

00524  
15



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

PRUEBAS REOLOGICAS EN  
COSMETICOS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE  
EDUCACION CONTINUA  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA  
P R E S E N T A :  
LAURA PATRICIA BERNAL DAVALOS



MEXICO, D. F.



EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUÍMICA

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

...co a la Dirección General de Bibliotecas de la  
...a difundir en formato electrónico e impreso el  
...do de mi trabajo recepcional.  
NOMBRE: Laura Patricia Bernal  
Dávalos  
FECHA: 17-En-03  
FIRMA: [Firma]

Jurado Asignado:

Presidente: Profa. CAROLINA MUÑOZ PADILLA

Vocal: Prof. JAIME CARRANZA GUZMAN

Secretario: Prof. CARLOS PÉREZ BRIZUELA

1er Suplente: Profa. MARIA DEL SOCORRO ALPIZAR RAMOS

2do Suplente: Profa. ZOILA NIETO VILLALOBOS

Sitio donde se desarrolló el tema: EBYSOS, Servicio Analíticos y Consultoría Técnica.

ASESOR DEL TEMA:

SUSTENTANTE:

[Firma]  
Q. CARLOS PÉREZ BRIZUELA

[Firma]  
LAURA PATRICIA BERNAL  
DÁVALOS

B

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Q. Carlos Pérez Brizuela por el tiempo, apoyo y asesoría para la elaboración de este trabajo.**

**A los profesores Carolina Muñoz Padilla y Jaime Carranza Guzman por su tiempo y orientación durante la revisión de este trabajo.**

**Agradezco :**

**A DIOS**

**Por todas las bendiciones que me ha dado**

**A MIS PADRES**

**Por su confianza, apoyo y amor incondicional**

**A MIS ABUELOS**

**Por su amor y sabios consejos**

**A MIS HERMANOS**

**Por su alegría y cariño**

**A MIS TÍOS**

**Por su apoyo y ayuda en todo momento**

**A MIS AMIGOS**

**Por esos grandiosos momentos y por sus palabras  
de aliento en aquellos no tan buenos**

D

## INDICE

Contenido	Página
- Introducción	1
-Características Reológicas	4
-Definición	4
-Aplicaciones	5
-Aditivos reológicos	14
-Pruebas reológicas de estabilidad	17
-Instrumentación	19
-Conclusiones	22
-Bibliografía	23

E

## INTRODUCCIÓN

La palabra Reología proviene de la palabra griega *rheo* que significa "flujo". En un libro de texto la definición de Reología es " como los materiales se deforman y fluyen bajo la influencia de fuerzas externas", lo que en simples palabras, es: como fluyen los materiales. Esta definición abarca desde el turbulento flujo de las cascadas hasta el lento flujo del jarabe de maple.

Así, son objeto de estudio de la Reología materiales tales como plásticos, fibras sintéticas, pastas, lubricantes, cremas, suspensiones, emulsiones, etc.; que constituyen la materia prima y algunos productos de las industrias farmacéutica, **cosmética**, cerámica, de pinturas, de barnices y otras. Por todo ello se acepta a la Reología como una ciencia interdisciplinaria que ha dado lugar a un gran número de aplicaciones prácticas.

La Reología Cosmética, entonces, involucra la caracterización y medición de los flujos que forman parte de los productos cosméticos. Las propiedades físicas de los productos cosméticos son fácilmente detectadas por el consumidor, por tanto si una loción de manos no fluye adecuadamente de la botella, si un lápiz labial no se desliza suave y uniformemente en los labios, si un shampoo no tiene cuerpo al momento de verterlo en las manos "algo" está mal. Este "algo" se debe a la reología del producto.

Cada cosmético y categoría del cuidado personal tienen sus propias características reológicas (Tabla 1). Muchos cosméticos son suspensiones, por lo tanto, deben de ser elaborados teniendo en mente sus propiedades reológicas. La aplicación de un producto en barra, puede ser un lápiz labial o un antitranspirante, involucra a la reología.

## **PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS**

Aunque los pigmentos en un lápiz labial son ciertamente diferentes de los ingredientes activos usados en los antitranspirantes, ambos son sólidos que necesitan ser sostenidos en suspensiones uniformes haciendo fundamental para su elaboración conocer y entender sus propiedades reológicas.

Afortunadamente en la actualidad se cuenta con una amplia gama de herramientas que nos ayudan a medir, conocer y mejorar las propiedades reológicas de los productos cosméticos. Se han desarrollado una gran cantidad de aditivos que proveen de específicas características reológicas a los cosméticos. Asimismo para evaluar dichos efectos se han desarrollado instrumentos especializados que son de uso común en laboratorios de control de calidad, de investigación y de desarrollo.

