

23  
reje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN



**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FOTOPROTECTORAS-COSMETICAS DEI  
EXTRACTO DE Amphipterygium adstringes ( CUACHALALATE )**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

P R E S E N T A

**GERARDO ARROYO RUIZ**

ASESOR: Q.F.B. DAVID QUINTANAR GUERRERO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAINE KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.



Departamento de Exámenes Profesionales

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Estudio de las propiedades fotoprotectoras-cosméticas  
del extracto de Amphipterygium adstringens (Cuachalalate).

que presenta el pasante: Gerardo Arroyo Ruiz  
con número de cuenta: 8415074-9 para obtener el TITULO de:  
Químico Farmacéutico Biólogo .

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 12 de Febrero de 199<sup>4</sup>

PRESIDENTE Q. Mario A. Morales Delgado

VOCAL Q.F.B. Guadalupe Rebollar Barrera

SECRETARIO Q.F.B. David Quintanar Guerrero

PRIMER SUPLENTE Q.F.B. Efrén Hernández Baltazar

SEGUNDO SUPLENTE Q.F.B. Adriana Ganem Rondero

**Si parece fácil, es difícil.**

**Si parece difícil, es totalmente imposible.**

A mis padres, Julio y Ma. Guadalupe, mi agradecimiento y cariño, porque sólo ellos saben los esfuerzos que han hecho para sacarnos adelante a mis hermanos y a mí.

A mis hermanos, Julio y Javier, por preguntarme:  
¿Cuándo vas a terminar la carrera? y por su amistad y apoyo.

A Rocío, por todo el tiempo que hemos compartido juntos, por tu ayuda e interés hacia este trabajo. Te quiero y apurate a terminar.

A David Quintanar, por confiar en mí para la realización de este trabajo y por su amistad.

A la Dra. Susana Mendoza, Guillermo, Gabriel y Abelardo por su gran ayuda.

Al personal del Bioterio de la ENRP - Ixtacala y a los voluntarios que cooperaron para la realización de las pruebas.

A David Quintanar, por confiar en mí para la realización de este trabajo y por su amistad.

A la Dra. Susana Mendoza, Guillermo, Gabriel y Abelardo por su gran ayuda.

Al personal del Bioterio de la ENEP - Izta-  
cala y a los voluntarios que cooperaron  
para la realización de las pruebas.

A mis amigos: Rojas, Chiquillo, Doc, Chucho, Gus,  
Trabúcles, Chong, Alejo, Brizuela, Muñones, Lobo,  
Marroquín, Muñeca, Crucita, Eliza, Zelada, Arzel,  
Valente, Rocío C., Chayos, Belmont, Abel ;Ah!  
y todos los que se me olvidaron, gracias por su  
amistad y por los buenos recuerdos de la escuela.



## INDICE

INDICE	2
INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE FIGURAS	5
INTRODUCCION	8
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS PARTICULARES	12
I. GENERALIDADES	13
1.1 LA PIEL HUMANA	13
1.1.1 Estructura	14
1.1.2 Propiedades Protectoras de la Piel	18
1.2 LA LUZ SOLAR	18
1.3 EFECTO BIOLÓGICO DE LA LUZ SOLAR EN LA PIEL	21
1.3.1 Efecto Positivo de las Radiaciones UV	25
1.3.2 Efectos Adversos de la Radiación Solar	28
1.3.3 El Bronceado	32

1.4 LOS FILTROS SOLARES	34
1.4.1 Historia	34
1.4.2 Definición	35
1.4.3 Clasificación	35
1.4.4 El Factor de Protección Solar	37
1.4.5 Propiedades de los Filtros Solares	40
1.4.6 Situación Actual de los Filtros Solares	41
1.5 HUMECTACION Y EMOLIENCIA	42
1.6 LAS PLANTAS Y LA COSMETICA	44
1.7 <u>Amphipterygium adstringes</u> (CUACHALALATE)	46
1.7.1 Descripción Botánica y Localización	46
1.7.2 Usos Tradicionales	47
II. PARTE EXPERIMENTAL	48
2.1 EQUIPO	48
2.2 REACTIVOS	48
2.3 MATERIAL BIOLÓGICO	49
2.4 METODOS	49
2.4.1 Prueba de Irritabilidad en Piel	49
2.4.2 Caracterización del Extracto	51

2.4.3 Emoliencia	53
2.4.4 Humectación	53
2.4.5 Análisis Espectrofotométrico	54
2.4.6 Análisis de Cortes Histológicos	55
2.4.7 Análisis de Resistencia al Agua del Extracto en Piel	55
2.4.8 Determinación del FPS <u>in vivo</u>	56
III. RESULTADOS	59
IV. DISCUSION	78
V. CONCLUSIONES	83
VI. BIBLIOGRAFIA	84
APENDICE 1	90

#### INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Energía necesaria para provocar una res- puesta eritematosa según los tipos de piel.	29
Tabla 2. Filtros solares aprobados para su uso en Estados Unidos	38
Tabla 3. Clasificación de los Filtros Solares de acuerdo a su FPS.	39

Tabla 4. Soluciones acuosas al 10% de humectante. Porcentaje acumulado de peso perdido por evaporación de agua con respecto al tiempo.	61
Tabla 5. Soluciones acuosas al 10% (5% Cuachalalate + 5% humectante). Porcentaje acumulado de peso perdido por evaporación de agua con respecto al tiempo.	62
Tabla 6. Porcentaje de remoción de las soluciones aplicadas en una porción de piel al ser sometidas a un flujo constante de agua.	73
Tabla 7. Determinación del Factor de Protección Solar para el extracto de Cuachalalate en humanos.	75
Tabla 8. Determinación del Factor de Protección Solar para el Parsol MCX en humanos.	76
Tabla 9. Determinación del Factor de Protección Solar en ratones, para las diferentes sustancias empleadas.	76

#### INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama esquemático de la piel.	16
Figura 2. Espectro lumínico de la radiación solar.	20
Figura 3. Penetración de los rayos UV en función de la longitud de onda.	26
Figura 4. Fotografía explicativa de la prueba de	

resistencia al agua del extracto en piel.	56
Figura 5. Capacidad de retención de agua. Soluciones acuosas al 10% de humectante.	63
Figura 6. Capacidad de retención de agua. Soluciones acuosas (5% de extracto + 5% de humectante).	64
Figura 7. Captación de agua por diferentes humectantes y el extracto a RH de 97%.	65
Figura 8. Captación de agua por diferentes humectantes y el extracto a RH de 73%.	66
Figura 9. Captación de agua por diferentes humectantes y el extracto a RH de 59%.	67
Figura 10. Espectro de absorción del extracto a las diferentes concentraciones empleadas.	69
Figura 11. Corte de piel sin aplicación del extracto (control).	70
Figura 12. Corte plegado de piel con una aplicación del extracto (10x).	70
Figura 13. Cortes de piel con dos aplicaciones del extracto (10x).	71
Figura 14. Corte de piel con cuatro aplicaciones del extracto (10x).	72
Figura 15. Porcentaje removido de las soluciones aplicadas en una porción de piel al ser sometidas a un flujo constante de agua.	74
Figura 16. Fotografías al inicio (a y c) y final del estudio (b y d) en dos voluntarios	

empleados para la determinación del FPS. 77

Apendice 1 90

#### ABREVIATURAS

FPS	Factor de Protección Solar
UV	Ultravioleta
RR	Humedad Relativa
DEM	Dosis Eritemógena Mínima
PP	Piel Protegida
PNP	Piel No Protegida
J	Joule
mJ	Milijoule

## INTRODUCCION

El espectro de la radiación solar se divide en luz ultravioleta (UV), luz visible, radiación infrarroja y otras radiaciones.

El espectro UV comprende las longitudes de onda entre los 100 y 400 nm. El espectro visible abarca desde los 400 hasta los 800 nm. Finalmente, la radiación infrarroja se inicia en la zona de los 800 nm. Los efectos de la radiación UV en la piel ocupan la mayor atención en el terreno de la fotoprotección. En este sentido lo más importante es el hecho de que existen tres zonas del espectro UV (UVC = 100 a 290 nm; UVB = 290 a 320 nm; UVA = 320 a 400 nm), las cuales por la exposición de la piel a la luz solar producen una diversidad de daños al tejido. Estos incluyen cambios visibles, físicos, químicos e histológicos entre los cuales cabe destacar la formación de eritema, melanogénesis, carcinogénesis, pigmentación, alteraciones en la dermis del tejido conectivo y tumores (1, 2, 3, 4, 5).

Estas alteraciones son producidas principalmente por las radiaciones UVB y UVA, ya que la radiación UVC es filtrada casi en su totalidad por la capa atmosférica de ozono (1, 6). La exposición prolongada puede ocasionar, además, efectos crónicos poco conocidos por el momento como la fotocarcinogénesis y el fotoenvejecimiento de la piel (5, 7).

Estas consideraciones hablan claramente en favor de la necesidad de emplear una protección adecuada, de amplio espectro contra las radiaciones UV, que permitan disminuir los daños ocasionados a la piel (2, 3).

Para lograr dicha protección se han empleado los filtros solares, que por definición son sustancias tóxicas eficaces en la protección contra la luz solar, en mayor o menor grado, que contienen compuestos químicos que absorben la luz UV evitando la penetración de esta en la piel. Idealmente un filtro solar deberá ser efectivo, manteniendo elevada su capacidad protectora por varias horas después de su aplicación a la piel (1, 2, 4, 8). Sin embargo, se ha encontrado que el efecto protector de los filtros solares a menudo no se presenta con la eficiencia esperada. Esta deficiencia es probablemente el resultado de varios factores que llevan a remover el filtro solar de la superficie de la piel: abrasión, penetración de los ingredientes activos en la piel, pérdida de la uniformidad de la película aplicada del filtro solar, sudoración, etc (2).

Para determinar el nivel de protección ofrecido por el filtro solar, es estimado el factor de protección solar (FPS), que es el índice de la capacidad protectora de un filtro frente a los efectos nocivos de la radiación solar sobre la piel. El FPS es la guía más práctica para ayudar al consumidor en la selección de un adecuado filtro solar (1, 4, 5, 9, 10).



El FPS se determina por el cociente de la dosis eritemógena mínima (DEM) en piel protegida por un filtro solar con respecto a la DEM en piel no protegida. Para una adecuada evaluación se debe tomar en cuenta: a) características de la radiación UV aplicada; b) tipo y características de la piel empleada en la determinación y c) método de evaluación (1, 4, 5).

En el área de la protección solar, se han encontrado extractos vegetales que cuentan con algunos componentes que son capaces de absorber selectivamente ciertas longitudes de onda del espectro UV y, particularmente, las ondas comprendidas entre los 290 y 400 nm que corresponden a las radiaciones UVA y UVB. Estos extractos vegetales son cada vez más empleados en el mundo entero. Esta tendencia resulta de varios factores entre los cuales caben destacar los últimos descubrimientos en fitoterapia y los métodos de extracción, de estabilización y sobre todo de análisis, lo cual explica en gran parte, el modo de acción de estos extractos vegetales. Dichos extractos también desarrollan otras numerosas funciones cosméticas gracias a la diversidad de los compuestos presentes en ellos (11, 12).

En los últimos años se ha encontrado un considerable aumento en la frecuencia de casos de cáncer de piel en la República Mexicana, los cuales entre 1960-1975 representaban un 7.3% del total de neoplasias malignas encontradas para el sexo masculino y en 1986-1987 representaron el 13.3%; ocurriendo de manera similar para el sexo femenino (13). En otras partes del mundo se

encuentran situaciones similares y aún más drásticas, como es el caso de la población australiana, de la cual un 66% esta propensa a contraer cáncer de piel y en Estados Unidos son reportados cada año más de 600,000 nuevos casos (6).

Con base en las consideraciones anteriores se estudiarán las características cosméticas del extracto vegetal de Cuachalalate (Amphipterygium adstringes), al cual se le determinará su inocuidad dérmica, características de emoliencia, humectación, formación de película y protección solar, ya que en estudios realizados recientemente se ha encontrado la capacidad del extracto de Cuachalalate para absorber las radiaciones ultravioleta (14).

El Cuachalalate es una especie nativa de México, que corresponde al tipo de vegetación del bosque tropical caducifolio, se puede encontrar de Michoacán a Morelos, Puebla, Oaxaca y Nayarit. Ha sido empleado en la medicina tradicional casera como antigastrítico, antiulceroso, anticanceroso, antipalúdico, astringente, para curar heridas internas y externas, cicatrizante y como hipocolesterolemia (15, 16, 17).

