

2/16



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

FORMULACION DE UNGUENTO ANTIRREFLEJANTE CON
OXIDO FERROSO FERRICO PARA EL PARPADO
INFERIOR DEL OJO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A:

MARTHITA HERRERA SALAZAR

DIRIGIDA POR:

M. C. JOSE LUIS SANCHEZ RAMOS



MEXICO, D. F.

21, ENERO 1988.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

C O N T E N I D O

CAPITULO	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. FUNDAMENTACION DEL TEMA	3
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
A. HIPOTESIS	11
B. OBJETIVOS	12
IV. METODO EXPERIMENTAL	13
A. MATERIAL	13
B. EQUIPO	13
C. DISEÑO DE LA METODOLOGIA DE UNA FORMULACION PARA UNGÜENTO NO MEDICADO	15
D. METODOS DE ANALISIS PARA EVALUAR LAS CARAC- TERISTICAS FISICAS DE LOS UNGÜENTOS	17
E. DESARROLLO DEL METODO EXPERIMENTAL	21
F. DESARROLLO DE FORMULACION	23
G. ESTUDIOS DE FORMULACION	24
1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA FORMULACION	26
2. PROCEDIMIENTO DE FABRICACION A NIVEL LABORATORIO	29
H. DETERMINACION DE LA ABSORTIVIDAD SOLAR	30
1. DISEÑO ESTADISTICO EXPERIMENTAL PARA ABSORTIVIDAD	32

2. MEDICION DE LA ABSORTIVIDAD	34
V. DISCUSION DE RESULTADOS	35
VI. CONCLUSIONES.	62
VII. PROPOSICIONES	64
VIII. APENDICE.	65
REFERENCIAS	71

I. INTRODUCCION

Los colorantes inorgánicos como los óxidos de hierro y el carbón negro, son utilizados en cosméticos como pigmentos, en delineadores, lápices para ojos y cejas, máscaras para pestañas, y en ungüentos no medicados clasificados como cosméticos de protección solar de uso popular.

El presente trabajo tiene por objeto efectuar estudios de formulación a nivel laboratorio, para un ungüento antirreflejante con Negro de Humo. Estos estudios consisten en la determinación de la concentración de cada una de las bases en una formulación que está formada por: petrolato amarillo, parafina, aceite mineral, lecitina y óxido ferroso - férrico (negro de humo).

Dicho producto debe de tener tal consistencia que permita untarse con facilidad, que permanezca en el sitio de aplicación, que sea de fácil limpieza; además de ofrecer una protección solar, todo esto sin causar alguna molestia o irritación a la piel.

Para los estudios de formulación se usará un diseño factorial de 2 factores de 2 X 2 niveles y un diseño experimental de 2 factores de 2 X 5 niveles con 3 repeticiones para cada tra

tamiento, este último diseño será utilizado para evaluar el efecto de la cantidad de negro de humo en la propiedad anti-reflejante del ungüento, evaluada por la medición de la absorptividad (teóricamente es 1.0).

Los resultados obtenidos se ordenarán juntamente con la discusión de los mismos, para dar una mejor comprensión del trabajo realizado.

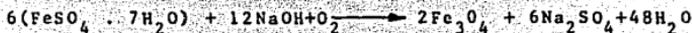
Al final se anexará un apéndice sobre el funcionamiento de la parte principal del absortímetro y generalidades de la radiación solar.

II. FUNDAMENTACION DEL TEMA

En el área de la cosmetología son muy utilizados los colores inorgánicos, como lo son el óxido de hierro y el carbón negro. El óxido de hierro es el más abundante de los óxidos existentes en la superficie de la tierra, pero la dificultad que existe para su purificación hace que resulte menos difícil la fabricación del óxido de hierro sintético, éste se utiliza en la industria cosmética con las concentraciones de arsénico especificadas. El principal material básico usado en la manufactura del pigmento de hierro, es sulfato ferroso y los varios óxidos de hierro usados en cosméticos, son obtenidos por precipitación del óxido férrico hidratado, seguido por un adecuado tratamiento.

Los óxidos de hierro sintéticos usados en cosmetología son el amarillo óxido de hierro hidratado, café óxido de hierro y negro óxido de hierro.

El negro óxido de hierro es fabricado por precipitación de Fe_3O_4 , bajo condiciones controladas de presión y temperatura, cuya reacción es la siguiente:



En esta reacción el Fe_3O_4 es una mezcla de ferroso y óxido férrico, algunas veces escrito como $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ó $\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4)$ y llamado óxido ferroso férrico, óxido de hierro magnético o negro de humo. Este es un polvo amorfo o cubos negros más pesado que el aire, prácticamente insoluble en agua, soluble en ácidos, con peso molecular de 231.55, punto de fusión 1538°C , densidad 5.2, muy estable a la luz; a fin de lograr el máximo aprovechamiento del color se debe micronizar en forma homogénea. Aparte de su utilidad en cosméticos, tiene gran uso como pigmento para pinturas acrílicas y como catalizados (1), (2).

En cosméticos el óxido ferroso férrico se usa en delineados, lápices para ojos y cejas, máscara para pestañas y en algunos ungüentos clasificados como un cosmético protector solar de uso popular (3).

Los ungüentos son formas farmacéuticas semisólidas para uso externo, cuya consistencia permite que se puedan aplicar fácilmente a la piel (4). Contienen bases e ingredientes activos. Las bases deben de poseer las siguientes cualidades: compatibilidad con los demás ingredientes; estabilidad frente a temperatura y tiempo; no irritantes; sin actividad farmacológica; de fácil empleo y una consistencia y untuosidad controlables (5).

Según la naturaleza de la base (excipiente) los ungüentos se dividen en:

- . Bases Oleaginosas
- Grasas y Aceites
- Hidrocarburos
- . Bases de Absorción
- . Bases de Emulsión
- . Bases Hidrosolubles

Por su grado de penetración los ungüentos se clasifican en:

- . Epidérmica
- . Endodérmica
- . Diadérmica

Al combinar una base oleaginosa hidrocarbonada con un pigmento negro, se obtiene un ungüento del tipo epidérmico que tiene como función proteger a los ojos de los reflejos solares (6).

Por consiguiente este ungüento se comporta como un cuerpo negro, es decir, cuando una radiación incide sobre un cuerpo, por hallarse éste en su trayectoria, una fracción de ella es reflejada, otra es absorbida y el resto es transmitida bajo la siguiente ecuación:

$$\alpha + \beta + \gamma = 1.0. \dots\dots\dots \text{ec. (1).}$$

Donde:

α = Coeficiente de absorción o fracción del total de radiación incidente que es absorbida.

β = Coeficiente de reflexión o fracción del total de radiación incidente que es reflejada.

γ = Coeficiente de transmisión o fracción del total de radiación incidente que es transmitida.

La mayoría de los materiales recubiertos con un pigmento negro son opacos, por lo tanto la energía transmitida es igual a cero. Un cuerpo que es capaz de absorber la totalidad de la energía radiante incidente sobre él, se dice que es un cuerpo negro, siendo el coeficiente de absorción igual a 1.0.

Los cuerpos y superficies reales son rigurosamente cuerpos negros, aunque algunos pueden acercarse a dicha condición y presentar valores de α en los alrededores de 0.95 a 0.99. Es usual dar los valores α con indicaciones de las temperaturas, la del cuerpo emisor y la del cuerpo receptor (absorbedor).

Respecto a la reflexión, es más significativa para superficies pulidas que para las granulares. En superficies pulidas o tersas, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión; si se trata de superficies rugosas, la reflexión se realiza en todas las direcciones y ocurre una reflexión difusa cuando la reflexión es independiente del ángulo de incidencia (7), (8).

Los rayos ultravioletas son una porción importante del espectro solar, estos rayos al incidir sobre un cuerpo brillante ocasiona reflejos; y si estos reflejos se realizan en la cara, muy cerca de la región ocular causan lesiones en la retina.

El ojo, órgano de suma importancia, que está protegido por pliegues móviles denominados párpados (párpados superiores e inferiores). Estos pliegues contienen piel en su superficie externa y en la superficie interna, constan de cartílago (9), (10).