La caracterización reológica de los productos cosméticos debe ser considerada durante todas las etapas de fabricación y desarrollo del producto, previniendo las variables que puedan presentarse durante su procesamiento, empaque, transporte, almacenaje y finalmente durante su uso. Esto nos permitirá sacar al mercado un producto estable y de excelente calidad.



PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS EN PRODUCTOS COSMÉTICOS

PRODUCTO COSMÉTICO	CARACTERÍSTICA REOLÓGICA
Lápiz labial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suspensión de pigmentos en su estado fundido</li> <li>- Estabilidad térmica durante su almacenamiento</li> <li>- Aplicación uniforme en los labios</li> </ul>
Máscaras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suspensión de pigmentos</li> <li>- Extensibilidad</li> <li>- Viscosidad</li> <li>- Estabilidad de la emulsión</li> </ul>
Shampoo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viscosidad</li> <li>- Estabilidad de la emulsión</li> <li>- Suspensión de activos</li> </ul>
Esmalte de Uñas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suspensión de pigmentos</li> <li>- Fluido uniforme</li> <li>- Viscosidad</li> </ul>
Cremas / Lociones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viscosidad</li> <li>- Estabilidad de la emulsión</li> <li>- Dispersabilidad</li> </ul>
Antitranspirantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suspensión de los activos</li> <li>- Flujo controlado en fórmulas en roll-on</li> <li>- Espesamiento</li> <li>- Deslizamiento en fórmulas en barra</li> </ul>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS

Como se puede apreciar en la tabla 1 las características reológicas más significativas que se pueden presentar en un cosmético involucran la propiedad de viscosidad y de tensión superficial.

### DEFINICIÓN:

1- En términos técnicos la **viscosidad** es una medida de la resistencia de un fluido a fluir.

La viscosidad se produce por efecto de un corte de una capa de fluido al deslizarse sobre otra a una velocidad determinada. Matemáticamente la viscosidad se representa con la siguiente ecuación:

$$\eta = F / S$$

donde :

$\eta$  = coeficiente de viscosidad del fluido

F = fuerza de corte

S = velocidad de corte

En el sistema cgs, la viscosidad de los líquidos puede expresarse en poises o centipoises.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

2- Por otra parte, dentro del cuerpo de un líquido alrededor de una molécula actúan atracciones casi simétricas. En la superficie, sin embargo, dicha molécula se encuentra sólo parcialmente rodeada por otras y, en consecuencia, experimentan una atracción hacia el cuerpo del líquido. Esta atracción tiende a arrastrar las moléculas superficiales hacia el interior, y al hacerlo el líquido se comporta como si estuviera rodeado por una membrana invisible. Esta conducta se conoce como **tensión superficial**, y es el efecto responsable de la resistencia que un líquido presenta a la penetración superficial.

La tensión superficial es una propiedad característica de cada líquido y difiere considerablemente de un líquido a otro.

### **APLICACIONES:**

La mayoría de las características físicas de un producto tales como: suavidad, sedosidad, cremosidad y otras propiedades reológicas como estabilidad de la emulsión, suspensión de activos, dispersabilidad, etc., están relacionadas directamente con la viscosidad y la tensión superficial; ejemplos:

### **EMULSIONES**

Las emulsiones son mezclas relativamente estables de aceites, grasas y agua, y se fabrican mezclando juntas sustancias solubles en aceite y solubles en agua en presencia de un agente emulsificante. La mayoría de los productos cosméticos que se encuentran en el mercado están elaborados teniendo como base una emulsión.

En la fabricación de una emulsión se debe de tomar en cuenta la afinidad que muestran entre sí los materiales de la fórmula; en las emulsiones dicha afinidad se conceptualiza como "fase" y en un sistema de dos fases una se puede distribuir en grandes entidades distintas y separadas en la otra, así la primera se denomina

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

como fase "interna", "dispersa" o "discontinua" y la otra como fase "externa" o "continua". Así, del comportamiento, distribución e interacción que haya entre estas dos fases van a depender muchas de las características de las emulsiones cosméticas.

