebáceo descrito anteriormente. --  
Figura No. 2

FIGURA 2

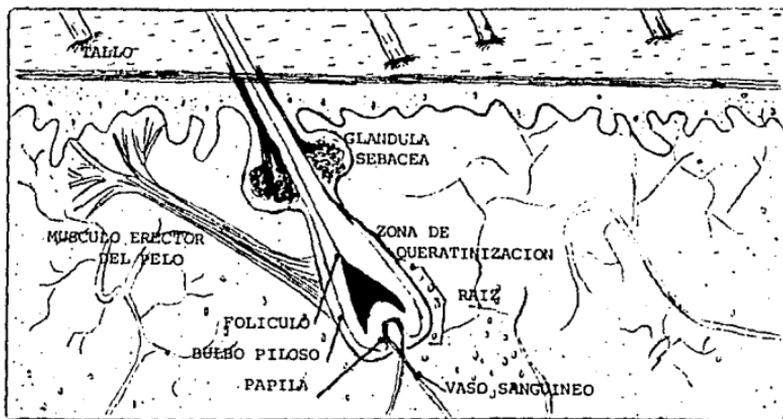


Figura de un folículo piloso.

El pelo presenta una raíz desde su origen hasta la desembocadura de la glándula sebácea, y un tallo que es la parte libre del pelo. En la raíz distinguimos una vaina epitelial interna, después la corteza y la médula. Figura No. 3

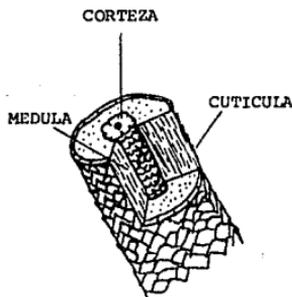
- GLANDULAS SEBACEAS

Cuando un folículo piloso se desarrolla, cierto número de células de lo que más tarde será la vaina, crecen extendiéndose por la dérmis y se diferencian en glándulas sebáceas. Una vez formadas, sus conductos se abren en el folículo en el lugar en donde se produjo la invaginación; por lo tanto las glándulas sebáceas se vacían en el tercio externo del folículo.

- MUSCULO ERECTOR

Es un conjunto de fibras lisas situadas en forma oblicua -- desde la papila dérmica hasta el folículo, formándose con éste un ángulo agudo, donde se aloja la glándula sebácea.- Cuando los músculos erectores del pelo se contraen, no sólo empujan todo el folículo hacia afuera, si no que al tirar lateralmente de su parte más profunda hacen que el folículo quede dispuesto más perpendicularmente, además esta contracción exprime las glándulas sebáceas contenidas.

FIGURA 3



- CRECIMIENTO DEL CABELLO

Para que un folículo se forme en pelo, las células de la matriz germinativa tienen que proliferar. Esto desplaza las células de las capas superiores hacia la vaina radicular externa. A medida que las células son impulsadas hacia afuera se alejan cada vez más de la papila, que es su fuente nutritiva, y por lo tanto se transforma en queratina. Este desplazamiento de células da origen al crecimiento del cabello (1,42,44).

- CASPA (pitiriasis capitis)

Es uno de los problemas que con más frecuencia se presenta tanto en hombres como en mujeres. Se conocen diversas causas de este estado, pero una de las principales es por la estimulación androgénica que se produce en la pubertad, el cual causa un aumento de tamaño de las glándulas sebáceas; dicho aumento es lo que se conoce como seborrea, la cual no permanece como tal durante largo tiempo, si no que suele verse acompañada por descamación, lo que se conoce como caspa. Otro nombre con el que se le conoce a la caspa es el de pitiriasis (del griego pityron, salvado) y es el nombre de varias afecciones cutáneas características. Se conocen dos tipos de caspa:

- a) Caspa seca, se caracteriza por presentar escamas sueltas secas pulverulentas, que se desprenden con facilidad al rascarse o menear el cabello, y caen sobre los hombros.
- b) Caspa oleosa, la cual provoca que los cabellos se vuel-

van untuosos y que desprenda mal olor; las escamas aparecen adheridas al cabello, con apariencia húmeda.

Se ha visto que la caspa puede persistir durante meses y -- hasta más de un año, si es así, el padecimiento puede complicarse y caer en una dermatitis seborréica. Esta dermatitis viene siendo una forma severa de la caspa, que aparece generalmente con eritema y escamas amarillentas.

En la literatura médica, la caspa es considerada como "un estado de la piel cabelluda" y no como una enfermedad, aún a la dermatitis seborréica puede considerarse así, pero -- si se le permite avanzar, fácilmente se puede complicar, especialmente si el tratamiento es inadecuado, llegándose a eczematizar y a presentar aparición de vesículas (26).

#### DEFINICION DE CHAMPU PARA EL CABELLO

Diversos autores han definido a los champúes basándose en -- sus características físicas y funcionales. Una de ellas es la siguiente:

- "Un champú es una preparación de un tensoactivo, que se presenta en una forma adecuada; líquido, sólido o polvo, el -- cual cuando se emplea bajo las condiciones especificadas -- puede remover grasa, suciedad y desechos de la piel, presentes en la superficie del cabello y del cuero cabelludo, sin tener efectos adversos o afectar a la salud por su aplicación". Enfatiza que "provee al cabello apariencia de limpieza, brillo, suavidad y lo deja dócil" (Harry) (19).

## FORMULACION GENERAL DE UN CHAMPU

La estructura básica de un buen champú podría incluir alguno o todos los elementos que se mencionan a continuación -- (24,25,26,28).

- a) Agente limpiador (detergente, tensoactivo generalmente - aniónico)
- b) Agente espumante (activador y estabilizador de la espuma)
- c) Agente secuestrante (para calcio, magnesio y fierro)
- d) Aditivos especiales (anticaspa, antimicrobianos)
- e) Conservadores
- f) Espesantes
- g) Agentes clarificantes (para un brillo extra en los champúes claros)
- h) Agentes opacantes (para lociones y champúes de tipo aperlados)
- i) Agentes para el control del pH (ácidos, alcalis y soluciones amortiguadoras)
- j) Fragancias
- k) Color
- l) Agua en cantidad adecuada para ajustar el contenido de sólidos

- Agente limpiador. El más amplio consumo de tensoactivos -- dentro de la industria de los cosméticos se encuentra en la fabricación de champúes.

Los mejores tensoactivos empleados en las formulaciones de champúes deben tener las siguientes propiedades: Deben ser fácilmente solubles aún en aguas duras y no formar precipita

dos; tener buen efecto detergente en todas las clases de --  
aguas, sin ser demasiado desengrasante, ésto es que su efect  
to emulsionante debe ser fuerte y su efecto humectante me--  
nos pronunciado, al adsorberse en el cabello debe hacerlo -  
flexible y no quebradizo, no debe tener efecto irritante en  
el cuero cabelludo ni en la conjuntiva de los ojos, debe --  
ser efectivo en soluciones neutras, débilmente alcalinas o  
ácidas, desarrollar rápidamente en cualquier agua una espu-  
ma abundante y estable y este efecto debe mantenerse en preu  
sencia de pequeñas cantidades de agrasa y mugre. No debe-  
tener olor desagradable, y una propiedad muy importante en  
la actualidad es que debe ser biodegradable. Como ninguno-  
de los tensoactivos reúne ampliamente estas propiedades denu  
tro de la formulación de un champú deben incluirse otros -  
agentes que contraresten o mejoren algunas de las caracte--  
rísticas no satisfactorias. La formulación genérica de un-  
champú incluye de 12 a 13% de tensoactivo.

El lauril sulfato de sodio ha sido durante muchos años el -  
detergente sintético más empleado, existen diferentes tipos  
de lauril sulfatos, los cuales se caracterizan por su buen-  
olor y estabilidad de su color, estos son vendidos como sa-  
les de sodio, amonio y magnesio; el contenido de alcoholes-  
libres no sulfatados es bien controlado, así como la canti-  
dad de sales inorgánicas, ya que son de gran importancia en  
las propiedades espumantes e influencia en la viscosidad, -  
solubilidad y compatibilidad con otros ingredient  
tes. Otro aspecto importante de control de los deteru

gentes es el contenido de metales pesados ya que influyen en la estabilidad del color.

Posiblemente lo más importante es la especificación y control de la distribución de cadena; se ha establecido que la irritación cutánea va acompañada por un alto contenido de homólogo de  $C_8$  y  $C_{10}$  y una proporción muy alta de  $C_{16}$  y  $C_{18}$  disminuye la solubilidad y poder espumante de la mezcla, por lo que su presencia se considera indeseable. Otros tipos de detergentes empleados en las formulaciones de champúes son: alquilsulfoacetatos, dialquilsulfosuccinatos, sales de alquiloamidas del ácido dodecil bencen sulfónico, acilmetil-tauridos grasos, sulfatos grasos de acilmonoglicéridos, etc.

- Agente espumante. Son las sustancias que se incorporan en la formulación para aumentar la calidad, volumen y estabilidad de la espuma. Entre los principales agentes espumantes se encuentran los ácidos grasos de alcanolamidas tales como lauril dietanolamida, lauril monoetanolamida, alcoholes grasos en bajas concentraciones, sarcosinatos y otros. El dodecilbencensulfonato es considerado como un buen agente espumante cuando se usa solo pero la adición de monoetanolamida laurica aumenta el volumen inicial de espuma y proporciona mayor estabilidad de la misma.
- Agente secuestrante. La adición de agente secuestrante como el ácido cítrico, Nullapon (diferentes sales de EDTA) previene la formación de jabones insolubles de calcio y magnesio; cuando el champú se encuentra en presencia de agua -

dura, y se deposita una película sobre el cabello, la concentración usual es de 1%. En bajas concentraciones los tensoactivos no iónicos, como por ejemplo los tween han demostrado que en bajas concentraciones proporcionan buena acción limpiadora y la dispersión de los jabones insolubles de calcio.

- Agentes especiales. Existen en el mercado varios champúes anticasca la mayoría de estos contienen sustancias de naturaleza antimicrobiana en pequeñas cantidades, las cuales, en contacto con el cuero cabelludo durante un tiempo corto, se adsorben para efectuar su actividad.

Los ingredientes activos anticasca incluyen azufre, ácido salicílico, resorcinol, alquitrán de hulla, sulfuro de selenio, piritona de zinc, algunos compuestos cuaternarios de amonio, etc. Se ha publicado información con respecto a la efectividad de estos compuestos sin embargo las autoridades de esta área reconocen como efectivos a los productos que contienen sulfuro de selenio y piritona de zinc.

- Conservadores. Con el fin de proteger al champú de la contaminación bacteriana, es conveniente seleccionar un conservador adecuado, entre los que se pueden incluir: formaldehído, etanol, metil, propil y butil hidroxibenzoatos, y otros. Además detergentes sulfatados por sí mismos tienen actividad antibacteriana. La elección del mejor conservador en una formulación en particular solamente puede ser determinada probando el efecto del conservador dentro de la misma, contra todos los posibles problemas causados por micro-

organismos, una continua revisión y sanitización del equipo de manufactura también debe ser parte del programa de conservación del producto.

- Agente espesante. Algunas de las sustancias empleadas para controlar la viscosidad de un champú son: sales inorgánicas como cloruro de sodio y cloruro de potasio, alginatos, polivinil, alcohol, polivinilpirrolidona, sulfato de sodio, de amonio fosfato disódico, fosfato de amonio.

Existen algunas desventajas ya que el empleo de altas concentraciones de electrólitos especialmente las sales de sodio podrían dar un producto con alto grado de turbidez, la viscosidad producida por los electrólitos es sensible a la temperatura; aunado a ésto se ha comprobado que altas concentraciones pueden causar efectos irritantes.

- Agente clarificante. La incorporación de un agente clarificante es tan necesaria como de los agentes opacantes, dado que los champúes claros son la forma más popular en el mercado; la incorporación de un agente clarificante ayuda a -- mantener el producto claro, en un amplio intervalo de temperatura.

- Agentes secuestrantes del tipo del EDTA se han empleado para prevenir la formación de sales insolubles de calcio que pueden causar turbidez al producto; el pirofosfato de tetrasodio tiene una acción dispersante de jabones insolubles -- así como una buena acción reguladora de pH.

- Agentes opacantes. Los agentes mejor conocidos incluyen: -

alcohol estearílico y cetílico, glicérido y propilenglicol, estearatos y palmitatos, controlando la concentración con cuidado para evitar la formación de una gelatina.

También se emplean estearato de zinc, calcio y magnesio; finalmente las amidas y etanolamidas de ácidos grasos además de proporcionar espuma y propiedades acondicionadoras puede contribuir como agente opacante.

- Agentes estabilizadores. Algunas veces es necesario añadir agentes estabilizadores para proteger al producto, entre los que se encuentran: antioxidantes, antisolares, - - agentes para suspender y reguladores de pH.
- Los agentes reductores protegen al producto de la decoloración o cambio de olor debido a la oxidación, antisolares como la benzofenona o derivados de benzotriazol tienen la propiedad de absorber los rayos UV solares reduciendo el daño de los productos expuestos a la luz solar; los agentes suspensores como el veegum y otras bentonitas estabilizan al producto cuando estos contienen sólidos suspendidos en un líquido. Los reguladores de pH pueden ser bases o ácidos - (ácido cítrico, láctico) protegen al champú de un cambio de color, olor o grado de irritación debida a cambios en el pH.
- Fragancia y color. Todos los champús tienen una fragancia y color que van a influir en la aceptabilidad del mismo ya algunos contienen también otros componentes tales como tintes y pigmentos aperlados que proporcionan la atracción cosmética final.

Las fragancias son compuestos de aceites esenciales y fija-

dores, en la elección de la fragancia adecuada deben estudiarse los efectos de oxidación, temperatura, pH, luz solar, etc., la posibilidad de reacción de la fragancia con los componentes del champú, hacen difícil predecir si su comportamiento será satisfactorio en la formulación final, debido a esto es recomendable realizar estudios de estabilidad del producto durante su desarrollo.

Los colorantes deben ser del tipo de colorantes certificados para uso en cosméticos de la Federal Food, Drugs and Cosmetics Act.

- Agua. El agua es uno de los constituyentes de mayor valor y necesarios en la fabricación de cosméticos, por lo que esta materia prima deberá tener características de calidad muy estrictas y métodos de tratamientos adecuados para evitar la contaminación bacteriana.

La U.S.P. reconoce tres tipos de agua: potable, purificada (desionizada) y agua destilada.

El agua potable ha sido definida por la U.S. Public Association como aquella que tiene las siguientes propiedades: Debe ser clara, agradable al gusto y no debe contener cantidades excesivas de sustancias minerales solubles ni de productos químicos empleados durante su tratamiento y debe cubrir las siguientes especificaciones:

Turbidez	max. 5 (comparado contra un estándar de sílica)
Color	max.15 (comparado contra un estándar de Pt-Co)

Pb	max.0.05	ppm
Cu	max.1.0	ppm
Zn	max.5.0	ppm
Sulfatos	max.250	ppm
Mg	max. 50	ppm
Fe	max.0.3	ppm
Alcalinidad	max. 15	ppm (como carbonato de calcio)

Contiene sustancias orgánicas e inorgánicas, las cuales -- pueden o no ser volátiles. Las sustancias volátiles son gases: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), amoniacó ( $\text{NH}_3$ ) y el agua de algunas regiones puede contener dióxido de azufre.

En las sustancias no volátiles de mayor interés son los cationes inorgánicos como el calcio ( $\text{Ca}$ ), magnesio ( $\text{Mg}$ ) y el fierro ( $\text{Fe}$ ); los aniones son: cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) Sulfato- ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) y silicato ( $\text{SiO}_3^{-2}$ ).

