

68
2 ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**PROPIEDADES HUMECTANTES DE LOS EXTRACTOS DE *Opuntia*
rastrera (nopal) Y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano).**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA

P R E S E N T A :

LILIA SANCHEZ MARTINEZ

ASESORES:

**Q.F.B. ROCIO CASTRO RIOS
Q.F.B. ABELARDO CHAVEZ MONTES
Q.F.B. SERGIO GALINDO RODRIGUEZ**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

266378



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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

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

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

"Propiedades humectantes de los extractos de Opuntia rastrera

(nopal) y Myrtillocactus geometrizans (órgano)".

que presenta la pasante: Lilia Sánchez Martínez
con número de cuenta: 8812631-1 para obtener el TITULO de:
Química Farmacéutica Bióloga

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"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 04 de Diciembre de 1997

PRESIDENTE Q.F.B. Pilar Ramos Ramos
VOCAL M. en C. Elizabeth Toriz García
SECRETARIO Q.F.B. Sergio Galindo Rodríguez
PRIMER SUPLENTE Q. Mario A. Morales Delgado
SEGUNDO SUPLENTE Q.F.B. Guadalupe Rebollar Barrera

Elizabeth Toriz G.
Mario A. Morales D.

Te agradezco papá por tu apoyo y confianza,
y a ti mamá por tu amor y entusiasmo que
manifiestas en cada momento.

A mis hermanos:

Antonio, Jaime, Rocio y Roberto por su cariño y
comprensión.

A mi compañero de toda la vida por su amor y
paciencia.

Gracias a mis amigos por su apoyo y amistad
incondicional especialmente a H. J. D.,
Claudia L., Claudia C., Edith G., Gabriela H.,
Verónica S., Héctor R. y Gamaliel C.

Mi más profundo reconocimiento a los profesores que forman parte del H. Jurado por el tiempo invertido en la revisión de la tesis y sus valiosas aportaciones.

Gracias :

Q.F.B. Pilar Ramos Ramos
M. En C. Elizabeth Toriz García
Q.F.B. Sergio Galindo Rodríguez
Q. Mario A. Morales Delgado
Q.F.B. Guadalupe Rebollar Barrera

Deseo expresar mi más sincera gratitud a la Q.F.B. Rocio Castro Rios y al Q.F.B. Abelardo Chávez Montes por la oportunidad que me brindaron para el desarrollo del presente trabajo, agradezco su valiosa amistad y confianza.

Gracias a la Q.F.B. Elvira Ríos Leal por su colaboración en la caracterización por medio de C.L.A.R. en el Departamento de Biotecnología del C.I.N.V.E.S.T.A.V., le doy gracias también por todas las atenciones que ha tenido para conmigo.

Gracias al M. en C. Guillermo Avila A. y al M.V.Z. Andrés Martínez C. por las facilidades que me proporcionaron en el bioterio y el laboratorio de Fitoquímica de la E.N.E.P. Iztacala.

INDICE

	PAGINA
INDICE	1
INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE GRAFICOS	5
INTRODUCCION	6
OBJETIVOS	7
I. GENERALIDADES	
1.1. PIEL HUMANA	8
1.1.1. Epidermis	9
1.1.2. Dermis	11
1.1.3. Anexos de la piel	12
1.2. PIEL SECA	12
1.3. HUMECTANTES Y EMOLIENTES	14
1.3.1. Beneficios de los hidratantes	16
1.4. EXTRACTOS VEGETALES CON APLICACIONES COSMETICAS	17
1.5. LAS CACTACEAS	19
1.5.1. Características de <i>Opuntia rastrera</i> (nopal)	22
1.5.2. Características de <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (órgano)	24

	PAGINA
II. DESARROLLO EXPERIMENTAL	
2.1. REACTIVOS	27
2.2. EQUIPO	27
2.3. MATERIAL BIOLÓGICO	27
2.4. PROCEDIMIENTO	
2.4.1. Extracción	28
2.4.2. Caracterización del extracto	28
2.4.3. Composición química	28
2.4.4. Prueba de toxicidad dérmica	29
2.4.5. Evaluación cosmética	32
III. RESULTADOS	34
IV. DISCUSION	46
V. CONCLUSIONES	49
VI. BIBLIOGRAFIA	50
VII. APENDICE	55
Apéndice A- Análisis estadístico.	

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Esquema de las capas de la epidermis	9
Figura 2. Corte de piel humana, mostrando los estratos y órganos que contiene	11
Figura 3. <i>Opuntia rastrera</i> (nopal), colectada en la carretera San Luis-Matehuala, San Luis Potosí	23
Figura 4. <i>Myrtillocactus geometrizans</i> (órgano), colectada entre Andocutín e Irámuco, Municipio de Acámbaro, Guanajuato	25
Figura 5. Distribución de la muestra (superficie corporal dorsal del conejo)	31
Figura 6. Tensiómetro de Du Nöuy	33
Figura 7. Cromatogramas	35
Figura 8. Imágen de la superficie dorsal del conejo antes de la aplicación. A. Nopal, B. Organo, C. Control (agua)	36
Figura 9. Imágen de la superficie dorsal del conejo al finalizar la prueba de toxicidad (3 días después). A. Nopal, B. Organo, C. Control (agua)	37

INDICE DE TABLAS

	PAGINA
Tabla I. Evaluación de la reacción de la piel	30
Tabla II. Porcentaje acumulado de peso de soluciones acuosas al 1% de los extractos de nopal y órgano, así como de agua, glicerina y propilenglicol	38
Tabla III. Variación del porcentaje del peso inicial de los extractos en solución al 1%, expuesto a 31% de H.R. en la prueba de captación de agua	40
Tabla IV. Variación del porcentaje del peso inicial de los extractos en solución al 1%, expuesto a 51% de H.R. en la prueba de captación de agua	42
Tabla V. Variación del porcentaje del peso inicial de los extractos en solución al 1%, expuesto a 86% de H.R. en la prueba de captación de agua	42

INDICE DE GRAFICOS

	PAGINA
Gráfico 1. Soluciones al 1% de los extractos y humectantes, sometidos a calentamiento moderado (43 a 46)	39
Gráfico 2. Captación de agua al 31% de H.R en función del tiempo, soluciones al 1%, considerando una cantidad inicial de agua de 100%	41
Gráfico 3. Captación de agua al 51% de H.R en función del tiempo, soluciones al 1%, considerando una cantidad inicial de agua de 100%	43
Gráfico 4. Captación de agua al 86% de H.R en función del tiempo, soluciones al 1%, considerando una cantidad inicial de agua de 100%	44
Gráfico 5. Prueba de elongación de los extractos de nopal y órgano y el humectante glicerina sobre piel de ratón	45

INTRODUCCION

La gran diversidad de la flora mexicana la convierte en un atractivo recurso que debe ser explotado de manera racional ^(25, 39).