## OBJETIVO GENERAL

Determinar las propiedades cosméticas y fotoprotectoras del extracto de Amphipterygium adstringes (Cuachalalate), así como algunos parámetros útiles para su identificación.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Demostrar la inocuidad del extracto de Amphipterygium adstringes (Cuachalalate) sobre piel sana.
- 2.- Realizar un análisis fisicoquímico para lograr la caracterización del extracto.
- 3.- Evaluar las propiedades de emoliencia y humectación que pueda presentar el extracto.
- 4.- Determinar la eficacia del extracto como filtro solar, estableciendo la longitud de onda de máxima absorción y la zona de acción como tal, comparandolo con otras sustancias empleadas para este fin.
- 5.- Establecer la variación obtenida en la absorción del extracto al colocarlo en diferentes vehículos.
- 6.- Determinar la penetrabilidad del extracto en piel normal después de aplicaciones únicas y sucesivas, por medio de cortes crioscópicos.

## I. GENERALIDADES

### 1.1 LA PIEL HUMANA

Aun cuando en rigor el sistema tegumentario comprende un tegumento externo o piel y un tegumento interno o mucosa, colindantes ambos en forma insensible a nivel de los orificios naturales del cuerpo -boca, ano, vagina-, es costumbre considerarlo solamente en su composición primera, o sea, como piel y anexos (18).

La piel de un adulto promedio cubre más de 19,300 centímetros cuadrados de área superficial, pesa alrededor de 2.7 kg y recibe más o menos una tercera parte de toda la sangre que circula por el cuerpo. La piel es casi totalmente impermeable, proporciona una barrera térmica estrechamente regulada y eficaz; además no solo controla la pérdida de fluidos valiosos, evita la penetración de sustancias extrañas, nocivas, radiaciones y actúa como cojín frente a golpes mecánicos. También aporta señales sexuales y sociales por su color, textura u olor. Para los cosmetólogos, es esencial el conocimiento de la estructura y función de la piel, ya se interesen por la mejora de la piel farmacológicamente o en la prevención de su lesión (19, 20).

### 1.1.1 Estructura

La piel se divide en dos capas: Epidermis o cutícula y Dermis o corión.

EPIDERMIS. Es la capa más externa de la piel. Se compone de epitelio estratificado y consta de un cierto número de capas de células dispuestas en dos zonas bastante bien delimitadas: una zona córnea y una zona germinal.

La zona córnea se halla situada superficialmente. Consta de tres capas superiores de células de las que se compone la epidermis:

a) Capa Córnea. Son células escalonadas, delgadas y aplanadas, llenas de queratina que se desprenden constantemente.

b) Capa Lúcida. Son células de contornos indiferenciados pero sin núcleos, muertas y desvitalizadas.

c) Capa Granulosa. Es una capa de células bien delimitadas, conteniendo núcleos y gránulos, de ahí su denominación de granulosa; sin embargo, ellas no contribuyen al color de la piel. Se considera que es un estrato activo en la queratinización, un proceso en el cual las células pierden sus núcleos, se hacen más compactas y frágiles.

d) Capa Germinal. Se halla por debajo de la zona córnea y consta de dos capas de células epiteliales bien formadas, es la capa más profunda e importante de la piel, sus células son capaces de efectuar división mitótica y en forma simultánea estas células dan origen a todas las capas externas de la epidermis en un tiempo aproximado de 42 días (19, 20). La epidermis se regenerará sólo mientras que el estrato germinativo permanezca intacto. En esta capa germinativa se encuentran los melanocitos que mediante las proyecciones melanocíticas llevan el pigmento principal de la piel, la melanina, a las células epiteliales adyacentes. El factor más fuerte de incremento de la pigmentación es el efecto estimulante del sol sobre los melanocitos.

- Células Espiculares. Se denomina así debido a sus diminutas fibrillas que unen unas células con otras, produciendo la sensación de que poseen espinas (21). Esta capa se incluye con el estrato germinativo como la capa de Malpighi. También existen cuerpos ovoides en el estrato intermedio que emigran finalmente hacia la periferia de la célula y parecen incrementar el número de espacios intercelulares. Su función es desconocida, aunque parece que contienen mucopolisacáridos, y se ha sugerido que pueden constituir el cemento intercelular.

e) Células Basales. Estas son las células de las que se forman constantemente las nuevas células epidérmicas. Están dispuestas en forma ordenada, adosadas íntimamente entre sí, formando la primera o las primeras capas de células que descansan sobre

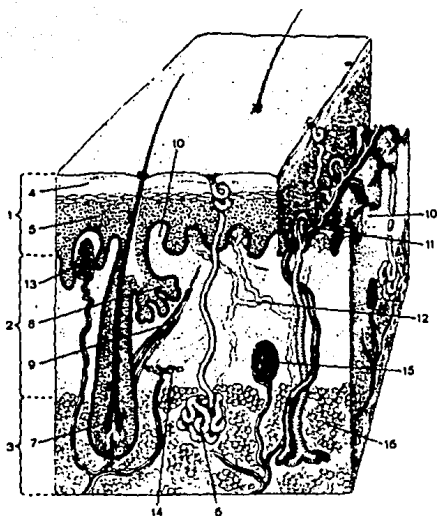


Figura 1. Diagrama esquemático de la piel.

1. Epidermis; 2. Dermis; 3. Tej. celular subcutáneo; 4. Estrato córneo y estrato liso; 5. Estrato de Malpighi; 6. Glándula sudorífera; 7. Bulbo pilífero; 8. Glándula sebácea; 9. Músculo erector del pelo; 10. Papilas de la dermis; 11. Asa capilar sanguíneo; 12. Capilares linfáticos; 13. Corpúsculo de Meissner; 14. Corpúsculo de Ruffini; 15. Corpúsculo de Pacini; 16. Tejido adiposo.

las papilas de la dermis. La epidermis no contiene vasos sanguíneos. A través de ella pasan los conductos de las glándulas sudoríparas y en su seno se disponen los pelos (20, 21).

CORION. Esta capa se encuentra formada de tejido conjuntivo fibroso y elástico. La superficie de la dermis esta dispuesta en forma de pequeñas papilas que contienen asas de vasos capilares sanguíneos.

En la dermis se hallan situadas las terminaciones de los nervios sensoriales, los corpúsculos táctiles. En las partes profundas de la dermis están situados los ovillos de numerosas glándulas sudoríparas, y los conductos de estas pasan a través de la dermis y epidermis en forma de canales espirales que se abren en la superficie de la piel en forma de minúsculas depresiones denominadas poros. Las células que aquí se encuentran están aplanadas y completamente llenas de queratina, en forma de haces de filamentos fijados en una sustancia opaca interfilamentosa que al parecer se transforma en el estrato intermedio en una matriz rica en azufre.

- Glándulas Sebáceas. Se trata de pequeñas glándulas saculares situadas en la piel; presentan forma de botella y se abren en los folículos pilosos. Estas glándulas son más abundantes en el cuero cabelludo y en la cara, alrededor de la nariz, boca y oreja, pero no se presentan en la piel de la palma de las manos ni en la planta de los pies. Tanto las glándulas como sus



conductos están recubiertos por células epiteliales (19, 21).

### 1.1.2 Propiedades Protectoras de la Piel

La piel impide el paso de agua al interior de los tejidos. La epidermis impide la lesión de las estructuras subyacentes y, al recubrir las terminaciones sensibles en la dermis, mitiga el dolor. Cuando se destruye la epidermis, como sucede en las quemaduras de tercer grado, se pierde esta protección, y todo contacto es doloroso ya que en la piel están localizados los receptores sensitivos específicos para las cuatro sensaciones fundamentales: dolor, tacto, temperatura y presión. El manto ácido de la piel ayuda a proteger su superficie de irritantes y bacterias. Algunas enfermedades de la piel destruyen la acidez de algunas áreas, por lo que impiden la capacidad de autoesterilización de la piel. En estas circunstancias, la piel esta propensa a invasión bacteriana (21).

### 1.2 LA LUZ SOLAR

El estudio de la luz solar y otras radiaciones que cruzan de manera permanente el universo, ha sido preocupación constante de los científicos, quienes en su esfuerzo por desentrañar su compleja existencia, han establecido teorías que han llegado a la conclusión unificada en el sentido de que todas ellas representan vehículos portadores de energía, unas con más, otras con

menos, pero siempre y únicamente energía, misma que actúa como formadora o determinante de toda clase de fenómenos.

Dentro de todo este conjunto de radiaciones se encuentran las solares o luz solar. El espectro electromagnético emitido por el sol esta compuesto por rayos de diferente longitud de onda, que van desde los rayos cósmicos ( $x, \gamma$ ), hasta las ondas de radio (22, 23).

El espectro lumínico de la radiación solar se divide en luz ultravioleta (UV), luz visible, radiación infrarroja y otras radiaciones (Fig. 2). El espectro UV comprende las longitudes de onda entre los 100 y 400 nm. El espectro visible abarca desde los 400 hasta los 800 nm. Finalmente, la radiación infrarroja se inicia en la zona de los 800 nm (1, 4).

A su paso por la atmósfera, la radiación solar sufre algunos procesos físicos fundamentales. Uno de ellos es la atenuación del haz solar debido a la absorción de la radiación por los gases y aerosoles atmosféricos, que tiene lugar solamente para ciertas bandas espectrales. Entre los principales gases absorbentes cabe citar a el ozono que presenta tres bandas de absorción en el espectro UV, y el vapor de agua, que tiene numerosas bandas en el infrarrojo. La absorción es tanto más intensa al ser mayor la concentración de los gases absorbentes y cuanto mayor es el recorrido del haz solar en la atmósfera, es decir, a medida que aumenta su inclinación con respecto a la vertical.

Longitud de  
Onda (nm)

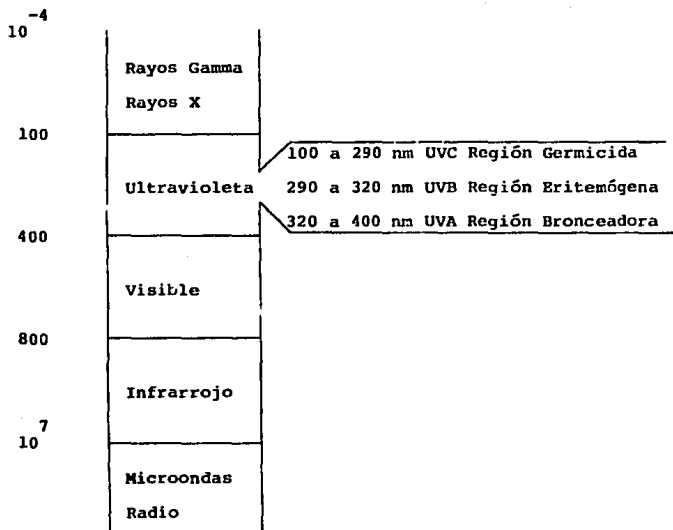


Figura 2. Espectro lumínico de la radiación solar.

Por ello, una disminución del ozono estratosférico, como la que tiene lugar en el denominado "agujero de ozono" observado en la Antártida y en algunas regiones del círculo polar ártico, determina un aumento de la radiación UV en la superficie terrestre. Al disminuir la altura del sol sobre el horizonte, el haz solar tiene un mayor recorrido en la atmósfera y por consiguiente sufre una mayor absorción por el ozono estratosférico. En consecuencia, la radiación solar UV es tanto más pequeña cuanto más bajo está el sol. También las partículas que tiene el aire en suspensión (humo, polvo, etc.) absorben la radiación solar, siendo esta absorción menos dependiente de la longitud de onda (24).

El espectro solar al nivel del mar incluye longitudes de onda de 290 a 3000 nm. Con el sol en el cenit y al nivel del mar, la radiación UV representa el 7% de la radiación total. La retina del ojo humano obtiene impresiones de luz solamente entre 390 y 780 nm. Los detectores de calor en la piel son sensitivos a longitudes de onda mayores de 780 nm. La piel reacciona con la pigmentación a longitudes de onda menores de 390 nm (5, 7, 25).

### 1.3 EFECTO BIOLÓGICO DE LA LUZ SOLAR EN LA PIEL

La piel, como frontera activa que se interpone entre el organismo y el medio ambiente, sufre una gran variedad de

cambios y daños, entre los cuales cabe destacar a los producidos por la exposición a la radiación solar. Aunque en la actualidad existen ya datos suficientes para tener en cuenta los efectos de las radiaciones visible e infrarroja sobre nuestra piel, lo cierto es que por el momento la preocupación máxima en este terreno se centra en los efectos biológicos producidos por las radiaciones UV (1, 20).

El estudio de las radiaciones UV fué iniciado por Ritter en 1901. En función de sus efectos biológicos, en 1932 se efectuó la subdivisión en:

- **Zona UVA:** Longitud de onda de 320 a 400 nm, también denominada ultravioleta de onda larga. En condiciones de exposición normal, esta radiación raramente produce eritema y, en cambio, activa la melanogénesis. Esta radiación penetra en la dermis y acelera el envejecimiento de la piel. Dicha radiación es capaz de atravesar el vidrio. Aproximadamente un 90% de la radiación UV pertenece a esta zona.
  