Los cationes son los responsables del grado de dureza del agua y son eliminados por procesos de destilación o desionización (por medio de resinas de intercambio ionicó).

El grado de dureza del agua se expresa como el contenido en ppm de carbonato de calcio.

0	-	60	ppm $\text{CaCO}_3$	Agua suave
61	-	120	"	Agua de dureza media
121	-	180	"	Agua de dureza alta
Más de		180	"	Agua demasiado dura

- Agua purificada. El agua puede ser purificada por destilación o por desionización. De estos métodos el segundo ha -

sido el más ampliamente empleado para la purificación de agua destinada a la industria de cosméticos. El agua purificada de la B.P. especifica 10 ppm F.D.S. y la U.S.P. establece un máximo de 10 ppm de sustancias no volátiles.

Para controlar la dureza del agua, esta puede ser tratada con agentes secuestrantes como compuestos del tipo EDTA -  $(\text{HOCCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$  Ac. etilendiaminotetraacético). Champúes, soluciones para permanentes, tintes para el cabello son algunos de los productos en los cuales el agua dura es indeseable, ya que se pueden ver afectados por la presencia de cationes polivalentes en el agua dentro de la formulación. La elección del tipo de agua dentro de la formulación debe realizarse de acuerdo al ajuste necesario durante el desarrollo de la formulación.

El agua destilada y desionizada debe utilizarse pronto después del tratamiento con el fin de prevenir la contaminación bacteriana, además es necesario, realizar una sanitización del equipo de tratamiento así como de los tanques de almacenamiento.

Fiedler reporta un estudio de la contaminación bacteriana que se presenta en la resina de intercambio y el agua tratada, se efectuó la cuenta bacteriana diariamente utilizando como control agua de la llave.

No. día	Cuenta bacteriana
0 (día de sanitización)	0
2	1130
3	5380
4	7780
5	9770
6	Incotable

Cuando la cuenta bacteriana excedía de 10 000 microorganismos/ml fue considerada como incontable considerando que en este punto, es necesaria nuevamente la sanitización mediante germicidas como el formaldehído 0.25% y algunos compuestos orgánicos clorados, dado que los germicidas catiónicos y el peróxido de hidrógeno se consideran nocivos para las resinas de intercambio iónico, también el uso de luz UV y la cloración, recomendando niveles de 2 ppm de cloro para eliminar la contaminación bacteriana sin alterar el olor y color del producto, entre otros métodos se incluyen filtración, y calentamiento que van a variar de acuerdo a las necesidades de cada fabricante (8,13,33).

#### MECANISMOS DE LA ACCION LIMPIADORA DE UN CHAMPU

La acción detergente de un champú, implica varios fenómenos fisicoquímicos complejos; muchos de ellos no están claramente definidos, aunque parece ser evidente que el mecanismo de los tensoactivos para eliminar la suciedad involucra a los siguientes pasos:

- Disminución de la tensión superficial: este fenómeno - -

está asociado con la capacidad de la solución detergente, para humectar a las partículas de mugre y a la fibra queratinizada del cabello.

- Disminución de la tensión interfacial: este fenómeno permite que las partículas de mugre o aceite sean desplazados por la solución detergente.
- Las partículas de mugre se dispersan de tal manera que se eliminan mediante el lavado y enjuagado. Trabajos recientes muestran que la solubilización de la porción aceitosa de la mugre, se acompaña por la orientación de la porción hidrofóbica (no polar) de la molécula detergente; es tal que sus cabezas no polares por sí mismas entran a la micela formada por la suciedad, mientras que la porción hidrofílica (polar) de la molécula detergente se orienta hacia las moléculas de agua. La dispersión se logra por la formación de una mono-capa estable entre la interfase sólido líquido; en presencia de iones libres vienen cargadas - eléctricamente repeliéndose unas con otras, produciéndose repulsión (29,30).

#### FUNCIONES DE UN CHAMPU

Entre las funciones principales de un champú se pueden considerar las siguientes (30):

- Eliminar las grasas excesivas del pelo y del cuero cabelludo, así como los residuos de lociones fijadoras del peinado.
- Proporcionar una cantidad de espuma suficiente, para sa-

tisfacer los requerimientos psicológicos del consumidor.

- Dejar Una fragancia placentera sobre el cabello durante - su uso y que perdure después del mismo, así como eliminar se fácilmente por enjuague con agua fría o caliente.

#### CLASIFICACION DE CHAMPUES DE ACUERDO A SU FORMA FISICA

Los champúes existen en una gran variedad de formas físicas y tipos; cualquier método de clasificación puede imponerse desde un punto de vista arbitrario, pudiéndose ordenar de - la siguiente manera de acuerdo a su forma (5,19).

- Champúes líquidos.- Son las formas más populares dentro del mercado y en su mayoría contienen detergentes sintéti cos.

Los detergentes y aditivos utilizados dentro de la formu lación de un champú líquido se eligen para proporcionar - la funcionalidad requerida. Los detergentes básicos se obtienen como soluciones, que difieren en sus caracterís ticas físicas incluyendo la viscosidad y el contenido del ingrediente activo.

Los champúes líquidos concentrados, se preparan para ven ta a los fabricantes, quienes simplemente diluyen el con centrado con agua antes de envasarlo. La ventaja de ésto es que se resuelve el problema de almacenar grandes canti dades de líquidos.

La viscosidad, junto con el perfume y el color, son facto res importantes que contribuyen a mejorar el aspecto fi - nal del producto. La viscosidad puede controlarse como se mencionó anteriormente, por adición de una solución de --

electrólitos. Se adicionan pequeñas cantidades de esta solución al champú, agitando bien antes de cada adición-- hasta obtener una mezcla uniforme.

- Champúes líquidos en crema o en loción.

Este tipo de champúes son preparaciones fluidas, a partir de los sulfatos de alcoholes grasos en forma de pasta o de detergentes líquidos claros, mezclándolos con un estabilizador adecuado o un agente opacante. Los materiales concentrados pueden obtenerse de los fabricantes, y estos materiales solamente requieren de una dilución y de la adición de color y perfume; su apariencia es aperlada - atractiva y su textura sugiere que tienen una acción limpiadora suave.

En común con otros detergentes de este tipo, la viscosidad del producto final se ve afectada por la concentración de electrólitos y del perfume.

- Champúes en pasta o en gel.- Ambas presentaciones tienen una consistencia densa que permite su empaque en tarro o en tubos, se dispersan fácilmente sobre el cabello, generalmente tienen altos niveles de detergencia y otros ingredientes activos (como por ejemplo los champúes medicados), que no se encuentran en un champú común.

Este tipo de champúes contienen alquil sulfato de sodio - que se forma a partir de una reducción del alcohol, la cual da un producto de consistencia firme con mayor tendencia a aperlarse. Puede incluir un alcanolamida, como estabilizador de la espuma sin que la consistencia final-

de la pasta se vea afectada. La necesidad de calentar el alquil sulfato de sodio durante la elaboración del champú, así como la incorporación de ceras y otros modificadores hacen que el proceso sea laborioso, por lo que se prefiere obtener productos con diversas propiedades que se adaptan a los detergentes proporcionados por los fabricantes.

#### CLASIFICACION DE CHAMPUES DE ACUERDO A SU FUNCION

Otra manera de clasificar a los champúes es de acuerdo a su función como se presenta a continuación:

- Champúes detergentes o de acción limpiadora. Dentro de éstos se pueden clasificar los descritos en el punto II.
- Champúes especiales.- Son productos que tienen un elemento poco frecuente o una combinación de ellos, por ejemplo: Champúes empleados para condiciones particulares del cabello o cuero cabelludo. Los componentes especiales pueden ser polvo de huevo, lanolina y sus derivados, saponinas e hidrolizados de lanolina y silicones.

Este champú sirve como vehículo para llevar a estos materiales en contacto con el cabello. Por ejemplo de baja irritación a los ojos para bebés y niños, champúes anti-caspa y productos que complementan el aspecto cosmético, en particular acentuando la fragancia y la apariencia.

#### EVALUACION DE CHAMPUES

Con base en el gran desarrollo de los champúes dentro del mercado, cada día el fabricante se ve obligado a garantizar la calidad de los mismos. Por este motivo, en la actualidad

es necesario evaluar las propiedades cosméticas de los champúes y los atributos estéticos que ellos proporcionan al ca bello.

Con la finalidad de mejorar las características y beneficios del consumidor, se puede justificar el hecho de efectuar el control de calidad en los champúes basados en detergentes sintéticos. Los productos empleados actualmente para el lavado del cabello tienen una escala muy amplia de características, las cuales pueden ser difíciles de validar por métodos físicos. Por este motivo, muchas veces es necesario complementarlas con pruebas que no tienen un fundamento bien definido, sino que se basan en observaciones y/o sensaciones denominadas pruebas de salón (por ejemplo: sensación al tacto, aspecto visual y otros). La desventaja de las mismas es que los sujetos de prueba en su mayoría son mujeres, de manera que la información obtenida no se puede considerar representativa como estandar para otros grupos (bebés, niños y hombres).

En este trabajo se tratan varias cualidades físicas, que contribuyen a la percepción de la funcionalidad del producto y una revisión de las técnicas experimentales que han sido empleadas para medir esas cualidades.

#### ACONDICIONADORES Y ENJUAGUES PARA EL CABELLO

Es importante hacer notar que tanto en el mercado como en la literatura se usa el término enjuague y acondicionador indistintamente, sin hacer diferencia en la funcionalidad de ellos, no obstante para fines de este trabajo podemos -

considerar que enjuagues son aquellos productos cosméticos compuestos por ácidos débiles, fosfatos sódicos y detergentes catiónicos y anfotéricos que se aplican sobre el cabello después de lavarlo y enjuagarlo mientras el cabello -- aún se encuentra húmedo, para neutralizar y remover la alcalinidad de los detergentes o de los jabones proporcionándole buena apariencia, cuerpo y brillo. Por la misma razón, son productos propiamente acondicionadores aquéllos que se usan ya sea para dar al cabello mayor docilidad durante el peinado o bien dar un toque final y mayor duración al mismo.

- El concepto de "acondicionar el cabello" de acuerdo a -- Breuer es el siguiente: "Representa una medida de las propiedades físicas de las fibras del cabello, así como la velocidad con la que el consumidor percibe los atributos que tiene". Para este fin se emplean algunos criterios subjetivos, para reconocer el acondicionamiento del cabello entre ellos se citan: Sensación al tacto, facilidad en el peinado y la apariencia visual del cabello. Además de ciertos parámetros objetivos (6) que se tratan en el capítulo III del presente trabajo.
- Toilete Goods Association, define a un acondicionador como un producto que "ayuda a mantener el cabello en su lugar, darle brillo y proporcionarle apariencia natural".

#### FORMULACION GENERAL DE UN ACONDICIONADOR Y/O ENJUAGUE

- a) Detergente (catiónicos y/o anfotéricos)
- b) Suavizante

- c) Humectante
- d) Superengrasante
- e) Amortiguador
- f) Secuestrante
- g) Conservador
- h) Perfume
- i) Color
- j) Agua

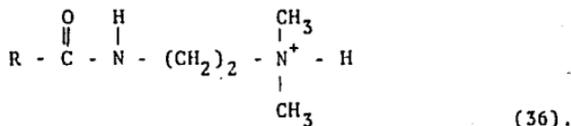
A continuación se presentan formulaciones típicas de un enjuague y acondicionador respectivamente.

- ENJUAGUE EN CREMA	% PESO
Lexate CRC	3.40
Acido cítrico monohidratado	0.35
Cloruro de sodio	0.60
Perfume	0.10
Colorante, preservativo, agua	
Q.S. para	100.0

- ACONDICIONADOR EN ESPUMA	% PESO
Lexaine C	10.00
Lexamine C-13	6.00
Lexamine 0-13	2.00
Natrosol 250 HNR	0.70
Bronopol	0.04
Perfume	0.15
Agua, colorante Q.S. para	100.00

- Lexate CRC	Esteramido propil dimetilamina <sup>(1)</sup> (y) estearato de glicol
Lexaine C	Cocamido propil betaina <sup>(2)</sup>
Lexamine C-13	Cocamido propil dimetil amina <sup>(3)</sup>
Lexaine 0-13	Oleamido propil dimetil amina <sup>(4)</sup>
Natorol 250 HHR	Hidroxietilcelulosa
Bronopor	2-Bromo-2-nitropopano-1,3-diol

(1), (2), (3), (4) son sales de alquilamidoaminas, cuya fórmula general es la siguiente:



#### MECANISMOS DEL ACONDICIONAMIENTO

Los efectos acondicionadores están basados en el depósito de ciertos grupos funcionales presentes en la formulación, los cuales se adsorben en la superficie o penetran dentro de la fibra del cabello, debido a interacciones químicas iónicas e hidrofóbicas.

El grupo libre de la queratina del cabello es rico en electrones, pero químicamente no tiene carga; estos grupos pueden unirse electrostáticamente con compuestos pobres en electrones para formar compuestos más fuertemente unidos; tal es el caso de los tensoactivos catiónicos o anfotéricos, los cuales en este caso pueden ser considerados como ácidos

de Lewis y el cabello como una base de Lewis. Existen compuestos que no son considerados como ácidos de Lewis, y pueden adsorberse en el eje del cabello mediante interacciones hidrofóbicas como en el caso de los aceites, lo cual ocasiona resistencia al agua de enjuague, atenuando de esa manera la acción desengrasante de las bases detergentes (17,40).

#### FUNCIONES DE UN ACONDICIONADOR Y/O ENJUAGUE

Con base en la formulación de un acondicionador sus funciones básicas son las siguientes (30,40):

- Neutralizar la alcalinidad del detergente.
- Remover la alcalinidad del detergente y agua empleados para el lavado del cabello.
- Proporcionar al cabello buenas propiedades visuales y táctiles, como resultados de la acción basada en la propiedad de sustantividad de un acondicionador; entre estas propiedades se pueden mencionar las siguientes:
  - . Propiedades de peinado
  - . Cuerpo del cabello
  - . Brillo
  - . Sensación al tacto
  - . Reducción de las cargas electrostáticas

#### CLASIFICACION DE LOS ACONDICIONADORES Y ENJUAGUES DE ACUERDO A SU PRESENTACION.

La manera más usual de clasificar a los acondicionadores es la siguiente:

- Acondicionadores líquidos o lociones.- Este producto -- puede usarse sobre el cabello enseguida del peinado, o diluirse con agua y aplicarse repetidamente sobre él.
- Enjuague.- Estos productos ampliamente empleados se presentan como crema y se aplican sobre el cabello después de enjuagar el champú dejándolo algunos minutos y enjuagándolo, incluyen: enjuagues aperlados para el cabello teñido, enjuague espumante con protefnas, placenta, hierbas, levadura de cerveza, yema de huevo, etc.

Otras presentaciones incluyen:

- . Acondicionadores en espuma
- . Acondicionadores concentrados
- . Acondicionadores en rocío
- . Acondicionadores en gel (36).

### III. IMPORTANCIA Y FUNDAMENTO DE LOS METODOS

En este capítulo se describen los diferentes métodos para efectuar el control de calidad de los champúes.

Los productores de champúes efectúan el control de la calidad para asegurarse de que los parámetros que influyen, tanto en la presentación como en la función requerida, sean los adecuados. Entre estos parámetros se pueden citar la viscosidad, pH, color, olor, etc., dependiendo de la forma física en que se presente. Por lo tanto, la supervisión de tales parámetros, asegura que el producto final se encuentra dentro de los requerimientos más adecuados para su empleo.