La tendencia actual de volver a los productos naturales en la elaboración de productos cosméticos, ha llevado a la realización de trabajos de investigación sobre extractos vegetales con una sustentación científica, de manera tal que la adición a productos cosméticos tenga sentido y vaya acorde con las necesidades del consumidor ⁽⁹⁾. Así, a estos materiales se les han encontrado propiedades humectantes, emolientes, absorbentes de la luz ultravioleta, aromatizantes y astringentes entre otras ⁽⁵⁴⁾.

Tal vez una de las propiedades más importantes de los productos cosméticos sea la humectación porque de ello depende en gran medida la apariencia del órgano más grande del ser humano: la piel ⁽⁴⁵⁾. Es bien conocido que el contenido de agua en la piel es más importante para su flexibilidad que el contenido de grasas ⁽²⁾; en condiciones normales, la dermis y la mayor parte de la epidermis están completamente hidratadas ^(26, 43), cuando el estrato córneo se encuentra menos hidratado pierde su flexibilidad y la tensión mecánica puede producir sensación de rigidez y conducir a la aparición de grietas en la piel ^(45, 52, 55); la apariencia hidratada y saludable de la piel puede influenciarse por la aplicación externa de productos conocidos como humectantes y emolientes.

Por lo anterior, en el presente trabajo se evalúa el poder humectante de los extractos de dos plantas mexicanas: *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano) para su posible uso cosmético; con ello se pretende que los recursos naturales de México sean aprovechados en beneficio propio y la mejor manera de lograrlo es que los propios mexicanos establezcan los fundamentos de su potencial utilización.

OBJETIVOS

GENERAL

- ❖ Evaluar las propiedades humectantes de dos plantas mexicanas: *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano).

PARTICULARES

- ❖ Obtener extractos a partir de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano).
- ❖ Realizar la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los extractos.
- ❖ Evaluar el poder humectante de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano).
- ❖ Identificar las sustancias humectantes presentes en *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano).

I. GENERALIDADES

1.1. PIEL HUMANA

La piel humana es uno de los mayores órganos del cuerpo en términos de superficie. En el adulto promedio la piel ocupa una superficie de aproximadamente 2.0 m^2 y un peso que varía entre 3.0 y 4.5 kg ⁽⁵⁰⁾, el pH de la piel está considerado en un intervalo de 4.5 a 6.0 ⁽³⁵⁾.

La piel experimenta un recambio constante de células, constituyendo una barrera al mundo exterior de interminable renovación y autorreparación. Es altamente resistente a la abrasión y a la infección, sus capas superficiales son semipermeables al agua, protegiendo contra las deshidrataciones y también contra la entrada de agua a través de la superficie, protege los tejidos contra la luz ultravioleta al producir el pigmento melanina, cuya propiedad para dispersar la luz protege a las células tisulares de este peligro. No obstante, una cierta cantidad de exposición a la luz ultravioleta es benéfica ya que permite que la piel sintetice vitamina D a partir del 7-dehidrocolesterol ^(11, 17).

La piel esta compuesta de dos capas: la epidermis y la dermis. Estas dos capas están fuertemente adheridas entre sí y forman una membrana que varía en grosor de alrededor de 0.5 a 4.0 mm o más en las diferentes partes del cuerpo. Bajo la dermis hay una capa de tejido conectivo laxo que varía de areolar a adiposo ⁽²³⁾.

1.1.1. Epidermis

La epidermis es un epitelio plano estratificado cuya principal función es la de proteger al organismo contra las acciones lesivas del medio y contra la pérdida de líquidos. Para ello, la epidermis produce una cubierta protectora lo suficientemente flexible para no impedir los movimientos del organismo, capaz de soportar el desgaste normal, y provista de un mecanismo de autorrenovación ⁽¹⁷⁾.

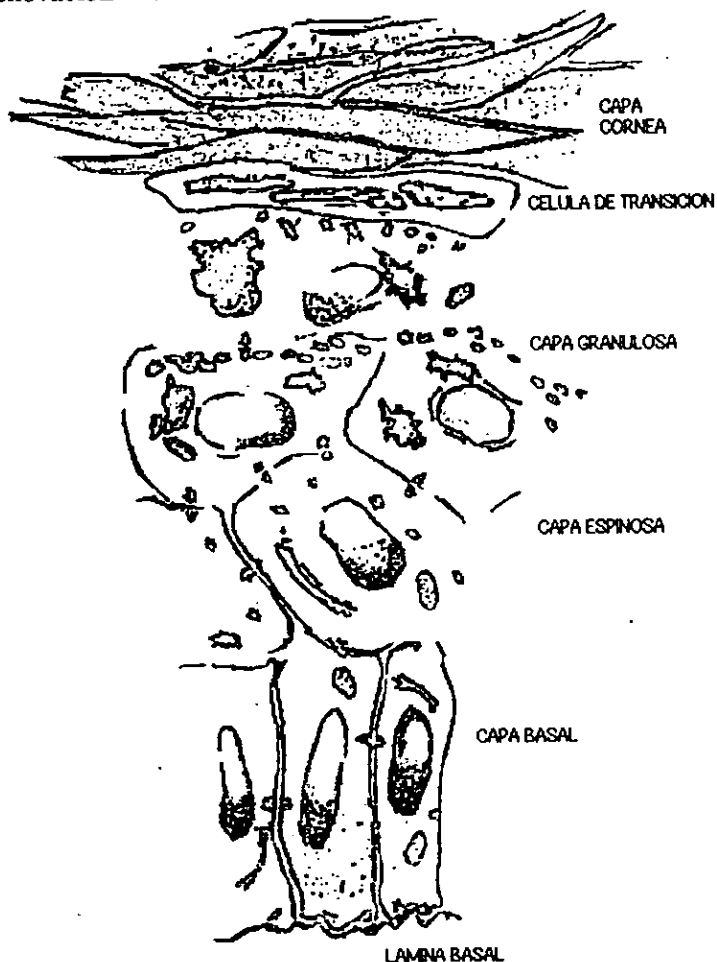


Fig.1 Esquema que muestra las capas de la epidermis.