La retina, parte fundamental del ojo, situada en la parte más interna del ojo, es una membrana encargada de transmitir la imagen al cerebro por medio de células visuales, conos y bastones que captan la luz, los colores y el movimiento.

Una formulación farmacéutica generalmente consiste en una mezcla de varios componentes cuyo nivel es restringido por otros factores que están directamente determinando las propiedades físicas químicas y biológicas.

En el desarrollo de estas formulaciones, los componentes deben ser variados dentro de esas restricciones para lograr una formulación estable y óptima con respecto a varios parámetros como son escalamientos y biodisponibilidad.

Estas formulaciones pueden ser realizadas involucrando numerosos experimentos a través de métodos para elegir y determinar los grupos adecuados de los posibles puntos experimentales al establecer diseños estadísticos que permita la elección de las formulaciones apropiadas para un medicamento (11), (9).

El objetivo de cualquier formulación cosmética es producir un producto terminado que no sea únicamente elegante y aceptable para el consumidor, sino que también sea seguro y eficaz. Un ungüento puede ser destinado para actuar solamente en la superfi-

cie de la piel para producir un efecto local. El desarrollo de un ungüento puede incluir pruebas para la estabilidad del producto y pruebas de irritabilidad para el mismo. Las pruebas de irritabilidad son un factor importante en el área de cosméticos ya que los dermatólogos han encontrado que un gran porcentaje de cosméticos manifiestan irritabilidad (o alergia) en la piel y que a pesar de esto la venta de estos productos de uso externo es muy grande (12), (13).

Los ungüentos son formas farmacéuticas semisólidas para uso externo, cuya consistencia permite que se puedan aplicar fácilmente a la piel, deben ser de tal composición que se expandan al ponerse en contacto con la piel. La facilidad de aplicación de una forma farmacéutica semisólida en la piel es un factor importante entre otros en la aceptación del producto.

Cada aplicación individual del ungüento deseado en la piel, con pequeños movimientos en forma de masaje y velocidad de los dedos da una estimación reológica del ungüento (14). Así que por su consistencia y facilidad de aplicación en combinación con un pigmento negro se obtendrá un ungüento que actúe como un protector solar antirreflejante.

Dado que se desea un ungüento que ejerza una acción protectora solar, se requiere que éste sea del tipo epidérmico, para que el grado de penetración sea nulo, que en su formulación incluya una base hidrocarbonada que le proporcione la consistencia adecuada así como un pigmento que absorba las radiaciones solares (15).

El pigmento más utilizado para este fin es el óxido ferroso férrico también conocido como negro de humo.

Por las características antes mencionadas el ungüento debe comportarse como un cuerpo negro; es decir, que va a permitir que las radiaciones incidentes sobre su superficie pasen a su interior absorbiéndolas.

La eficacia de un ungüento que tiene la finalidad de proteger los ojos contra lesiones causadas por reflejos solares, es evaluada por su grado de absortividad solar (10). Para medir la absortividad solar total de un cuerpo negro, es necesario utilizar un alfatómetro, aparato en el que la absortividad solar se mide mediante una diferencia de potencial generada, al incidir la radiación solar directamente sobre una termopila y por la energía que refleja la muestra. De los valores de voltaje obtenidos se calcula el valor de la absortividad solar total, mediante la siguiente relación (15).

$$A = 1 - V_m / V_s \quad \text{ec (2)}$$

Donde:

- A = Absortividad solar total
- V_m = Voltaje producido por la muestra
- V_s = Voltaje producido por la insolación

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El futbol americano es un deporte donde el jugador expone su cara y su vista a las radiaciones solares un sin número de veces durante el juego.

La radiación solar contiene en su espectro, rayos ultravioleta que en conjunto a las secreciones de las glándulas sudoríparas de la piel, cercanas a la región ocular, producen un reflejo nocivo a la retina la cual debe protegerse contra las radiaciones solares, sobre todo en aquellas personas de piel clara o morena clara, por lo que se crea la necesidad de formular un producto que ayude a reducir los reflejos causados por el sol.

A. HIPOTESIS

La concentración inadecuada de cada una de las bases para un ungüento no medicado, en una formulación, afecta las condiciones de uso del producto. Por consiguiente al disminuir la concentración de parafina y aumentar la del petrolato amarillo, en combinación con una cantidad adecuada de lecitina así como de aceite mineral se mejorarán las propiedades físicas del producto. Al modificar la concentración de óxido ferroso férrico (negro de humo) se verá afectada la absorptividad solar del ungüento, por lo tanto dicha concentración de negro de humo en el ungüento debe ser muy cercana a 2.0% para así lograr una absorptividad muy cercana a la teórica que es de 1.0.

B. OBJETIVOS

1. Obtener una formulación protectora solar antirreflejante cuya totalidad de las bases serán compatibles y determinar la concentración adecuada de las bases en una formulación estable físicamente para tener las propiedades físicas de unguento no medicado.
2. Determinar la absorptividad solar total mediante las formulaciones con las cantidades adecuadas de las bases, incluyendo el agente antisolar en el unguento no medicado.

IV. METODO EXPERIMENTAL

A. Material

1. Petrolato amarillo U S P XXI
2. Aceite mineral U S P XXI
3. Parafina U.S.P XXI
4. Lecitina de soya U S P XXI
5. Oxido ferroso-férrico (negro de humo), micronizado, (0.1-3 micrones).

B. Equipo

1. Penetrómetro modelo BAR-12 marca Precisión, USA.
2. Alfatómetro modelo Ia serie 046, USA
3. Milivoltímetro modelo 160 marca Keithley, USA.
4. Balanza analítica modelo S 2000 marcha Bosch, USA.
5. Parrilla de calentamiento marca Innova, USA.
6. Agitador magnético modelo 7200 marca Thermoline, USA.
7. Recipiente de acero inoxidable (304).
8. Baño María.

9. Estufas de secado.
10. Refrigerador.
11. Mechero.
12. Espátula.
13. Cronómetro.
14. Termómetro-10° a 120°
15. Tubo de ensaye.
16. Vaso de pp 50, 125, 250, 500 mls.
17. Frascos ambar boca ancha 50 mls.
18. Porta objetos.

C. DISEÑO DE LA METODOLOGIA DE UNA FORMULACION
PARA UNGÜENTO NO MEDICADO

Para realizar un estudio de formulación primero es necesario la recopilación de información sobre las características de la base así como las propiedades físicas y químicas de cada una de las integrantes.

La mejor forma de ordenar la información se muestra en la Figura 1.