Todos estos factores avalan el lanzamiento y la permanencia del producto en el mercado en la seguridad de que tendrá éxito.

Por los motivos descritos, se considera la conveniencia de mencionar adjunto con las pruebas estudiadas, el fundamento de cada una de ellas, ya que con esto se entenderá mejor la importancia de las pruebas.

A continuación se examinan de una manera ordenada los métodos más comunmente empleados en la industria de los champúes, así como los que actualmente se encuentran en etapas de investigación, y que dan la pauta a seguir con el desarrollo y perfeccionamiento de los mismos. Dentro de estos últimos, los que aquí se citan son aquéllos que podrían incluirse en el trabajo rutinario de control de calidad y de desarrollo industrial, claro está, dependiendo de la disposición de los laboratorios tanto como de la naturaleza de los métodos.

Con base en la información obtenida en la revisión de la bibliografía citada en el capítulo correspondiente, se considera oportuna la clasificación de las pruebas en: Pruebas -- Objetivas y Pruebas Subjetivas, haciendo hincapié en que esta clasificación es en base a nuestro criterio, y únicamente para fines de diferenciar las pruebas en las cuales se puede medir un parámetro, por medio de métodos físico-químicos, de -- aquéllas que simplemente son apreciaciones personales de -- acuerdo a la idiosincrasia. En el Cuadro No. 1 se resumen -- las pruebas tratadas en este trabajo.

C U A D R O 1

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA CHAMPUES Y ACONDICIONADORES

PRUEBAS OBJETIVAS	PRUEBAS SUBJETIVAS	FASE DE ELABORACION DEL PRODUCTO EN LA QUE SE APLICA LA PRUEBA
Encrespamiento		D
Espuma y su estabilidad	Espuma y su estabilidad	DR
Limpieza		D
Brillo	Brillo	D
Docilidad	Docilidad	D
pH		DR
Viscosidad		DR
	Cuerpo y retención - del peinado	D
Adsorción		D
	Color	DR
	Fragancia	DR
	Sensación al tacto	D
Draize		D
Toxicidad		D
Límites microbianos		DR

D: PRUEBA REALIZADA DURANTE EL DESARROLLO DE UNA FORMULACION

DR: PRUEBA REALIZADA DURANTE EL DESARROLLO Y EN LA FABRICACION RUTINARIA DE UNA FORMULACION.

## PRUEBAS OBJETIVAS

### - ENCRESPAMIENTO

- . Definición.- El encrespamiento es la repulsión mutua de las fibras del cabello durante el peinado o cepillado, debido a la acumulación de cargas estáticas, entendidas éstas como un fenómeno que ocurre cuando dos materiales entran en contacto y luego se separan, ocurriendo una transferencia de electrones desde una superficie a la otra, dependiendo de la diferencia que hay en la afinidad de di--chas superficies hacia los electrones (6).
- . Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba consiste en efectuar la medida de la fricción electrostática, entre dos fibras de cabello, debidas a sus cargas superficiales, lo cual da una medida directa del encrespamiento, factor importante para las propiedades de peinado. La importancia de esta medida se debe a que es posible conocer la efectividad de un tensoactivo dentro de la formulación, mediante la reducción de las cargas electrostáticas, lo cual proporciona una protección durante la fric--ción en el peinado y, por lo tanto, la reducción del daño en el cabello sin tratamiento tanto como en el tratado -- (con tintes, peróxidos, permanentes y otros).
- . Fundamento y método.- Si un peine se pasa a través de un mechón de cabello, éste adquiere una carga eléctrica negativa debido a la pérdida de electrones. Los acondicionadores que contienen tensoactivos catiónicos son atraídos--electrostáticamente hacia el cabello y así neutralizan --

las cargas del cabello. Además la porción grasa del tensoactivo forma una capa lubricante sobre las fibras del - cabello; por lo tanto, durante el peinado actúan las dos cargas superficiales, del cabello y del peine, que ya no están en íntimo contacto y son así mismo incapaces de - - transferir electrones entre ellos.

En un estudio reciente de Lunn y Evans (6), se midió la - magnitud de la carga por la colocación de una muestra de cabello que se peina sobre una celda Faraday, que a su - vez está conectada a un electrómetro.

Estos trabajos permitieron a los autores suponer que la - reducción de la carga, que se ha generado por medio del - peinado, se debe a la lubricación de las fibras por el -- agente acondicionador. Esto concuerda con otros trabajos que demuestran que la presencia de un lubricante en la fibra durante la fricción, normalmente causa una disminu- - ción de la carga eléctrica tanto como del trabajo de fric- ción en el tratamiento. La medición de dicha reducción - de la carga se puede lograr haciendo pasar un peine de metal, a una velocidad alta, a través de las muestras pre- - viamente tratadas con el acondicionador en estudio y se- - carlas a una temperatura controlada de 25°C, midiéndose - luego la cantidad de atracción que existe mediante el mé- todo de la celda de Faraday.

T.G. Schoenberg, asignó una escala del 1 al 5 para valo- rar la medición de la carga estática, siendo el 1 asigna- do al cabello tratado con agua y que muestra la mayor - -

atracción, y el 5 cuando no existe atracción. Los resultados dependerán de las variaciones que se hagan al método, pudiéndose graficar y tratar de tal manera que proporcionen mayor información (36).

#### - ESPUMA Y SU ESTABILIDAD

- . Definición.- La espuma es un estado que consta de un gran número de diminutas burbujas gaseosas en una fase líquida continua.
- . Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba es la determinación de la cantidad de espuma formada por un tensoactivo dentro de un champú, utilizado en condiciones normales de lavado del cabello. Para ello se efectúan pruebas "in vitro", cuyos resultados proporcionan una idea de la magnitud de espuma formada, para luego extrapolarlos a pruebas "in vivo", mediante los métodos desarrollados para "pruebas de salón".
- . La importancia de esta prueba estriba en la medición precisa de la cantidad de espuma producida por un tensoactivo-determinado, la cual influye en gran medida para la aceptación que tenga el producto, ya que la mayoría de los consumidores consideran la capacidad de formación de espuma como el mejor indicador de las propiedades limpiadoras de los mismos, aún cuando no existe relación entre ellos.
- . Fundamento y método.- El fundamento de este método se basa en la medición de la producción de espuma por un tensoactivo, simulando las condiciones normales de uso. Existen

ten más de 50 métodos para medir la capacidad de formación de espuma, aunque los que más se utilizan son los siguientes:

### 1. METODO DE ROSS MILES

En este método la espuma es generada por agitación en una columna de vidrio calibrada, midiendo la altura de la espuma inmediatamente después de su generación y a varios intervalos durante 3 veces consecutivas. Esto proporciona una medida tanto de la cantidad de la espuma como de la estabilidad de la misma. La técnica es aplicable a tensoactivos solos o a combinaciones de ellos; esto es muy importante, ya que los componentes acondicionadores de los champúes pueden interaccionar con los detergentes. Además se pueden evaluar los efectos del agua dura, así como la presencia de aceites y otros aditivos (29,32).

### 2. EL METODO DE LA ESPUMA POR FROTACION - AGITACION

Consiste en lo siguiente: Se coloca dentro de un cilindro, graduado y calibrado, un cepillo redondo y se mueve hacia arriba y hacia abajo. Este método produce una espuma cremosa semejante a la que se produce bajo las condiciones de empleo normal. Se emplean principalmente para probar champúes y soluciones de tensoactivos diluidos (29).

### 3. PRUEBA DE LA MEDIA CABEZA

En esta prueba se aplica el champú bajo estudio sólo-

en la mitad de la cabeza, observándose luego la diferencia. Para que esta prueba proporcione información real y práctica, debe existir un estándar de prueba, - así como realizarse en un gran número de personas de ambos sexos y con diferentes tipos de cabello (4).

#### 4. METODO DE AGITACION

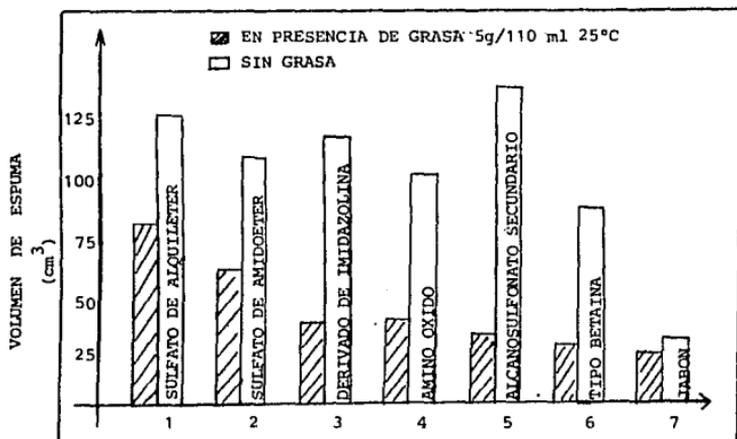
Este método consiste en agitar la solución de un tensoactivo en un cilindro graduado, agitándolo hacia abajo y hacia arriba manualmente. Es probablemente el método más simple para medir la capacidad espumante de un detergente dentro de un champú, especialmente cuando la prueba se efectúa en presencia de grasa; para esta prueba se ha empleado una mezcla de aceites que consiste en:

- Aceite de oliva	30%
- Aceite de cacahuete	20%
- Parafina líquida	10%
- Escualeno	10%
- Acido oleico	10%
- Lanolina	10%

Debido a su simplicidad, este método proporciona resultados sorprendentemente exactos y comprobables con otros métodos, además de ser rápido y barato. En el histograma No. 1, se muestra la diferencia del comportamiento de algunos tensoactivos, respecto a su capacidad espumante en presencia de grasa; en cada caso la -

barra sombreada indica la capacidad de formación de espuma en presencia de grasa (29).

HISTOGRAMA 1



#### - LIMPIEZA

. Definición.- La limpieza consiste en liberar al cuero ca belludo y al cabello, de los agentes contaminantes exógenos y en remover el exceso de grasa. La limpieza es la función principal de un champú. Los contaminantes exógenos son por ejemplo: los hidrocarburos, pigmentos inorgánicos atmosféricos y trazas de productos empleados en los tratamientos del cabello y deben ser eliminados del mismo en su totalidad, mientras que los aceites naturales del cuero cabelludo no deben eliminarse totalmente, ya que tienen una función protectora hacia las sustancias químicas y hacia el daño provocado por agentes físicos, además

de impartir brillo (29,40).

Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba es determinar la acción limpiadora de un champú, tomando en cuenta su efecto humectante, emulsificante, solubilizante y dispersante sobre las grasas y suciedad del cuero cabelludo. Los parámetros que tienen una influencia significativa en la eficacia del mismo son: el tipo y calidad del tensoactivo, tipo de tratamiento, temperatura y acción mecánica.

La medida del grado de eliminación de la suciedad, exceso de aceite y lípidos del cabello es primordial debido a, que además de ser la función primaria de un champú, la eliminación excesiva de aceites naturales es indeseable por la producción de resequedad del cabello; por lo tanto, el uso de champúes con un efecto desengrasante leve puede contribuir considerablemente en un incremento en el mercado de los champúes.

En el Cuadro No. 2 se muestran los tensoactivos aniónicos que se emplean ampliamente por sus propiedades limpiadoras indicando algunas de sus características de comportamiento dentro de una formulación de un champú.

CUADRO 2

PREPARACIONES LIMPIADORAS DEL CABELLO - DETERGENTES ANIONICOS

	ESPUMA EN AGUA DURA	AJUSTE DE-VISCOSIDAD CON NaCl	PROPIEDA-DES HU-MECTANTES	DESEN-GRAN-SANTE	BIODE-GRADA-CION
Sulfatos de Amidoeter $RCONH(CH_2CH_2O)_xSO_3Na$	MB	B	MB	M	MB
Sarcosidos $RCONHCHCOONa$   $CH_3$	M	M	B	M	MB
Ester del ác. sulfosuccí- nico $CHCOOR$   $CHCOONa$   $SO_3Na$	B	M	B	B	MB
Ac. grasos condensados $RCONH(CH_2RCONH)CH_2RCOOK$	M	M	MB	M	MB
Sulfatos de alquileter $RO(C_2H_4O)_xSO_3Na$					
Alquil sulfatos $ROSO_3Na$	B	M	M	MB	MB
Sulfonatos de alcanos secundarios $R-CH-R^1$   $SO_3Na$	M	M	B	MB	MB

Muy bueno (MB)

Bueno (B)

Malo (M)

. Fundamento y método.- Esta prueba está basada en la eliminación de la suciedad y grasas depositadas en una muestra de lana, lana de merino, cabello humano y otra muestra de un material que sea semejante lo más posible en composición química y propiedades físicas al cabello humano.

1. Para determinar la influencia del factor tiempo en la propiedad de limpieza por la detergencia de un champú, se utilizó lana, lavándola con una solución de un tensoactivo (sulfato de alquil éter) a una concentración de 0.5%, observándose que, después del primer lavado de 2 minutos, se habían eliminado más del 95% de grasas y en los subsiguientes lavados sólo se incrementó una porción de grasas extraídas (29).

Este método se emplea principalmente para conocer la efectividad de un tensoactivo dentro de la formulación de un champú. Con este fin, se impregna una porción del material (lana) con aceite de oliva o sebo vacuno, lavándose luego con varios tensoactivos bajo estudio en una máquina (Launde-o-meter). Los resultados obtenidos por este método son determinados mediante métodos adecuados para extracción de grasas (29).

El efecto limpiador de los tensoactivos está influenciado por varias propiedades: a) el efecto desengrasante, el cual es dependiente de la cantidad de grasa depositada en la muestra, b) en adición al efecto desengrasante, está la capacidad dispersante sobre las sus-

tancias exógenas, c) es básica una rápida y completa-humectación del cabello y cuero cabelludo cuando este-se va a lavar, d) el efecto disolvente sobre la sucie-dad, dependiendo de la capacidad emulsificante. Todas estas características contribuyen al funcionamiento -- óptimo del tensoactivo dentro de la formulación del -- champú.

#### - BRILLO

- . Definición.- El brillo es una propiedad óptica del cabel-lo y está en función de la luz recibida y la luz refleja-da por una masa del cabello (29).
- . Objetivo e importancia.- Esta prueba tiene como objetivo determinar el brillo del cabello proporcionado por el - - champú, basándose en que es una propiedad óptima suscepti-ble de ser medida por un método físico.

El brillo es uno de los atributos más importantes median-te el cual el consumidor juzga la condición del cabello;- debido a ésto se han formulado múltiples productos que se encuentran actualmente en el mercado sólo con el fin de - proporcionar brillo. Estos productos cubren la superfi-cie del cabello con una delgada capa que la hace uniforme, cubriendo las irregularidades y produciendo el aplanamien-to de las escamas. Esto se debe a que los compuestos - - catiónicos neutralizan las cargas negativas en dichas es-camas, reduciendo su repulsión electrostática y producen-la uniformidad de la superficie, incrementando, por lo - tanto, el lustre. Es de esperarse también, que el cabello

envuelto en un material altamente refractivo como el acei  
te de silicón adquiera un gran brillo.

Sin embargo, es importante señalar que el cabello limpio-  
e intacto es brillante, pero algunos depósitos irregulares  
como la suciedad, el sebo y las sales de calcio y magne-  
sio que existen en especial en aguas duras, son las res-  
ponsables de aumentar la dispersión de la luz y por lo --  
tanto disminuir su reflexión, disminuyendo de este modo -  
el brillo. Los decolorantes y ondulantes producen altera-  
ciones en la química y probablemente es la estructura his-  
tológica del cabello, por lo que estos procesos afectan a  
la superficie y a la capa cuticular, produciendo irregula-  
ridades y arrugamiento de dichas superficies y dispersan-  
do la luz.