- **Zona UVB:** Longitud de onda de 290 a 320 nm, también conocida como radiación ultravioleta de onda media. Es la radiación característica propia de los efectos solares sobre la piel: eritema de mayor o menor intensidad que aboca secundariamente en una melanogénesis. El eritema producido se limita habitualmente a las ca-

pas superficiales de la dermis y la epidermis. La exposición crónica en esta zona puede producir cáncer de piel.

- Zona UVC: Longitud de onda de 100 - 290 nm, también denominada ultravioleta de onda corta o radiación germicida. Es totalmente fotoactiva. Es muy eritemógena y perjudicial sobre el tejido vivo, no representa un riesgo para la población ya que se filtra casi totalmente por la capa atmosférica de ozono, aunque la progresiva desaparición de dicha capa a inquietado a los científicos por las graves lesiones cutáneas que esta radiación puede producir (1, 4, 7, 20, 25).

Hay una interacción entre las radiaciones UVA-UVB, las dosis suberitematógenas de UVA hacen a la piel más sensible al eritema inducido por UVB y viceversa (7).

De acuerdo a la respuesta eritemógena y melanógena debida a la irradiación solar, la piel se clasifica en seis diferentes tipos:

- 1.- La piel es muy blanca, siempre experimenta quemaduras solares severas, nunca se broncea. Por lo general, la gente de este tipo de piel tiene los ojos azules y presenta pecas en la piel.
- 2.- La piel es blanca, usualmente se quema con facilidad, el

bronceado es mínimo o ligero. Comúnmente la gente de este tipo de piel tiene el pelo rubio o rojo, el color de los ojos es azul, avellana o ligeramente cafés.

3.- La piel es ligeramente roja, se quema moderadamente y se broncea gradualmente. Generalmente es el caucásico normal, la piel no expuesta a la radiación solar es blanca.

4.- La piel es amarilla o ligeramente café, se quema mínimamente y se broncea con facilidad. Por lo general, la gente tiene el pelo café oscuro y ojos oscuros. La piel no expuesta es ligeramente café.

5.- La piel es color marrón, raramente se quema, presenta bronceado fácilmente con pigmentación profusa.

6.- La piel es negra, nunca se quema y se broncea muy intensamente (1, 4, 27).

En general, la efectividad eritemógena ha mostrado picos de máxima efectividad en 250 y 297 nm con un ligero decremento en su efectividad a 280 nm y un rápido decaimiento en su eficacia entre 305 y 320 nm. Arriba de 320 nm su acción eritemógena es pequeña. En 1921 y 1927 Hausser y Vable (28) concluyeron que a 366 nm, la eficacia eritemógena fue menor al 1% que la presentada a 297 nm. Lo anterior se debe principalmente a que la energía es inversamente proporcional a la longitud de onda; pero a medi-

da que la longitud de onda aumenta, mayor es la profundidad de penetración en la dermis (Fig. 3). Aproximadamente el 35-50% de la radiación UVA incidente alcanza la dermis superior (7).

Por otra parte, se ha encontrado que las radiaciones UV aumentan por cada 300 metros de altitud un 4% de la intensidad productora de eritema. Teniendo por tanto para la Ciudad de México un aumento en la intensidad productora de eritema de alrededor del 30% con respecto a la intensidad presentada al nivel del mar (29).

### 1.3.1 Efecto Positivo de las Radiaciones UV

La exposición moderada del cuerpo humano al sol produce, psicológica y fisiológicamente, una sensación de salud, sosiego mental y bienestar general. También tiene ciertos efectos benéficos sobre la salud, como son:

#### - Producción de vitamina D

Las radiaciones UVB son responsables de la producción de previtamina D<sub>3</sub> a partir del 7-dehidrocolesterol, la cual se podrá transformar por la acción de la 25-hidroxilasa en el hígado y posteriormente por la acción de las enzimas 24 o 1- $\alpha$ -hidroxilasa en vitamina D<sub>3</sub>. Esta última reacción puede desarrollarse en el riñón, aunque también puede llevarse a cabo en los mismos queratinocitos. Esta vitamina desempeña un papel vital en



Longitud de Onda en Nanometros

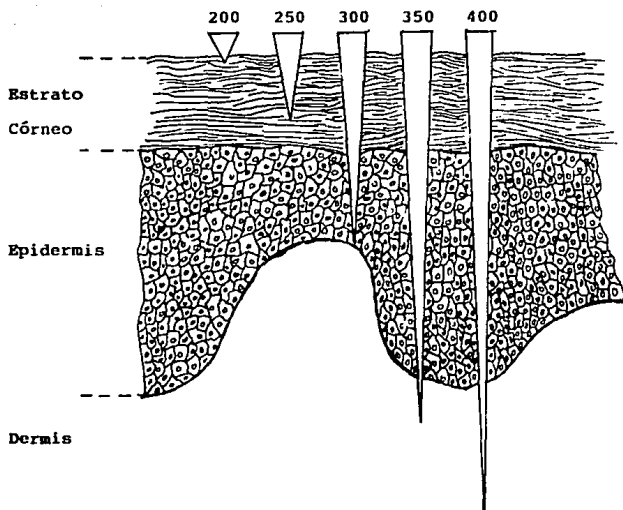


Figura 3. Penetración de los rayos UV en función de la longitud de onda.

la prevención y tratamiento del raquitismo. Se ha utilizado en el tratamiento de ciertos tipos de tuberculosis, como la de glándulas y huesos, y en el tratamiento de algunas enfermedades cutáneas como la psoriasis (19, 30).

#### - Pigmentación

A pesar de que la pigmentación cutánea se halla sometida a influencias genéticas y hormonales, la exposición de la piel a las radiaciones UVA y UVB produce un incremento en su pigmentación que debe considerarse como una respuesta fisiológica con función protectora frente a los efectos nocivos que estas radiaciones ejercen sobre las células epidérmicas. La responsable de la pigmentación es la melanina. La fotoprotección de esta se basa en el principio de que este pigmento tiene una habilidad única para absorber la radiación UV incidente (19, 31, 32).

#### - Terapéuticos

Las radiaciones UVB han demostrado su eficacia en el tratamiento del prurito urémico. Se han empleado las radiaciones UVB (solas o asociadas a otras sustancias como alquitrán) en el tratamiento de la psoriasis.

Las radiaciones UVA asociadas a la ingesta de un fotosensibilizante (8 metoxi-psoraleno) se han utilizado en el tratamiento de diversos desordenes dermatológicos como psoriasis, linfoma

cutáneo de células T, liquen plano, vitíligo, urticaria pigmentosa, erupción polimorfa lumínica y urticaria solar.

Además las radiaciones UV estimulan la circulación sanguínea, aumentan la formación de hemoglobina y pueden promover una reducción de la presión sanguínea (20, 31).

### 1.3.2 Efectos Adversos de la Radiación Solar

La exposición de la piel humana a la luz solar produce una variedad de daños al tejido. Estos incluyen cambios visibles, físicos, químicos e histológicos (2). De dichos cambios, los más importantes son:

#### - Eritema

Es el enrojecimiento de la piel en respuesta a la radiación UV, comúnmente llamada quemadura solar. El enrojecimiento es debido a la vasodilatación y al incremento en el volumen sanguíneo en la piel y aparece después de un período latente de varias horas. En la aparición del eritema se incluyen daños a la membrana y DNA; trastornos transitorios en la síntesis de DNA, RNA y proteínas (5, 28, 33).

Después de la exposición solar, el comienzo del eritema ocurre entre 2 a 6 horas, y el eritema en su máxima intensidad ocurre de 15 a 24 horas después de la exposición.

La respuesta eritematosa depende del tipo de piel y de la energía recibida (Tabla 1) (4, 5, 7).

Tabla 1. Energía necesaria para provocar una respuesta eritematosa según los tipos de piel.

TIPO DE PIEL	UVA (320-400 nm) DEM (J/cm <sup>2</sup> )	UVB (290-320 nm) DEM (mJ/cm <sup>2</sup> )
1	20-35	20-30
2	30-45	25-35
3	40-55	30-50
4	50-80	45-60
5	70-100	60-80
6	100	80-200

#### - Fotoenvejecimiento

Comprende los cambios en la apariencia y funcionamiento de la piel como resultado de una repetida exposición solar. Este proceso es también llamado "envejecimiento prematuro" o "dermatohielosis". El fotoenvejecimiento es caracterizado por un marcado adelgazamiento de la epidermis, aparición de arrugas, pigmentación moteada, laxitud de la piel y es fácil de magullar. El fotoenvejecimiento induce procesos inflamatorios que ocurren en la liberación de mediadores como la histamina y las prosta-

glandinas, así como el desarrollo de lesiones malignas como carcinomas y melanomas en las células basales. El fotoenvejecimiento tiene una sola causa y esta es la radiación ultravioleta.

A nivel cosmético y psicosocial el fotoenvejecimiento es de gran importancia ya que no es aceptado por la mayoría de la gente, especialmente por las mujeres. El fotoenvejecimiento representa más del 90% de los problemas cosméticos asociados a la edad en la piel, las radiaciones UVA y UVB contribuyen sinérgicamente al desarrollo del fotoenvejecimiento (5, 34, 35, 36, 37).

#### - Cáncer de Piel

De mayor trascendencia médica que el fotoenvejecimiento, es el efecto que las radiaciones UV tienen en la producción de lesiones precancerosas (queratosis actínicas, lentigo maligno), o bien de cáncer cutáneo (carcinoma basocelular, carcinoma escamoso y melanoma maligno).

En la salud pública se ha encontrado un rápido incremento en la incidencia de estas afecciones en lo que se refiere al melanoma maligno, en los pasados diez años el riesgo de contraerlo creció al doble, la probabilidad de contraerlo es 1:105 y para el año 2000 se prevé que será de 1:75. El rango de cáncer de piel se ha incrementado un 40% en las mujeres y un 100% en los hombres en los pasados diez años.

La incidencia del melanoma maligno es mayor alrededor del ecuador que en áreas menos insoladas. La exposición solar representa el 25% de la incidencia de cáncer de piel. En el fotoenvejecimiento y la fotocarcinogénesis las radiaciones UVA y UVB pueden actuar sinérgicamente (5, 6, 13, 30).

#### - Alteraciones Inmunológicas

La radiación UV altera la respuesta inmune y la distribución de células inmunocompetentes. La habitual exposición solar disminuye el número de células epidermales de Langerhans en un 20 a 50%.

Con dosis bajas de radiación UVB la inhibición de la respuesta inmune es local, mientras que empleando dosis altas la supresión es sistémica (5, 30, 38).

#### - Fotosensibilidad

LA fotosensibilidad es un término generalmente usado para referir una reacción anormal de la piel a la exposición solar, estas reacciones son debidas principalmente a la ingesta de drogas fototóxicas como son las tiazidas, sulfonilureas, sulfonamidas, tetraciclinas, fenotiazinas, psoralenos, ácido nalídixico, etc. También puede ocurrir fototoxicidad por el contacto de la piel con alguna planta, como: lima, perejil, apio, yerba de obispo e higo (5).

De forma patológica las distintas radiaciones UV e incluso las radiaciones visibles son capaces de producir distintos cuadros dermatológicos. Estos procesos pueden presentarse de forma aislada, asociados a distintos problemas metabólicos, entre ellos es importante destacar la erupción polimorfa lumínica, dermatitis actínica crónica, porfirias e hidroa vacciniforme. También debe recordarse que la radiación UV puede empeorar o desencadenar diferentes dermatosis como la enfermedad de Darier, herpes simple y lupus eritematoso (30, 38).

### 1.3.3 El Bronceado

La capacidad bronceadora de un individuo esta predeterminada genéticamente y depende de su posibilidad para producir pigmento en los melanocitos, típicamente aparece después de varios días de la exposición solar.

El bronceado es estimulado por las longitudes de onda UVA y UVB. Existen tres tipos de respuesta al bronceado:

- a) Bronceado inmediato
- b) Bronceado retardado
- c) Bronceado real o melanogénesis

El bronceado inmediato es estimulado por la energía comprendida entre 300 y 660 nm, y su eficacia máxima se sitúa entre 340 y 360 nm. Implica el oscurecimiento inmediato de los gránulos

los de melanina no oxidados presentes en la capa epidérmica de la piel. Se inicia a los 5 a 10 minutos, presenta un matiz marrón-grisáceo y alcanza un máximo a los 60 a 90 minutos después de la exposición, y comienza a perder el color al cabo de 2 a 3 horas después de la exposición.

El bronceado retardado implica la fotooxidación de los gránulos de melanina preexistentes en la capa de células basales de la epidermis y su emigración hacia la superficie de la piel. Se inicia una hora después de la exposición, y alcanza un máximo después de 10 horas y posteriormente pierde color después de 100 a 200 horas de la exposición.