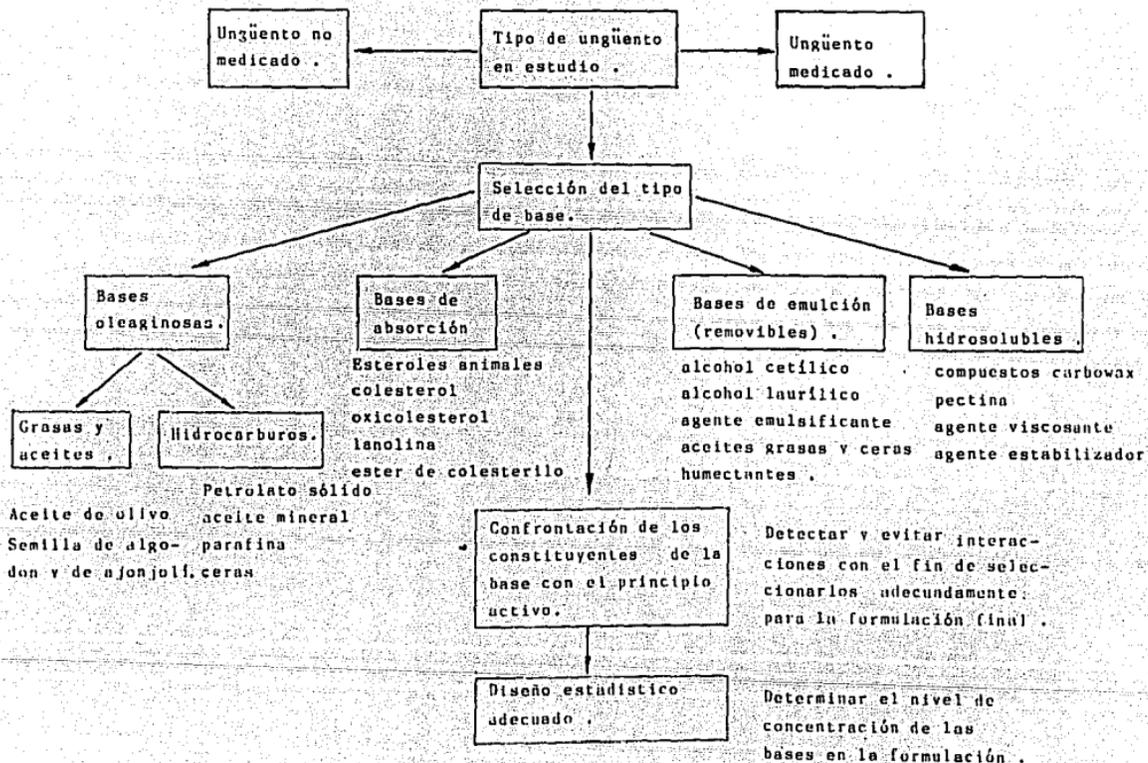


Figura No. 1

D. METODOS DE ANALISIS PARA EVALUAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS UNGÜENTOS

A. Homogeneidad

Observación visual o manual de una capa delgada de unguento extendida sobre una superficie plana, a fin de observar una uniformidad del producto, tanto en el tamaño como en la distribución de las partículas.

B. Apariencia

Distribuir una porción de unguento en un papel absorbente mediante una espátula, no debe observarse fases de separación ni aglomerados de partículas.

C. Características Organolépticas

Describir el color y olor de las formulaciones

D. Temperatura de fusión (14).

Fundir una cantidad de unguento hasta alcanzar la temperatura de 90-92°C. Enfriar el unguento a 47°C introducir el bulbo frío de un termómetro con la capa de unguento en el bulbo, a un tubo de ensaye (como se muestra en la figura). Colocar el tubo de ensaye con el termómetro en un baño de agua a la temperatura de 16°C, aumentar la temperatura del

baño 2°C, por minuto hasta alcanzar la temperatura de 30°C. Aumentar la temperatura del baño a 41°C, y anotar la temperatura a la cual se desprende la primera gota del termómetro.

Se esquematiza a continuación el equipo utilizado en esta prueba.

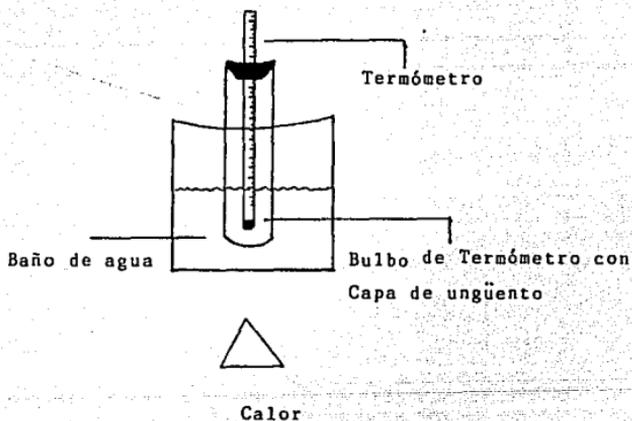


Figura No. 2. Aparato para medir temperatura de fusión.

E. Consistencia (17)

El equipo utilizado para esta prueba se esquematiza de la siguiente manera.

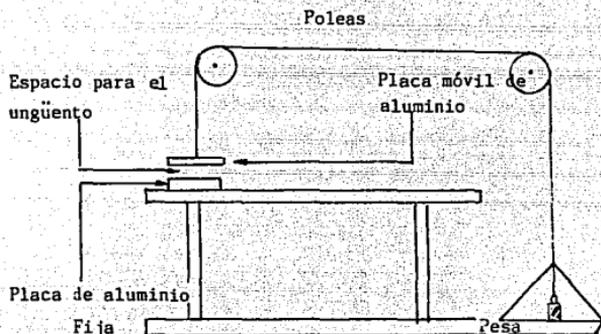


Figura No. 3. Consistómetro.

Procedimiento: Colocar entre las dos placas el ungüento descansar sobre las placas una pesa de 1 Kg. durante 5 Min. para obtener una capa de ungüento uniforme y para sacar el aire entre las placas. Sujetar la placa superior a un determinado peso y anotar el tiempo requerido para que las dos placas se separen.

F. Penetrabilidad (14).

Es la medida de la consistencia de un unguento. Determinando la velocidad de penetración de un objeto pesado y en punta. Se utiliza el penetrómetro que contiene un cono que pesa 150 Grs. y que tiene un ángulo de 90°C.

Enfriar 200 Grs. de la muestra a $25^{\circ}\text{C} + 2.5^{\circ}$ por un periodo de 12 horas colocar el recipiente que contiene la muestra debajo del cono, bajar el cono hasta que la punta toque la superficie de la muestra. Poner el aparato en cero, soltar el cono para dejar insertarlo libremente en la muestra por un tiempo de 30 segundos. Al cabo de este lapso leer el total de penetración en la escala.

G. Estabilidad Física

Para un producto no medicado, llenar tubos colapsibles de aluminio y frascos con las diferentes formulaciones, someterlas a las temperaturas de: 37°C , 45°C , 60°C y refrigerador para generar el fenómeno de "lagrimeo". Los tubos y frascos se ciclan de tal manera que permanecen a temperatura ambiente durante el día y por la noche a las temperaturas específicas anteriormente durante un periodo de diez días. Esparcir una cantidad de unguento en estudios sobre un papel filtro antes y después de someterlos a las diferentes temperaturas medir el halo que se forma en el papel filtro alrededor del unguento.

E. DESARROLLO DEL METODO EXPERIMENTAL

CEDULA

Prueba de estabilidad física para unguento no medicado.

Metodología general para realizar pruebas de estabilidad física en formas semisólidas no medicadas.

1. Llenar frascos y tubos colapsibles con el unguento en estudios, someterlas a las temperaturas de 37°C, 45°C, 60°C y refrigerador para generar el fenómeno de lagrimeo¹ y separación de fase. Los tubos y frascos se ciclan de tal manera que permanecen a temperatura ambiente durante el día y por la noche a las temperaturas especificadas anteriormente, durante un período de 10 días, tomando una muestra de referencia a 25°C.

La tabla 1 muestra las condiciones de tiempo y temperatura de almacenaje a la que se someten las muestras para determinar la estabilidad física del producto.

¹LAGRIMEO: Separación de excesiva cantidad de líquido del unguento. Es una prueba común para la estabilidad del producto más no de irritabilidad.

TABLA No. 1

ESTABILIDAD FISICA PARA UNGUENTOS NO MEDICANOS EN
CONDICIONES DE CICLACION DURANTE 10 DIAS.

Temperatura de Almacenaje	Tiempo de almacenaje (hr).					
	12	24	36	48	60	240
0°	*		*		*	*
TA		*, #, &, %				*, #, &, %
37°	#		#		#	#
45°	&		&		&	&
60°	%		%		%	%

Parámetros a evaluar en el unguento :

1. Apariencia

- separación de fase
- lagrimeo

2. Consistencia

*, #, &, % = Muestras en estudio, todas del mismo lote.

F. DESARROLLO DE FORMULACION.

Durante la fase de desarrollo de formulación los estudios de estabilidad ocupan un lugar muy importante, ya que a partir de ellos podemos predecir los factores que afectan el compuesto y el tiempo durante el cual nuestro producto será todavía activo.

Primeramente se investiga las interacciones del fármaco con los excipientes, con el fin de seleccionarlas adecuadamente para la formulación final, teniendo como objetivos detectar interacciones fármaco-excipiente; seleccionar excipientes y evitar interacciones.

Se debe mencionar que el tipo, amplitud y dirección de los estudios de estabilidad están determinados por las formas farmacéuticas que quieran desarrollarse.

Por consiguiente ya que en el presente trabajo se tiene un ungüento en el que no está presente ningún principio activo (ungüento no medicado) y en el que la base está compuesta por hidrocarburos (derivados del petróleo) se justifica la falta de estudios de compatibilidad de excipientes (base de ungüento) y de fármaco-excipientes.

El hecho de que sean compuestos hidrocarburos (para este caso) se evitan interacciones y se asegura la compatibilidad de los mismos.