La epidermis presenta cinco capas bien definidas que a continuación se enumeran de la parte interna a la externa de la piel, denominadas según el grado de maduración alcanzada por los queratinocitos ^(34, 12).

1. **Estrato germinativo.** Capa única de células columnares bajas, donde se producen los queratinocitos nuevos, se le conoce también como estrato basal.

2. **Estrato espinoso.** Posee de 8 a 10 filas de células polihédricas y que comúnmente se observan unidas por estructuras semejantes a espinas.

3. **Estrato granuloso.** Consta de células algo aplanadas que contienen gránulos basófilos característicos, conocidos como gránulos de queratohialina que conforman la queratina característica de la piel.

4. **Estrato lúcido.** Tiene el aspecto de una delgada capa transparente apenas superficial al estrato granuloso de unas tres o cuatro filas de células, están empacadas en forma compacta y se encuentran células muertas con sus núcleos en cariólisis. Se observa una membrana celular que encierra una forma fibrosa de queratina, formando un complejo con la proteína amorfa.

5. **Estrato córneo.** Se encuentra constituido de 25 a 30 hileras de células muertas aplanadas. Para cuando los queratinocitos llegan al estrato córneo, la capa de queratina en la superficie de la epidermis, sus gránulos de queratohialina y sus núcleos han desaparecido. Las células se han transformado en escamas aplanadas compuestas casi enteramente de queratina, proteína resistente, que permite la adhesión de una célula a otra y al resto de la epidermis.

La presencia de lípidos en los espacios intercelulares contribuye de gran manera a las propiedades impermeables de esta capa. Cuando los componentes lipídicos son degradados la cohesividad disminuye y se produce la descamación y deshidratación.

1.1.2. Dermis

En su mayor parte la piel está compuesta por dermis. Consta principalmente de tejido fibroso (colágeno y elastina) conectivo dispuesto en forma irregular, así también como de vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, folículos pilosos y glándulas. La dermis descansa sobre una capa de tejido conectivo delgado que contiene cantidades variables de grasa ⁽¹³⁾.

La región superior de la dermis, de casi una quinta parte del grosor de la capa total, se denomina región o capa capilar, la porción restante se conoce como región o capa reticular ⁽⁵⁰⁾.

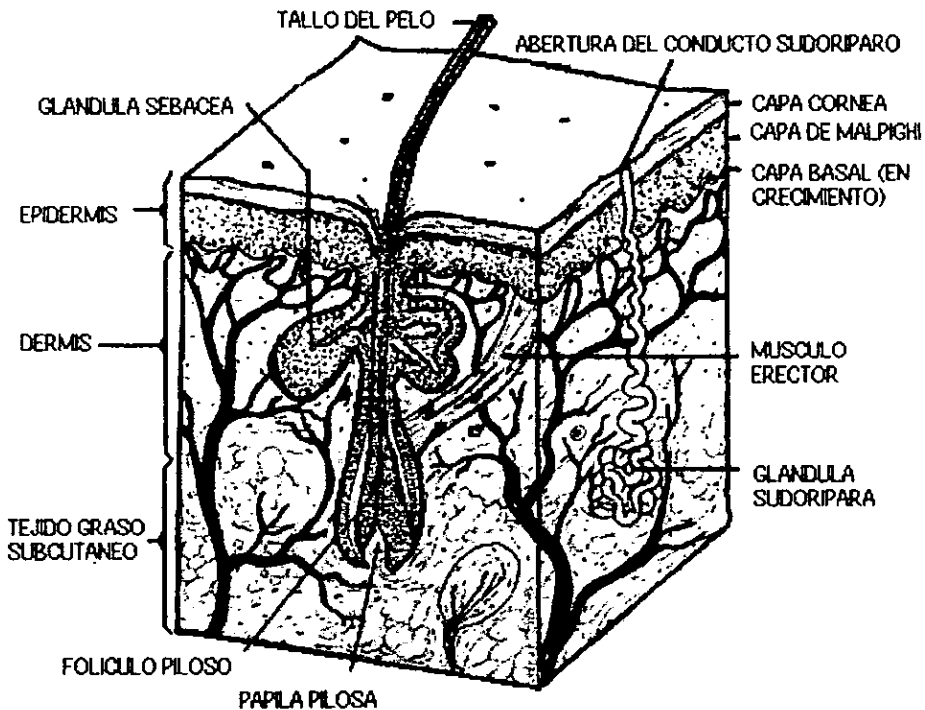


Fig. 2 Corte de piel humana, mostrando las capas y órganos que contiene ⁽⁴⁶⁾

1.1.3. Anexos de la piel

Se denomina accesorios de la piel a los folículos pilosos, uñas, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas ⁽¹³⁾, cada uno con una función específica, así, mientras que el pelo y las uñas le proveen protección al cuerpo, las glándulas sebáceas secretan los deshechos del organismo y mediante su excreción las glándulas sudoríparas regulan la temperatura corporal.

1.2. PIEL SECA

Aún cuando la mayor parte de las enfermedades de la piel no constituyen un peligro grave para la vida del hombre, están tan extendidas que constituyen un problema social, puede decirse que las dermatitis son las enfermedades de la piel más importantes desde el punto de vista social. Los síntomas de las dermatosis son muy variados, el inicio es relativamente brusco y se manifiesta primero como prurito, al que siguen eritema, pápula, vesícula, edema, exudado y costra. No siempre se presentan todas estas etapas, y en otros casos la aparición de la enfermedad es muy lenta.

La existencia de agentes irritantes produce la enfermedad cuando se reúnen ciertos factores que favorecen al proceso: falta de aseo personal, desaseo de los lugares de trabajo, naturaleza de la piel, presencia de otras enfermedades y lesiones de la piel, régimen alimenticio, existencia de estados alérgicos y susceptibilidad individual, entre otras.