El bronceado retardado y el bronceado real se estimulan principalmente por la radiación comprendida entre 295 y 320 nm.

El bronceado real comienza aproximadamente a las 48 a 72 horas después de la exposición, con un máximo entre 4 a 7 días y puede prolongarse por meses (7, 20, 39, 40).



## 1.4 LOS FILTROS SOLARES

### 1.4.1 Historia

Antes de la Revolución Industrial, los miembros de la clase alta se esforzaban por hacer una distinción compleja con los miembros de la clase baja. Estos últimos realizaban los trabajos pesados, la mayoría de ellos al aire libre, lo que invariablemente les producía el bronceamiento de la piel, lo cual no significaba una posición social alta. Por lo anterior, los miembros de la clase alta para tener una diligente evasión del sol y una distinción compleja, emplearon una gran variedad de objetos como los sombreros, parasoles, transportación cubierta, etc (5).

El primer reporte de uso de filtros solares en el mundo fué en 1928, en los Estados Unidos con la introducción comercial de una emulsión conteniendo dos filtros solares químicos, bencil salicilato y bencil cinamato. Alrededor de 1930, un producto que contenía 10% de salol (fenil salicilato) apareció en el mercado australiano. En Francia, 1936, fué introducido el primer filtro solar comercial por E. Schueller. En los Estados Unidos aparecieron lociones conteniendo oleato de quinina y bisulfato de quinina en 1935. El ácido para amino benzoico (PABA) fué el primer filtro solar patentado en 1943, abriendo el camino para la incorporación de varios derivados de para amino benzoatos en las

formulaciones de filtros solares. Durante la segunda guerra mundial el petrolato rojo fué usado por el ejército de Estados Unidos, que guiaron al uso extensivo de filtros UV físicos y químicos después de la guerra (4).

#### 1.4.2 Definición

Los filtros solares son preparaciones tópicas cosmeticamente aceptables, que reducen en mayor o menor grado, el efecto deletéreo de las radiaciones UV por absorción, reflexión o dispersión de las mismas. Los filtros solares no deben de ser productos de uso ocasional y deben tener otros beneficios para la piel como la humectación, emolencia, sustentividad y, desde luego, una fotoprotección eficaz (1, 2, 5, 8, 40, 41, 42, 43).

#### 1.4.3 Clasificación

De acuerdo al modo de acción, los filtros solares (Tabla 2) se dividen en:

##### 1.- Bloqueadores Físicos (Filtros Pantalla)

Son usualmente formulaciones ópacas, con ingredientes que no absorben selectivamente las radiaciones UV, pero reflejan y dispersan toda la radiación UV y visible. No son fotosensibles. Evitan el eritema y la melanogénesis inducida. Son usados por pacientes que requieren protección contra todo el espectro UV y

de la radiación visible. A este grupo pertenecen: dióxido de titanio, talco, óxido de zinc, kaolin, cloruro férrico, ictanol (ictiol), petrolato rojo, óxido de fierro. Los bloqueadores físicos han sido usados en una multitud de tamaños de partícula y suspensiones y son comunmente usados en las formulaciones cosméticas.

## 2.- Absorbentes Químicos

Son filtros químicos que absorben la radiación UV dañina y que tienen un elevado índice de protección.

Los absorbentes químicos son clasificados como bloqueadores UVA o UVB dependiendo de la longitud de onda en que ellos protegen:

### Absorbentes UVA

Son compuestos químicos con tendencia a absorber la radiación en la región de 320 a 360 nm del espectro UV:

- Derivados de la benzofenona
- Derivados del dibenzoilmetano
- Derivados del antranilato

### Absorbentes UVB

Son compuestos que absorben las radiaciones en la región de 290 a 320 nm del espectro UV (1, 4):

- Derivados del cinamato
- Derivados del ácido para amino benzoico (PABA)
- Derivados del salicilato
- Derivados del alcanfor

#### 1.4.4 El Factor de Protección Solar

La determinación del Factor de Protección Solar (FPS) es la técnica preferida para estimar la eficacia de un filtro solar, ya sea en áreas con luz solar natural o en el interior de un laboratorio empleando simuladores solares (31).

El FPS es el índice de la capacidad protectora de un filtro solar frente a los efectos nocivos de la radiación solar sobre la piel.

El FPS se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{FPS} = \text{DEM (PP)} / \text{DEM (PNP)}$$

dónde DEM (PP) es la dosis mínima de radiación UV requerida para producir un eritema bien definido en una piel protegida por un

Tabla 2. Filtros solares aprobados para  
su uso en Estados Unidos.

	% Aprobado
<b>FISICOS</b>	
Petrolato rojo	30-100
Dióxido de titanio	2-25
<b>QUIMICOS</b>	
<u>Absorbentes UVA</u>	
Oxibenzona	2-6
Sulisobenzona	5-10
Dioxibenzona	3
<u>Absorbentes UVB</u>	
Acido aminobenzoico	5-15
Amil dimetil PABA	1-5
2-etoxietil p-metoxi cinamato	1-3
Dietanolamina p-metoxi cinamato	8-10
Etil 4-bis (hidroxipropil) aminobenzoato	1-5
2-etilexil salicilato	3-5
Salicilato de trietanolamina	5-12
Octil dimetil PABA	1.4-8
Gliceril aminobenzoato	2-3

filtro solar; DEM (PNP) es la dosis mínima de radiación UV necesaria para producir el mismo grado de eritema en una área de piel sin aplicación de filtro solar (1, 5, 9, 10, 30, 44, 45, 46).

El FPS indica el múltiplo de tiempo que se puede exponer una piel al sol sin experimentar eritema, previa aplicación de un filtro solar, en relación al tiempo que se podría exponer sin necesidad de un filtro solar. Por lo tanto, si una persona puede permanecer al sol por espacio de 10 minutos sin experimentar quemadura, al aplicarse un filtro solar que tuviera un FPS de 3 podría resistir una exposición solar de 30 minutos, sin que ocurriera la aparición de eritema.

La FDA clasifica a los filtros solares, en relación al FPS que presentan (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de los filtros solares de acuerdo a su FPS.

FILTRO SOLAR	FPS
Mínima protección	2-4
Moderada protección	4-6
Extra protección	6-8
Máxima protección	15 o más

#### 1.4.5 Propiedades de los Filtros Solares

Idealmente un filtro solar debe contar con las siguientes propiedades y/o características:

1.- Absorber la luz UV en las zonas deseadas. Actualmente se debe especificar el espectro de acción. Para ser efectivo en la prevención de las quemaduras solares y otros daños a la piel, un filtro solar debe tener un amplio rango de absorbancia, con un pico en el área de 290 a 320 nm. No obstante, la tendencia en un futuro inmediato es cubrir la zona UVA, ya sea junto con la UVB o independientemente.

2.- Debe de ser químicamente estable, no debe de descomponerse en la piel, para evitar la pérdida de su eficacia e incluso generar metabolitos tóxicos e irritantes para la piel. Dicha estabilidad deberá ser suficiente para poder comercializarlo.

3.- No debe de ser volátil.

4.- Deberá tener características físico-químicas apropiadas para su procesamiento tecnológico.

5.- Debe ser insípido e inodoro o, al menos, con un olor aceptable para ser usado por el hombre.

6.- Debe ser atóxico, no irritante, no sensibilizante y no

mutagénico.

7.- Debe ser sustantivo, es decir, que sea resistente a la transpiración y a los procesos natatorios (resistencia a la remoción por agua).

8.- No manchar la ropa (1, 41).

#### 1.4.6 Situación Actual de los Filtros Solares

Los filtros solares son una categoría importante de productos, que contribuyen en gran medida a la protección de la salud pública.

En los últimos años en los países desarrollados se ha tenido un mayor conocimiento de los riesgos de la exposición solar, lo cual se ha visto reflejado en un aumento constante en la venta de productos contra el sol.

En Estados Unidos los productos con un FPS elevado, representan un 58% de las ventas totales de productos contra el sol, los productos con un FPS bajo un 27% y los de FPS medio 10%.

Por otra parte, el debilitamiento de la capa atmosférica de ozono y un mayor conocimiento de la salud pública, han provocado un aumento en la demanda de estos productos (6, 35, 40).



## 1.5 HUMECTACION Y EMOLIENCIA

Debido a lo anteriormente expuesto, los filtros solares son productos que están encaminados a dejar de tener un uso ocasional, por lo cual es deseable que cuenten con otros beneficios para la piel y que además mejoren las características del producto, como son la humectación y la emoliencia.

Los humectantes son sustancias higroscópicas que poseen la propiedad de absorber vapor de agua de la humedad del aire hasta alcanzar un cierto grado de dilución. Los humectantes son productos que tienen la facultad de retener la humedad en el sustrato, en equilibrio con la humedad relativa atmosférica.

La hidratación o humectación de la superficie cutánea tiende a mantener un cierto grado de humedad en el estrato córneo de la epidermis, dónde funciona el reservorio con fines de absorción percutánea.

El envejecimiento cutáneo se produce preferentemente en el tejido conectivo de la dermis por pérdida de tonicidad del colágeno, cuya capacidad de absorber agua disminuye con el tiempo, por lo cual, el uso de humectantes en la piel es muy necesario. Los humectantes sobre el estrato córneo contribuyen a mantener la humedad suministrada por la transpiración oponiéndose a las condiciones naturales de deshidratación (viento, frío, sol) que producen sequedad, tosquedad, descamación, grietas

en la piel, etc.

Se usan como productos humectantes el sorbitol, glicerina, azúcares alcoxílicos, glicoles, etc.

Una sustancia fuertemente higroscópica retiene abundantemente el agua en atmósferas húmedas, pero la cede rápidamente si el contenido de humedad disminuye.

Las sustancias fuertemente higroscópicas no corresponden a los humectantes cutáneos, sino más bien tienden a sustraer agua a los tejidos.

El sorbitol reacciona a la fluctuación de la humedad en el medio, sin ser higroscópico; es menos higroscópico que la glicerina y, sin embargo, es un óptimo estabilizador de la humedad.

Los emolientes son compuestos que al aplicarlos sobre la superficie de la piel forman una barrera semioclusiva, la cual evita la pérdida de agua del estrato córneo. En todos los emolientes es común encontrar una fase lípidica y puede estar constituida por aceites vegetales o animales.

La acción emoliente tiene la finalidad de ablandar y distender la piel (tonifica). Esta acción se desarrolla eminentemente sobre la epidermis y resulta de la combinación del efecto lubricante de las sustancias grasas con el efecto humectante.

La formación de la película hidrolípida representa el sistema natural para la acción emoliente. La consecuencia es la formación de una película "porosa" que permite la perspiración, pero en la que el agua retenida como fase interna del sistema, no se encuentra totalmente disponible para los humectantes en el estrato córneo (4, 19, 47).

## 1.6 LAS PLANTAS Y LA COSMETICA

El uso de las plantas y sus productos datan de las viejas civilizaciones, estas aparecieron y resurgieron en su demanda en la década de los setenta. desde ese tiempo hasta la presente década la gente ha puesto su atención hacia los ingredientes naturales para realizar las compras de los productos deseados. A esto ha contribuido la seguridad en el uso de estos productos y a un mayor conocimiento del consumidor del medio ambiente. Aparte de los beneficios que pueda otorgar un producto elaborado con sustancias naturales, el uso de las plantas representan una fuente de expansión de la industria cosmética y farmacéutica, y representan, principalmente para los países del Tercer Mundo, una importante fuente de ingresos agrícolas.

En Europa son empleados para la elaboración de productos cosméticos alrededor de 45 extractos vegetales (1982), los cuales son usados extensivamente en Estados Unidos, Asia y en muchos países subdesarrollados.

Los ingredientes encontrados en los extractos vegetales a menudo tienen más de una propiedad que puede ser aprovechada desde un punto de vista cosmético, por esto, hay perspectivas muy amplias de expandir el uso de materiales de origen botánico (48).

Hay numerosas plantas que no son alimento que producen una pronunciada acción farmacológica en el cuerpo, muchas de estas plantas producen un efecto embellecedor como son el dar color a la piel y pelo, suavizar la piel o para producir un cambio en las funciones corpóreas. Esto hace posible establecer el uso tradicional de plantas seleccionadas como auxiliares cosméticos. Su uso puede ser tan simple, como el de coleccionar la planta fresca y aplicarla directamente a la parte del cuerpo deseada o preparando una simple infusión, aunque a menudo es necesaria la obtención de un extracto vegetal por medio de complicados métodos de extracción (11).

En el campo de la fotoprotección, han sido empleados extractos de plantas en la elaboración de productos paliativos de las quemaduras solares (aftersun), como son: adormidera, albaricoque, hiedra, lechuga, caléndula, mil hojas, camomila, primula, equiseto, romero, flor del sauco, tormentila, eucalipto y pepino; como filtros solares son empleados los extractos de mil hojas, nogal, rhatania, romero, tormentila, valeriana y aloe vera, el cual es el favorito de los formuladores. Para ser efectivo las formulaciones deben contener cuando menos 5% de aloe

vera, presentando a dicha concentración un FPS de 4 (6).