Debido a las consideraciones anteriores, el lavado con --  
champú puede además remover toda la suciedad del cabello-  
proporcionando brillo, siendo este un atributo sumamente-  
importante que ha hecho que la demanda de estos productos  
se incremente y se siga incrementando a través del tiempo.  
Por lo tanto, es uno de los factores más importantes, des-  
de el punto de vista de los fabricantes de champúes, el-  
poder evaluar esta propiedad, ya que con ésto se puede --  
lograr un producto mejor y más confiable en su desempeño-  
en el mercado.

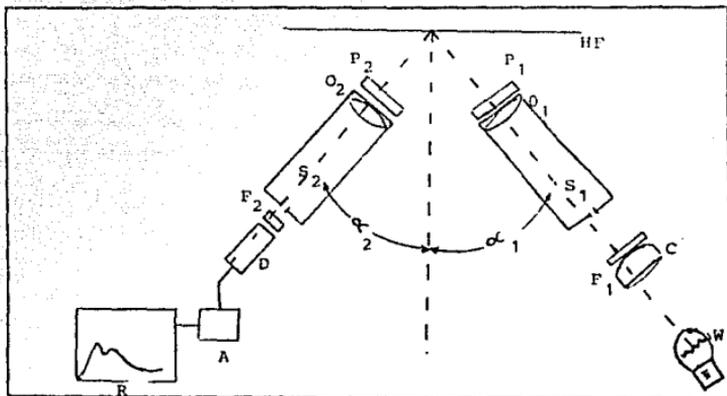
- Fundamento y método.- El fundamento consiste en que cuan-  
do un haz de luz toca una superficie, parte de la luz se  
absorbe, otra parte se dispersa y otra se refleja. La -

cantidad de luz de cada una de ellas depende de los índices de refracción del material en cuestión (el cabello), la geometría de la superficie y el ángulo de incidencia e incidencia de luz.

Un método para medir la curva de la luz reflejada por el cabello es medir sus propiedades ópticas con un goniómetro. En éste se involucra la medición de la intensidad de la luz reflejada, mediante un fotómetro, estando ésta a un ángulo fijo de la superficie (por ejemplo  $45^\circ$ ) como una función del ángulo entre la luz incidente y la superficie de la muestra.

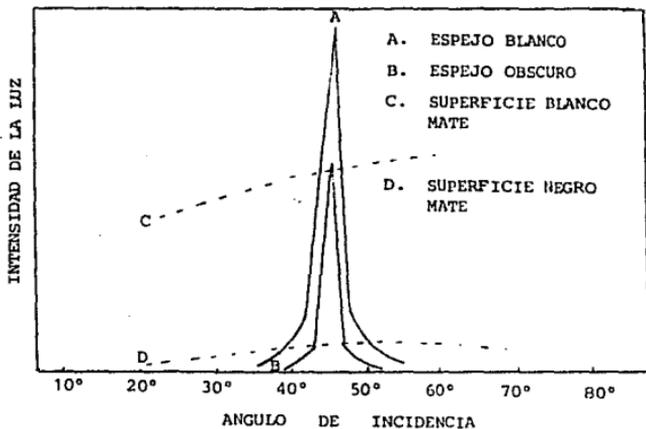
En la figura No. 4 se puede observar el esquema de un goniómetro; éste consiste en un foco con filamento de tungsteno de 30 watts, el cual dirige la luz hacia la lente de condensación C. La cabeza del filtro dicróico  $F_1$  refleja la longitud de onda de radiación ( $\lambda > 700$  nm) y transmite rayos con  $\lambda < 700$  nm.  $S_1$  y  $S_2$  son rejillas,  $O_1$  y  $O_2$  son lentes de doble objetivo acromáticos de doble ajuste,  $P_1$  y  $P_2$  son discos "polaroid" rotables,  $\alpha_2$  (ángulo de observación) y  $\alpha_1$  (ángulo de incidencia). HIF designa el plano de ordenación de las fibras del cabello,  $F_2$  consiste en uno o más filtros de densidad neutra empleados para ajustar la magnitud de la señal. D es el detector, A es el amplificador y R es el registrador de diagrama (6).

FIGURA 4

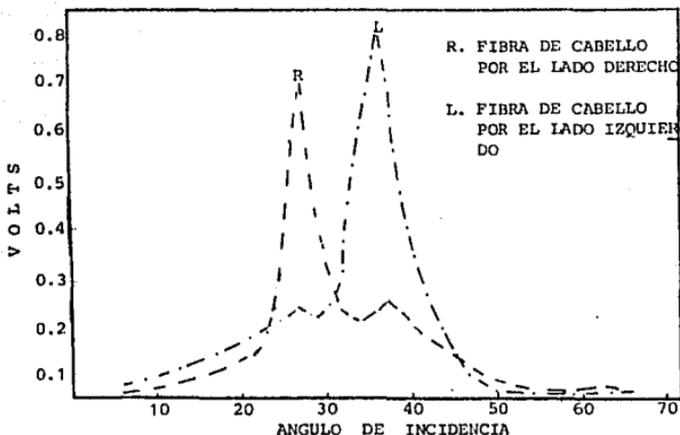


Un método basado en el goniómetro permite correlacionar toda la información de manera objetiva, lo que se observa en las gráficas 1 y 2.

GRAFICA 1



GRAFICA 2



En la primera gráfica se observan las curvas típicas de - reflexión de cuatro superficies reflectivas que son: un espejo blanco (una superficie lisa con una pequeña absorción de luz), un espejo negro (una superficie lisa con -- una fuerte absorción de luz), una superficie blanco mate - (superficie rugosa con pequeña absorción), y una negro ma te (superficie rugosa con fuerte absorción). A partir - de estas curvas se pueden derivar básicamente cuatro cantidades físicas, cada una de las cuales juega un papel im portante en la determinación de la percepción de la apa riencia óptica del cabello. La altura del pico, la cual indica la brillantez de la muestra, la forma del pico (es decir el grosor), que es una medición de la aspereza de - la muestra, el área bajo la curva, que proporciona la - -

cantidad total de luz reflejada, y finalmente la posición del o los picos (gráfica 1).

Las curvas de reflexión del cabello que se han obtenido por este método son básicamente las mismas que se muestran en la gráfica 2, aunque pueden ser más complejas. Stamm y colaboradores examinaron la utilidad de los parámetros físicos derivados de estas curvas y compararon los valores de dichas funciones con juicio subjetivo, llegando a la conclusión de que los factores que contribuyen a la percepción del brillo son, en orden de importancia: reflexión, laciencia, dispersión de la luz, alineación y el color de las fibras del cabello (6).

Existen otros métodos para medir el lustre en muestras de cabello rizado, pero la limitación de estos métodos está basada en la gran variabilidad que existe debido a la orientación de la fibra.

#### - DOCILIDAD

- . Definición.- La docilidad del cabello se puede definir como una medida del trabajo necesario para que un peine corra a través del mismo.
  - . Objetivo e importancia.- Determinar el trabajo realizado al peinar un mechón de cabello bajo condiciones controladas, como una medida de la docilidad del cabello impartida por un champú estudiado.
- La importancia de la prueba estriba en que es una medida de las propiedades friccionales del cabello que, aunque-

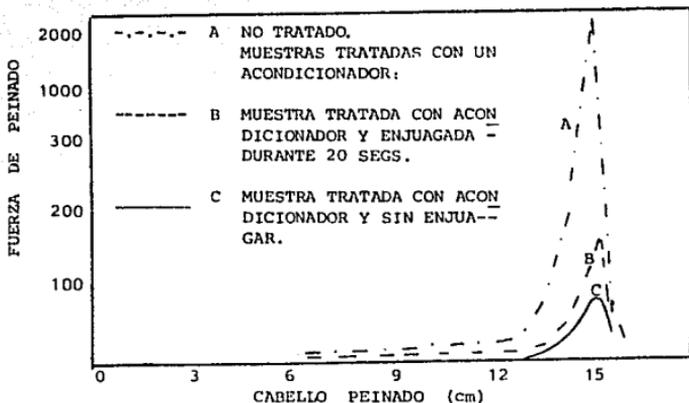
pueden tener muchas causas, en este caso se relaciona con el uso de los champúes que son productos que, además de mejorar la docilidad, también imparten cambios en las propiedades ópticas, proporcionando cuerpo y manteniendo el estilo del peinado. Estas propiedades generalmente son proporcionadas mediante la modificación de la superficie de la fibra del cabello por distintos mecanismos, lo que encuentra una importante aplicación en el tratamiento del cabello oxidado por el maltrato y los tratamientos reductivos-oxidativos, disminuyendo las dificultades de peinado del cabello húmedo.

- . Fundamento y método.- Se basa principalmente en la medición de la tensión de un mechón del cabello previamente tratado con el champú que se está probando, cuando se peina sistemáticamente de la raíz a la punta a una velocidad controlada, así como otras condiciones que se deseen, por ejemplo: pH, temperatura, humedad, concentración y otros, con un aparato llamado Probador de Tensión ("Instron Tensile Tester"). De esta manera, se pueden obtener tantos datos como requiera el estudio que se esté efectuando, mediante el adecuado manejo de éstos.

Pruebas subjetivas muestran que muy bajas concentraciones de tensoactivos catiónicos, pueden reducir grandemente el grado de trabajo necesario para que corra un peine a través del cabello. El empleo de un "Instron Tensile Tester" Mod. TM, ha sido de utilidad para caracterizar las diferencias en el trabajo necesario, para que corra

el peine a través del cabello tratado con los diferentes tensoactivos estudiados. La efectividad se incrementa -- conforme a los movimientos del peine desde la raíz hacia la punta. La fuerza máxima se conoce normalmente como "Pico de efectividad final", que es un índice confiable de la docilidad. Esto indica que el enredamiento de las fibras en el área alrededor de las puntas es responsable del incremento de la efectividad del peinado. El área bajo la curva es también conocida como "trabajo de peinado" y es otra medida confiable de la docilidad. A continuación, se ilustran gráficamente las variaciones de la efectividad del peinado a través de lo largo de una muestra de cabello trenzado. Determinándose con una humedad relativa del 5%, para ello se usa un peine de plástico y a una velocidad de peinado de 1.7 cm/seg. Se puede observar que, para una muestra sin tratar, se requiere una mayor fuerza de peinado (A), mientras que para una muestra tratada con el champú existe una considerable disminución de dicha fuerza (B), siendo mínima para el caso en que se -- tiene la muestra sin enjuagar (C). Gráfica 3.

GRAFICA 3



Con estos experimentos se han reportado disminuciones del valor del pico de fuerza final de peinado para el cabello seco, inducido por los tratamientos con champú acondicionador en crema, de un 50 a 90% (6,40).

En el peinado del cabello se emiten frecuencias vibracionales conforme el peine pasa a través de la superficie de las fibras del cabello. En el cabello dañado este sonido se puede escuchar y se le llama "sonido estridente". Recientemente se ha reportado un método instrumental para determinar el nivel de dicho sonido; el experimento consiste en un micrófono y amplificador conectado a un peine tal que, cuando se usa, se puede interpretar el sonido emitido mediante un integrador. Consecuentemente se puede evaluar el efecto de un champú acondicionador sobre el sonido producido por las fibras del cabello (46).

El análisis "in vivo" de la facilidad de peinado del cabello es generalmente más subjetivo que el análisis "in vi-tro" y éste se describe como un método sensorial objetivo para la evaluación de los efectos de los champúes sobre la apariencia y el fácil manejo del cabello. Se utiliza una escala de apreciación para evaluar dichas propiedades cosméticas; la prueba involucra un tratamiento de la mitad de la cabeza (champúes diferentes para el lado dere-cho y para el lado izquierdo). Los datos se evalúan estadísticamente como una función del tiempo de tratamiento (6,29,36).

- pH

. Definición.- La definición original del pH dada por Sorensen (1909) establece que el pH es igual a  $-\log 1H^{+1}$ , donde  $1H^{+1}$  es la concentración de ion hidrógeno en iones-gramo/litro. Se reconoció posteriormente que las medidas de pH reflejan más bien la actividad que la concentración de ion hidrógeno, por lo que ahora la interpretación convencional es  $pH = -\log a_{H^{+}}$  (11,43).

. Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba es la determinación del pH de un champú o de un acondicionador.

La determinación de esta característica es muy importante, ya que influye en las propiedades finales del producto, tales como viscosidad, estabilidad y funcionalidad óptima. Generalmente la viscosidad aumenta al disminuir el pH, lo

cual puede ser ocasionado por la formación de electrólitos o de otras especies como por ejemplo, cuando existe un cambio anfotérico de una partícula aniónica a un zwitterión y los cationes bajan progresivamente el pH. Es recomendable hacer la corrección final de la viscosidad después de haber ajustado el pH.

La estabilidad del producto puede verse afectada por una deficiente regulación de pH. Se ha observado por ejemplo que, cuando un champú es alcalino puede formarse una pasta tiesa y opaca debida a la presencia de sosa libre o bien influyendo, como se ha mencionado, sobre la viscosidad y aspecto final del producto (22).

Con respecto a la funcionalidad óptima del champú, ésta se relaciona directamente con el efecto del pH sobre las propiedades físicas del cabello como son: elasticidad, fricción interfibra, carga estática, análisis visual y microscópico de la fibra. Resultados de pruebas realizadas, indican que el cabello en condiciones normales no se ve afectado en tales propiedades cuando los valores del pH están entre 4 - 8 y en los extremos a pH 2 y 11 sí se observan cambios considerables (6).

Los champús comerciales tienen un pH entre 3.3 y 8, frecuentemente se dice que los de pH ácido tienen un efecto astringente y consecuentemente aumenta la integridad estructural, brillo y fácil manejo del cabello.

Fundamento y método.- Es posible medir el pH de una solución acuosa, mediante una pila formada por un electrodo-

de hidrógeno y un electrodo de referencia inmersos en la solución. Para esta medida pueden emplearse muchos electrodos de referencia, pero de todos ellos sólo se utiliza ampliamente el electrodo de calomelanos saturado (E.C.S.). Es aconsejable estandarizar la pila, con una de las soluciones estándar cuyo pH esta próximo al pH estimado de la solución de la muestra. Esta precaución ayuda a asegurar la constancia del potencial de unión líquido, ya que los iones de hidróxido, altamente móviles, son quienes más contribuyen al potencial de unión líquida. Es también -- una buena práctica medir el pH de una segunda solución estándar, después de la estandarización en contraste con la primera.

El pH de un champú se mide de la siguiente manera:

Materiales.- Potenciómetro que tenga una combinación de electrodos de vidrio y de calomel y soluciones de buffer de pH 4, 7 y 10. Se elige el buffer de acuerdo al cuadro No. 3, y se hace la lectura del pH (9).

CUADRO 3  
ELECCION DEL BUFFER PARA EL pH ESPECIFICO DE LA MUESTRA

pH específico de la muestra	Buffer recomendable
0 - 5.5	4.0
5.5 - 8.5	7.0
8.5 - 14.0	10

## - VISCOSIDAD

. Definición.- La viscosidad es la resistencia que opone un fluido para fluir.

. Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba consiste en determinar la viscosidad de un champú.

Uno de los ingredientes básicos de la formulación de un champú es el espesante, el cual proporciona el grado de viscosidad del producto.