El problema al que se enfrenta el formulador cosmético, al elaborar una emulsión, es el de prevenir que este sistema termodinámicamente inestable sufra la separación de capas o fases y para esto es necesario tener las siguientes consideraciones:

- a) Al aumentar la viscosidad de la fase externa, disminuirá la movilidad de las gotitas de la fase interna haciendo más difícil para ellas chocar unas con otras.
- b) Asegurar que la fase interna sea del tamaño de gota más pequeño y de lo más uniforme posible para disminuir la probabilidad de adhesión entre dos gotas.
- c) Aumentando la solidez mecánica de la interfase, se hará esta menos sensible a la ruptura con la coalescencia resultante de las gotas adheridas.
- d) Disminuyendo la tensión superficial, disminuirá la fuerza para la coalescencia.

Estas consideraciones nos ayudarán a tener emulsiones estables y para que esto sea posible se hace uso de sustancias que proporcionen a la interfase de una barrera física, que no sólo reduzca la probabilidad de su ruptura sino que realmente prevenga que las gotitas se toquen unas con otras, al mismo que se hace más fácil la emulsificación al reducir la tensión superficial de la interfase. Estas sustancias deben de mostrar una afinidad para el aceite y otra para el agua, a estas sustancias se les denomina "tensoactivos". Los tensoactivos tienen una gran variedad de usos en la industria, además de estabilizar las emulsiones cosméticas, pueden utilizarse como solubilizantes, humectantes o agentes de extensibilidad y todas estas funciones están relacionadas con su papel de emulsificante. Para seleccionar un tensoactivo es importante conocer su equilibrio hidrofílico-lipofílico (HLB) esta propiedad es muy importante ya que determina el tipo de emulsión que tiende a producir.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

La estabilidad de las emulsiones también es afectada por la viscosidad, este es un parámetro importante debido a que se puede ver afectado por la adición de agentes espesantes o gelificantes en la fase continua. Así como la viscosidad, la tixotropía y el "tacto" también se pueden ver afectados durante la aplicación de la emulsión debido al agente espesante adicionado.

Los agentes espesantes tienen doble acción: uno, forman geles que obstaculizan el flujo de la fase continua y de las partículas de la fase interna en el interior de ella y dos, compiten químicamente con la fase interna por la fase externa disponible. Un ejemplo es la carboximetilcelulosa sódica, que forma una dispersión similar a la de un gel en agua, atrapando gotitas libres de agua y aceite dentro de sus intersticios en las emulsiones aceite-agua.

Al mismo tiempo, las cadenas del polímero absorben agua y se hinchan, disminuyendo la cantidad de fase continua disponible para las gotitas de aceite, esto incrementará la viscosidad de la fase continua por formación de micelas. Del mismo modo, las suspensiones de pigmentos aumentan la viscosidad de la fase continua, aunque aquí el grado de aumento va a depender también de las características superficiales de los pigmentos involucrados.

La viscosidad de las emulsiones va a depender también de la viscosidad de la fase externa y de la relación de la fase interna a fase externa. La viscosidad aparente aumenta con la proporción de la fase interna, en algunos casos, cuando la proporción de esta excede el 74% del volumen total, la emulsión toma una consistencia similar a una pasta, y el examen al microscopio muestra que la forma esférica habitual de las gotitas de la fase interna se vuelven angulares y se distorsionan. También es importante tomar en cuenta que el aire atrapado en la emulsión puede ocasionar un considerable aumento en la viscosidad aparente. El tacto inicial de una emulsión depende de gran parte de la fase externa; así una

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

emulsión aceite-agua tendrá un tacto como el agua, cualquiera que sea lo que este disperso en la fase acuosa. Los espesantes disponibles en agua como el sorbitol, glicerina y glicoles ejercerán cierto efecto. Las emulsiones agua-aceite presentarán un tacto oleoso, pero el ser pegajosos o no dependerá de la selección de los ingredientes de la fase oleosa. También la viscosidad desempeña un papel importante en el efecto inicial de una emulsión: viscosidades elevadas tienden a proporcionar cremas "ricas". Durante la aplicación, algunos emulsionantes, tienden a originar aspecto blanco espumoso denominado "jabonoso". Los emulsionantes aniónicos son particularmente propensos a esto, lo cual, no es siempre ventajoso ya que prolonga el tiempo de aplicación.

Otros factores que afectan a la estabilidad de la emulsión son la temperatura y la concentración de iones en la fase acuosa.

### Características de las emulsiones:

El aspecto de las emulsiones cosméticas es muy importante para determinar la atracción del cliente, las emulsiones pueden variar mucho de aspecto, desde color blanco opaco brillante pasando por un traslúcido grisáceo, a transparente brillante. La opacidad es debida a dos factores interrelacionados: el tamaño de las gotitas en la fase interna y la diferencia entre los índices de refracción de las fases interna y externa. La luz es reflejada y refractada en cada una de las interfases entre gotitas y fase continua. Conforme disminuye el tamaño de partícula de la fase interna, aparece el familiar blanco lechoso, si continúa la reducción de tamaño, el color toma un tono azulado, haciéndose gris, semitransparente y finalmente, transparente.