G. ESTUDIOS DE FORMULACION

Preparación de las formulaciones y determinación de sus características físicas.

Preparar las formulaciones de los ungüentos al variar la concentración de parafina, petrolato amarillo, lecitina y aceite mineral, con el objeto de seleccionar las formulaciones más estables en función de sus características físicas tales como: homogeneidad, apariencia, características organolépticas, temperatura de fusión, consistencia, penetrabilidad y estabilidad física.

Para una mejor visualización sobre el desarrollo del presente trabajo se elaboró el siguiente diagrama .

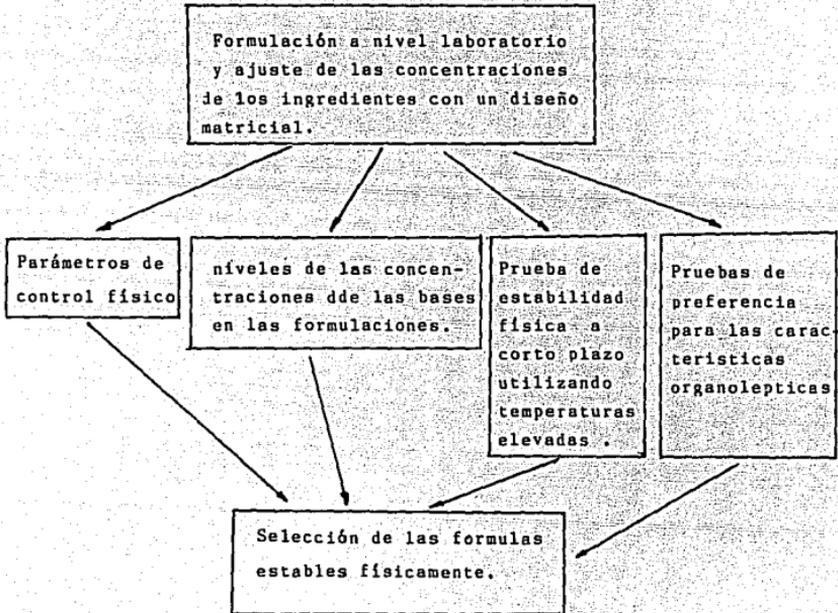


Figura No. 4 DIAGRAMA DE FLUJO.

1. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA FORMULACION

Debido a la influencia de las bases en las condiciones de uso del producto a satisfacción del consumidor, se usará diseño experimental tipo factorial de 2 factores, de 2 x 2 niveles Ta bla 4 y 6 ya que éste diseño permite manejar diversos facto res y sus interacciones entre sí sobre la variable de respues tas seleccionadas para describir el comportamiento de la base lo cual nos proporcionará los parámetros necesarios para la ob tención del estudio de formulación más adecuado de acuerdo a las condiciones de uso del producto.

Se evaluará la influencia de las bases en la consistencia medida con el consistómetro y con el penetrómetro, el modelo estadístico que se aplica al diseño experimental anterior es el siguiente:

Donde: $Y_{ijk} = M + W_i + V_j + (WV)_{ij} + E_{kij}$

Y_{ijk} = Consistencia o Penetrabilidad

M = Media Poblacional

W_i = Efecto de la i ésima columna del factor lecitina (o aceite mineral).

V_j = Efecto de la j ésima fila del factor pa rafina o petrolato.

(wv) ij = Efecto de la interacción entre parafina
o petrolato y lecitina.

E_{kij} = Error aleatorio.

En la Tabla No. 2 se muestran las fórmulas utilizadas para la elaboración de las tablas de análisis de varianza.

TABLA No. 2. ANÁLISIS DE VARIANZA .

Fuente de Variación	Grados de libertad .	Suma de Cuadrados	Media de cuadrados	Aleatorio F_0	Fijo. F_0
F_j	$a-1$	$\sum_{j=1}^a \frac{y_j^2 \dots}{bn} - \frac{y^2 \dots}{abn}$	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$	$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$	$F_0 = \frac{SS_A}{MS_{AB}}$
C_i	$b-1$	$\sum_{i=1}^b \frac{y^2 \cdot i}{an} - \frac{y^2 \dots}{abn}$	$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$	$F_0 = \frac{MS_B}{MS_E}$	$F_0 = \frac{MS_B}{MS_{AB}}$
$(CF)_{ij}$	$(a-1)(b-1)$	$\sum_{j=1}^a \sum_{i=1}^b \frac{y_{ij}^2}{n} - \frac{y^2 \dots}{abn} - SS_A - SS_B$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$F_0 = \frac{MS_{AB}}{MS_E}$	$F_0 = \frac{MS_{AB}}{MS_E}$
E_{IJK}	$ab(n-1)$	$SS_T - SS_{AB} - SS_A - SS_B$	$MS_E = \frac{SS_E}{ab(n-1)}$		

2. PROCEDIMIENTO DE FABRICACION A NIVEL LABORATORIO

1. Sobre un baño María, colocar un recipiente de acero inoxidable (304), añadir la cantidad requerida de petrolato amarillo y fundir.
2. Mantener la temperatura y la agitación constantes, adicinar la parafina, fundir y homogeneizar, seguido de los mililitros de aceite mineral y los gramos de lecitina cuidando que la incorporación se realice hasta que el ingrediente anteriormente adicionado, se haya disuelto y homogeneizado completamente.
3. Retirar del baño el vaso de acero inoxidable (304) y continuar la agitación hasta una completa solidificación.

H. DETERMINACION DE LA ABSORTIVIDAD SOLAR

A partir de las dos formulaciones D y F con las mejores propiedades físicas, condiciones de uso del producto, variar las concentraciones de óxido ferroso férrico, desde 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 gr. con el objeto de determinar la absortividad de las cinco concentraciones para observar la más cercana a la absortividad teórica (1.01), así como para asegurar la propiedad antirreflejante en el ungüento.

A continuación se presenta un diagrama de experimentación para una mejor visualización de los pasos a seguir después de la selección de las fórmulas estables físicamente.

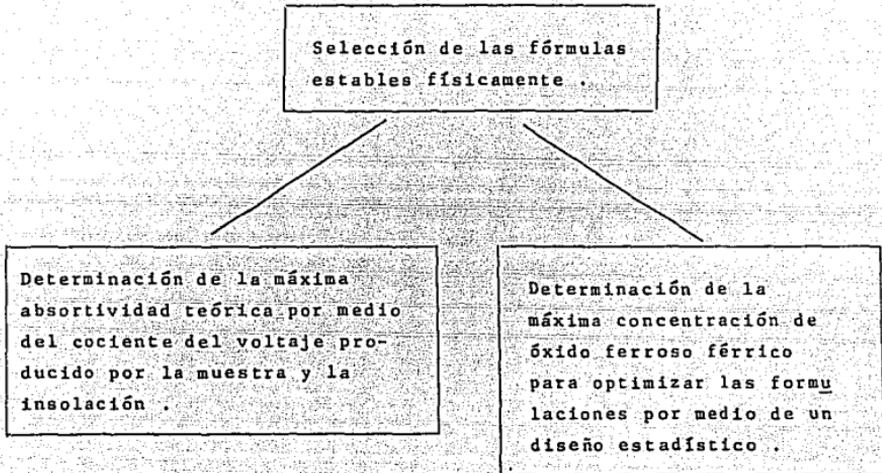


Figura No. 5. DIAGRAMA DE EXPERIMENTACION .

1. DISEÑO ESTADÍSTICO EXPERIMENTAL PARA ABSORTIVIDAD

De las 6 formulaciones se seleccionaron sólo 2, las cuales poseían las mejores propiedades físicas D y F. Debido a la característica antirreflejante del ungüento como producto final y por tanto a la suposición de que se comporta como un cuerpo negro, se requiere de la medición de la absortividad del ungüento. Para esto se usó un diseño experimental tipo factorial completamente al azar (Tabla 3), ya que este permite manejar diversos factores y sus interacciones entre sí sobre la variable de respuesta seleccionada. El cual nos proporciona los parámetros necesarios para la obtención del estudio de formulación más adecuado. Además, en su fase de concentraciones, se muestra la matriz experimental con el número de tratamientos utilizados para la experimentación, las variables explicativas que se manejaron son concentraciones de negro de humo y formulación.