Una característica notable de las enfermedades de la piel es la influencia que suelen tener sobre el bienestar social del enfermo, el hecho de que la lesión sea visible, crónica, a veces irreductible, y en todo caso desagradable, produce un efecto permanente sobre la mente del individuo provocando un conflicto psicológico; es aquí donde la cosmetología hace su aparición, presentando gran variedad de productos cosméticos para el cuidado de la piel, que disminuyen o eliminan las lesiones sobre la piel y en el peor de los casos restaura la autoestima del individuo ⁽⁴¹⁾.

De todas las propiedades benéficas que se atribuyen a las cremas cosméticas, quizá la más frecuentemente citada sea la "hidratante". Este término procede del descubrimiento de que el agua es la única sustancia capaz de dar elasticidad a la capa de células más externas y muertas de la epidermis para dotarla de los atributos más deseados, suavidad y tersura ⁽⁵⁴⁾.

Los cosméticos hidratantes se promueven en todo el mundo como agentes que actúan sobre la "piel seca". La literatura científica no nos da ninguna definición lógica o razonable de "piel seca", los síntomas pueden variar desde una descamación moderada hasta aspereza extrema y quebraduras (con sangrado).

Los síntomas de la "piel seca" pueden aparecer siempre que la velocidad de evaporación del agua en el estrato córneo sea excesiva, debido a una baja humedad relativa. Esto reduce la flexibilidad del estrato córneo, resultando en el fenómeno de "piel de invierno" (descamación, quebraduras y eritema) durante ciertos periodos del año. La defensa del cuerpo contra estos síntomas depende de su habilidad de reducir su pérdida de agua por evaporación ^(22, 34).

Existen dos tipos básicos de "piel seca". El primero se debe a una prolongada exposición al viento y a una humedad ambiental baja, que modifica el gradiente de hidratación normal del estrato córneo. El segundo tipo de "piel seca" se debe a cambios físicos o químicos en la piel como consecuencia de procesos tales como envejecimiento, continuo desengrasamiento, etc.

Los cambios debido al envejecimiento se atribuyen, principalmente, a la influencia de la luz ultravioleta, que parece justificarse cuando se consideran las diferencias existentes entre la piel de las partes del cuerpo que habitualmente están cubiertas y las que no lo están.

Existen tres formas para restaurar el agua de la "piel seca": oclusión, humectación y restauración de sustancias deficitarias, estos métodos pueden ser, y frecuentemente lo son, asociados a la vez ⁽⁵⁴⁾.

1.3. HUMECTANTES Y EMOLIENTES

La apariencia hidratada y saludable de la piel puede influenciarse por la aplicación externa de productos conocidos como humectantes y emolientes (10, 36, 48, 52)

Ellos actúan en la piel de diferente forma:

a) **Humectantes** (1, 3, 7, 27, 33, 36, 38, 40)

Estas sustancias actúan restaurando la capacidad de retención de agua de la piel através de uno o varios agentes higroscópicos.

Los humectantes se encuentran dentro del grupo más popular en los cosméticos, el de las sustancias hidratantes, algunos de los responsables de tal popularidad son la glicerina, la fructuosa, la glucosa, la lactosa, el sorbitol, la sucrosa y la urea, entre otras.

Existen tres clases generales de humectantes: inorgánicos, metal-orgánicos y orgánicos.

Humectantes inorgánicos:

El cloruro de calcio es típico en este grupo, es bastante eficaz, pero falla grandemente en corrosión y compatibilidad. Encuentra sólo un empleo limitado en productos cosméticos

Humectantes metal-orgánicos:

El principal representante de este grupo es el lactato de sodio que tiene propiedades higroscópicas superiores a la glicerina. Sin, embargo es incompatible con algunas materias primas, puede ser corrosivo, tiene sabor acentuado y puede cambiar de color. No ha sido muy utilizado en cosméticos, pero se ha recomendado para uso en cremas cutáneas, particularmente porque los lactatos se encuentran naturalmente en el cuerpo y no existe riesgo de toxicidad o dermatitis.

Humectantes orgánicos:

Son el grupo más ampliamente utilizado; generalmente, son alcoholes polihídricos, sus ésteres y éteres. La unidad simple es el etilenglicol, y por progresión superior las series de la mayoría de los productos son glicerina y sorbitol.

b) Emolientes ^(1, 4, 33, 54)

Estas sustancias provocan la reducción de la pérdida continua de agua del cuerpo (pérdida transepidermal) ya sea creando una barrera física en la superficie o por reducción en la permeabilidad de la piel; también alisan el perfil superficial de la piel y disminuyen las líneas faciales, dando sensación de suavidad o tersura.

Los emolientes restauran o mantienen la flexibilidad cutánea porque contienen altos niveles de ingredientes solubles en agua o en aceite que ocluyen la piel. La oclusión consiste en reducir la velocidad de la pérdida transepidermica del agua a través de la piel envejecida o dañada, o proteger además la piel sana de los efectos fuertemente desecantes del ambiente. La oclusión de la piel por este mecanismo origina una inmediata disminución de la velocidad de pérdida del agua a través de la epidermis.

Los agentes emolientes típicos son los lípidos de baja o media viscosidad por ejemplo: miristato de isopropilo o aceite de jojoba. Esta acción se puede imitar con formadores de película poliméricos solubles en agua que se quedan sobre la piel sin dejar una capa pegajosa después de secar, como es el caso de algunos glicosaminoglicanos o proteínas.

1.3.1. BENEFICIOS DE LOS HIDRATANTES

Al adicionar agua al estrato córneo se pretende lograr alguno de los siguientes beneficios ⁽³⁶⁾ :

a) Aumento de la flexibilidad debido al ablandamiento de las proteínas causado por el agua. Este es un método reológico que requiere probarse de manera mecánica.

b) Reducción de la descamación o disminución de la aspereza debido al aumento en flexibilidad del estrato córneo. Este es un fenómeno de textura o visual, que se puede medir a través de un examen (microscópico) de la piel o mediante mediciones de aspereza basados en perfilometría o mediciones ópticas en réplicas de la piel. Este efecto ocurre cerca o en la superficie de la piel.

1.4. EXTRACTOS VEGETALES CON APLICACIONES COSMETICAS ^(14, 15, 28, 44)

Por siglos las plantas y sus extractos han sido utilizadas por el hombre de forma empírica como materiales con efectos profilácticos, curativos, para el cuidado y el embellecimiento de la piel; el conocimiento de las propiedades atribuidas a los vegetales eran transmitidas de generación en generación sin tener ninguna noción acerca de la dosificación y el efecto que causaban.