El brillo de la emulsión esta en función de la uniformidad microscópica de su superficie. Para brillo y uniformidad máximos, las partículas de la fase interna deben ser relativamente, pequeñas e incluso en la distribución, y no deben tener inclusiones en la fase interna, tales como cristales grandes de ácido esteárico o sustancias inorgánicas de gran tamaño de partícula.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Una mala emulsión se puede detectar por presentar floculación, coalescencia, etc. Las emulsiones son un sistema común del cual se derivan la mayoría de los productos cosméticos, tales como:

### ▣ **Productos para uñas:**

En el mercado se encuentran muchos productos para uñas: removedor de esmalte, removedor de cutícula y el más significativo, esmalte de uñas.

#### • Esmalte de uñas.

El consumidor espera, principalmente, que un esmalte de uñas le haga lucir uñas bellas y para esto busca que el producto sea de fácil aplicación, que forme capas delgadas y que sea de sacado rápido, esto sin olvidar que la principal motivación de comprarlo sea el color.

Así, algunas preguntas que se deben de hacer cuando se fabrica un esmalte de uñas son ¿El esmalte al adherirse a la brocha fuera del contenedor, podrá fluir de esta sobre las uñas?, ¿ La aplicación del esmalte será lisa y uniforme? ó ¿ al aplicar el esmalte se derramará de las uñas?, etc., todos estos detalles tienen que ver con las propiedades de flujo del esmalte y son muy perceptibles de una marca a otra por el consumidor.

Los patrones de flujo van a depender del diseño de los sistemas de suspensiones así como de la combinación de solventes y resinas empleadas. Además de que se tiene que lograr un balance entre la apariencia y las propiedades de aplicación del producto mediante cuidadosas formulaciones y concienzudo control de las materias primas utilizadas.

Los esmaltes de uñas requieren de grandes sistemas de suspensión. La cantidad de un agente que afecta la suspensión de pigmentos es un factor muy importante, ya que de esto depende el mantener una orientación adecuada del perlado del esmalte. Similarmente, los matices de los esmaltes contienen grandes cantidades

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

de pigmentos densos (dióxido de titanio u óxidos de hierro) y por ello, requieren de viscosidades altas para mantener la estabilidad de los pigmentos.

La mayoría de los esmaltes de uñas contienen sistemas de suspensión basados en arcillas. Se trabaja con ellas debido a la forma, tamaño y carga de sus partículas. Su amplia superficie de contacto permite que pequeñas cantidades de arcilla den un efecto reológico al sistema del solvente y son lo suficientemente pequeñas que le proveen al fluido cierta resistencia para contrarrestar la fuerza de gravedad. Además le provoca al medio un movimiento Browniano suficiente para mantener las partículas en suspensión.

Las arcillas en contacto con agua tienen un arreglo similar al de los geles lo que provee a la suspensión cierta viscosidad, pero, si una fuerza es aplicada la estructura se altera reduciendo la viscosidad, sin embargo, debido a la naturaleza tixotrópica de la arcilla, las partículas pueden reagruparse reconstituyendo la viscosidad.

Los formuladores cosméticos tienen la opción de diseñar un sistema de suspensiones con una gran variedad de técnicas, en lugar de arcillas pueden adicionar un polímero y un solvente según sea el efecto que se desee obtener, además, de considerar el orden en que deben de ser incorporados.

- Removedor de esmalte de uñas.

La viscosidad forma parte también de las propiedades del removedor de esmalte de uñas; la eficiencia del removedor depende de la habilidad que tenga para dispersarse sobre la sustancia que va a remover, lo que, se relaciona con la resistencia al flujo. Entre más viscoso sea el solvente su habilidad para remover las capas de esmalte disminuye.

La solvencia que da un material se ve afectada por la adición en exceso de un aditivo o agente espesante; estos aditivos son usados en los removedores por muchas razones incluyendo la suspensión de los pigmentos, además de que son necesarios para mantener un efecto perlescente orientado así como para dar un



## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

lustre aceptable. Los removedores con cierto espesamiento tienen la ventaja de ser menos propensos a derramarse o gotearse.