Dentro de éstos están, por ejemplo: el cloruro de sodio, cloruro de amonio, alcanolamidas, mono, di y trietanolamidas, sulfonatos de alfaolefinas, y otros.

Es importante la elección adecuada de estos ingredientes, para lograr sistemas de tensoactivos compatibles que proporcionen una buena viscosidad, ya que de no ser así pueden presentarse problemas como por ejemplo un producto de apariencia opaca a temperatura ambiente, disminución de la formación de espuma, incompatibilidad de la fragancia, e inconsistencia en el color del producto. Por lo tanto, aún cuando existen materiales baratos para lograr una viscosidad adecuada, la ruta de elección debe ser la optimización de la fórmula. Esto implica que cuando se estudia un nuevo material espesante de menor costo, siempre se requieren pruebas tales como: estabilidad prolongada, empaque, pruebas microbiológicas y toxicológicas, que se evalúan por comparación contra estándares.

Existen otras razones de mercado y técnicas para desear una viscosidad adecuada. El primero y más obvio es el

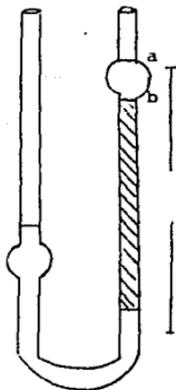
consumidor, quien espera que un producto más espeso sea más concentrado y rico que uno que no lo es. Otra razón es que los champúes que son poco viscosos son muy difíciles de aplicar en el cabello, se corren fácilmente entre los dedos, no se controla fácilmente la cantidad requerida y puede entrar más fácilmente en los ojos.

Algunas formulaciones se espesan para prevenir el asentamiento cuando se dispersan compuestos de metales pesados en champúes contra la caspa, homogenización de agentes aperlantes y para evitar separación de otros ingredientes. Finalmente, existen otras causas para controlar la viscosidad en un champú, como son: evitar problemas técnicos durante el empaque tratando de eludir la formación de abundante espuma cuando se dosifica en el contenedor, evitando de esta manera la pérdida del producto durante el envasado (22).

. Fundamento y método.- La viscosidad es la medida del tiempo necesario para que un volumen fijo de líquido fluya por un tubo capilar. El viscosímetro de Cannon-Fenske es uno de los instrumentos para realizar tal medida en el cual mediante un tubo capilar largo se unen dos bulbos. Para hacer la determinación se hace subir el líquido por la rama izquierda hasta sobrepasar la marca "a". Se le permite luego fluir hasta el bulbo inferior. Se mide entonces el tiempo necesario para que el líquido descienda desde "a" hasta "b", este es el tiempo necesario para que el volumen fijo de líquido fluya a través del capilar. La

diferencia de presión varía con el tiempo durante el flujo, pero es proporcional a la densidad del líquido. Si se comparan dos líquidos diferentes con el viscosímetro se ve que este es un método conveniente para medir la viscosidad de un líquido con respecto a la de otro (figura No. 5).

FIGURA 5



Para realizar la medida de la viscosidad de una muestra de champú se requiere de: un baño con temperatura constante, cronómetro, viscosímetro calibrado Cannon-Fenske, que se elige con base en la viscosidad aproximada referida en el cuadro No. 4 en unidades "centipoise" (cps).

C U A D R O 4  
MEDIDAS DE VISCOSIDAD

Viscosidad (cps)	Tamaño del viscosímetro
1 - 10	200
4 - 20	300
20 - 100	400
100 - 500	500
500 - 5000	600

Se procede a efectuar la medida de la muestra de la siguiente manera: transferir un volumen de muestra al viscosímetro, colocarlo a temperatura constante, aplicar succión sobre el tubo capilar con un bulbo de hule, quitar la presión y dejar que la solución fluya a través del capilar. Tomando el tiempo desde que atraviesa el menisco superior hasta el inferior, anotar el tiempo requerido en segundos, repetir la medida hasta obtener valores reproducibles. Esta medida sirve como punto de calibración y se efectúa con estándares certificados, obteniendo así el factor del viscosímetro:  $\text{Factor} = \frac{\text{Viscosidad de la sustancia de referencia (cps)}}{\text{Tiempo (seg)}}$

El procedimiento para la muestra es el mismo que el efectuado en la calibración, siendo la viscosidad de la muestra = Factor de calibración X t (seg).

Es necesario especificar las unidades de viscosidad, así como la temperatura a la cual se determinó (10).

Anthony L.L. Hunting considera arbitrariamente a un champú; poco viscoso como aquél que a 25°C tiene una viscosidad de 750 cp; un champú viscoso tendrá una viscosidad de 2500 cp. Arriba de estos valores el producto se considera como gel, debido a que no se ha establecido una regla universal al respecto (22).

En este punto se mencionan otras pruebas que se relacionan estrechamente con la viscosidad. Entre estas se encuentran las siguientes: fluidez, apariencia y gravedad específica.

La fluidez del champú se entiende como el tiempo necesario para que la muestra fluya del contenedor. Este tiempo es variable, dependiendo de la forma física del producto.

#### - ADSORCION

. Definición.- Físicquimicamente, la adsorción es el fenómeno en el cual las moléculas de un líquido se concentran sobre la superficie de un sólido, este fenómeno es el que se presenta en los acondicionadores actuales para ejercer su efecto sobre el cabello. Este proceso se distingue de la penetración de un componente en la masa de otro que es lo que se llama adsorción (3).

. Objetivo e importancia.- La determinación de la propiedad de adsorción de un enjuague o un acondicionador se debe a que, por medio de ella, un buen acondicionador a la vez que brinda protección al cabello, mejora sus propie-

dades de docilidad, brillo y otros. Esto es que el ingre  
diente activo acondicionador (comp. de amonio cuaternario  
y sales de amidoaminas), debe permanecer en el cabello. -

Para su evaluación se usa la prueba del color rubí.

Esta es una prueba sencilla pero efectiva para determinar  
la adsorción de un tensoactivo catiónico sobre el cabello.

El procedimiento de la prueba es el siguiente: una mues-  
tra (aproximadamente de 0.3 g de cabello) originalmente -  
color rubio claro, se lava con etanol y se seca. Ensegui-  
da se coloca en una solución del tensoactivo (del produc-  
to acondicionador) durante 3 minutos, a continuación se -  
enjuaga la muestra de cabello con agua fría y se introdu-  
ce en una solución acuosa al 0.5% de un colorante rojo --  
(Azo colorante polianiónico macromolecular = Pyrazol Fast  
Bordeaux 281, Sandoz) (ajustando el pH a 3.5 con ácido --  
sulfúrico), durante 5 minutos a 40°C. La muestra se en-  
juaga perfectamente con agua fría y se analiza visualmente  
el color tomado por la misma. La proporción en que el co  
lorante rojo se adsorbe se determina espectrofotométrica-  
mente al visible y se toma como una medida de la adsorción  
del agente acondicionador (36).

#### PRUEBAS SUBJETIVAS

- Durante el desarrollo de un champú, se requiere de algunos-  
métodos y técnicas, con el objeto de determinar la dependen  
cia funcional de un champú o de un acondicionador, con res-  
pecto a las propiedades del cabello como: brillo, docili-  
dad, sensación al tacto, otros y en relación con los atribu

tos que se perciben como resultado del tratamiento ya sea de lavado o acondicionamiento del mismo, constituye ésto, - uno de los grandes problemas de los productores.

Las pruebas subjetivas se realizan con esta finalidad y para ello confían en los salones de prueba, toman la opinión de especialistas expertos en el cuidado del cabello. Estas pruebas presentan la ventaja de que el producto en estudio se analiza bajo las mismas condiciones que privan durante el uso habitual.

En las pruebas de salón se toma como referencia un estándar de prueba (un champú o acondicionador cuyas propiedades se conocen), que se aplica en la mitad del cabello y en la - - otra mitad se aplica el producto de prueba en lo que se conoce como prueba de "Media Cabeza". Esta prueba involucra a un gran número de personas de ambos sexos y con diferentes tipos de cabello para obtener información real y de un valor práctico.

Las pruebas subjetivas son prácticamente aquéllas que se -- realizan "in vivo" y para esto se han reportado dos alternativas:

La primera se describe como un "método de objetividad sensorial" para evaluación de efectos de champús sobre la aparición y fácil manejo del cabello. Un especialista, experto en el cabello, emplea una escala para evaluar las propiedades cosméticas. Se emplea el tratamiento de la "Media Cabeza" (diferente champú para el lado derecho e izquierdo) en seis sujetos durante cuatro semanas y los resultados, se

tratan estadísticamente para establecer su importancia como una función del tiempo de tratamiento.

En la segunda alternativa se emplea una medida llamada "magnitud de estimación" para optimización de cosméticos. No tiene un límite superior sobre una escala o un punto de referencia; de manera que se describe como la optimización -- del atributo en estudio. Cuando se realiza por un experto, es una técnica muy sensible de diferenciación entre productos, los cuales tienen como límite un producto control o un punto fijo en una escala de evaluación (40).

Los parámetros de las fibras de cabello relacionados directamente con los atributos cosméticos de un champú (docilidad, brillo, cuerpo, sensación al tacto, cuerpo y retención del peinado, color y fragancia), se pueden medir mediante los métodos correspondientes (III); sin embargo pueden no correlacionarse con una reacción positiva por parte del consumidor; por ello, es muy importante la realización de las pruebas subjetivas:

- Color
- Cuerpo y retención del peinado
- Fragancia

#### - COLOR

. La importancia en la selección del color de un champú involucra el aumento de atractivo y la tendencia a que desaparezcan los envases opacos; tanto el aprovechamiento de -- las bases tensoactivas coloreadas como la introducción de sistemas para proporcionar estabilidad de color y nuevas -

técnicas de mercadotecnia han hecho que el producto y el empaque se favorezcan mutuamente.

El procedimiento de la prueba consiste en el análisis visual comparado contra un control.

#### - CUERPO Y RETENCION DEL PEINADO

. Definición.- El cuerpo del cabello ha sido definido como "el poder estructural y la flexibilidad de una masa de cabello", que generalmente es percibida como una propiedad visual y táctil (Hough, Huey y Tolgyesi) (16,21,40).

. Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba es - conocer las formas de medir el cuerpo del cabello y la retención del peinado, debido a que es uno de los atributos más importantes que se pueden impartir al cabello con un champú acondicionador. Siendo el cuerpo del cabello una de las características más importantes, que afecta directamente a la retención del peinado, es un parámetro que el consumidor del producto considera para su preferencia. La importancia de esta prueba radica en que se pueden correlacionar las propiedades de cuerpo que se imparten al cabello con las propiedades de peinado.

Existe una gran variedad de champús acondicionadores que proporcionan el mantenimiento del cabello en su lugar, -- por depositación de diferentes aditivos, tales como polímeros catiónicos, sales cuaternarias de amonio, sales de fosfatos de copolímeros entre otros. Gracias a esta prueba se puede determinar la efectividad de cada uno de - -

ellos incorporados en un champú, pues mediante la medición adecuada se pueden predecir los atributos estéticos del champú para los deseos del consumidor o sus preferencias.

- Fundamento y método.- La evaluación del cuerpo del cabello está basado tanto en las características visuales como en las táctiles. El incremento del cuerpo del cabello puede realizarse por dos caminos, tanto por el incremento de la flexibilidad de cada una de las fibras o por el incremento de la fricción estática interfibras. Los acondicionadores que incrementan la fricción estática interfibras (por ejemplo materiales del tipo cera sólida), dan cuerpo por la creación de puentes entre las fibras, en tanto que el incremento en la flexibilidad de cada una de las fibras es una labor difícil (6).

Existe poca literatura sobre la medición del cuerpo, sin embargo en años recientes se han reportado dos métodos. El método del bucle omega ("Omega Loop") descrito por -- Tolgyesi y colaboradores. En este método se hace la determinación con un mechón de cabello, que se sostiene en forma de la letra griega  $\omega$  (Omega) y se comprime repetidamente permitiendo su recuperación. El promedio de la fuerza de trabajo que se emplea para la compresión de las deformaciones sucesivas (10 por ejem.), es lo que se utiliza para hacer la comparación. Este método se debe aplicar con precaución en el control y la selección apropiada de la muestra, incluyendo el número de fibras de cabello.

El otro método más recientemente presentado por García y col. involucra el estiramiento de una porción de cabello que se encuentra en un anillo horizontal (6).

Sin embargo, ninguno de los dos métodos presenta datos acerca de la reproductibilidad y la exactitud de las mediciones, y requiriéndose además de un juicio subjetivo para hacer las observaciones, por lo que no se ha podido confirmar la utilidad de los mismos.

#### - FRAGANCIA

. La realización de esta prueba es importante, ya que es un factor que tiene alta consideración para los consumidores. En lo que se refiere a la fragancia de los champúes, estos pueden ser evaluados por cuatro rutas:

1. La fragancia se percibe en el envase.
2. Se percibe durante el uso práctico (prueba de salón).
3. La fragancia residual que queda en el cabello después de enjuagar, secar y peinar el cabello.
4. La estabilidad de la fragancia en el producto durante el almacenamiento y los efectos a largo plazo sobre otras características del producto, como por ejemplo el color.

En cada caso la fragancia puede variar en la apreciación por el consumidor. Para lograr una buena aceptación, es necesario realizar la prueba de fragancia para todas las situaciones descritas.

- PRUEBA DE DRAYZE

. Definición.- La prueba de irritación en el ojo es aquella que se lleva a cabo en el ojo de conejo y que aún cuando no puede ser considerada como un símil de los efectos en el ojo humano, si lo es como una medida de comparación relativa a la irritación en el ojo producida por el uso de champúes.

. Objetivo e importancia.- Determinar el daño producido por champúes y acondicionadores en el ojo de conejo, tomando como control un producto inocuo bajo condiciones habituales de uso.

Existe una posibilidad de contacto accidental en los ojos, en el momento del uso de los champúes; por lo tanto, es importante el tener una forma de evaluar el daño que puede producir tanto el producto terminado como cada uno de los ingredientes de la formulación. Aunque este método no es una replica exacta de lo que ocurre en la realidad, se trata de correlacionar los resultados que se obtengan "in situ" para poder diferenciar entre aquellos materiales que sean exageradamente tóxicos para el ojo humano.

. Fundamento y método.- En general el método de evaluación del daño involucra la aplicación local en los ojos de conejos y observación periódica para los signos de daño; estos incluyen:

1. Eritema y edema de los párpados.
2. Eritema y edema de las membranas.

3. Lagrimeo.
4. Signos de respuesta al dolor.
5. Incidencia de opacidad.
6. Vascularización de la esclerótica y de la córnea.

Se ha encontrado que, en general, los tensoactivos potencialmente irritantes al ojo están en el siguiente orden: - catiónicos  $\succ$  aniónicos  $\succ$  no iónicos. Sin embargo, hay excepciones a este orden, las cuales sugieren que existen otros factores de clasificación como podría ser su naturaleza química, o que puede haber una correlación entre la irritación del ojo y algunas propiedades más específicas de estos agentes.