A partir del desarrollo e introducción de nueva tecnología, se pone de moda el empleo de productos de origen sintético aplicados principalmente al área de farmacología y en menor proporción al área cosmética. La industria cosmética después de haber empleado en sus formulaciones materiales sintéticos, retorna a la utilización de plantas y extractos de origen natural por demanda del consumidor, quien piensa que si se trata de un producto natural es compatible con la química del cuerpo y por lo tanto es seguro; algunos consumidores sólo responden a la palabra natural y asocian: "si es natural es efectivo".

Ante la necesidad de satisfacer las demandas del consumidor, la industria cosmética ha incrementado sus esfuerzos. Actualmente, se realizan estudios científicos que aseguran la efectividad de los componentes constituyentes de los extractos naturales, se han realizado estudios intensivos de tipo químico, analítico, toxicológico, entre otros, sobre los extractos de las plantas y sobre las posibles aplicaciones.

Dentro de las aplicaciones cosméticas ya respaldadas mediante un estudio científico, destacan notablemente el uso de ciertos extractos como posibles humectantes, emolientes, astringentes, suavizantes, protectores de la luz ultravioleta, etc.

Los materiales naturales que se han utilizado como humectantes son principalmente mucilagos, pectinas y α -hidroxiácidos.

Los mucílagos y las pectinas son polisacáridos complejos constituidos por unidades de azúcar y ácido urónico que se disuelven o se hinchan en agua formando dispersiones viscosas que poseen una enorme facilidad de incorporarla; propiedad de suma importancia en el mecanismo de retención de agua. Los mucílagos como los que se encuentran en la semilla de lino, en la zargatona, en la raíz de malva, etc., se encuentran presentes en muchas plantas, donde suelen formarse de la membrana celular o se depositan en ellos en capas. Las pectinas abundan en frutos como la manzana y la naranja, y en raíces como la remolacha y genciana.

Los α -hidroxiácidos son compuestos que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos. Los miembros más importantes de este grupo se encuentran en alimentos naturales como por ejemplo ácido glucólico en caña de azúcar, ácido láctico en leche cortada, ácido málico en manzana, ácido cítrico en frutos cítricos, ácido tartárico en uvas.

1.5. LAS CACTACEAS ^(5, 6, 39, 42)

Entre las plantas más notables que caracterizan el paisaje de las zonas áridas de México se distingue, junto con los magueyes, los mezquites y las yucas, un fascinante grupo vegetal, la familia *Cactaceae*.

Las cactáceas, son autóctonas del continente Americano en donde se encuentran distribuidas especialmente en las regiones áridas y semiáridas. México por sus peculiares condiciones de latitud, topografía y climas es el país que alberga, posiblemente, la mayor cantidad de especies.

Si estas plantas sorprenden por las formas extraordinarias de sus tallos y hermosura de sus flores, interesan también por la anatomía de sus estructuras y las modalidades de su fisiología, indicadoras ambas de su admirable adaptación a la sequía.

Cuando a principios del descubrimiento de América las cactáceas fueron conocidas en Europa, causaron gran asombro y admiración por lo exótico y peculiar de su aspecto y pronto se ocuparon de ellas botánicos, médicos y horticultores.

Las cactáceas por su aspecto peculiar, han sido motivo de atención en nuestro país desde tiempos remotos. La historia y la tradición registran la importancia que adquirieron entre las tribus prehispánicas según se deduce de sus tradiciones, códices, monumentos descritos antes de su destrucción y de las numerosas voces con que las designaron y que aún persisten en nuestros días.

Entre las primeras ilustraciones que se hicieron de las cactáceas están las que decoran la iglesia parroquial de Ixmiquilpan en el Estado de Hidalgo construida en 1550; en las paredes laterales y a la entrada del templo, existen algunos frescos en donde se representan combates entre los indígenas y conquistadores teniendo como escenario el Valle del Mezquital; entre la vegetación se ven dibujados con gran precisión arbustos de una de las cactáceas más representativa del lugar, "el garambullo" (*Myrtillocactus geometrizans*).

La iconografía indígena nos ha legado numerosas representaciones de especies de *Opuntia*, y entre ellas cabe señalar como una de las más interesantes el tenochtli o tuna de piedra, representado en el escudo de la Gran Tenochtitlán, el cual fue ampliamente reproducido en diferentes códices por medio de un dibujo simbólico figurativo.

Además, las cactáceas intervinieron en las prácticas religiosas de los nahuas y algunas fueron elevadas a la categoría de dioses, como es el caso del peyote o jículi, por los efectos singulares que produce en el organismo cuando se ingiere; también se emplearon como remedios en la curación de enfermedades, e influyeron para determinar la fundación de poblados en regiones cactíferas; además, se les tuvo en gran estima como plantas de ornato.

Las cactáceas aunque en lo general son, por sus características de organización, semejantes estructuralmente a las demás dicotiledóneas, presentan hábitos y estructuras anatómicas de adaptación ampliamente especializados que les imparten una fisonomía particular.

Gran parte de la República Mexicana y del mundo está constituido por zonas áridas o semiáridas, en donde vive este tipo de vegetación adaptada a la escasez de agua. A estas plantas se les llama xerofitas, y tienen la particularidad de captar agua con rapidez y almacenarla en sus tejidos esponjosos en donde queda protegida de la evaporación mediante una gruesa cutícula y por una capa de cera, sus hojas frecuentemente se han reducido al mínimo para evitar la evaporación; las cactáceas por su eficiente captación de agua, constituyen una magnífica solución a la escasez de la misma. Muchas especies de esta familia son muy conocidas por su rica composición y amplia utilización.

EL PRESENTE TRABAJO EVALUA EL PODER HUMECTANTE DE LOS EXTRACTOS DE DOS PLANTAS MEXICANAS: *Opuntia rastrera* (Nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (Organo) PARA SU POSIBLE USO COSMETICO; CON ELLO SE PRETENDE QUE LOS RECURSOS NATURALES DE MEXICO SEAN APROVECHADOS EN BENEFICIO PROPIO.