Los removedores de esmalte en forma de gel con base de acetona son muy afectivos, a pesar de su alta viscosidad (de 1 000 a 10 000 cps), aquí una alta viscosidad no tiene un efecto negativo en la función del removedor, debido a que este se va adelgazando y por tanto perdiendo viscosidad al momento de que tiene contacto y es friccionado sobre la uña. Esta propiedad el gel va a depender de la interacción entre los componentes sólidos y líquidos. El líquido es importante para mantener la estructura y evitar que el polímero se colapse con sigo mismo. El polímero forma redes dentro del líquido evitando que este se derrame, es decir, le da consistencia.

### ⌘ **Desodorantes y antitranspirantes:**

Los consumidores que usan desodorantes y /o antitranspirantes están muy consientes de las propiedades de flujo que deben de tener estos productos, esperan que un roll-on no escurra del contenedor através de la bola de aplicación, pero que la transferencia de la bola a la axila sea fácil y suave y que una vez aplicado no escurra ni manche. De esta manera va a buscar ciertas características de un desodorante o antitranspirante en barra o en aerosol según sean sus necesidades.

#### • Roll-ons.

Los roll-ons son productos muy fluidos que necesitan un estricto control reológico, si el balance reológico no es correcto se puede tener un producto pegajoso, que goteo o que se pueda derramar fácilmente.

Para tener un producto que se mantenga en su contenedor solo para su uso y que no gotee ni se derrame su fórmula necesita ser lo suficientemente viscosa para no pasar através del pequeño espacio que hay alrededor de la bola de aplicación y que permita que en su aplicación deje una capa fina y uniforme.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Para cumplir con esto se han diseñado sistemas de "corte fino", estos sistemas exhiben altas viscosidades a bajas condiciones de corte (almacenamiento) y bajas viscosidades a altas condiciones de corte (aplicación), después de que el producto es aplicado comienza a espesarse para permanecer en el lugar de aplicación.

La mayoría de los roll-ons actuales son suspensiones y en ellas la más importante consideración es la suspensión de los ingredientes activos, en esto no sólo se debe tomar en cuenta la velocidad de suspensión, sino también la forma en que se suspenden los activos, considerando que estos pueden formar una pasta dura y compacta en la superficie creando una dificultad de resuspensión cuando se quiera usar el producto y se verá reflejado en una dosis inapropiada durante la aplicación.

Para ayudar a resolver estos problemas se hace necesario el uso de aditivos reológicos que permitan una mejor suspensión y formen una pasta superior ligera que pueda ser fácilmente resuspendida cuando el producto sea agitado.

Los aditivos reológicos para roll-ons acuosos se usan principalmente para dar viscosidad al sistema y son principalmente arcillas y surfactantes. Estos aditivos actúan, entonces, como agentes espesantes que dan cierto control al flujo y ayudan a suspender los activos para asegurar que estos se mantengan uniformes durante el uso del producto.

Además de que ayuda a minimizar la formación de una pasta dura en la superficie si el producto permaneciera almacenado por largos períodos de tiempo.

- Antitranspirantes en barra.

Los antitranspirantes en barra están compuestos básicamente por un ingrediente activo suspendido en una base de silicona volátil y son espesados por una matriz formada de alcohol estearílico y un componente de carbowax. La matriz formada por estos dos materiales en combinación con la silicona va a formar una barra suave y flexible. Esta estructura mantiene a las partículas de los activos

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

atrapados, hasta que al aplicar una presión se permita que estos activos salgan y realicen su función. Esto se logra con productos del tipo carbowax, pero algunos pueden secuestrar los activos solubles en agua evitando que ellos tengan su función antitranspirante. Un tipo de carbowax utilizado son los polietilenglicoles que al adicionarse integran muy bien el cuerpo de la barra y no dejan residuos cerosos en el brazo ni en la ropa.

La suspensión de los componentes de la barra también puede ser ayudada con el uso de arcillas orgánicas o aditivos de sílica, dichos aditivos reológicos ayudan a que los ingredientes activos se mantengan uniformes en la suspensión durante la fase de fundido en el procesamiento de la barra.

La suspensión de los componentes activos de la barra es muy importante para lograr buena uniformidad, pero el proceso de temperaturas y velocidad de enfriamiento también debe de ser seguida muy cercanamente ya que si la temperatura es excedida o la velocidad de enfriamiento es inapropiada la estructura de la barra puede ser alterada.

Las características reológicas de la suspensión pueden ser ajustadas por diferentes caminos. La concentración del alcohol estearílico, del carbowax y del talco tiene un efecto directo sobre la viscosidad y por lo tanto sobre la consistencia y apariencia de la barra.