La Tabla 3 muestra la matriz experimental con el número de tratamientos utilizados para un diseño factorial completamente al azar; como se puede observar las variables explicativas que se manejan son concentración de negro de humo y formulación.

TABLA 3 DISEÑO ESTADÍSTICO EXPERIMENTAL .

		Concentración de negro de humo .		
		C ₁	C ₂	C ₃
Formulaciones	F ₁	F ₁ C ₁	F ₁ C ₂	F ₁ C ₃
	F ₂	F ₂ C ₁	F ₂ C ₂	F ₂ C ₃

DISEÑO FACTORIAL

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DOS FACTORES .

MODELO: $y_{ijk} = M + C_i + F_j + (CF)_{ij} + E_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk} = Absortividad

M = Media

C_i = Efecto de la i ésima columna del factor concentración

F_j = Efecto de la j ésima fila del factor formulación

$(CF)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre concentración y formulación

E_{ijk} = Error .

2. MEDICION DE LA ABSORTIVIDAD

1. Se coloca una capa delgada perfectamente bien extendida del ungüen to, sobre una placa de vidrio de 20 x 20 Cms.
2. La placa de vidrio se acomoda en el soporte del aparato exactamente debajo de la termopila.
3. Se inclina el soporte hasta que el medidor del ángulo indique 30° aproximadamente, con sol radiante y cielo despejado.
4. el Milivoltímetro se conecta al alfatómetro o absortímetro².
5. Para la primera, de dos mediciones, la termopila se coloca hacia arriba durante 20 segundos, para obtener el voltaje producido por la insolación. Para la segunda medición se voltea hacia abajo la termopila durante 20 segundos para obtener el voltaje producido por la muestra.

El cociente de las mediciones de voltaje menos uno, dará la absortividad solar total de la muestra³.

² El aparato utilizado en las mediciones así como una breve explicación del mismo, se mencionan en el apéndice.

³ Dichas mediciones se realizaron en el Instituto de Investigación de Materiales, en el Departamento de Energía Solar, de la UNAM en Cuernavaca, Mor. México.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

En las Tablas 5 y 7 se muestran los resultados obtenidos para la consistencia acomodados según el diseño estadístico (Tablas 4 y 6) como se puede observar en ellas, existe una variabilidad de los datos, por lo cual se procedió a hacer un análisis de varianza para saber si algunas de las variables con las que se trabajó ejercían o no efecto en el desarrollo de formulación, la prueba que se va a usar es la de F puesto que el diseño experimental utilizado en la experimentación fue factorial de 2 factores de 2 X 2 niveles, para determinar el efecto de las variables o factores usados se calculó una F y se comparó con una F teórica con un nivel de 0.05 de significancia.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis estadístico de los datos de consistencia para petrolato o parafina - lecitina para las formulaciones A, B, C y D mostrados en la Tabla 8 encontramos que efectivamente hay efecto sobre la variable de respuesta consistencia (tiempo), puesto que la F calculada es mucho más grande que la F teórica propuesta para efectuar la comparación de los datos.

Esto nos lleva a decir que la buena o mala consistencia dependen de las concentraciones de parafina, petrolato amarillo y lecitina en las formulaciones de ungüento.

Es decir, que existe una relación entre la variable de respuesta consistencia con los factores parafina - lecitina, petrolato - lecitina.

TABLA 4. Matriz del diseño factorial para la influencia de las bases en la consistencia del unguento para 4 diferentes formulaciones a 2 concentraciones de lecitina o aceite mineral y parafina.

	Lecitina o Aceite mineral .	
Parafina	C_1	C_2
X_1	Formulación A	Formulación B
X_2	Formulación C	Formulación D

TABLA 5. Valores de consistencia dada en minutos y segundos formulación A, B, C y D a 2 concentraciones diferentes de lecitina y parafina.

Parafina (g.)	LECITINA	
	0.5 g.	0.7 g
2.5	28"	32"
	30"	32"
	28"	32"
	28"	33"
	30"	32"
3.0	1' 29"	2' 57"
	1' 30"	2' 44"
	1' 36"	2' 46"
	1' 28"	2' 53"
	1' 35"	2' 45"

TABLA 6. Matriz del diseño factorial para valores de consistencia en 4 diferentes formulaciones a 2 concentraciones de lecitina o aceite mineral y petrolato .

	Lecitina 0 aceite mineral .	
Petrolato	C ₁	C ₂
Y ₁	Formulación C	Fomulación D
Y ₂	Formulación A	Formulación B

TABLA 7. Valores de consistencia dada en minutos y segundos para las formulaciones C, D, A, y B, (de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo)

		Lecitina	
Petrolato g.	0.5 g.	0.7 g.	
6.0	1' 29"	2' 57"	
	1' 30"	2' 44"	
	1' 36"	2' 46"	
	1' 28"	2' 53"	
	1' 35"	2' 45"	
6.5	28"	32"	
	30"	32"	
	28"	32"	
	28"	33"	
	30"	32"	

TABLA 8. ANALISIS ESTADISTICO PARA LOS DATOS DE CONSISTENCIA EVALUADOS POR EL CONSISTOMETRO PARA PETROLATO O PARAFINA - LACITINA EN LAS FORMULACIONES A, B, C, D.

Analisis de varianza de dos factores .

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F calculada	F _{0,05}
W_i	1	500.0	500.0	32.206	4.49
V_j	1	561.8	561.8	36.186	4.49
$(WV)_{ij}$	1	204.8	204.8	13.191	4.49
E_{ijk}	1	248.4	15.525		

Donde W_i es Lecitina; V_j es parafina o petrolato, $(WV)_{ij}$ es la interacción y E_{ijk} es igual al error aleatorio.

Según el análisis estadístico para los datos de penetrabilidad Tablas 9 y 10, para el efecto lineal petrolato o para fina - aceite mineral para las formulaciones A, B, C y D mostrado en la Tabla 11, se observa que no hay efecto sobre la variable de respuesta ya que la F calculada para el Aceite Mineral es más pequeña que la F teórica propuesta para efectuar la comparación de los datos, por lo tanto, las concentraciones de Aceite Mineral manejadas en las formulaciones del ungüento no influyen en grande manera en la penetrabilidad. Es decir que no hay ninguna relación entre la variable de respuesta con los factores Parafina - Aceite Mineral, Petrolato - Aceite Mineral.

TABLA 9. Valores de la medida de la consistencia por medio de la penetrabilidad dada en mm. para las formulaciones A,B,CyD A 2 concentraciones diferentes de aceite mineral y parafina .

Parafina (g.)	Aceite mineral.	
	0.1 g.	0.2 g.
2.5	126	118
	122	121
	124	121
3.0	96	96
	91	96
	95	96

TABLA 10. Valores de consistencia tomadas con un penetrómetro en mm. para las formulaciones C, D, A, B, (de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo).

Petrolato (g.)	Aceite mineral (g.)	
	0.1 (g.)	0.2 (g.)
6.0	96	96
	91	96
	95	96
6.5	126	118
	122	121
	124	121

TABLA 11. ANALISIS ESTADISTICO PARA LOS DATOS DE CONSISTENCIA EVALUADA POR LA PENETRABILIDAD
 PARA EL EFECTO LINEAL PETROLATO O PARAFINA - ACEITE MINERAL EN LAS FORMULACIONES
 A,B,C,D.

Analisis de Varianza de dos factores .

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F calculada	F _{0,05}
W _i	1	3	3	0.857	5.32
V _j	1	2187	2187	634.85	5.32
(WV) _{ij}	1	27	27	7.71	5.32
E _{kij}	8	28	3.5		

Donde: W_i es aceite mineral, V_j es parafina o peterolato, (WV)_{ij} es la interacción y E_{ijk} es el error aleatorio .

De las observaciones efectuadas para las seis formulaciones propuestas (Tablas 12 y 13) se encontró que las únicas con aglomerados eran las que tenían cantidades muy cercanas entre sí de Petrolato y Parafina como lo son las enumeradas con E y F. Durante el desarrollo de dichas fórmulas en el laboratorio se observó que no era suficiente agitar continuamente hasta enfriamiento del ungüento ya que según bajaba la temperatura iban apareciendo pequeños "grumos" lo cual no pasaba con las otras formulaciones.