Procedimiento.- El método de Drayze y Friedenwald & Hughes, se lleva a cabo para evaluar el daño en el iris, córnea, conjuntiva y mucosa palpebral. La prueba se realiza en 3 conejos albinos con un peso de 2 a 3 kg con ojos sanos y sin defectos. Los 3 conejos se sujetan en los cepos; a cada uno de los conejos se les abre suavemente el párpado inferior del ojo derecho en forma de "cuchara" y se les aplica (en el saco conjuntival) 0.1 ml de la solución de prueba (solución del champú al 10% p/v), quedando el ojo izquierdo, como testigo normal. Después de un periodo de 3 segundos de contacto de la solución con el ojo, se anota la hora de aplicación de la solución de prueba, ambos ojos se enjuagan con 25-30 ml de solución salina, se mantienen a los conejos durante 3 horas en los cepos y luego se regresan a sus jaulas y se hace la obser

vación de los síntomas patológicos en los siguientes períodos de tiempo: Observar los ojos de los conejos a partir del 1o. hasta el 7o. día después de aplicada la solución bajo estudio, usando el ojo no tratado como testigo; la prueba podrá suspenderse antes de los 7 días siempre y cuando no se observe irritación alguna en los ojos de prueba; para evaluar las lesiones producidas en el ojo del conejo por la solución de prueba, se utiliza la siguiente escala de calificación.

Se realizan las siguientes observaciones: la quemosis y lacrimación antes y después de abrir el párpado, así como la observación de la conjuntiva, la córnea y el iris.

#### CONJUNTIVA

a) Enrojecimiento (se refiere a la conjuntiva palpebral y bulbar excluyendo a la córnea y el iris).

- |  |   |
|--|---|
| - Vasos normales.  | 0 |
| - Vasos capilares claramente más inyectados de lo normal.            | 1 |
| - Enrojecimiento moderado, con los vasos difícilmente distinguibles. | 2 |
| - Enrojecimiento difuso intenso.                                     | 3 |

b) Quemosis

- |   |   |
|---|---|
| - No hay inflamación.                           | 0 |
| - Inflamación ligera.                           | 1 |
| - Inflamación con eversión parcial del párpado. | 2 |
| - Inflamación con párpados cerrados a la mitad. | 3 |

- Inflamación con párpados totalmente cerrados. 4
- c) Secreción
  - Ausencia de secreción. 0
  - Secreción ligera (no tomar en cuenta las secreciones ligeras que normalmente están presentes en el ángulo ocular interno)- 1
  - Secreción con humedecimiento de los párpados y del pelo adyacente al borde palpebral externo. 2
  - Secreción con humedecimiento de los párpados y del pelo sobre grandes zonas alrededor del ojo. 3
  - Total de lesiones en la conjuntiva (a+b+c) x 2 = 20 (máximo).

#### CORNEA

- a) Grado de opacidad.
  - No hay opacidad (no hay pérdida de brillantez o luminosidad). 0
  - Presencia de una zona iritada con apariencia difusa o dispersa, detalles del iris claramente visibles (no se pierde la transparencia pero si la brillantez). 1
  - Presencia de una zona de irritación aún translúcida, fácilmente identificable, -- con los detalles del iris ligeramente obscurcidos. 2

- Presencia de una zona irritada opalescente, detalles del iris visibles, contorno de la pupila difícilmente visible. 3
  - Presencia de opacidad que hace al iris in visible. 4
- b) Area de opacidad.
- Un cuarto o menos, pero no cero. 1
  - Entre un cuarto y la mitad. 2
  - Entre la mitad y tres cuartos. 3
  - De tres cuartos a toda el área. 4
- c) - Total de lesiones corneales  
axb5 = 80 (máximo)

### IRIS

- a) Valores
- Normal. 0
  - Congestionado, hinchado, con inyecciones-circunscorneales y más arrugado que lo normal (una o varias de estas características, con el iris aún reaccionando a la luz). 1
  - No hay reacción a la luz, hemorragia, destrucción considerable. 2
- b) - Total de lesiones iridianas.  
ax5 = 10 (máximo)

Se suman las calificaciones obtenidas en conjuntiva, córnea e iris, para cada conejo, se promedian los valores de los 3 conejos, obteniéndose así la calificación de prueba

por día.

Una vez terminada la prueba e incluyendo el valor del último día de la misma, se promedian los valores de las calificaciones de la prueba por día.

El valor promedio se divide entre 110 (suma total de las calificaciones máximas posibles) y dependiendo del cociente obtenido, se clasificará el champú de acuerdo a la siguiente tabla:

0.0	a	0.1	No irritante
Más de 0.1	a	0.3	Ligeramente irritante
Más de 0.3	a	0.5	Irritante
Más de 0.5	a	1.0	Irritante severo

El producto que tenga una calificación no mayor de 0.1 se aceptará como un champú para uso humano (4,25,38).

En 1979 Bell Van Abbe y Col. establecieron un procedimiento modificado para esta prueba.

Indicaron para su procedimiento la dilución en la concentración de tensoactivo de 2.5 a 3%, y una dosis volumen de instilación de 0.1 ml, con lo cual obtuvieron un buen grado de diferenciación permitiendo un margen razonable de seguridad. En sus estudios, el problema diluido y los champús control se prueban simultáneamente, usando como control un champú aniónico típico, que es inocuo bajo condiciones habituales de uso. Es de hacer notar que si los estándares no se conservan igual que las soluciones de prueba, se observan variaciones en los resultados. Sin embargo, ellos sugieren que si se tiene un tensoactivo -

nuevo, o aditivo potencialmente irritativo o desconocido, se podría hacer una prueba a concentraciones altas justificadamente, pero sólo después de probar con los produc-  
tos diluidos (4).

En este método la córnea, el iris y la conjuntiva se examinan por el método de Drayze.

#### PRUEBAS DE TOXICIDAD

. Definición.- La prueba de toxicidad es el conjunto de estudios biológicos, realizados para determinar de diferen  
tes maneras el grado de toxicidad que puede ocasionar el empleo de un cosmético, requiriendo para ello que las - -  
pruebas sean sencillas, eficaces y reproducibles a fin de asegurar la óptima calidad del producto.

. Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba es -  
la determinación del posible daño que un champú o acondi-  
cionador (en general un cosmético), puede ocasionar en el consumidor, por medio de estudios en animales de laborato  
rio.

Las pruebas toxicológicas son de gran importancia, ya que ayudan a determinar la toxicidad potencial de un producto cosmético asociado con los ingredientes activos, vehícu-  
los, bases y otros. Esto se evalúa mediante estudios por administración del producto en animales de pruebas y de -  
esta manera se correlacionan con los efectos en el humano. Debido a que se han reportado soluciones detergentes de-  
compuestos de amonio cuaternario de alta toxicidad y aún cuando es difícil que en la manufactura de champúes se -

empleen detergentes de tal toxicidad, existe la posibilidad de que los niños usen estos productos para jugar; por lo tanto es conveniente tener cuidado con las formulaciones en cuanto a sus pruebas de toxicidad.

Woodward y Calvery, así como la U.S. Toilet Goods Association, han efectuado pruebas en animales de laboratorio como conejos, ratas y cerdos, que proporcionan información acerca de la toxicidad de detergentes, mismos que se resumen en los cuadros 5 y 6 donde los efectos observados fueron:

- a) Irritación del tracto gastrointestinal.
- b) Daño, de leve a severo en órganos como hígado y riñón.
- c) Cambios en los elementos sanguíneos como: variación en la cuenta total de glóbulos blancos y glóbulos rojos, cambio transitorio en los linfocitos sin presentación de pigmentos extraños en la sangre.
- d) Daño en grado variable de pulmones, corazón, riñón, vesícula biliar, glándulas adrenales, tiroides, músculos y huesos, al examen microscópico (19).

CUADRO 5

TOXICIDAD DE ALGUNOS TENSOACTIVOS EN DOSIS REPETIDAS

TENSOACTIVO	ANIMAL	MEDIO	DOSES (%)	DURACION EFECTO DIAS	EFECTO
Alquil sulfato de sodio R-O-SO <sub>3</sub> -Na	Ratas	Agua	0.1 0.25 0.5 1.0 5.0 10.0	160 160 160 160 5 5	a a a a a a
"Tergitol 08" R(OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> OH R= Grupo alquil o mezcla de Grupos alquil	Conejillo de Indias Ratas	Agua " " " "	0.2 0.25 0.5 1.0 2.0 4.0	180 30 30 30 30 30	d b b b b b
"Tergitol 4" "Tergitel 7" R(OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> OH	Ratas "	" "	" "	" "	" "
Diocilsulfosuccinato de sodio $\text{NaO}_3\text{S}-\text{CHCOOCH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{CH}_3$	" Conejos Monos Perros Conejillo de Indias	Dieta	0.25g/ Kg/día 0.5 0.75 1.0 1.25 0.5 0.125 0.25 0.2	160 160 160 160 160 160 160 160 160 180	c c c c c c c c c d
Isopropil-naftilen sulfonato sódico $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{SO}_3\text{Na}$ CH <sub>3</sub>	"	Agua	0.2	180	d
Alquilaril sulfonato sódico R-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -SO <sub>3</sub> Na	"	"	0.2	180	d
Dodecil-bencen-sulfonato sódico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$ CH <sub>3</sub>	"	"	0.2	180	d

CUADRO 6

TOXICIDAD POR DOSIS UNICA DE ALGUNOS AGENTES  
TENSOACTIVOS (DETERGENTES)

AGENTE TENSOACTIVO	ANIMAL	VIA	LD <sub>50</sub> g /kg	
Lauril Sulfato de Sodio $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$	Ratas " "	I.P. OPAL "	0.21 2.7 1.0	6 5
Alquilaril sulfonato R  $\text{SO}_3\text{X}$	" "	" "	1.4 1.5	5
Lauril sulfonato de sodio	" " "	I.P. " ORAL	0.3 0.98 16	6 6 5
2-Etil hexanol sulfato de sodio $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_2\text{CH}_3$ $\text{CH}$	" Conejillo de Indias	" " "	4 1.5	5 5
7 Etil-2-metil-undecanol-4 sulfato sódico $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$ $\text{CH}_2\text{CH}_3$ $\text{CH}$ $(\text{CH}_2)\text{CH}_3$	Ratas " Conejillo de Indias	ORAL " "	1.5 2.0 0.6	5 5 5
3,9-Dietiltridecanol 6 sulfato sódico	Ratas Conejillo de Indias	" "	1.4 0.4	5
N-(sulfoetil sódico) oleamida	Ratas Ratones	" "	4.0 6.3	
Dodecil-bencen sulfonato sódico $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$	Ratones	"	2.0	
Sulfonato de alquilarilamina R  $\text{SO}_3\text{NH}_2$	Ratones	"	2.8	
Cloruro de alquil dimetil bencil amonio	Ratas "	" I.P.	0.35 0.05	

5 J. INDUST. HYG., 1941,23,478

6 J. AMER. DENT. ASS., 1939,26,1461

Estos son algunos de los tensoactivos en los que se han -  
realizado estudios para toxicidad por vía intraperitoneal  
(I.P.) y oral administrados con agua mediante la dieta, -  
en forma subaguda o crónica.

- a) Epstein y col. observaron que los animales a quienes -  
se les administraron dosis de 5-10% murieron en 5 días,  
4 de 11 animales sobrevivieron 160 días con concentra-  
ciones de 1%. Con las concentraciones de 0.1, 0.25, -  
0.5% no se observó crecimiento de los animales. Los -  
efectos primarios fueron: irritación local de tracto-  
gastrointestinal (19).
- b) Los experimentos sobre "Tergitoles" (Tergitol 08, 4 y -  
7) realizados por Smith y col., no muestran cambios  
en la cuenta de los componentes sanguíneos ni muertes-  
por estos tensoactivos, 16/55 (29%) de riñones y 4/50-  
(8%) de hígados mostraron un daño leve, los otros teji-  
dos no mostraron alteraciones (19).
- c) En los estudios realizados por Benaglia y col. no se -  
presentaron muertes aproximadamente en el 75% de las -  
dosis manejadas. La cuenta total de células blancas y  
rojas no sufrió cambio; sin embargo, la proporción de  
neutrófilos y de linfocitos si sufrió cambio transito-  
rio y no se observaron pigmentos extraños en la sangre.  
Al finalizar el experimento, los perros y los monos, -  
no mostraron ninguna patología. En los conejos la - -  
muerte de 3/4 fue atribuida al dioctisulfosuccinato - -  
de sodio (19).

d) De los 10 tensoactivos administrados a conejillos de indias, el detergente catiónico cloruro de alquil dimetil bencil amonio, fue el menos tolerado, 12/12 (100%) de los animales tratados murieron a los 40 días. El examen histopatológico de pulmones, corazón, hígado, vejiga, bazo, páncreas, estómago, intestino delgado, colon, riñón, glándulas adrenales, ganglios linfáticos, tiroides, huesos y músculos, no mostró daño directamente atribuible a los tensoactivos estudiados. Sin embargo, si presentó cierto grado de inanición.

Fundamento y método.- Las pruebas de toxicidad se basan en la determinación de los efectos producidos por una sustancia, al ser administrada en animales de laboratorio bajo condiciones determinadas. Los cambios biológicos se pueden evaluar a nivel de elementos sanguíneos, o bien a nivel celular en determinados órganos de los animales que para tal fin selecciona el personal especializado responsable de estos estudios.

Para evaluar la toxicidad de un cosmético o de un champú, se efectúan las siguientes pruebas (2):

1. DETERMINACION DE LD<sub>50</sub> Y ED<sub>50</sub>.- Por definición, la LD<sub>50</sub> es aquella dosis a la cual muere el 50% de los animales probados, estableciendo algunas condiciones para realizar la prueba como: especie, sexo, vía de administración, cepa, entre otros.

La aplicación en la piel se hace por medio de una gasa permeable, colocando en el sitio de aplicación un ven-

daje; las concentraciones de la sustancia de prueba se emplean en los dos extremos de toxicidad: no tóxico y 100% tóxico letal, con aplicaciones de concentraciones intermedias que pueden incrementarse logarítmicamente en las siguientes 24 horas del periodo experimental. - Se anota el número de sobrevivientes y se determina la  $LD_{50}$  utilizando el método estadístico de Wilcoxon y - Lichtfield (2).

2. IRRITACION DE LA PIEL.- Los irritantes primarios causan efectos sobre las áreas aún débilmente expuestas, - los irritantes secundarios causan el mismo efecto sólo en una segunda aplicación. Los cosméticos pueden ser irritantes primarios o secundarios, dependiendo de su concentración.

Para esta prueba se utiliza piel de conejo porque es - muy semejante en sus reacciones a la piel humana (Draize, Woodward y Calvery) (2). La sustancia por analizar se aplica directamente en la piel depilada (formas sólidas) e impregnada sobre una gasa permeable para las formas líquidas; con una dosis de 0.5 g para las formas sólidas y 0.5 ml para las líquidas y 4g/kg de peso para las sustancias untuosas. Durante las siguientes - 24 hs de la exposición, se evalúan los resultados en - una escala de 0-4 grados caracterizado por eritema y edema localizado. Las reacciones se valoran también - después de 72 hs, denominando los resultados en una escala de irritantes leves, moderados y severos, repor--

tando los resultados como un promedio de la piel dañada y la piel intacta.

3. PRUEBA DE DRAYZE.- Esta prueba ya se describió.
4. PRUEBA DE CONTORSION DE RATON.- Esta prueba fue desarrollada por Pearl en 1968 y Hender Shot en 1959 y ha sido aplicada recientemente por Shanahan, para evaluación de productos irritantes en champúes. Esta prueba involucra esencialmente la inyección I.P. del producto en ratones de determinado peso y la observación de su actividad de contorsión; es un método sencillo y sensible para productos irritantes (30,35).
5. CULTIVOS DE TEJIDOS.- El procedimiento involucra el empleo de cultivos de células animales (ojos, piel y pulmones), a los cuales se les administran concentraciones variadas del producto por analizar. Este procedimiento es probablemente el más sensible indicador de citotoxicidad de cosméticos, con la ventaja de que es capaz de detectar cambios morfológicos, para lo cual se requiere de un especialista (2).
6. LA HIPERSENSIBILIDAD.- Esta puede desarrollarse después de repetidos contactos con los productos de aplicación tópica; las reacciones en la piel pueden ser muy variadas e incluyen: enrojecimiento, comezón, ecsemas y erupciones.