Como se puede ver las características reológicas tienen una gran aplicación sobre muchos de los productos cosméticos, aquí sólo se han ejemplificado algunos, pero no hay que olvidar que en otros productos como geles, shampoos, máscaras, etc., la reología va a estar íntimamente ligada en su manufactura, en su aspecto y sobre todo en su funcionalidad.

**ADITIVOS REOLÓGICOS:**

Para mantener, obtener o modificar las propiedades reológicas de los cosméticos, se encuentran en el mercado una gran variedad de aditivos reológicos, con los cuales se puede controlar la viscosidad, tener una emulsión estable y una suspensión adecuada de activos y de pigmentos, con ellos también se pueden modificar otras características como repelencia al agua, calidad de espuma, liberación de activos, integridad en los cosméticos de color, etc.

Estos aditivos reológicos se clasifican según su origen en :

- a) Gomas naturales: son derivados directos de plantas naturales, fuentes animales y microbianas.
- b) Aditivos semisintéticos: son derivados sintéticos de gomas naturales.
- c) Aditivos sintéticos: polímeros sintetizados del petróleo u otras materias primas a base de hidrocarburos.
- d) Aditivos inorgánicos: derivados de minerales o pueden ser producidos sintéticamente.

Dentro de las gomas naturales se encuentran polímeros naturales solubles en agua que se han usado por mucho tiempo en la industria cosmética como espesantes, pero su uso ha disminuido debido a su alto costo de producción y a su gran potencial de sufrir contaminación microbiana.

Algunos ejemplos de aditivos reológicos se mencionan en la tabla 2, así como algunas de sus propiedades y usos.

PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

**TABLA 2**  
**ADITIVOS REOLÓGICOS**

CLASIFICACIÓN	NOMBRE	PROPIEDADES / USOS
Aditivos naturales	Tragacanto	Reduce la tensión superficial del agua, se usa como emulsificador y en suspensiones.
	Goma guar	Proporciona viscosidad y soluciones translúcidas.
	Alginato de propilenglicol	Se usa para estabilizar emulsiones y en lociones y ungüentos sirve como espesante.
Aditivos semisintéticos	Goma xantana	Tiene excelentes propiedades de suspensión.
	Gomas de celulosa	En suspensiones tópicas y maquillaje líquido provee de viscosidad y ayuda en la suspensión de pigmentos y activos. Modifica las propiedades de flujo.
	Hidroxietilcelulosa	En acondicionadores para el cabello da viscosidad, lubricación y estabilidad a la emulsión. En máscaras de pestañas sirve para suspensión de pigmentos y modifica propiedades de flujo.
	Derivados de hidroxietilcelulosa	En las lociones aumentan la viscosidad, en shampoos además intensifica la formación de espuma y disminuye la tensión superficial.
Aditivos sintéticos	Carbómeros	A lociones y otras emulsiones les da estabilidad y viscosidad. Provee de viscosidad y claridad a los geles y otros productos para el cabello.
	Acrilatos	Surfactantes en shampoos y acondicionadores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

CLASIFICACIÓN	NOMBRE	PROPIEDADES / USOS
	Copolímeros y polietileno	Dan dureza y estabilidad a los antitranspirantes en barra y a los labiales les proporcionan viscosidad, estabilidad térmica y brillo o acabado mate.
Aditivos inorgánicos	Arcillas	La hectorita proporciona viscosidad a ungüentos y al maquillaje líquido al cual también le proporciona buena suspensión de pigmentos.
	Siliconas amorfas	Las silicas hidratadas y la sílica gel dan claridad a los geles con altas y bajas concentraciones de agua respectivamente, también los provee de viscosidad.
	Hidróxidos de aluminio y magnesio	Mejora la estabilidad en emulsiones agua/aceite. Reducen la sudoración en productos en barra al mismo que mejora la homogeneidad de la suspensión para estos productos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

### PRUEBAS REOLÓGICAS DE ESTABILIDAD

Durante la formulación y fabricación de un cosmético se tienen que realizar pruebas de estabilidad. Con estas pruebas se asegura que un producto conserve sus atributos o propiedades dentro de límites aceptables desde que es fabricado hasta su uso final, pasando por las etapas de transporte, almacén, etc. durante las cuales se puede enfrentar a diferentes tipos de "estrés" físico tales como altas temperaturas, ciclos de congelamiento y vibraciones.

Las emulsiones con el tiempo sufren cambios físicos que les producen inestabilidad, estos cambios son principalmente: coalescencia y floculación.