Se observó que formulación marcada con la letra A estaba brillante y aceitosa, por la cantidad de aceite y petrolato, en referencia a los demás constituyentes de la formulación, lo cual afectaba la apariencia del ungüento. La B se veía brillante pero menos aceitosa que la anterior ya que contiene menor Aceite Mineral. En comparación con todas las otras A y B son las más oleosas. En C, D, E y F va disminuyendo el brillo conforme disminuye la cantidad de Petrolato, esto es la E y la F son menos brillantes que la C y D.

La lecitina ayuda a la opacidad del ungüento por lo que la D es más opaca que la C y la F más opaca que la E.

Se hace referencia a lo Brillante - Aceitoso del ungüento ya que si es muy brillante además de afectar la apariencia del

producto modifica la absorptividad del mismo. Ya que se requiere de que el unguento sea opaco (sin brillo); que no sea muy aceitoso, porque modifica las propiedades físicas como penetrabilidad y consistencia.

Todas tenían olor a Petrolato porque es el de mayor proporción en las 6 formulaciones. El color amarillo es debido a la lecitina de soya ya que ésta es de color amarillo obscuro, pero esto no afecta en la apariencia ya que posteriormente, la adición del pigmento negro de humo, da un producto final de color negro.

TABLA 12 CONCENTRACIONES DE LAS BASES.

Para 6 formulaciones propuestas.

Formulación de las bases.	Parafina (g.)	Petrolato (g.)	Lecitina (g.)	Aceite mineral (g.)
A	2.5	6.5	0.5	0.2
B	2.5	6.5	0.7	0.1
C	3.0	6.0	0.5	0.2
D	3.0	6.0	0.7	0.1
E	3.0	4.0	0.5	0.2
F	3.0	4.0	2.0	0.2

TABLA 13 DESCRIPCION DE LAS FORMULACIONES .

Formulación	Características organolépticas, apariencia y homogeneidad ,
A	Ungüento amarillo, con olor característico al petrolato sin fase de separación, sin aglomerado de partículas .
B	Ungüento amarillo, sin fase de separación sin aglomerados de partículas con olor característico al petrolato amarillo y ligeramente a lecitina .
C	Ungüento amarillo, de olor característico al petrolato amarillo sin fase de separación sin aglomerado de partículas .
D	Ungüento amarillo, olor característico a petrolato amarillo sin fase de separación sin aglomerado de partículas con ligero olor a lecitina
E	Ungüento amarillo, olor característico al petrolato y a la lecitina de soya, sin fase de separación, con aglomerados .
F	Ungüento amarillo, olor característico al petrolato y a la lecitina de soya sin fase de separación con aglomerados .

De la temperatura de fusión del ungüento tenemos que decir que debe ser mayor, que la temperatura corporal ya que, según las condiciones de uso del producto se requiere que no "fluya" sino que permanezca sin fundirse en el sitio de aplicación. Por lo tanto la Tabla 14 muestra que para la formulación A el punto de fusión es muy bajo en comparación con la F. Conforme se aumenta (en poco) la cantidad de parafina así como se disminuye la de petrolato en las formulaciones A → F Tabla 12 se observa el aumento de la temperatura de fusión. Además, existen algunas variaciones como en el D y E debido a las concentraciones de los demás constituyentes de las bases (lecitina y aceite mineral).

Las formulaciones con mayor punto de fusión son la D y F.

TABLA 14 TEMPERATURA DE FUSION .

Formulación	Temperatura (° C) .
A	35 ^o
B	38 ^o
C	52 ^o
D	56 ^o
E	54 ^o
F	58 ^o
Petrolato	38 ^o
Promedio de 3 determinaciones.	

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{291}{6} = 48.5$$

$$DS = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1} - \frac{539.5}{5}} = \sqrt{107.9} = 10.38^{\circ}$$

$$ES = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{539.5}{30}} = 17.98 = 4.24^{\circ}$$

\bar{x} = Media.

DS =Desviación estándar

ES =Error estandar

La medida de la consistencia es una de las propiedades físicas de mayor importancia. Dicha propiedad se evalúa por medio de un consistómetro o un penetrómetro.

Según las condiciones de uso del producto, se requiere que éste sea fácil de esparcir sin ser demasiado suave y a la vez, deje en el sitio de aplicación una capa no muy delgada, evaluando dicha propiedad se puede compaginar todo esto.

Como la lecitina ayuda a la consistencia del producto, se puede observar en tabla 12 que para A y B las cantidades de parafina y petrolato son iguales lo que varía es lecitina y aceite mineral. Observando la Tabla 15 vemos que A y B son muy parecidas en los tiempos pero A (con 0.5 de lecitina) tiene menor tiempo de desprendimiento de placas de aluminio que B (con 0.7 de lecitina) pero entre B y C se ve muy marcada la diferencia de tiempos; si vemos los datos para C y D a pesar de que no es muy marcada la diferencia la hay, ya que D contiene mayor cantidad de lecitina en la formulación, no obstante que son iguales las cantidades de parafina y petrolato. Para E y F iguales en parafina y petrolato se ve claramente la diferencia de tiempo, atribuyéndose esto a la concentración de lecitina principalmente, claro que los demás constituyentes influyen en la consistencia de las formulaciones, para 0.5 g y 2.0 g. de lecitina en E y F respectivamente. Las formulaciones que tardaron mayor tiempo en desprender las placas de aluminio fueron las de mejor consistencia por lo que observamos que son D y F.

TABLA 15. CONSISTENCIA: Tiempo en que tardan en desprenderse las placas de aluminio por la acción de un peso.

FORMULACION	CARGA ^a (Kg)	T I E M P O		
		Min.	Seg.	1/100
A	6		28"	03"
			30	11
			28	21
			28	12
			30	15
B	6		32"	48"
			32	95
			32	66
			33	85
			32	20
C	6	1'	29"	92"
		1	30	64
		1	36	12
		1	28	82
		1	35	15
D	6	2'	57"	20"
		2	44	75
		2	46	28
		2	53	34
		2	45	80
E	6	2'	04"	24"
		2	18	36
		2	20	18
		2	15	22
		2	20	32
F	6	4'	26"	80"
		4	15	74
		4	20	15
		4	18	62
		4	25	78
PETROLATO	50 Gr.	Después de 1 minuto no se observó separación de placas.		

^a Menor carga de 6 Kg. no desprende las placas de aluminio después de 10 minutos.

Ahora bien, según Tabla 16, A y B eran formulaciones muy oleosas lo cual influía en el índice penetrométrico esto es, el cono penetraba más a fondo en los 30 segundos; para C y D que contienen más parafina, menor petrolato y menor cantidad de aceite que A; baja la penetrabilidad y si bajamos aún más la cantidad de petrolato tenemos una gran mejoría en el valor de la penetrabilidad esto es, para E y F; mucho mejor para F. Según el estudio de penetrabilidad las mejores formulaciones serían C y F.

Tabla 16. Tiempo que tarda el cono en penetrar en el ungüento bajo un tiempo y temperatura determina. (Tiempo 30 seg. Temperatura 25°).

Formulación	Penetrabilidad (mm).
A	124
B	120
C	94
D	96
E	77
F	74
Petrolato	152

La Tabla 17 muestra los resultados de las pruebas de estabilidad para los ungüentos. En los que no hubo separación de los componentes en ninguna de las formulaciones propuestas.

Según Tabla 18 la distancia que se observa al esparcir una porción de ungüento sobre papel filtro depende en gran manera de la cantidad de aceite mineral y petrolato en las formulaciones. Por lo tanto, en dicha tabla todas presentan "halo" ya que contienen petrolato y aceite mineral aunque no en iguales cantidades por lo que la distancia del "halo" es diferente; ahora bien, para los propósitos de uso del producto y material de empaque se requiere que la distancia del "halo" sea lo menor posible en el ungüento.

NOTA: Ya que no existen límites o especificaciones oficiales para éste tipo de ungüento, por lo que los límites descritos en el presente trabajo son válidos sólo para este tipo de ungüento, obtenidos según las propiedades y condiciones de uso del producto.

TABLA 17. ESTABILIDAD FISICA .