1.5.1. CARACTERÍSTICAS DE *Opuntia rastrera* (NOPAL) (5, 6, 25, 30, 49)

Tronco bien definido, con ramas desde la base, postradas o extendidas, con los artículos cilíndricos o aplanados, carnosos; aréolas con espinas, gloquidios, pelos y flores. Hojas pequeñas, cilíndricas y caducas. Cada aréola florífera por lo común con una flor, generalmente rotácea, de pétalos extendidos; estambres más cortos que los pétalos; ovario con aréolas, provisto de espinas y gloquidios; estilo simple terminado en varios lóbulos estigmáticos cortos. Baya carnosa, esférico u ovoide, con múltiples semillas aplanadas, duras, de color claro.

Se encuentra formada por artículos circulares hasta obovados, los más grandes de unos 20 cm de diámetro, formando grandes cadenas, poseen varias espinas blancas en cada aréola con la base oscura, la más larga con 4 cm de longitud, posee flores amarillas con frutos púrpura.

La planta del nopal se distribuye en América, y México es el país con mayor abundancia de especies, principalmente en San Luis Potosí y zonas adyacentes, por lo que se puede considerar como centro de origen y diversidad de esta especie.

Los suelos donde el nopal se desarrolla mejor son los arenosos calcáreos sueltos, poco profundos y de preferencia con pH alcalino; así mismo se establece en terrenos pedregosos donde es cultivada de manera desordenada.

En esta especie se encuentran componentes químicos tales como: glucosa, fructuosa, arabinosa, galactosa, xilosa, entre otros, además de proteínas y aminoácidos indispensables como arginina, histidina, lisina, metionina y treonina. Debido a sus componentes, el nopal es ampliamente utilizado en la industria alimenticia como fruto y verdura, es además utilizado en otras áreas como forraje, anticorrosivo, colorante (uso de la plaga del nopal - la grana) y finalmente como setos vivos para delimitar propiedades.



Fig. 3 *Opuntia rastrera* (nopal), colectada en la carretera San Luis-Matchuala, San Luis Potosí.

1.5.2. CARACTERISTICAS DE *Myrtillocactus geometrizans* (ORGANO) ^(5, 6, 25)

Plantas arborescentes, que llegan a medir más de 4 m de alto. Poseen un tronco bien definido, corto; ramificaciones abundantes que forman una copa bastante amplia, como de 5 m. Ramas numerosas que a su vez se ramifican, algo encorvadas, de 6 a 10 cm de diámetro, de color verde azulado. Tiene 5 o 6 costillas redondeadas de 2 a 3 cm de alto; espinas radiales y centrales muy diferentes, las radiales, generalmente 5, a veces 8 o 9 son cortas de 2 a 10 mm de largo y en ocasiones hasta de 3 cm, tienen un color rojizo cuando son jóvenes, son algo aplanadas o hinchadas de la base.

Las espinas centrales son muy grandes y en forma de daga, miden de 1 a 7 cm de largo y 6 mm de ancho poseen un color negro.

Su flor y fruto es pequeño, este último es moreno purpúreo, sin espinas y comestible.

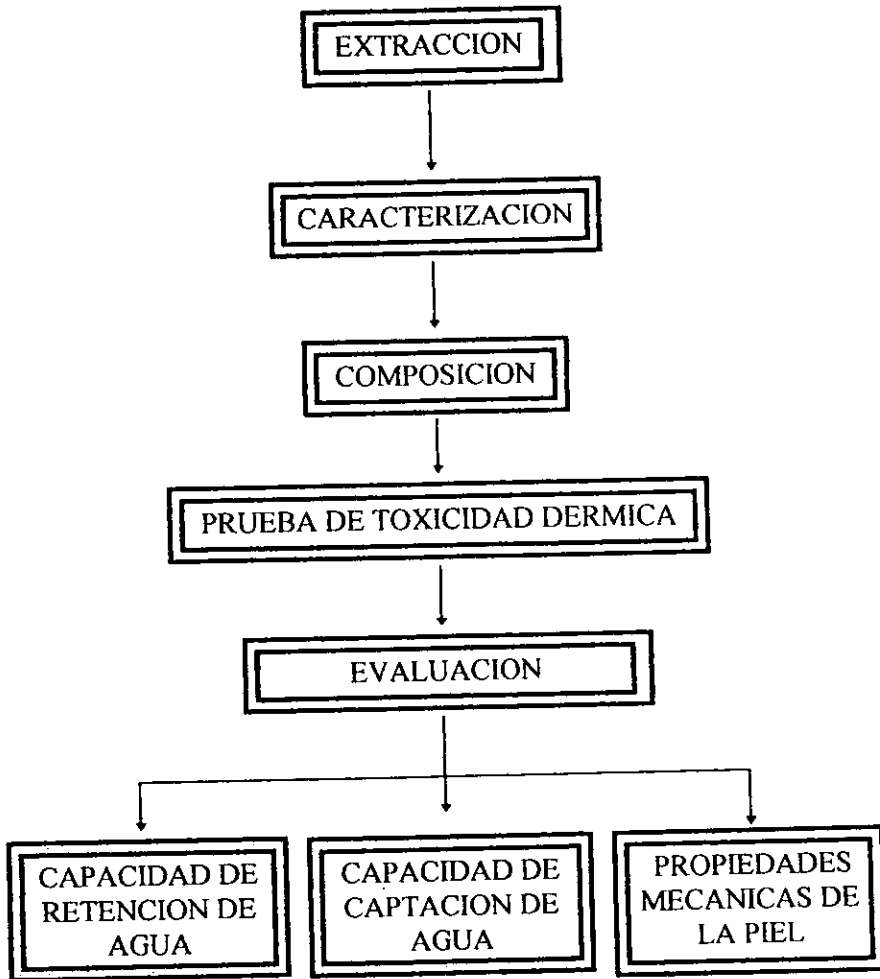
Se distribuye desde Tamaulipas hasta Oaxaca, abundan en los mezquiales de los estados del centro de México, esencialmente en Querétaro, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, llegando hasta el sur de Tamaulipas y hasta Guerrero y Oaxaca; por el oeste se extienden hasta Durango, Zacatecas, Jalisco y Michoacán.

Los frutos son muy apreciados por su agradable sabor y son objeto de activo comercio, usándose también para preparar refrescos, mermeladas y conservas.



Fig. 4 *Myrtillocactus geometrizans* (órgano), colectada entre Andocutín e Irámuco, Municipio de Acámbaro, Guanajuato.

II. DESARROLLO EXPERIMENTAL



2.0. MATERIALES

2.1. REACTIVOS

tripsina (Sigma).