### 1.7 Amphipterygium adstringes (CUACHALALATE)

#### 1.7.1 Descripción Botánica y Localización

El Cuachalalate, Amphipterygium adstringes Schiede ex Schlecht, es un árbol de aproximadamente 8 m de altura, tronco generalmente torcido con pocas ramas, corteza lisa con grandes escamas engrosadas y suberificadas, hojas dispuestas en espiral aglomeradas en las puntas de las ramas, de 6 a 13 cm incluyendo el peciolo, compuestas de 3 a 5 foliolos; planta dioica; flores masculinas en panículas aglomeradas de hasta 15 cm de largo; flores femeninas solitarias en las axilas de las hojas; florece de mayo a julio en clima cálido-seco y pierde las hojas entre octubre y junio; el fruto es una sámara, seca, indehisciente, fibrosa, sobre pedicelos aplanados y acrescentes hasta formar una especie de ala de 3 a 4 cm de color café-rojizos con una o dos semillas aplanadas de 5 mm de largo. Esta especie corresponde a la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio; crece de 0 a 1,500 m de altitud, de Nayarit a Puebla y Oaxaca, distribuyéndose principalmente en la cuenca del Balsas y en el sureste de Oaxaca (15, 16, 17, 49, 50).

### 1.7.2 Usos Tradicionales

La corteza y las raíces tienen muy buena reputación en la medicina tradicional. La corteza es usada para curar heridas internas y externas, llagas, gastritis, úlceras, enfermedades del sistema nervioso y para disminuir los niveles de colesterol; según el decir popular previene y mitiga las molestias del cáncer, para esto toman el cocimiento, especialmente cuando se trata de cáncer en el estómago. Otro uso importante del Cuachalate es como astringente y cacatrizante, además contiene taninos y un glucósido (14, 15, 16, 47).

## II. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1 EQUIPO

- Agitador magnético con calentador (Corning PC-131)
- Balanza analítica (Sauter GmbH D 7470)
- Bomba peristáltica (Cole-Parmer Instrument Co., 7553-20)
- Espectrofotómetro (Beckman DU-6)
- Estuche quirúrgico
- Estufa (Casa Ríos SIC-DGE-9672)
- Lámpara de luz ultravioleta (Spectroline Mod. EB-280C)
- Microscopio (Carl Zeiss con equipo de contraste de fases)
- Microtomo con criostato (American optical Co.)
- pHmetro (Corning model 7)
- Picnómetro de vidrio

### 2.2 REACTIVOS

- Acetona (GR)
- Acido clorhídrico (GR)
- Etanol absoluto
- Glicerina (GR)
- Hidróxido de potasio (GR)
- Isopropanol
- Metanol (GR)
- Parsol MCX

- Propilenglicol (GR)
- Sorbitol (solución al 70%)

### 2.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Conejos raza Nueva Zelanda (Bioterio de la ENEP-Iztacala), adultos, de peso entre 3.0 y 3.5 kg, de ambos sexos y con alimentación sin restricción.

Ratones albinos (Bioterio de la ENEP-Iztacala), cepa CD-1, adultos, machos de peso entre 25 y 35 g, con alimentación y acceso al agua sin restricción.

### 2.4 METODOS

El extracto alcohólico purificado (90%) fué donado por el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales de la ENEP-Iztacala, y empleado para el estudio en solución hidroalcohólica. El extracto es una materia polifenolica, que presenta taninos condensados (14).

#### 2.4.1 Prueba de Irritabilidad en Piel

Se realizó de acuerdo al procedimiento descrito por la USP XXII (51).



La irritación producida por una sustancia se mide por una técnica de prueba de parche sobre piel escoriada e intacta de conejos albinos en su parte dorsal.

Se usan por lo menos seis conejos tanto para las pruebas de piel intacta como para la piel escoriada.

Introducir bajo un parche cuadrado de gasa quirúrgica que mida 2.5 x 2.5 cm y con un grosor de dos monocapas, 0.5 ml (en el caso de líquidos) de la sustancia a probar.

Los animales se inmovilizan con los parches asegurados en su lugar con tela adhesiva, incluyendo una área sin aplicación que servirá como referencia de la prueba. Todo el tronco del animal se envuelve con un material impermeable, por un período de 24 horas. Este material ayuda a mantener los parches de prueba en su posición y retarda la evaporación de sustancias volátiles. Después de la exposición, se quitan los parches y se evalúan las reacciones resultantes (Apéndice 1).

Sumar los valores para el eritema y la formación de escaras a las 24 y 72 horas para la piel intacta a los valores para la piel escoriada a las 24 y 72 horas (cuatro valores). De manera semejante, sumar los valores para la formación de edema a las 24 y 72 horas para la piel intacta y escoriada (cuatro valores). El total de los ocho valores se divide en cuatro para dar el valor de irritación primaria (Apéndice 1).

#### 2.4.2 Caracterización del Extracto

Se realizaron pruebas físicas y químicas recomendadas para estos productos (4).

a) Propiedades Organolépticas

b) Solubilidad

Se realiza con 50 mg del extracto sólido y con un volumen de solvente de 50 ml. Se emplean varios solventes: agua, etanol, metanol, isopropanol y acetona. Las pruebas se realizan a temperatura ambiente y bajo calentamiento (60 °C).

c) Punto de Ebullición

Se determina con el uso de termómetro y calentando en una parrilla eléctrica , una solución hidroalcohólica del extracto al 15% (P/P).

d) Gravedad Específica

Se determina en relación a la gravedad específica del agua, empleando un picnómetro de vidrio con soluciones hidroalcohólicas al 12 y 20% (P/P).

e) pH

Se mide con un pHmetro con el extracto disuelto en alcohol neutralizado al 12% (P/P).

f) Índice de Neutralización

Se realiza por medio de una prueba de índice de acidez modificada de la USP XXII (51).

Generalmente se expresa como la cantidad de hidróxido de potasio necesaria para neutralizar los ácidos libres de 1 gramo de la sustancia.

En un matraz se disuelven 1.5 g del extracto exactamente pesado, en 50 ml de una mezcla de volúmenes iguales de alcohol y agua, la cual es previamente neutralizada con una solución 0.1 N de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador. Si la muestra no se disuelve en el disolvente frío, el matraz se conecta a un refrigerante para reflujo, se calienta lentamente y se agita con frecuencia hasta su disolución completa.

Se agrega 1 ml de S.I. de fenolftaleína y se valora con solución 0.1 N de hidróxido de potasio. En la valoración se agita suavemente y lo menos posible para evitar la saponificación de la muestra.

En este caso, debido a la fuerte coloración café de la muestra, la valoración no se realiza visualmente, por lo que la valoración se sigue potenciométricamente.

#### 2.4.3 Emoliencia

Se determina por la formación de una película semioclusiva, sobre una superficie oscura. Se vierten unas gotas del extracto sobre la superficie oscura, obteniendo una aplicación delgada y homogénea, se deja evaporar el solvente y se evalúa a simple vista.

Para corroborar lo anterior, se realiza un frotis en un portaobjetos limpio y desengrasado, observándose las características peliculares por medio del microscopio (52).

#### 2.4.4 Humectación

Se determina la capacidad de retención y captación de agua por el extracto (52, 53).

##### a) Retención de agua

Se preparan soluciones del extracto en agua al 10% en peso, y se colocan cantidades exactamente pesadas en pesafiltros de la misma medida, con el objeto de mantener área de exposición constante, previamente lavados y desengrasados, fueron llevados

a peso constante. Se someten a un calentamiento moderado (43 a 46 °C) en un horno y se determina el peso perdido por un espacio de 3 horas. Se realiza la misma prueba con soluciones de igual concentración de humectantes comunmente empleados como propilenglicol, sorbitol y glicerina. Se corre en forma alterna un sistema control, consistente en el celhículo empleado.

Por otro lado, también se prueba el extracto en combinación con cada uno de los humectantes anteriormente mencionados, a una concentración de 5%, para obtener soluciones al 10% de humectante y determinar si existe potencialización del efecto humectante.

#### b) Captación de Agua

Se colocan cantidades exactamente conocidas del extracto y los humectantes empleados, en pesafiltros lavados, desengrasados y llevados a peso constante, y son sometidos a diferentes humedades relativas (97, 73 y 59%) por espacio de 10 días, pesando diariamente para obtener la capacidad de captación de agua.

#### 2.4.5 Análisis Espectrofotométrico

Se realizan barridos desde los 400 hasta los 200 nm para determinar la capacidad del extracto para absorber en el espectro UV. Dicho análisis se realiza en diferentes medios (metanol,

etanol-agua (1:1) y etanol-agua-propilenglicol (2:1:1)) a una concentración de 40, 100 y 200 mcg/ml (41, 54, 55, 56).

#### 2.4.6 Análisis de Cortes Histológicos

Se realizan cortes de piel de conejo para determinar la capacidad de penetración del extracto.

Se corta el pelo en el área dorsal del conejo hasta un máximo sin lastimar la piel. Se designan áreas para ser usadas como control, aplicación única y aplicaciones sucesivas de una solución alcohólica del extracto al 10% por medio del método estadístico de doble asignación de números aleatorios.

Se realizan cortes transversales por el método de congelación en un microtomo criostato y se observan al microscopio.

#### 2.4.7 Análisis de Resistencia al Agua del Extracto en Piel

Se aplica una solución del extracto de concentración conocida, en una área determinada de la piel ( $2 \text{ cm}^2$ ), y se espera a que la muestra seque totalmente (aproximadamente 15 minutos), se remueve el extracto haciendo pasar agua destilada con flujo perpendicular a una velocidad de 31 ml/min., se toman muestras del agua en circulación cada 10 min. por espacio de 1 hora, evaluandose la cantidad de extracto removido por el agua espectrofotométricamente a la longitud de onda de mayor absorción del

del extracto (278 nm) (51).

Se realiza la misma prueba con un filtro solar comercial (Parsol MCX) realizando las lecturas a 312 nm.

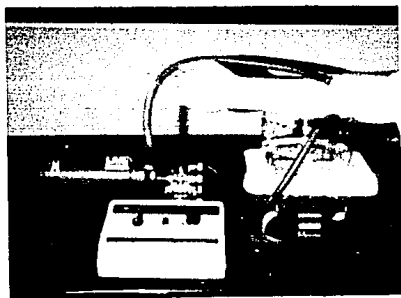


Figura 4. Fotografía explicativa de la prueba de resistencia al agua del extracto en piel.

#### 2.4.8 Determinación del FPS in vivo

Existen diversos métodos para determinar el FPS (1, 2, 4, 5, 9, 28, 33, 38, 40, 42, 44, 46, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63).

Se aplica una porción del extracto en solución ( $2 \text{ mg/cm}^2$ ) a personas normales con tipo de piel 2 a 4, la cual deberá ser sana, sin defectos visibles y sin exposición previa al sol, aplicando en una área de la espalda el extracto en estudio, en una segunda área se aplica un filtro solar comercial (Parsol MCX) y una tercera área se toma como control. Las áreas de prueba serán de  $5 \times 5 \text{ cm}$  ( $25 \text{ cm}^2$ ). Después de 15 minutos de la aplicación de las sustancias a probar se expone a los sujetos directamente al sol, tomando el tiempo de aparición del eritema, tanto para la piel protegida como para la no protegida.

Como un segundo método se emplean ratones albinos machos, adultos, los cuales son rasurados en el dorso, en una área aproximada de  $6 \text{ cm}^2$  y se forman cuatro lotes de 12 ratones cada uno, los cuales son asignados como:

Lote 1 Control

Lote 2 Extracto de Cuachalalate

Lote 3 Extracto de Tepezcohuite

Lote 4 Parsol MCX

Cada lote fue subdividido en cuatro sublotes a los que se les aplican dosis crecientes de radiación UV con una lámpara con pico de emisión a  $312 \text{ nm}$ , de 115 volts y a una altura de 10 cm. Previamente en los lotes 2, 3 y 4 fueron aplicadas las soluciones correspondientes en una dosis de  $2 \text{ mg/cm}^2$  y dejando secar por espacio de 15 minutos antes de la irradiación.



Después de 8 a 24 horas de la irradiación es determinado el tiempo de aparición del eritema, relacionandolo con la dosis de radiación UV, suponiendo un flujo constante de la lámpara empleada.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Prueba de Irritabilidad en Piel

Ninguno de los animales tratados presentaron alguna reacción adversa (edema o eritema) a las 24 y 72 horas de realizada la prueba, en ninguna de las zonas de prueba (piel sana y piel escoriada).