La floculación se refiere a la separación de fases por diferencia de densidad entre ellas, a la viscosidad de la fase continua y al tamaño de partícula de la fase dispersa; esta separación puede ser reversible mediante la agitación, para resuspender los agregados del material sólido o aumentando la viscosidad de la fase continua.

Por otra parte la coalescencia ocurre cuando las partículas de la fase dispersa se unen entre sí para formar partículas mayores y por tanto provocan la separación de las fases, esta separación es irreversible.

Las pruebas más significativas para evaluar la estabilidad de las emulsiones, se realizan mediante **movimientos mecánicos** y condiciones aceleradas de temperatura.

Las pruebas de movimientos mecánicos sirven para evaluar el efecto de las vibraciones, son llevadas a cabo simulando las condiciones de embarque de los materiales. Cuando los productos son embarcados se enfrentan a gran cantidad de vibraciones que pueden causar asentamiento de sólidos, disminución de la viscosidad, floculación de pigmentos, etc.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Además si a las condiciones de embarque se le adicionan los efectos de la temperatura se obtiene una combinación que puede ser más perjudicial que si estuvieran de forma individual.

La prueba se realiza en un periodo de varias horas en un aparato de vibraciones, en el cual se usan diferentes frecuencias y amplitudes de vibración, se realiza principalmente en polvos y preparaciones granulares

Otras pruebas de movimiento mecánico también se realiza por medio de centrifugación. La centrifugación aplica un estrés físico a la emulsión por medio de la aceleración de la fuerza gravitacional. Esta prueba se realiza de diferentes maneras, una propuesta por Becher (1963) que afirma que una centrifugación a 3750 rpm en un radio de 10 cm por un periodo de 5 h equivale al efecto gravitacional por 1 año, entonces este proceso se aplica para determinar la velocidad de floculación de las emulsiones. Otros métodos aplican la ultracentrifugación sobre 2500 rpm y esta permite evaluar la coalescencia de la emulsión.

Para evaluar la estabilidad de las emulsiones también se aplica el método de turbidimetría, debido a que la luz reflejada por sistemas dispersos se relaciona con el área de superficie de la fase suspendida y la diferencia del índice de refracción, por lo tanto con este método es posible monitorear el cambio en el tamaño de la emulsión.

Similarmenete, se pueden evaluar los cambios en la intensidad del color de los pigmentos. El examen microscópico se aplica para detectar formación de masas en las emulsiones así como la presencia de burbujas de aire.

Cualquier estudio de estabilidad nos debe dar información acerca de las fallas en la estructura de los sistemas dependiendo de su naturaleza y de las condiciones a las que fue sometido el producto. Cuando las propiedades de un producto se ven afectadas al aplicar diferentes condiciones de estrés físico es necesario hacer cambios en el proceso de fabricación o en los materiales utilizados.



## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Para el desarrollo del estudio de estabilidad se deben definir desde el inicio las especificaciones del producto así como un rutinario control de calidad. También se deben incluir controles microbiológicos ya que la presencia de contaminación microbiana puede alterar la formulación del producto y por tanto sus propiedades físicas y químicas, además de que nos puede dar información acerca de la eficacia del conservador que lleva la formulación.

### **INSTRUMENTACIÓN:**

Como se ha mencionado la viscosidad es un parámetro indicador del comportamiento del flujo y nos proporciona cuerpo y soporte cuando un compuesto es desarrollado. Inicialmente la viscosidad puede ser evaluada cualitativamente por el ojo y la mano humana, así el consumidor puede darse cuenta de las características de un producto sin saber exactamente que es la viscosidad o como se mide. Para esto se han desarrollado una gran variedad de instrumentos de medición que juzgan y cuantifican esta propiedad. Estos instrumentos se llaman viscosímetros y se encuentran en diferentes modelos según su aplicación, por ejemplo:

Los viscosímetros rotacionales miden la resistencia que ponen los materiales al rotar a través de ellos una aguja o una paleta. Existen tres principales tipos de viscosímetros rotacionales: el Stormer, ICI y el Brookfield.

El viscosímetro de Brookfield es el que más comúnmente se usa para las mediciones de viscosidad en productos cosméticos. Se trata de un viscosímetro que cuenta con agujas y velocidades ajustables dando mayor flexibilidad a su manejo y aplicación a mayor cantidad de materiales. Este instrumento cuenta con diferentes modelos según sea el valor de la viscosidad (alto, medio o bajo).