Estudios de estabilidad física de los ungüentos almacenados durante 10 días en condiciones de ciclación.

Formulación	Temperatura de almacenamiento : 37, 45, 60, y refrigerador .
A \longleftrightarrow F	No se observó ninguna fase de separación

TABLA 18. ESTABILIDAD FISICA.

Distancia observada al esparcir una porción de unguento sobre papel filtro almacenadas durante 10 días, a las temperaturas de 37°, 45°, 60° y refrigerador

Formulación	Distancia inicial (mm)	Distancia final (mm)
A	2.5	2.5
B	1.5	1.5
C	1.1	1.1
D	1.1	1.1
E	1.2	1.1
F	1.2	1.2
Petrolato	1.0	1.0

En la Tabla No. 19, se muestran los resultados obtenidos para el efecto de la cantidad de negro de humo en la propiedad antirreflejante del ungüento para las formulaciones F y D; como se puede observar, los datos son muy semejantes entre sí. Por lo que, se procedió a efectuar un análisis de varianza, para saber si la variable con la que se trabajó ejercía o no efecto en las formulaciones. La prueba a utilizar es la de F puesto que el diseño experimental utilizado en la experimentación fue factorial de 2 factores de 2 X 5 niveles con 3 repeticiones para cada tratamiento, para determinar el efecto de la variable usada se calculó F y se comparó con una F teórica con un nivel del 0.05 de significancia.

**TABLA No. 19. VALORES DE ABSORTIVIDAD PARA DOS FORMULACIONES A CINCO
 CONCENTRACIONES DE NEGRO DE HUMO.**

Concentración de negro de humo.					
Fórmulas	0.05 g.	0.1 g.	0.2 g.	0.4 g.	0.8 g.
F	0.9637	0.9852	0.9845	0.965	0.9607
	0.9578	0.971	0.9784	0.970	0.9803
	0.9601	0.975	0.9825	0.980	0.9801
D	0.962	0.968	0.967	0.958	0.982
	0.960	0.969	0.974	0.965	0.967
	0.950	0.971	0.972	0.965	0.980

Para la evaluación de los datos se procede a efectuar un análisis de varianza el cual se muestra en la Tabla 20 en la que se puede observar que sí hay efecto entre la variable negro de humo y la absorptividad por lo tanto existe igualmente efecto de la formulación con la absorptividad puesto que la F calculada es mayor que la F teórica, con lo que se refiere a la interacción de ambas variables no existe efecto debido a la combinación de los niveles del factor negro de humo con los niveles del factor formulación con la absorptividad ya que la F calculada es mayor que la F teórica.

TABLA 20. ANALISIS ESTADISTICO PARA LAS FORMULAS F Y D CON CINCO NIVELES DE NEGRO DE HUMO

Análisis de Varianza para todos los datos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F Calculada	F 0.05
F_j formulación	1	2.36883	2.6883	5.97	4.35
C_i concentración.	4	1.2305	3.10144	7.82	2.87
(C F) ij	4	1.7504	4.3761	1.10	2.87
E_{ijk}	20	7.93107	3.96553		

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos; se seleccionaron las formulaciones D y F, las cuales no presentaron ninguna fase de separación; fueron las de mayor temperatura de fusión y según el criterio para evaluar consistencia fueron las que presentaron mayor tiempo de desprendimiento de placas en comparación con las demás. Con respecto a la penetrabilidad dichas formulaciones estables físicamente, se encuentran entre los valores más pequeños.

Comparando entre sí ambas formulaciones, según resultados, se puede observar que la formulación F, tiene mejores propiedades físicas que la D, por lo que dicha formulación va a permanecer en el sitio de aplicación mayor tiempo, a la vez que va a ser de fácil aplicación así como de fácil limpieza.

En cuanto a las propiedades antirreflejantes del ungüento, ésta propiedad se asegura con una concentración de 0.2 grs. de negro de humo en la formulación, ya sea la formulación F o D, puesto que dicha propiedad es independiente a las concentraciones de las bases, es decir, las propiedades físicas no afectan las propiedades ópticas del ungüento.

Por lo tanto la formulación F, es la indicada para los objetivos que se fijaron.

La formulación F contiene :

Negro de humo	0.2 Gr.
Parafina	3.0 Gr.
Petrolato	4.0 Gr.
Lecitina	2.0 Gr.
Aceite Mineral	0.2 Gr.

VII PROPOSICIONES

A continuación se enumeran una serie de proposiciones para una complementación posterior del presente trabajo:

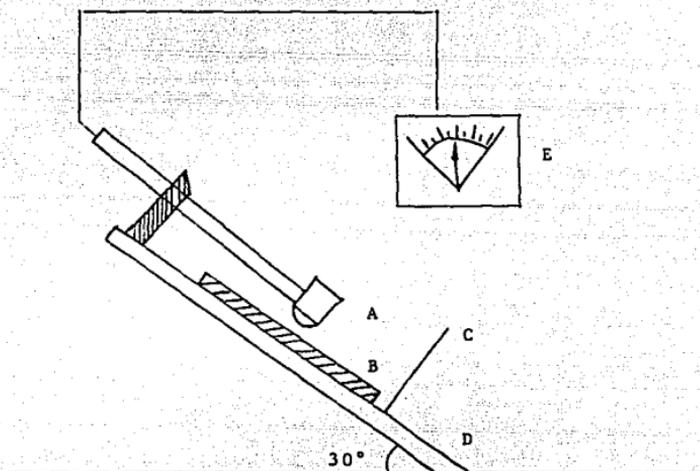
1. Desarrollo del Método Analítico.
Linealidad, precisión, exactitud para cuantificar química y microbiológicamente.
2. Prueba de estabilidad química a corto plazo.
3. Ajuste de la metodología analítica y parámetros a controlar.
4. Fabricación de un lote de fórmulas seleccionadas.
5. Optimización de la fórmula estable químicamente.

VIII. APENDICE

FUNCION DE LA PARTE PRINCIPAL DEL ABSORTIMETRO

Termopila: Se tiene un circuito eléctrico que consta de 2 placas, una de las cuales está unida a un alambre de nicromer (níquel - cromo) de alta resistencia y la otra está unida a un alambre de cobre. Las puntas de estos alambres se conectan a un aparato sensor como lo es el voltímetro. Dichas placas por ser de propiedades óptimas diferentes (una opaca y la otra muy reflejante), cuando incide la radiación solar sobre ellas se genera una fuerza electromotriz del orden de 0.5-2 milivolts. Es decir, cuando el sensor se dirige al sol directamente se obtienen lecturas de 1-1.7 milivolts. Cuando éste sensor se dirige hacia la muestra en prueba se obtienen lecturas inferiores, dependiendo de la cantidad de radiación reflejada por la muestra. De esta manera cuando se dirige el sensor a una muestra pintada con pintura negra mate (enamel) se obtienen lecturas del orden de 0.015, conforme la muestra se aparta del comportamiento de un cuerpo negro la lectura se incrementa entonces de esta forma el sistema (absortímetro) realmente está haciendo una evaluación comparativa entre la energía (por unidad de área) que está llegando a la superficie terrestre y la que está reflejando el cuerpo evaluado.

APARATO UTILIZADO PARA MEDIR LA ABSORTIVIDAD.

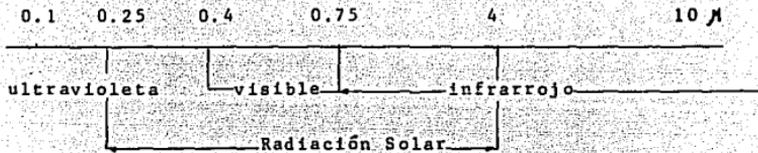


- A) Termopila
- B) Muestra o placa patrón
- C) Indicador del ángulo de inclinación
- D) Soporte
- E) Milivoltímetro

Figura No. 8. Absortímetro.

Generalidades sobre la Radiación Solar.

La radiación solar está constituida por una superposición de ondas cuyas "longitudes" están comprendidas entre 0.25 micras y 4 micras.