En las áreas de piel escoriada en que se aplicó el extracto, se observó que este relleno las escoriaciones producidas, mostrandose como un excelente cicatrizante.

#### 3.2 Caracterización del Extracto

El extracto sólido y seco de cuachalalate es un polvo de color café muy oscuro, inoloro. En solución hidroalcohólica presenta una coloración café muy intensa y un olor dulce característico.

El extracto presenta una excelente solubilidad en metanol; es parcialmente soluble en etanol y agua; ligeramente soluble en isopropanol y prácticamente insoluble en acetona y solventes no polares.

En soluciones alcohol/agua, cuando menos 50% de alcohol,

la solubilidad se incrementa notablemente.

En solución hidroalcohólica al 20% (P/P) presenta una gravedad específica de 0.9880, en solución hidroalcohólica al 12% (P/P) tiene una gravedad específica de 0.9148, el extracto presenta un punto de ebullición de 79 °C y tiene un pH de 5.2.

El extracto presentó un Índice de Neutralización de 15.23 mg de KOH/g de muestra.

### 3.3 Emoliencia

En la prueba macroscópica en un fondo negro se encontró que el extracto forma una película uniforme de buenas características y con una buena adherencia, lo cual se corroboró al realizar un frotis en un portaobjetos, observandose en el microscopio una película muy uniforme.

### 3.4 Humectación

En la determinación de la capacidad de retención de agua se sometieron las soluciones humectantes y el extracto, a un calentamiento moderado y se obtuvo el porcentaje de peso perdido acumulado a diferentes tiempos, los resultados son el promedio de tres determinaciones y se encuentran en las tablas 4 y 5, así como los respectivos gráficos en las figuras 5 y 6.

En cuanto a la determinación de captación de agua del extracto y los humectantes solos, los resultados, promedio de tres determinaciones, se muestran en las figuras 7, 8 y 9, dónde se observa la variación en porciento del peso inicial, durante el tiempo de prueba.

**Tabla 4. Soluciones acuosas al 10% de humectante. Porciento acumulado de peso perdido por evaporación de agua con respecto al tiempo.**

Tiempo Minutos	% Peso Perdido Acumulado				
	Control	Glicerina	Cuachalalate	Propilenglicol	Sorbitol
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.049	0.044	0.031	0.044	0.054
20	0.088	0.081	0.068	0.073	0.091
30	0.132	0.124	0.086	0.111	0.137
40	0.182	0.155	0.133	0.158	0.174
60	0.276	0.246	0.196	0.244	0.261
90	0.503	0.456	0.395	0.450	0.476
120	0.669	0.612	0.594	0.610	0.644
150	0.906	0.851	0.807	0.814	0.859
180	1.040	0.976	1.064	0.946	0.991

**Tabla 5. Soluciones acuosas al 10% (5% Cuachalalate + 5% de Humectante). Porcentaje acumulado de peso perdido por evaporación de agua con respecto al tiempo.**

<b>Tiempo Minutos</b>	<b>% Peso Perdido Acumulado</b>			
	<b>Control</b>	<b>Glicerina</b>	<b>Propilenglicol</b>	<b>Sorbitol</b>
0	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.019	0.047	0.052	0.045
20	0.045	0.074	0.086	0.074
30	0.060	0.097	0.095	0.093
40	0.110	0.135	0.125	0.136
60	0.233	0.213	0.269	0.206
90	0.430	0.404	0.466	0.408
120	0.664	0.605	0.665	0.613
150	0.881	0.803	0.820	0.827
180	1.075	0.974	1.002	1.001

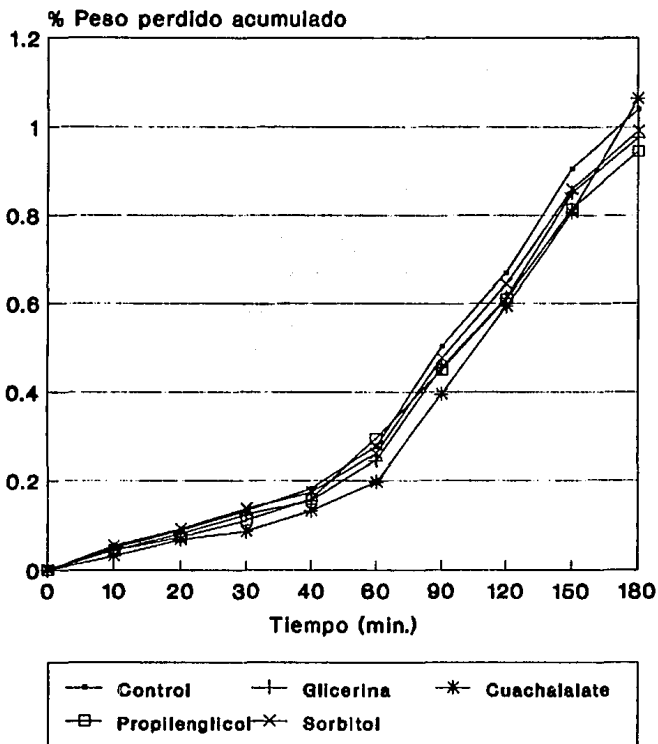
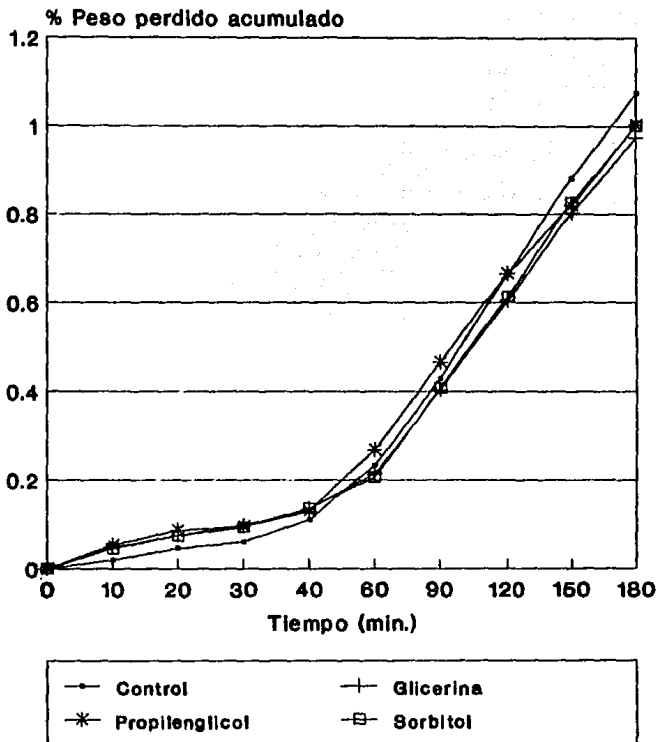
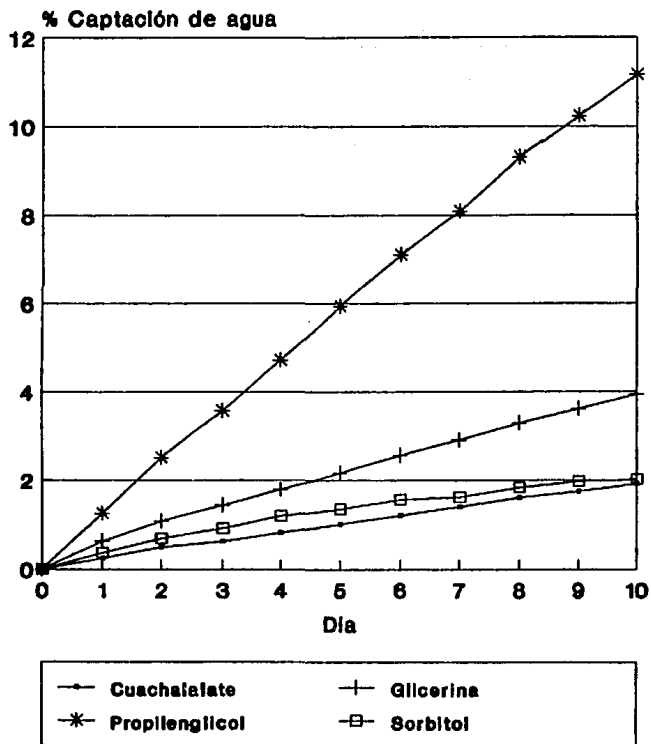


Figura 5. Capacidad de retención de agua. Soluciones acuosas al 10% de humectante.



**Figura 6. Capacidad de retención de agua. Soluciones acuosas (5% de extracto + 5% de humectante).**



**Figura 7. Captación de agua por diferentes humectantes y el extracto a RH de 97%.**



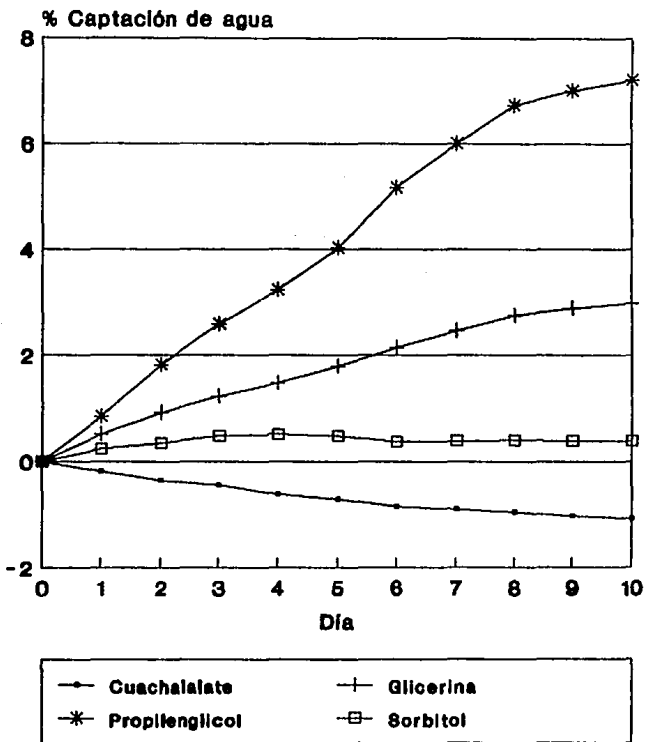


Figura 8. Captación de agua por diferentes humectantes y el extracto a RH de 73%.

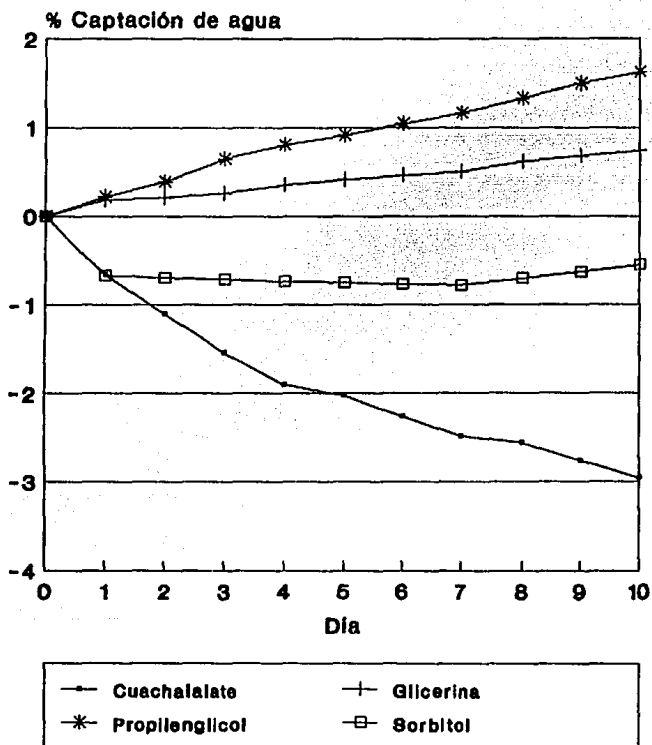


Figura 9. Captación de agua por diferentes humectantes y el extracto a RH de 59%.

### 3.5 Análisis Espectrofotométrico

Se realizó en diferentes sistemas (etanol/agua 1:1, metanol y etanol/propilenglicol/agua 2:1:1), en los cuales no hay diferencia en la absorción al variar el sistema. A las diferentes concentraciones empleadas (40, 100 y 200 mcg/ml) se obtuvo el espectro de absorción de la figura 10.

### 3.6 Análisis de Cortes Histológicos

Al realizar los cortes histológicos se observó que al aplicar una o varias veces el extracto sobre la piel, éste no penetra profundamente el estrato córneo. Esto se puede corroborar con las fotografías obtenidas a los cortes de piel sin aplicación del extracto y con una o varias aplicaciones del mismo, en las figuras 11 a 14.