2.2. MATERIAL BIOLÓGICO

a) ANIMALES

- ❖ Ratones albinos machos de aproximadamente 6 meses de edad y 30 g de peso con alimentación sin restricción.
- ❖ Conejos macho adultos, raza Nueva Zelanda, con un peso entre 1.5 a 2.0 kg, y con alimentación sin restricción, temperatura de cuarto 18-20 °C, humedad relativa de 55%.

Ambas especies proporcionadas por el Bioterio de Investigación de la ENEP-Iztacala.

b) PLANTAS

- ❖ Las plantas se colectaron:

Opuntia rastrera (NOPAL) - Colectada en el Km 69 de la carretera San Luis-Matehuala, en la desviación a Ciudad Valles, San Luis Potosí.

Myrtillocactus geometrizans (ORGANO) - Colectada entre Andocutín e Irámuco, Municipio de Acámbaro, Guanajuato.

2.4 METODOS

2.4.1. Extracción

Opuntia rastrera (NOPAL)

A partir de una trituración de 216 g de nopal, se realizó una extracción con agua, fué filtrada y precipitada con etanol, el producto resultante se secó, resuspendió en agua y se lavó con etanol y acetona calientes, finalmente fué decantado y evaporado el exceso de solventes.

Myrtillocactus geometrizans (ORGANO)

A partir de una trituración de 809 g de órgano, se realizó una extracción con agua, fué filtra y precipitada con etanol, el producto resultante se secó, resuspendió en agua y se lavó con etanol caliente, finalmente fué decantado y evaporado el exceso de solventes.

2.4.2. Caracterización del extracto

Después de obtener los extractos se evaluaron las propiedades organolépticas (aspecto, color y olor), solubilidad, pH, índice de refracción.

2.4.3. Composición química

Se determinó el peso molecular de los extractos de nopal y órgano por cromatografía de líquidos de alta resolución (Varian 9080, con detector de índice de refracción 4) utilizando una columna Aquagel 40, como fase móvil agua a una velocidad de flujo de 0.3 ml/min con detector de índice de refracción ^(18, 19, 32).

Una parte del sólido obtenido como producto final de la extracción se hidrolizó de la siguiente manera para determinar su composición:

Se trataron las muestras (nopal 0.33 g; órgano 0.50 g) con 10 ml de ácido sulfúrico al 70% en autoclave a 15 libras de presión durante 2 horas, después de este período las muestras fueron neutralizadas con hidróxido de bario y filtradas.

Se determinó su composición por cromatografía de líquidos de alta resolución con las condiciones siguientes:

Columna: Carbohidrate Benson 30 cm x 4.5 mm

Fase móvil: Agua

Flujo: 0.3 ml/min

Temp. de columna: 85 °C

Detector: Índice de refracción

2.4.4. Prueba de toxicidad dérmica

Para la realización de esta prueba se utilizó una modificación de la prueba de parche recomendada por la USP XXII ^(47, 56).

La prueba discriminatoria consiste en aplicar las muestras en forma aleatoria sobre el lomo de un conejo previamente rasurado, dividido en 6 zonas, considerando una intacta y una escoriada en cada animal para cada muestra, con la utilización de tres conejos.

Procedimiento.

Los conejos fueron rasurados del lomo (con un promedio de 25 cm de longitud por 15 cm de ancho), 24 horas antes del tratamiento. El lomo se dividió en 6 zonas de aplicación (3 intactas y 3 escoriadas), dejando sin usar 4 cm de longitud de los extremos cercanos a la cabeza y a la cola y 3 cm entre una y otra zona de aplicación. Las escoriaciones se realizaron alternadamente, con una aguja estéril, de manera tal que sólo se erosionó el estrato córneo de la piel del animal sin causar lesiones de mayor profundidad. La distribución de las zonas de aplicación se realizó de forma aleatoria Fig. 5

Los extractos se aplicaron en forma aleatoria (0.5 ml de solución al 1%), una vez al día y durante tres días consecutivos directamente sobre la piel y fueron cubiertos por un parche impermeable.

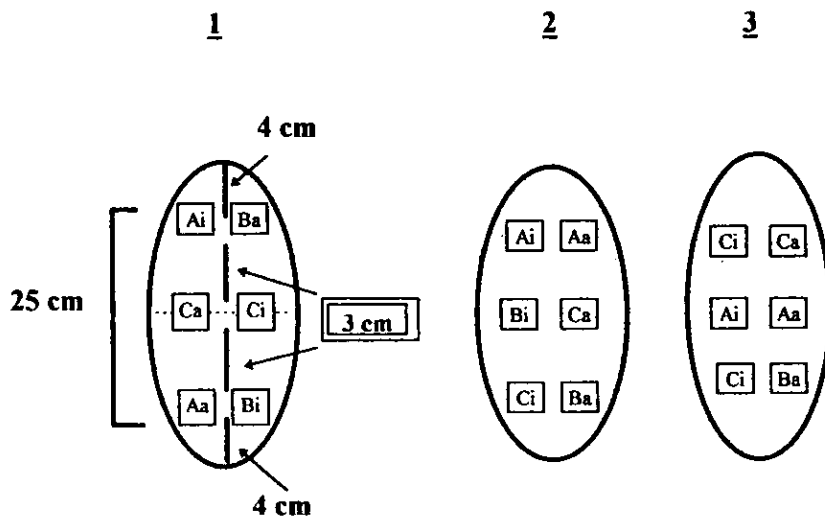
La evaluación de la reacción de la piel se realizó conforme a la tabla de valores para formación de eritema y edema, Tabla I.

El valor de la irritación dada por el factor edema y por el factor eritema-escaras será calculado para cada día posterior a la aplicación del producto.

Se considera irritante si el valor obtenido para el edema y/o eritema es igual o mayor de 2.5 grados.