Las pruebas de respuestas inmunológicas más ampliamente realizadas en el laboratorio se efectúan con Conejillo de

Indias. El procedimiento desarrollado por Buehler en 1965, involucra aplicaciones 3 veces a la semana de 0.5-ml de la sustancia de prueba, sobre la piel depilada de los animales de prueba bajo condiciones controladas; a las dos semanas de aplicación, la piel se expone nuevamente a la sustancia en concentraciones similares; las evaluaciones de la piel dañada y no dañada se hacen 24 y 48 hs después (2,7).

Es importante hacer notar que existe una correlación definida entre la toxicidad en animales y las reacciones de toxicidad en humanos reportada para productos cosméticos.

#### PRUEBAS DE LIMITES MICROBIANOS

Objetivo e importancia.- El objetivo de esta prueba consiste en determinar el número de microorganismos mesófilos aeróbicos permitidos en un champú, así como determinar si existe contaminación alguna con microorganismos tales como *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, mediante pruebas en las cuales se emplean medios específicos y diferenciales.

Estas pruebas se realizan con la finalidad de asegurar la óptima calidad microbiológica del producto, los champúes a base de detergentes no iónicos (por ejem: alcanolamida grasa, laurato de polietilenglicol y lauril alquilolamida), empleados como detergentes y humectantes dentro de una formulación, son fácilmente susceptibles a la contaminación por hongos denominados comunmente mohos. La mayoría de los biólogos consideran como mohos a los hongos-

pequeños filamentosos; muchos de ellos se reconocen en la apariencia algodonosa del micelio vegetativo (28). Ellos pueden originar alteraciones de olor y color, debido a la insuficiencia o ausencia de conservadores adecuados. En los champúes que contienen ingredientes activos de acción biológica, es particularmente inconveniente la proliferación de microorganismos porque producen generalmente inactivación y pueden determinar la aparición de productos tóxicos.

La realización de esta prueba, como es posible apreciar, es importante considerando que los resultados serán útiles siempre y cuando exista evidencia de que las muestras ensayadas no inhiben la proliferación de los microorganismos presentes, bajo las condiciones de prueba.

Fundamento y método.- El fundamento de esta prueba consiste en la cuenta de las colonias de microorganismos, -- que se desarrollan al incubar una muestra en un medio adecuado en condiciones específicas de temperatura y en un tiempo adecuado, después del cual los medios de cultivo en capa poco profunda y en recipientes apropiados, se observan para contar las colonias y/o realizar las pruebas de diferenciación, en caso de ser necesario.

Como se mencionó anteriormente, la muestra debe cumplir con las especificaciones, con respecto al número de colonias establecidos como límite en cuanto a mesófilos aeróbicos se refiere, así como para Pseudomonas, Staphylococcus y Escherichia Coli. Para este fin los límites esta-

blecidos por la Secretaría General de Normas Comerciales y por la Secretaría de Salud (SSA) (37), están anotados en el Cuadro No. 7.

C U A D R O 7

VALORES DE REFERENCIA EN EL CONTROL MICROBIOLÓGICO  
DE CHAMPUES

TIPO DE MICROORGANISMOS	CHAMPU PARA CABE- LLO DE ADULTOS	CHAMPU PARA CABE LLO DE BEBES
Mesófilos aeróbicos	1000 colonias/g	500 colonias/g
Pseudomona aeruginosa	Ausente	Ausente
Staphylococcus aureus	Ausente	Ausente
Escherichia coli	Ausente	Ausente

El más empleado es el método de recuento en placa, que se fundamenta en el hecho de que cada organismo viable origina una colonia; por consiguiente, el recuento realizado en la placa refleja la población microbiana viable del material de inoculación.

PRUEBA PREPARATORIA

- Consiste en inocular algunas de las muestras que se van a ensayar con cultivos adecuados para Staphylococcus aureus, Pseudomonas y Escherichia coli, para determinar si existe o no desarrollo de dichos microorganismos. Si el resultado es positivo para alguno o varios de los gérmenes mencionados, las muestras se someten a las pruebas correspondientes.

- 1) Para cada prueba se requieren 10 ml ó 10 g de muestra, mismos que se disuelven o suspenden en solución amortiguadora de fosfato de potasio monobásico de pH 7.2, hasta hacer 100 ml. Durante la práctica hacer una dilución de manera que 1 ml de fluido contenga entre 30 y 300 colonias.
- 2) Medir 1 ml de la solución final y depositarla en cada una de dos cajas de petri estériles.
- 3) Rápidamente agregar a cada una entre 15 y 20 ml del "Medio de Agar Digerido de Caseína Soya", que ha sido previamente fundido y enfriado a 45°C.
- 4) Tapar las cajas y mezclar las muestras con el agar, inclinándolas o moviéndolas circularmente sobre una superficie plana.
- 5) Dejar que se solidifique a la temperatura ambiente.
- 6) Invertir e incubar durante 48 a 72 hs, observando en seguida el desarrollo. El número de microorganismos se expresa respecto a 1 ml ó 1 g de muestra y se obtiene multiplicando el número de colonias contadas en la placa por la dilución de la muestra (15,41).

#### PRUEBA PARA STAPHYLOCOCCUS Y PSEUDOMONAS

- 1) A la muestra se le agrega suficiente "Medio fluido de Digerido Caseína-Soya", hasta 100 ml, mezclar e incubar.
- 2) Se examina y si hay desarrollo, pasar una porción por medio de una asa de platino a la superficie de cada una de dos cajas de Petri que contiene "Medio de Agar

Vogel-Johnson" y "Medio de Agar-Cetrimida" y respectivamente se incuban; ninguna de las placas debe contener colonias con las características siguientes:

MICROORGANISMOS	STAPHYLOCOCCUS AUREUS	PSEUDOMONAS AERUGINOSA	ESCHERICHIA COLI
Medio Seleccionado	Medio Agar-Vogel-Johnson	Medio Agar - Cetrimida	Medio Agar - MacConkey
Características morfológicas de la colonia	Negra, rodeada de zona amarilla	Verdosas fluo <u>rescentes</u>	Rojo ladri <u>llo</u>
Tinción de Gram	Cocos positivos (en racimos)	Bacilos nega <u>tivos</u> (delgados)	Bacilos nega <u>tivos</u> (coco-baci <u>llos</u> )

#### PRUEBA DE OXIDASA PARA STAPHYLOCOCCUS AUREUS

- Con asa de platino se pasan varias colonias sospechosas de la superficie del medio de "Agar-Vogel-Johnson", a tubos individuales, que contienen 0.5 ml de plasma de mamífero. En baño a 37°C se incuban, examinándolos cada 3 horas y después a intervalos mayores hasta las 24 horas; si no existe coagulación, la muestra satisface las especificaciones respectivas de la prueba de ausencia de Staphylococcus aureus.

#### PRUEBA DE OXIDASA PARA PSEUDOMONAS AERUGINOSAS

- En el medio de cultivo de "Agar-Cetrimida", sobre cada una de las colonias sospechosa de Pseudomona aeruginosa, se colocan tiras de papel filtro previamente impregnadas con diclorhidrato de N,N-dimetil-p-fenilendiamina, si no

vira de color rosa a púrpura la muestra satisface las especificaciones para ausencia de Pseudomonas.

#### PRUEBA PARA ESCHERICHIA COLI

- Se agrega a la muestra el volumen necesario de "Medio - fluido de lactosa" hasta 100 ml e incubar una porción sobre medio de Agar MacConkey contenido en cajas de Petri, utilizar un asa de platino para inoculación e incubar. Si al examinarlas ninguna de las colonias corresponde a la descripción descrita, la muestra satisface las especificaciones de la prueba de ausencia de Escherichia coli (15, 41).

#### IV. CONTROL DE CALIDAD DE LOS CONTENEDORES PRIMARIOS DE LOS CHAMPUES

##### DEFINICION DE ENVASE PRIMARIO

- Es todo recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto directo con el mismo, conservando su integridad física, química y sanitaria (14).

Una de las cualidades más importantes que debe tener un champú a primera vista es la presentación, ya que es en cierto modo un factor psicológico, por medio del cual se basa la elección del mismo, dentro de la gran variedad de estos productos.

Debido a la forma física que presentan los champúes, constituyen un amplio y variado sector tanto en la industria de los cosméticos como en la de los envases: éstos son hechos con materiales de vidrio o de plástico. En la última década se vienen utilizando mayor cantidad de envases de plástico, debido a que presentan algunas propiedades superiores a las del vidrio; no obstante esto, depende mucho del caso que se esté manejando. Para poder obtener el aprovechamiento adecuado de los contenedores, es necesario llevar a cabo un estudio con una fabricación piloto del producto, estableciendo con esto los requerimientos del material y así poder decidir sobre el material más conveniente.

Con base en lo anterior se puede apreciar la importancia que tiene el control de calidad realizado en los envases, mediante el cual se verifiquen las especificaciones. Esto servirá para garantizar que la presentación del producto será la - -

deseada por el fabricante para el momento en que llegue al consumidor, tanto el producto en sí como a los atributos -- del envase considerados como un todo (12).

- ENVASES.- Los parámetros que se deben incluir son:

1. Dimensiones y estilo.
2. Tipo de cuello.
3. Peso del material, con tolerancia, requiriéndose el mínimo espesor de la pared.
4. Tipo de material.
5. Color, referir de ser posible a la muestra aprobada.
6. La capacidad de llenado hasta el tope, con tolerancia.
7. Número de referencia del trabajo artístico y proceso de impresión, cuando se trata de un diseño en especial.
8. Que los envases no oscilen cuando se encuentran sobre -- una superficie plana y puedan ser lavados fácilmente.
9. Instrucciones de empaque, incluyendo lo exhibido sobre - las etiquetas de identificación.

- TAPAS.- Los parámetros de control son los siguientes:

1. Dimensiones, estilo, exposición de las tolerancias.
2. Tipo de fibra, anillo para asir, refiriendo el envase al cual ha sido ajustada la tapa.
3. Tipo de material.
4. Peso del material con tolerancia.
5. Color, referir si es posible una muestra apropiada.
6. Número de referencia del trabajo artístico y proceso de impresión cuando sea necesario.

7. Instrucciones de empaque.

- ETIQUETAS

1. Dimensiones, descripción y número de referencia del trabajo artístico y/o proceso de impresión, así como tolerancia del trabajo artístico.

2. Material.

3. Dirección (del hilo del papel).

4. Color y proceso de impresión.

5. Detallar el acabado (barniz, estiramiento de las capas, etc.).

6. Instrucciones de empaque, incluyendo detalladamente lo que se exhibe en la etiqueta de identificación.

Otras pruebas valorables para aplicar al diseño establecido son:

a) Dimensiones.- Generalmente son comprobadas por normas pobres, como la medida del diámetro.

b) La capacidad de llenado hasta el tope es una medida usual.- El método consiste en pesar el envase vacío, llenarlo con agua destilada y volver a pesar, encontrando el peso del agua por una sustracción y mediante una relación de la densidad se puede conocer el volumen de llenado.

c) Resistencia del producto.- Este parámetro es esencial para verificar que el estampado sobre los envases y etiquetas no sea afectada, si el producto es volcado sobre éstos y que éste no pierda gradualmente --

el color de los pigmentos en el plástico. Las pruebas son empíricas e involucran la exposición de la superficie concerniente al producto, durante un tiempo específico: 1 hora para estampado y 24 horas para plástico. Después de este tiempo, las partes expuestas se examinan y comparan con los controles: los tintes y el barniz no se deben remover si son friccionados con grasa.

- d) Otra prueba consiste en colocar el envase, impregnándolo con el producto en estudio y calentándolo en un horno a 60°C, para examinarlo diariamente durante una semana: generalmente el cuello y la base son las áreas más vulnerables. Para las tapas se siguen las pruebas apropiadas por inmersión de las mismas en el producto de prueba y almacenamiento a 60°C, para su observación diaria.

Los componentes que resisten esa prueba durante una semana, pueden considerarse que tienen resistencia satisfactoria al agrietamiento y a la presión bajo las condiciones ambientales (12).

## V. COMENTARIOS

Se han desarrollado pruebas fisicoquímicas (capítulo -- III) que tratan de ser un símil de las condiciones durante el uso normal del producto, para lo cual se emplean instrumentos y métodos bajo condiciones controladas. Los resultados obtenidos de estas pruebas se complementan con los resultados de las pruebas de salón mediante la confrontación de los resultados "in vitro" con los resultados descritos por los sujetos de prueba con respecto a los atributos apreciados en el cabello gracias al uso del producto.

Las pruebas biológicas (cutáneas y toxicológicas), se -- han desarrollado con el fin de verificar que el detergente empleado o cualquier otro de los componentes que intervienen en la formulación correspondiente al producto, cumplan con los requerimientos que al respecto establece la USFDA (United States Foods an Drugs Administration) y la FSA (Federal Security - - Agency). Los procedimientos más frecuentemente empleados con este fin son los expuestos en el capítulo III del presente - trabajo, con base en su simplicidad, eficacia y reproductibilidad. El análisis estadístico y la significancia estadística fue realizada por Barletta (2) mediante el método gráfico de Litchfield y Wilcoxon.

Sin embargo diferentes animales de laboratorio son los - mejores indicadores y de esta manera sirven como un sistema - de vigilancia, para evaluar las propiedades de, en este caso champúes y acondicionadores. Por ello es necesario que las-

sociedades protectoras de animales consideren la utilidad de servir al hombre a través de los animales; lo que implica -- que existen indicaciones específicas, avaladas por una Institución y con los lineamientos éticos que implique las pruebas correspondientes.

Las "pruebas de salón" en la mayoría de los casos han incluido mujeres, consecuentemente la información obtenida presenta la desventaja de que no puede considerarse representativa como estándar de otros grupos, incluyendo bebés, niños, etc. por lo que es necesario complementarlas con las pruebas in vitro.

Otro aspecto importante es el que se refiere a los champús anticaspa que, son productos de terapéutica dermatológica más que de cosmética, ya que contienen un ingrediente activo, y los más frecuentes son: piritiona de zinc, sulfuro de selenio, ac. salicílico, azúfre, preparaciones de alquitrán de hulla; éstos se encuentran dentro de una formulación en las concentraciones de: 1 - 2%, 1.0%, 1.8 - 3.0%, 2 - 5%, y 0.5 - 5.0% respectivamente, actuando mediante un mecanismo queratolítico o citostático sobre los microorganismos causantes de la caspa.

Se han realizado estudios y pruebas de laboratorio y en base a ello, se ha determinado la necesidad de regular el empleo de estas sustancias, ya que poseen efectos secundarios y tóxicos igual que otros fármacos cuando son empleados por periodos de tiempo largos. Se ha encontrado que la piritiona de zinc en presencia de agentes reductores y oxidantes puede

tener reactividad originando derivados potencialmente más tóxicos; además en presencia de EDTA, éste reacciona con el Zn de la piritiona quedando el ácido libre que se absorbe más fácilmente a través de la piel. El sulfuro de selenio que es otro agente de uso común en los casos de caspa seca, tiene el inconveniente de que exagera la secreción sebacea del cuero-cabelludo y empleado durante periodos largos puede provocar la caída del cabello.