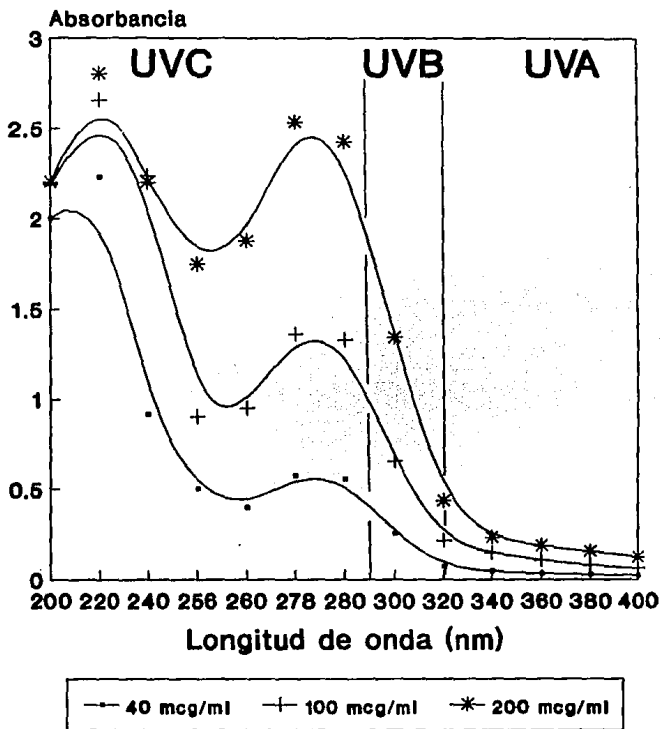


Figura 10. Espectro de absorción del extracto a las diferentes concentraciones empleadas.



Figura 11. Corte de piel sin aplicación del extracto (control).

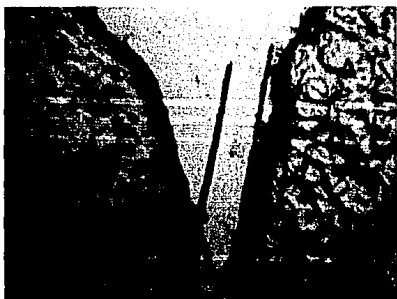


Figura 12. Corte plegado de piel con una aplicación del extracto (10x).

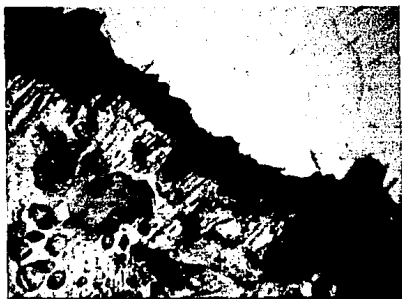


Figura 13. cortes de piel con dos aplicaciones  
del extracto (10x).



**Figura 14. Corte de piel con cuatro aplicaciones  
del extracto (10x).**

### 3.7 Análisis de Resistencia al Agua del Extracto en Piel

Para el análisis de resistencia del extracto en piel a ser removido por el agua, se tienen la tabla 6 y la figura 15, los resultados son promedio de seis determinaciones.

Tabla 6. Porcentaje de remoción de las soluciones aplicadas en una porción de piel al ser sometidas a un flujo constante de agua.

Tiempo (min)	% Removido	
	Extracto (278 nm)	Parsol MCX (312 nm)
0	0	0
10	40.06	9.10
20	41.74	9.37
30	46.10	9.74
40	49.06	10.01
50	49.34	10.22
60	51.04	10.22



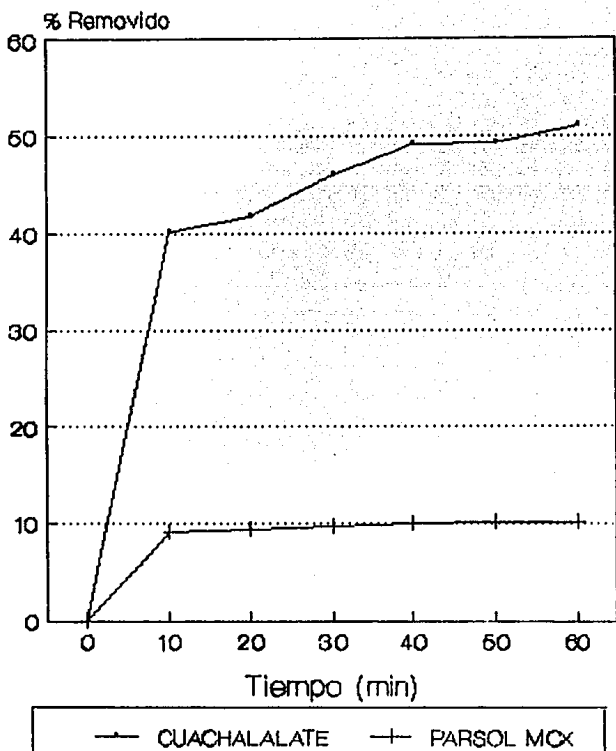


Figura 15. Porcentaje removido de las soluciones aplicadas en una porción de piel al ser sometidas a un flujo constante de agua.

### 3.8 Determinación del FPS in vivo

Los valores del Factor de Protección Solar para el extracto de Cuachalalate y otros filtros solares empleados en el estudio para compararlos con el extracto, fueron determinados en humanos voluntarios (Tablas 7 y 8) y en ratones albinos (Tabla 9). La determinación en humanos fué realizada con una intensidad solar máxima en el mes de junio en la Ciudad de México (19° 26' latitud norte).

Tabla 7. Determinación del Factor de Protección Solar para el extracto de Cuachalalate en humanos.

TIPO DE PIEL	DEM (PNP) (min)	DEM (PP) (min)	FPS
4	25	64	2.56
3	18	55	3.05
2	12	34	2.83
3	20	54	2.70
3	17	45	2.64
3	18	45	2.50
2	12	32	2.66
			$\bar{X} = 2.70 \pm 0.17$

Tabla 8. Determinación del Factor de Protección Solar para el Parsol MCX en humanos.

TIPO DE PIEL	DEM (PNP) (min)	DEM (PP) (min)	FPS
4	25	70	2.80
3	18	56	3.11
2	12	36	3.00
3	20	54	2.70
3	17	54	3.17
3	18	52	2.88
2	12	36	3.00
			$\bar{X} = 2.95 \pm 0.15$

Tabla 9. Determinación del Factor de Protección Solar en ratones, para las diferentes sustancias empleadas.

SUSTANCIA	DEM (PNP) (min)	DEM (PP) (min)	FPS
Cuachalalate	3	8	2.66
Parsol MCX	3	8	2.66
Tepezcohuite	3	6	2.00

Los resultados anteriores pueden observarse en las siguientes fotografías:

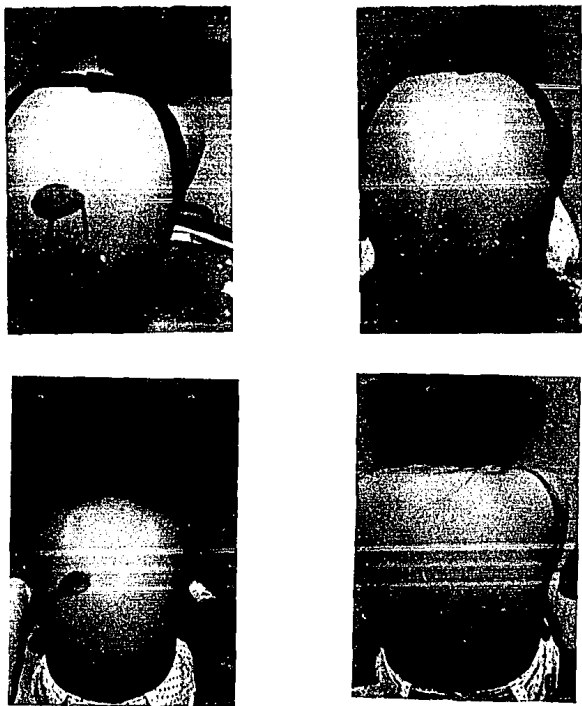


Figura 16. Fotografías al inicio (a y c) y final del estudio (b y d) en dos voluntarios empleados para la determinación del FPS.

#### IV. DISCUSION

La aplicación del extracto de Amphipterygium adstringes (Cuachalalate) sobre piel sana y escoriada no presenta efectos adversos, ya que no induce la formación de edema o eritema, por lo cual es una sustancia segura, que puede ser empleada para la elaboración de productos de uso externo. La acción de rellenar las escoriaciones hechas en la piel, puede deberse a la formación de una película semioclusiva.

La ligera acidez que presenta el extracto en solución hidroalcohólica, puede deberse a que el Cuachalalate esta formado principalmente por taninos, polifenoles y un esteroal llamado cuachalalina (62).

Al aplicar el extracto en solución sobre alguna superficie oscura, y cuando el vehículo se ha evaporado completamente, se forma una película semioclusiva uniforme, por lo cual el extracto se comporta como una sustancia emoliente que permite la perspiración, y que va a evitar que el agua que se encuentra dentro de la piel se pierda por las condiciones naturales de deshidratación (47). El extracto, además, no es una sustancia excesivamente grasa, como la mayoría de los emolientes, característica que puede ser importante para muchos consumidores.

Bajo condiciones de calentamiento moderado, las soluciones acuosas del extracto, tienden a perder una menor cantidad de

agua que la perdida por la solución control, y retiene una cantidad ligeramente mayor de agua que los humectantes comunmente empleados, bajo idénticas condiciones de prueba (soluciones acuosas al 10% P/P y calentamiento de 43 a 46 °C).

Al probar el extracto en combinación con los humectantes empleados (5% extracto + 5% humectante) en solución acuosa, se puede observar que hay un marcado decremento en el porcentaje de peso perdido al ser probado en combinación con el sorbitol; con la glicerina el decremento es muy ligero, y al combinarse con propilenglicol no se presentó potencialización en la retención de agua.

En la determinación de captación de agua del extracto y los humectantes solos, por establecimiento de diferentes humedades relativas, se encontró que el extracto solo capta agua a humedades relativas muy elevadas (97%), siendo su comportamiento a esta humedad relativa, muy similar al sorbitol. Al disminuir la humedad, el extracto tiende a perder peso, por lo que se diferencia con facilidad de los humectantes empleados, pero puede observarse que al pasar de una atmósfera húmeda a una más seca, cede una cantidad de agua mucho menor que el propilenglicol y la glicerina bajo las mismas condiciones, por lo que, al igual que el sorbitol, el extracto de Cuachalalate reacciona a la fluctuación de humedad en el medio ambiente, por lo que es un óptimo estabilizador de la humedad (47).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis espectrofotométrico (Fig. 10), se puede clasificar al extracto de Cuachalalate como un filtro solar químico UVB (290 a 320 nm). El extracto presenta una marcada absorción de 255 a 320 nm, con un pico de absorción a 278 nm. Este espectro de absorción incluye la región UVB y una parte de la UVC, y sobre todo presenta una buena absorción a 297 nm, que es la longitud de onda de máxima actividad eritemógena. Esta acción del extracto puede deberse a la presencia de los compuestos aromáticos que contiene (64), ya que dichas configuraciones absorben las longitudes de onda UV de 250 a 340 nm (alta energía), las cuales son muy dañinas, y las convierten en energía de radiación de onda larga (baja energía) usualmente arriba de 380 nm (4). Por lo anterior, al absorber el extracto la radiación UVB y UVC, al ser aplicado en la piel puede evitar los diversos daños producidos por estas regiones del espectro UV, como son eritema, fotoenvejecimiento, alteraciones inmunológicas, reacciones de fotosensibilidad e inclusive cáncer de piel.

El extracto presenta una absorción muy uniforme, al variar el solvente empleado, presentando características muy similares a las diferentes concentraciones y sistemas utilizados.

En el análisis de cortes histológicos, se puede observar que el extracto tiende a depositarse en la superficie de la piel, sin penetrar de manera profunda en el estrato córneo, debido a que el extracto es una macromolécula de elevado peso

molecular (14), también puede observarse que el extracto forma una película continúa semioclusiva en los bordes de la piel (emoliencia) y no es observado en las capas internas de la piel.

En el análisis de resistencia del extracto a ser removido por el agua, casi inmediatamente (10 min.) después de empezar la prueba, el extracto pierde más del 40% de la cantidad aplicada originalmente y al cabo de una hora de tratamiento pierde alrededor del 50%. Esto puede deberse a que el extracto presenta una potencialización en su solubilidad al incluir en su sistema al agua, sin embargo, aproximadamente la mitad del extracto aplicado permanece en la piel. Estos datos sugieren la necesidad de adicionar en la formulación materiales poliméricos que aumenten la fijación del extracto en la piel.