A nivel del suelo la composición de la Radiación Solar es:

Longitud de Onda (Micras)	% de la Energía Total	Naturaleza de la Radiación
0.25 a 0.4	1 - 3%	Ultravioleta
0.4 - 0.75	40 - 42%	Visible
0.75 - 2.5	55 - 59%	Infrarrojo

Un cuerpo sometido a una radiación puede absorberla (α) reflejarla (β) o ser atravesado por ella (γ). Entonces $\alpha + \beta + \gamma = 1$.

Los coeficientes de radiación y de transmisión dependen del material, de su color y del estado de su superficie. Los cuerpos oscuros absorberán la radiación solar mucho más que los cuerpos claros entonces para un cuerpo negro β y $\gamma = 0$ por lo tanto $\alpha = 1$.

Un cuerpo negro es un material ideal que permite toda la radiación incidente sobre su superficie, pasar al interior absorbiéndola internamente.

Entre las principales características de un cuerpo negro podemos citar las siguientes:

- 1) Ser un absorbedor perfecto
- 2) Ser un emisor perfecto

La ley de Stefan-Boltzman la energía emitida por el cuerpo negro que se encuentra a una temperatura está dada por

$$q = \sigma T^4$$

Según Planck la energía emitida por un cuerpo negro en virtud de su temperatura se denomina radiación térmica y está comprendida entre 0.2 y 100 μ m.

Ya que para la finalidad del presente trabajo la energía que emite el ungüento no nos incumbe, entonces ecuaciones de Planck y Boltzman no vienen al caso. Ya que sólo se requiere que el ungüento sea un buen absorbedor.

Para tener una idea de lo que es un buen absorbedor se ilustrará por medio de gráficas, para cuerpos negros reales.

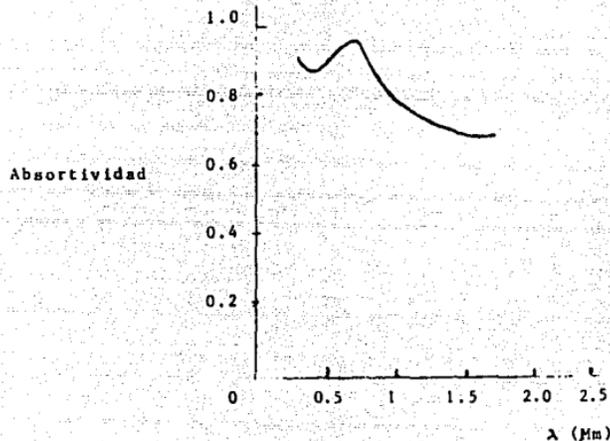


Figura No. 9. La máxima absorptividad para un cuerpo negro (níquel negro) es de 0.96 a una longitud de onda dentro del visible)

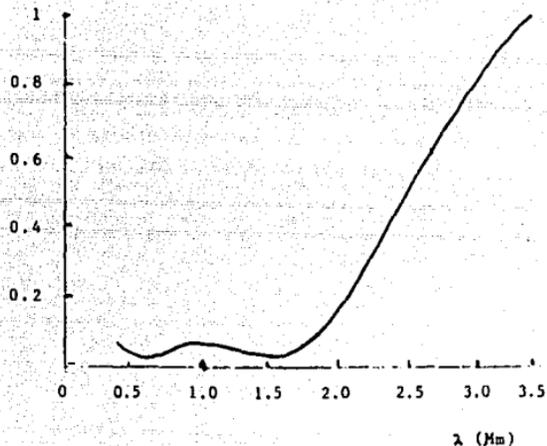


Figura No. 10. Reflectividad para un cuerpo negro (níquel negro). En la que se observa que a longitud de onda visible la reflectividad es mínima aunque en el infrarrojo tiene una alta reflectividad.

Ahora bien pinturas a base de negro de humo absorben en el espectro solar visible y en el infrarrojo siendo las propiedades ópticas las siguientes: absorptividad 0.85 y emisividad 0.12.

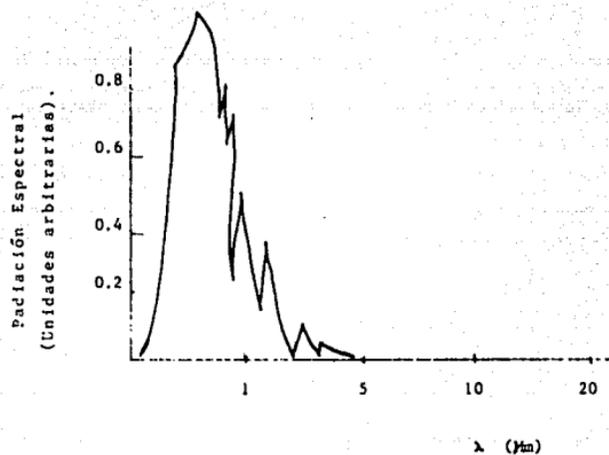


Figura No. 11. Espectro Solar.

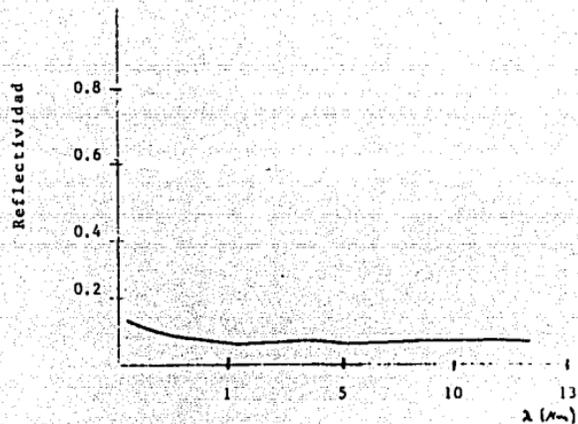


Figura No. 12. Pintura a base de negro de humo en lo que la reflectividad es mínima por lo tanto la absorptividad es máxima.

REFERENCIAS

1. Balsam, and Sagarin H.G., Cosmetics Science and Technology 2nd. edition Wiley Interscience Publication; New York, N.Y., USA. pp. 560-561 (1974).
2. The Index Merck tenth edition, Published by Merck & Co., Inc. Rahway, N. Y., USA número 3964 (1983).
3. Mcnamara, S.H. "When a cosmetic is also a Drug" Drug & Cosmetic Industry, 126, sn. 44-48. (1980).
4. Remington's Pharmaceutical Science 16th edition Mack Publishing Co. Easton Pennsylvania pp 1518. (1980).
5. Ansel, C.H. Introduction to Pharmaceutical Dosage Forms. 3rd edition, Published by Lea and Febiger Philadelphia, P 279. (1980).
6. Crmaer, John Products Cramer Inc., Editorial Cardner Kansas, p 71. (1980).
7. Farrington Daniels, Fisicoquímica. 61 Edición, Editorial Continental, S.A. México, pp 423 - 427 (1985).
8. Maron, S.H. y Pruton C.F. Fisicoquímica. 14a. Edición, Editorial Limusa México, pp 618 - 619 (1984).

9. Banker, G.S. and Chalmers, R.K. Pharmaceutics and Pharmacy Practice J.B. Lippincott Company USA. pp 27 - 29 (1982).
10. Buerva, J. "Selección de modernos filtros solares en cosméticos y preparaciones antisolares como un sistema de prevención" Perfumería Moderna Año XVII, 193 p 36 (1985).
11. Shabbir, T.A. "Extreme Vertexes Design in formulation Development" Journal Pharmaceutical Science 70 p 897 - 898 (1981).
12. Asamblea General de la Sociedad de Químicos Cosmetólogos, "Skin Irritation Theory"; Drug and Cosmetic Ind. 12, pp 42 - 77 (1983).
13. Goldbemberg, R. "Tropical Irritation" Drug and Cosmetic Ind. 127 (October); p 45 - 128 (1980).
14. The United States Pharmacopia XXI and The National Formulary United States Pharmacopeial Convention, Inc. Rockville USA, pp 810-811, 741 (1985).
15. Dorgan, P.D. "Waxes in Cosmetic" Drug and Cosmetic Inc. 133, 30 - 31 (1983).
16. Villarreal, R. "Desarrollo de una técnica para depositar cromo negro para captadores solares" Tesis Ingeniero Químico, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., (1980).
17. Harwood R.V., et al "Packaging and the Physical Stability Properties of a non aqueous topical ointment". Pharm. Tech. 4, (1) pp 70 (1980).