La. F.D.A. y O.T.C. recomiendan las siguientes advertencias en el envase de los productos que contienen sustancias que han comprobado su eficacia para controlar la caspa:

- Sólo para uso externo.
- Evitése el contacto con los ojos, y si ésto sucede, enjuagar con suficiente agua.
- Manténgase junto con los medicamentos y fuera del alcance de los niños. En caso de ingestión accidental, consultar a un médico o Centro de Control de Envenenamientos.
- Si las condiciones de la caspa empeoran durante o después del uso regular del producto, consulte a un médico.
- No se use en niños menores de 2 años, excepto cuando sea prescrito por un médico.

Al recopilar la información se encontró que en la República Mexicana la información con respecto al control de calidad de champúes y acondicionadores, es muy pobre y en el extranjero los países con mayor información al respecto, de --

1970 a la fecha, son Estados Unidos y Francia, países en los que diferentes laboratorios realizan investigaciones, aunque estudios relacionados con la prueba de irritación ocular se han estado realizando desde 1941 por diferentes autores.

En México, a partir de 1980, algunos laboratorios de la Industria de Champúes en colaboración con la Secretaría de Salud, han realizado trabajos enfocados hacia el estudio de las pruebas de control de calidad de champúes y han contribuido con información técnica acerca de los resultados de sus trabajos, lo cual es muy positivo, pues se ve la mejor disposición de los fabricantes por participar en la búsqueda de lo óptimo de la calidad de sus productos como un beneficio directo al consumidor.

Además a partir de 1984 gracias al trabajo realizado por estas Instituciones así como la Industria Cosmética, en general la Secretaría de Salud ha establecido como un requisito la prueba de Drayze.

Es importante mencionar que en el Diario Oficial de fecha 18 de enero de 1988, dentro de los reglamentos especificados de productos para el cabello se encuentran incluidas las pruebas de "irritación primaria dérmica" e "índice de irritación ocular", por lo que creemos sería oportuno considerar la conveniencia de contar con un manual de pruebas de control de calidad para champúes y acondicionadores.

En la actualidad la Secretaría de Salud, en combinación con la Secretaría de Industria y Comercio está conciente de la importancia de la calidad de champúes y acondicionadores -

que el público consume. De esta manera se están dando facili-  
dades a la pequeña Industria para el registro de sus produc--  
tos y con esto tener un control de lo que recibe el consumi--  
dor, siendo ésto, importante para su futura regulación.

## VI. CONCLUSIONES

El desarrollo de la tecnología en la elaboración de champúes, ha sufrido una evolución, desde las primeras formulaciones que fueron a base de jabones, hasta los que ofrecen múltiples opciones en la actualidad. Por lo que se hace necesario un mejor control de calidad durante su desarrollo y manufactura.

Al consultar en la Secretaría General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y en la Secretaría de Salud, el resultado fue que no existe ninguna norma con respecto al control de calidad de champúes y acondicionadores. Consideramos que siendo estos productos que se consumen diariamente, es necesario el establecimiento de Normas de Control de Calidad que garanticen su confiabilidad y con ello su uso.

Por lo que toca a la Secretaría de Salud encontramos que existen requisitos y pruebas de control de calidad incompletas y no actualizadas, lo cual no es conveniente debido a que existen múltiples productos de este tipo y son usados por un alto porcentaje de la población mexicana. Generalmente, la Secretaría de Salud verifica que las especificaciones proporcionadas por los fabricantes sean ciertas. Sin embargo, consideramos que la Secretaría de Salud, como Organismo Nacional de Salud, debe contar con un departamento que verifique y de seguimiento a las pruebas que anteriormente se especificaron por éstos, en su producto.

Consideramos que una manera adecuada de estudiar las pruebas, es clasificándolas en objetivas y subjetivas debido a la manera que pueden ser medidas o evaluadas. De esta manera podemos concluir así lo siguiente:

- Encrespamiento.- Es una prueba objetiva que mide las características eléctricas del cabello y debe hacerse durante el desarrollo de la formulación del producto.
- Espuma y estabilidad.- Es una prueba objetiva cuando se evalúa mediante mediciones físicas y que se debe llevar a cabo en la fase de desarrollo de la formulación, así como un control en el proceso de fabricación. También se considera subjetiva, ya que al desarrollar el producto se efectúan pruebas de salón.
- Limpieza.- Hemos clasificado esta prueba como objetiva dado que el método reportado (29) proporciona parámetros físicamente medibles; no obstante es una prueba que requiere de mayores estudios para poder establecer un método reproducible y confiable, siendo así uno de los controles básicos a probar en una nueva formulación.
- Brillo.- Consideramos esta prueba como objetiva cuando es medida por algún método físico adecuado para propiedades ópticas del cabello; sin embargo, es un factor importante que el consumidor aprecia subjetivamente. Por lo tanto, las dos pruebas se deben verificar paralelamente en el desarrollo de los productos.
- Docilidad.- Pese a que los métodos reportados (6,29,36,40) no son accesibles en nuestro medio, consideramos que esta

prueba es objetiva en base a las características descritas por los mismos. También es subjetiva cuando se lleva a cabo en pruebas de salón; se debe evaluar durante el desarrollo de la formulación.

- pH y viscosidad.- Son pruebas objetivas que deben llevarse a cabo durante los procesos de desarrollo y fabricación de los productos.
- Adsorción.- Es una propiedad de la cual derivan todas las características subjetivas impartidas al cabello por el producto. No obstante, existe un método para medirla objetivamente (36), y es importante para elegir la formulación adecuada durante su surgimiento.
- Las pruebas de Cuerpo y Retención del Peinado, Sensación al tacto, Fragancia y Color se basan en apreciaciones "in vivo" de un grupo de sujetos de prueba, por lo que son subjetivas y de gran importancia en el desarrollo de una nueva formulación. Solamente las pruebas de fragancia y color habrán de repetirse después de cada fabricación.
- Pruebas de Drayze y de toxicidad.- Se han reportado métodos reproducibles para determinar el daño que pudiera ocasionar un champú por su aplicación, por ello se deben efectuar en el desarrollo para que el producto sea confiable.
- Límites microbianos.- Es una prueba sumamente importante - que se debe llevar a cabo tanto durante la formulación como en el trabajo rutinario de control de calidad de los productos, para evitar que sean un riesgo para el consumidor y, -

además, los efectos que pueden producir los microorganismos en los productos son muy graves, tales como: rompimiento de emulsión, cambio de color, olor, enturbiamiento, cambios en el pH, alteración de la viscosidad, etc.

- Es necesario exigir a los fabricantes que adviertan al consumidor acerca de los riesgos que tienen los productos empleados para controlar la caspa (Pitiriasis Simplex Capitis), ya que puede no tener importancia inicialmente pero pueden volverse graves por el uso prolongado o permanente, por la tendencia de los agentes anticaspa a acumularse en el organismo.
- Se recomienda a las personas con problemas de caspa, consultar con un dermatólogo, para encontrar cual es el producto adecuado a sus necesidades y la duración del tratamiento - será de 4, 6 y hasta 8 semanas con aplicaciones de 1 a 2 veces por semana dependiendo del grado del problema.
- Exigir, a través de la Secretaría de Salud y del Departamento de Normas, que los fabricantes efectúen las pruebas biológicas y toxicológicas (entre otras) de los champúes y acondicionadores.

La confianza en lo anticuado o una información vaga podría restringir el crecimiento de la ciencia de los cosméticos, por lo cual es necesario diseñar pruebas bien programadas, relevantes específicamente en las formulaciones de champúes, en base a los datos técnicos adecuados sobre los tensoactivos y sus agentes modificantes, para obtener un producto --

con un margen de seguridad, estabilidad y funcionalidad óptima.

- Por otro lado se esta exigiendo a los fabricantes proporcionar champúes en presentaciones del mismo contenido, lo cual no es un requisito primordial de calidad, pero es importante como una medida de dicha Secretaría para regular el mercado de estos productos y darle al consumidor la oportunidad de hacer un uso más racional de su dinero.
- Consideramos que el presente trabajo puede cubrir uno de sus objetivos principales contribuyendo, con la información obtenida, hacia un planteamiento para la elaboración de un manual oficial de pruebas de control de calidad de champúes y acondicionadores.

B I B L I O G R A F I A

1. Amado, S. Lecciones de Dermatología. Novena Edición. Editorial Francisco Méndez Cervantes, México, D. F., 1979, - Pag. 14-16.
2. Barletta, M.A. Evaluation of the toxic potential of cosmetics. Drug and Cosmetics. Ind. Vol. 120. Feb. 1977. No. 2 Pags. 44-46.
3. Barrow, M.G. Química Física. Tercera Edición. Ed. Reverte, S. A. España, 1976, Pag. 733.
4. Bell M., Holmes P. Nisbet T., Uttley M. and Van. Abbe. -- Evaluation the potential eye irritancy of shampoos. Intl J. Cosmetics Sci. Vol. 1. 1979. Pag. 123.
5. Bonadeo Higinio. Cosméticos Extracutáneos. Ed. Científico Médica. Barcelona 1964. Pag. 8, 129.
6. Breuer M. M., Gikas, G.X. and T. Smith. Hair treatment -- products documentary. Physical chemistry of hair condition. Cosmetics and Toiletries. Vol. 94. 1979 Page 29-34.
7. Buehler, E.V. and Neumann. Toxicol. Appl. Pharmacol. Vol. 6. 1964 Page 701-710.
8. V Congreso Latinoamericano e Ibérico de Químicos Cosméticos Memorias I. Plática sobre el Control Microbiológico de Cosméticos. Soc. Quim. Cosm. de México, A. C. Acapulco Guerrero 1981. Pag. 649-667.
9. Clairol Quality Assurance. Finished Product Analytical -- Procedure for determination of pH. issue Date 9/64. Revision date Sep/20. 1978. No. A-1 Page 1 of 1.

10. Clairol Quality Assurance. Finished Product Analytical -- Procedures. Determination of Viscosity in Shampoos. 1978. No. A 32 Page 1,2.
11. K.A. Connors. Curso de Análisis Farmacéutico. Ed. Reverté, S. A. España. 1980. Pag. 39
12. Chesney, J.C. Mac. Packaging of Cosmetics and Toiletries. Newnes - Butterworths. London. 1974. Page 18-42 y 59-78.
13. De Navarre. The Chemistry and Manufacture of Cosmetics. - Editorial D. Van Nostran Company Inc. Princeton, New Jersey. 1962 Vol. 2 Pag. 348-354.
14. Diario Oficial. Segunda Edición. Título Vigésimo Tercero. Productos de perfumería, belleza y aseo. 18 enero 1988. - Pag. 9-21.
15. Farmacopea Nacional de los Estados Unidos Mexicanos.
16. García, M.L. y Díaz J. Combability measurements on Human-Hair. J. Soc. Cosm. Chem. Vol. 27. 1976. Page. 379.
17. Gerstein T. II Development in shampoos technology. Trends and aspects of contemporary shampoos. Cosmetics and Toiletries Vol. 93. 1978. Page. 38
18. Harper Harold. Manual de Química Fisiológica. 6a. Ed. Editorial El Manual Moderno, S. A. México 1978. Pag. 712.
19. Harry, R. Modern Cosmetology. Fourth Ed. Leonard Hill - Books. London 1955. Page 391-438.
20. H. Henkin, PHD. Technical history of shampoos. Shampoo/Documentary Formulary. Cosmetics and Toiletries. Vol. 96. - Jul. 1981. Pag. 39-43.
21. Hough P.J., Hugu J.E.J. Soc. Cosm. Chem. Vol. 57. 1976. - Page 571.

22. Hunting, L.L. Thickeners documentary/Enciclopedia. Sham--  
poo thickeners. Cosmetics and Toiletries Vol. 97. 1982.  
Page. 56.
23. The Index Merck 10th Ed. Merck and Co., Inc. U.S.A. 1983.
24. Lehninger. Bioquímica 2a. Ed. Editorial Omega. Barcelona.  
1978. Page. 89, 128.
25. Markland William R. Eye irritation testing of shampoos. A  
modified procedure provides good discrimination. Cosmetics  
and Toiletries Vol. 96. 1981. Page 40-41.
26. Naranjo R.S. Estudio sobre piritona de zinc como agente  
anticaspa. Tesis. U. N. A. M. Fac. Química. 1983.
27. Pearl J.A., Harris M.D.J. Pharmacol Exp. Vol. 160. 1968.  
Page. 127.
28. Pelczar M.J. Microbiología Ed. Mc.Graw Hill. México, 1979.  
Pag. 193.
29. Reng K. Alwin. Formulation of shampoo preparations with -  
special properties. Cosmetics and Toiletries. Vol. 93. -  
1978. Page 21-32.
30. Riso R. Richard. Trends in shampoos. Cosmetics and Toile  
tries. Vol. 95. 1980. Page 70-77.
31. Rosas M. y Puente R.H. Evaluación comparativa de Cham--  
púes, acondicionadores y enjuagues para el cabello. Te--  
sis. U. N. A. M. Fac. Química. 1983.
32. Ross J. and Miles G.D. An apparatus for comparison of --  
foaming properties of soap and detergents, oil and soap.  
Vol. 18. 1941. Page 99.
33. Sagarin. Balsam. Cosmetics Science and Technology, Shampoos.

- Chapter 19 Second Edition. Vol. II Ed. Willey - Interscience. U. S. A. 1972. Pags.73-116.
34. Scott, C.M. Demert. Shampoo Documentary/Formulary. Shampoo Formulation 1981. Cosmetics and Toiletries Vol. 96. - 1981. Page 103-120.
  35. Shanahan, R. Ward C.O.J. Soc. Cosmet. Chem. 1975. Vol.- 26. 1975. Page 581-592.
  36. Schoenberg G. Thomas and A. Scafidi. Role of alkylamidoamine salts in the modern hair conditioner. Cosmetics and Toiletries. Vol. 49. 1979. Page 57-64.
  37. Secretaría de Salud, Química Henkel, Avon Cosmetics, S.A. Champúes para el cabello y el cuerpo. NOM-K-477. C.D.U. 168. 1981. 12:168.585: 668.58. Información técnica de los fabricantes.
  38. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Instituto - Politécnico Nacional-Escuela de Ciencias Biológicas. Procter & Gamble. Centro de Control Total de Calidades, S.A., Laboratorio de Control Analítico. Secretaría de Salud, -- Departamento de Medicamentos. Mennen de México. Cámara de la Industria de Perfumería y Cosmética. Avon Cosmetics, - S. A. "Champúes-irritación ocular-método de prueba". NOM K-347-1984. Pag. 1-5.
  39. Terry Gerstein. Shampoo Documentary/Formulary. Antidandruff preparations: Scientific and regulatory considerations. Cosmetics and Toiletries. Vol. 96. 1981. Page 45 47.
  40. Tolgyesi Eva and Bresak Ann. Shampoo Documentary/Formulary

Conditioning Shampoos. Cosmetics and Toiletries. Vol. --  
96. 1981. Page 57-64.

41. USP XXI and National Formulary by the United State Pharma  
copeial Conventions, Inc. 12601. Twinbrook Parkway, Rock  
ville, M.D. 20852. First Revision Official from January,  
1985.
42. Upjhon, S.A. Información Médica. El cabello. Cómo es,  
cómo se pierde.
43. Willard Merrit Dean. Métodos Instrumentales de Análisis.-  
Ed. C.E.C.S.A. 1a. Ed. en español de la 5a. Ed. en inglés.  
México. 1978. Pag. 626.
44. W. Ham. A. Histología. Séptima Edición. Editorial Intera  
mericana, México, D. F. 1975. Pag. 562-569.