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Quando se usa el Brookfield se debe de ser muy cuidadoso de reportar el modelo, el número de aguja y la velocidad a la cual es manejado ya que la lectura que nos proporcione deberá ser multiplicada por un factor que dependerá de estas tres variables, la multiplicación final nos dará la viscosidad en centipoises. Aunque en la actualidad hay algunos modelos que dan ya una lectura en centipoises.

La temperatura a la que es tomada la lectura, es un factor importante para tener valores reproducibles y significativos. Además de que debemos contar con un equipo calibrado y que tenga mantenimiento periódicamente. Esto es particularmente importante cuando se quieren comparar o comprobar resultados con otros laboratorios.

El viscosímetro de Brookfield se ha convertido en una herramienta básica dentro de los laboratorios de desarrollo y control de calidad. Por lo que es conveniente conocer tanto sus aplicaciones así como sus limitaciones.

La misma compañía Brookfield ha diseñado reómetros sofisticados en dos básicos modelos el RVT y RVF siendo el RVT el más usado para los productos cosméticos, estos modelos miden la viscosidad a una sola velocidad de corte por tiempo lo que es útil sólo para los análisis de rutina a sistemas bien definidos. Ya que para el estudio del desarrollo de un nuevo producto no proporciona la suficiente información acerca de su perfil reológico. Para entender y caracterizar un material se deben de hacer múltiples corridas de estudio.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Otros instrumentos utilizados para el estudio de la viscosidad son el viscosímetro de bola que se usa para medir productos materiales claros y consiste en la comparación del material con diferentes aceites de viscosidad estandarizada.

Los viscosímetros capilares se usan para evaluar sistemas finos o diluidos, en estos aparatos el fluido pasa por un capilar delgado y el tiempo que tarda en pasar es comparado con un fluido estándar (como el agua) que pasa por el mismo capilar.

Los penetrometros se usan para estimar la viscosidad de algunos materiales muy viscosos como cremas o petrolatos. Consiste en un cono suspendido sobre el material en estudio y una vez activado el cono cae dentro del material hasta una determinada profundidad que es medida en milímetros. El cono puede variar en tamaño, forma y peso dependiendo el material que se este evaluando.

Viscosímetros más sensibles y poderosos son los reómetros de cilindro concéntrico los cuales son automáticos y controlados por computadora, lo cual permite obtener perfiles reológicos muy amplios en poco tiempo.

Para saber que instrumento se debe de utilizar se hace necesario entender las características reológicas de los productos y de las materias primas.

**CONCLUSIONES**

Cuando un consumidor adquiere un cosmético lo primero que evalúa del producto son sus propiedades físicas tales como su olor, color, textura, apariencia, que sean sedosos, suaves, cremosos, agradables al tacto, en caso de shampoos que tengan un flujo uniforme, que el antitranspirante en barra no sea pegagoso y que se deslice fácilmente, etc. Estas características, junto con otras, involucran las propiedades reológicas del producto y de aquí la importancia de las pruebas reológicas en los cosméticos.

De una apropiada caracterización y evaluación de las propiedades reológicas dependerá el aspecto y funcionamiento de los productos y se verá reflejado en la comercialización de los mismos.

La reología de un producto cosmético esta involucrada desde el inicio de su desarrollo hasta el momento de su uso o aplicación final, por lo tanto es indispensable realizar pruebas reológicas a los productos en cada una de sus etapas de fabricación, almacenamiento y hasta el momento de su uso.

Para obtener productos de excelente calidad se debe de conocer no solo el comportamiento reológico del producto final sino también el de las materias primas utilizadas ya que con esto se podrán mejorar o modificar dichas propiedades.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. IFSCC Monograph Number 3, An introduction to rheology, 1997, Edt. Micelle press.
2. Laba, Dennis. Rheological Properties of Cosmetics and Toiletries, 1993. Edt. Marcel Dekker.
3. Marron and Prutton. Fundamentos de Fisicoquímica, 1994, Edt. Limusa.
4. O'Barel, André. Hanbook of Cosmetic Science and Technology, 2001, Edt. Marcel Dekker.
5. Poucher's. Perfumes, Cosmetics and Soaps, 2000, Edt. Hilda Butler.
6. Raymond, Chang. Química, 1992. Edt. Mc Graw Hill.
7. Wilkinson, J.B – Moore R.J. Cosmetología de Harry, 1990. Ediciones Díaz de Santos.

## PRUEBAS REOLÓGICAS EN COSMÉTICOS

Exposición oral: **“Control de Calidad en el Proceso de purificación de agua para Coeméticos.”**