En la determinación del FPS in vivo, se obtuvo en el estudio realizado en humanos un valor de  $2.70 \pm 0.17$  para el extracto y de  $2.95 \pm 0.15$  para el Parsol MCX, el cual fué empleado en el estudio sin la adición de antioxidantes. En la prueba con ratones albinos, se encontró un FPS de 2.66 tanto para el extracto como para el Parsol MCX, y de 2 para el extracto de Tepezcohuite. Estos resultados nos llevan a considerar al extracto como un filtro solar de mínima protección (Tabla 3), el cual podrá ser empleado en la formulación de filtros solares dando una protección efectiva.



Se puede considerar que el extracto de Amphipterygium adstringes (Cuachalalate) tiene amplias perspectivas de ser empleado en la formulación de filtros solares, ya sea como el ingrediente principal, dadas sus propiedades cosméticas y fotoprotectoras, o en combinación con filtros solares sintéticos, ya que los proveería de varias ventajas complementarias.

El extracto también puede ser utilizado en formulaciones para ser empleadas después de tomar el sol (aftersun), dadas sus propiedades de astringencia, cicatrización, humectación y emolencia que posee.

Todos los aspectos anteriores son de gran importancia, ya que en estos momentos la tendencia mundial en lo que se refiere a productos cosméticos, es la de usar formulaciones que contengan sustancias naturales y que provean efectivamente las propiedades que se les atribuyen. Además el Cuachalalate es una especie botánica nacional, que puede significar una importante fuente de ingresos para el país, si es explotado de forma adecuada.

## V. CONCLUSIONES

- El extracto de Amphipterygium adstringes (Cuachalalate) se puede considerar como un material inocuo, ya que no presenta ningún efecto fisiológico adverso sobre piel sana.
- El extracto fué caracterizado por medio de pruebas fisicoquímicas rutinarias, las cuales pueden ser empleadas para tener un control del mismo.
- El extracto presenta la propiedad de emoliencia, ya que forma una película semioclusiva y homogénea, y además, sin ser un material higroscópico, presenta muy buenas características de humectación.
- El extracto se comporta como un filtro solar de mínima protección, teniendo su rango de absorción de 255 a 320 nm, presentando una máxima absorción a 278 nm. Cumple así mismo, con varias propiedades deseables en los filtros solares, como son: absorber la radiación UV en la zona deseada, estabilidad química, características fisicoquímicas apropiadas para su procesamiento tecnológico, es insípido y en solución hidroalcohólica tiene un olor agradable.
- Se ubico al extracto después de aplicaciones únicas y sucesivas en la piel, y se encontró que no penetra en las capas internas de la misma.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Mallol, J. Filtros Solares. Piel 1987; 2 (6): 226-230.
- 2.- Bissett, D.L. Time-dependent decrease in sunscreen protection against chronic photodamage in UVB-irradiated hairless mouse skin. J Photochem Photobiol B: Biol 1991; 9: 323-334.
- 3.- Ferguson, J. Determination of sun protection factors. Correlation between in-vivo human studies and an in-vitro skin cast method. Int J of Cosmetics Science 1988; 10: 117-129.
- 4.- Lowe, N. Sunscreens. Marcel Dekker, Inc. USA 1990.
- 5.- Taylor, Ch. Photoaging/photodamage and photoprotection. J Am Acad Dermatology 1990; 22: 1-15.
- 6.- Branna, T. The sun care market. Happi 1992; march: 35-48.
- 7.- García-Patos, V. Efectos cutáneos de las radiaciones ultravioleta A. Piel 1989; 4: 443-449.
- 8.- Katzung, B.G. Farmacología Básica y Clínica. El Manual Moderno. 3a. ed. México 1987. pp 791.
- 9.- Azizi, E. A more reliable index of sunscreen protection, based on life table analysis of individuals sun protection factors. Br J Dermatology 1987; 116: 693-702.
- 10.- Norris, P. Topical sunscreens. Cosmetics & Toiletries manufacture 1991/1992; 170-172.
- 11.- Helliwell, K. Plants and their extracts. Cosmetics & Toiletries manufacture 1991/1992: 26-31.
- 12.- Extractos Vegetales y Actividades Antisolares. Congreso Alban Muller Internacional 1986.
- 13.- García, M. Frecuencia relativa de cáncer en el Hospital de

Oncología. Revista Médica del IMSS 1991; 29 (5-6): 355-359.

14.- Memorias del Laboratorio de Investigación de Productos Naturales. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala.

15.- Estrada, E. Jardín Botánico de Plantas Medicinales Maximino Martínez. Universidad Autónoma de Chapingo 1985. pp 20

16.- Martínez, M. Plantas Medicinales de México. Ed. Botas/México. 5a. ed. México 1969. pp 404

17.- Zárate, M. A. Germinación de dos especies medicinales: Cuachalalate (Amphipterygium adstringes Schiede ex Schlecht) y Chaparro amargoso (Castela tortuosa Liebn.). Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo 1984. pp 5-6

18.- Cárdenas de la Peña, E. Terminología Médica. Ed. Interamericana. 2a. ed. México 1983. pp 55-57

19.- Stanley, W.J. Anatomía y Fisiología Humana. Ed. Interamericana. 4a. ed. México 1982. pp 78-86

20.- Moore, R.J. Cosmetología de Harry. Chemical Publishing. 7a. ed. Nueva York 1982.

21.- Pearce, E.C. Manual de Anatomía y Fisiología. Ed. Eliciem. 2a. ed. España 1981. pp 309-317

22.- Llera Domínguez, E. Temas para un futuro Biólogo. Ed. UNAM. México 1984. pp 210-213

23.- Walls, F. Química Contemporánea. Ed. UNAM. México 1984. pp 57-60

24.- Lorente, J. Dosimetría de la irradiación solar ultravioleta directa y difusa. Piel 1991; 6: 467-469.

25.- Brever, H. Physics for life Science Students. Ed. Prentice-Hall, Inc. USA 1975. pp 377-390

- 26.- Mallol, J. Fotodegradación de los Filtros Solares. *Piel* 1991; 6: 475-478.
- 27.- Whitman, G.B. Comparative study of erythema response to UVA radiation in guinea pigs and humans. *Photochem Photobiol* 1985; 42 (4): 399-403.
- 28.- Parrish, J.A. Erythema and melanogenesis action spectra of normal human skin. *Photochem Photobiol* 1982; 36: 187-191.
- 29.- Sunscreens. *The Medical Letter* 1988; 30 (june 17): 61-63.
- 30.- Barnadas, M.A. Aspectos positivos y negativos de la acción de los rayos ultravioleta sobre la piel. *Piel* 1990; 5: 157-159.
- 31.- Sayre, R.M. Action spectra. *Cosmetics & Toiletries* 1992; 107 (may): 59-62.
- 32.- Rieger, M. The merits of melanine. *Cosmetics & Toiletries* 1992; 107 (may): 41-42.
- 33.- Sayre, R.M. A comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreen formulas. *Photochem Photobiol* 1978; 29: 559-566.
- 34.- Giménez Arnau, A.M. Envejecimiento cutáneo. *Piel* 1990; 5: 305-310.
- 35.- Maes, D. New advances in photoprotection. *Cosmetics & Toiletries* 1990; 105 (dec): 45-52.
- 36.- Gilchrest, B.A. The variable face of photoaging: influence of skin type. *Cosmetics & Toiletries* 1992; 107 (march): 41-42.
- 37.- Ceremile, D. Sole e procesi di invicchiamento cutaneo. *Medicina Estética I.A.* 1979; 138-143.
- 38.- Fourtanier, A. In vivo evaluation of photoprotection against chronic ultraviolet-A irradiation by a new sunscreen

- Mexoryl SX. Photochem Photobiol 1992; 55 (4): 549-560.
- 39.- Hood, H. Racial differences. Cosmetics & Toiletries 1992; 107 (july): 47-48.
- 40.- Vivirito, M. Photoprotection against UV light: an overview. DCI 1989; august: 33-34.
- 41.- Blank, I.H. Observation on the mechanism of the protective action of sunscreens. J Inves Dermatology 1982; 78: 381-385.
- 42.- Kaidbey, K. Comparison of methods for assessing photoprotection against ultraviolet-A in vivo. J Am Acad Dermatology 1987; 16: 346-353.
- 43.- Guth, J. Versatility in sun protection acrylatos/t-octyl-propenamide copolymer. Cosmetics & Toiletries 1990; 105 (dec): 87-90.
- 44.- Stanfield, J.W. Ultraviolet A sunscreen evaluations in normal subjects. J Am Acad Dermatology 1989; 20: 744-748.
- 45.- Measuring sunscreen protection against UVA. The Lancet 1990; august 25: 472.
- 46.- Brady, R.P. Sunscreens: the current rules and controversies. Cosmetics & Toiletries 1990; 105 (dec): 25-32.
- 47.- Bonadeo, I. Cosmética. Ed. Ciencia J. Madrid 1988.
- 48.- Meer, G. Botanicals for drugs and cosmetics. DCI 1982; july: 36-40.
- 49.- Resedowski, J. Atlas Cultural de México, Flora. Ed. SEP- INAH-Planeta. México 1987. pp 51.
- 50.- Martínez, M. Flora del Estado de México. Tomo II. Ed. Biblioteca Enciclopedia del Estado de México. México 1979. pp 429.

51.- Farmacopea de los Estados Unidos (USP XXII). United States Pharmacopeial Convention, Rockville, USA 1990.

52.- Chavéz, A. Estudio de las propiedades del extracto de *Mimosa Teneufoia* (Tepezcohuite) para su potencial uso cosmético. Tesis. UNAM FES- Cuautitlán 1993.

53.- Umprayn, K. Higroscopicity and moisture adsorption kinetics of pharmaceutical solids: a review. *Drugs Develop and Industrial Pharmacy* 1987; 13 (4-5): 653-693.

54.- Cumpelik, B.M. Sunscreens at skin applications levels: direct spectrophotometric evaluation. *J Soc Cosmet Chem* 1980; 31 (dec): 361-366.

55.- Martini, M.C. Comparaison des méthodes de détermination des SPF. *Int J of Cosmetics Science* 1986; 8: 215-224.

56.- Sayre, R.M. Sunscreen testing methods: in vitro predictions of effectiveness. *J Soc Cosmet Chem* 1980; 31 (may/june): 133-143.

57.- Piers, A.D. Portable erythema meter and its application to use in human skin. *Int J of Cosmetic Science* 1990; 12: 63-70.

58.- Chew, S. An animal model for evaluation of topical photo-protection against ultraviolet A (320-380 nm) radiation. *Invest Dermatology* 1987; 89: 410-414.

59.- Diffey, B.L. Pitfalls in the in vitro determination of sunscreen protection factors using broad band ultraviolet radiation detectors and solar simulating radiation. *Int J of Cosmetic Science* 1989; 11: 245-249.

60.- Baranda, L. Estudio comparativo del efecto protector de filtros solares. *Dermatología Revista Mexicana* 1987; 31 (1-4)

21-24.

61.- Diffey, B.L. Quantitative studies on UVA-induced erythema in human skin. Br J of Dermatology 1987; 117: 57-66.

62.- Kawada, A. Skin typing, sun exposure and sunscreens. Use in a population of japanese. J Dermatology 1989; 16: 187-190.

63.- Kaidbey, K. Determination of UVA protection factors by means immediate pigment darkening in normal skin. J Am Acad of Dermatology 1991; 25: 262-266.

64.- Peréz, G. The structure of cuachalalina, a new sterol from Juliana adstringes (Schelecht). Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (UICSE). ENEP-Iztacala, UNAM.



## APENDICE 1

Las reacciones resultantes son evaluadas en base a la siguiente tabla:

### ERITEMA Y FORMACION DE ESCARAS

Eritema negativo	0
Eritema muy ligero (escasamente perceptible)	1
Eritema bien definido	2
Eritema moderado a severo	3
De eritema severo (rojo betabel) a una ligera formación de escara (lesión profunda)	4
Calificación máxima de eritema	4

### FORMACION DE EDEMA

Edema negativo	0
Edema muy ligero (Escasamente perceptible)	1
Edema ligero (bordes bien definidos por un levantamiento definido)	2
Edema moderado (levantamiento de aprox. 1 mm)	3
Edema severo (levantamiento de más de 1 mm y extendido más allá de las áreas expuestas)	4
Calificación máxima de edema	4

Compuestos que producen promedios combinados menores de 2 se consideran suavemente irritantes, aquellos con índice de 2 a 5 son moderadamente irritantes y aquellos con registros mayores de 6 se consideran severamente irritantes.

Resultado de la prueba:

ERITEMA Y FORMACION DE ESCARAS

Piel	Tiempo de exposición (Hr)	Valor de Evaluación
Intacta	24	0
Escoriada	24	1
Intacta	72	1
Escoriada	72	0

EDEMA

Piel	Tiempo de Exposición (Hr)	Valor de Evaluación
Intacta	24	0
Escoriada	24	1
Intacta	72	1
Escoriada	72	1
	<b>Total</b>	<b>5</b>

Indice de irritación primaria  $5/4 = 1.25$