Tabla I. EVALUACION DE LA REACCION DE LA PIEL ⁽⁵⁶⁾

ERITEMA Y FORMACION DE ESCARAS	VALOR
NO ERITEMA	0
ERITEMA MUY LIGERO (ESCASAMENTE PERCEPTIBLE)	1
ERITEMA BIEN DEFINIDO	2
ERITEMA MODERADO	3
ERITEMA SEVERO (COLOR ROJO) EN GENERAL CON FORMACION DE ESCARAS (LESIONES PROFUNDAS)	4
EDEMA	VALOR
AUSENCIA DE EDEMA	0
EDEMA MUY LIGERO (ESCASAMENTE PERCEPTIBLE)	1
EDEMA LIGERO (AREAS DE BORDES BIEN DEFINIDOS, POR ELEVACIONES MARCADAS)	2
EDEMA MODERADO (ELEVACION APROXIMADA A 1 mm)	3
EDEMA SEVERO (ELEVACION MAYOR A 1 mm Y EXTENSION MAS ALLA DEL AREA DE CONTACTO)	4



MUESTRA:

A. NOPAL

B. ORGANO

C. CONTROL
(AGUA)

i. PIEL INTACTA

a. PIEL ABRASIONADA
(ESCORIADA)

Fig. 5 DISTRIBUCION DE LA MUESTRA (SUPERFICIE CORPORAL DORSAL DEL CONEJO).

2.4.5. Evaluación cosmética

a) Capacidad de retención de agua

Cantidades perfectamente conocidas de soluciones al 1% del extracto (nopal, órgano), de un sistema control (que contenía únicamente el vehículo) y de humectantes comúnmente utilizados (propilenglicol al 1%; sorbitol al 1%), se sometieron a calentamiento moderado (43 a 46 °C) en un horno durante 270 min. Se registró la variación de peso (balanza analítica Sauter GmbH 7470) cada 30 min⁽³⁾.

b) Capacidad de captación de agua

Soluciones al 1% de los extractos y con un área de exposición constante fueron sometidas a diferentes humedades relativas (31, 51 y 86%). Se registró la variación de peso (balanza analítica) durante 16 días y se comparó su comportamiento con el de las soluciones de propilenglicol y sorbitol^(27,51).

c) Influencia sobre las propiedades mecánicas de la piel

Se realizó con ayuda de un tensiómetro de Du Nöuy modificado (Fig. 6) y previamente validado⁽⁸⁾. Se midió la capacidad de elongación de la piel al aplicarle una fuerza constante (8415.6293 dinas), estas muestras de piel de ratón fueron tratadas con los diferentes extractos (nopal, órgano), los humectantes comerciales (propilenglicol, glicerina) y con agua.

Obtención de la piel

Desnucar al ratón, eliminar el pelo, obtener la piel del dorso y retirar la grasa subcutánea, para ello colocar la muestra en una bolsa y sumergirla por 3 minutos en un baño de agua a 60 °C. Se coloca la muestra por el lado de la dermis sobre un papel filtro impregnado de una solución de tripsina al 1% en solución amortiguadora de fosfatos a pH 8 por 30 minutos a 40 °C. Se lava con agua destilada y se corta en tiras de 0.5 cm de ancho por 3 cm de longitud.

Tratamiento de las muestras

A cada muestra se le aplica 0.1 ml de extracto, humectante o agua y se incuban a una temperatura de 40 °C durante 10 minutos.

La muestra es colocada en el adaptador para piel sobre la plataforma metálica de tal manera que quede tensa, para determinar la elongación se hace girar el cuadrante para finalmente tomar la lectura.

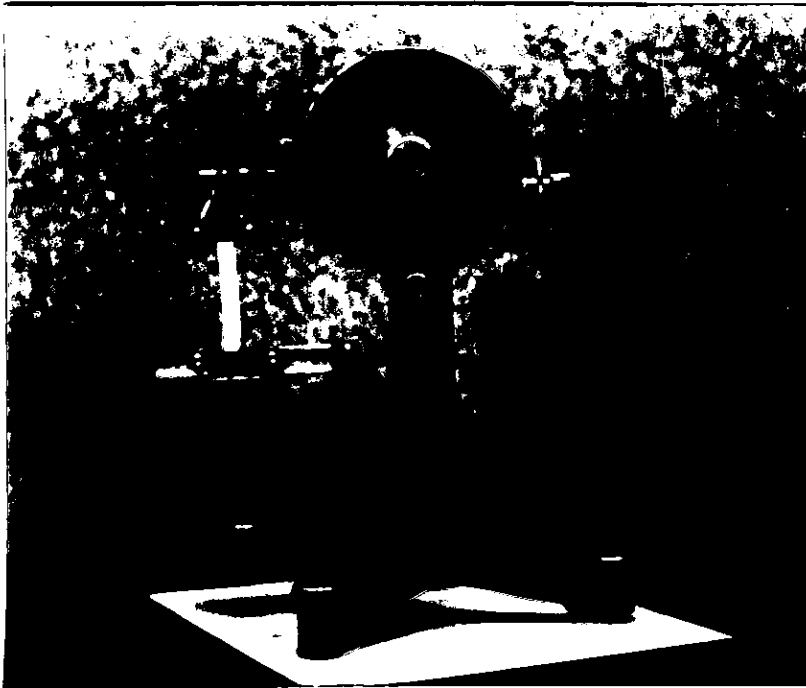


Fig. 6 Tensiómetro de Du Nöuy

II. RESULTADOS

3.1. Extracción

Al finalizar el proceso de extracción se obtuvo un rendimiento del 0.37% para el nopal, mientras que para el órgano fue de 5.37 %, ambos de peso fresco.

3.2. Características del extracto

CARACTERISTICA	<i>Opuntia rastrera</i> (nopal)	<i>Myrtillocactus</i> <i>geometrisans</i> (órgano)
DESCRIPCION	Polvo color crema, inodoro	Polvo blanco, inodoro
pH (Soln. al 1%)	6.87	7.03
SOLUBILIDAD	Soluble en agua	Soluble en agua
INDICE DE REFRACCION (Soln. al 1%) A 17 °C	1.3370	1.3355

3.3. Composición química

Los extractos de nopal y órgano constan de sustancias poliméricas con un peso molecular aproximado de 27 000 D, el producto de hidrólisis muestra en la Tabla I componentes de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrisans* (órgano) obtenidos por medio de cromatografía de líquidos de alta resolución.

Tabla I. Composición relativa en azúcares totales de los extractos acuosos de nopal y órgano.

Composición relativa en azúcares totales	Nopal %	Órgano %
Xilosa	0.68	14.99
Ramnosa	0.08	0.01
Manosa	19.68	26.93
Glucosa	17.90	16.36
Galactosa	29.99	34.85
Ac. Galacturónico	10.18	----

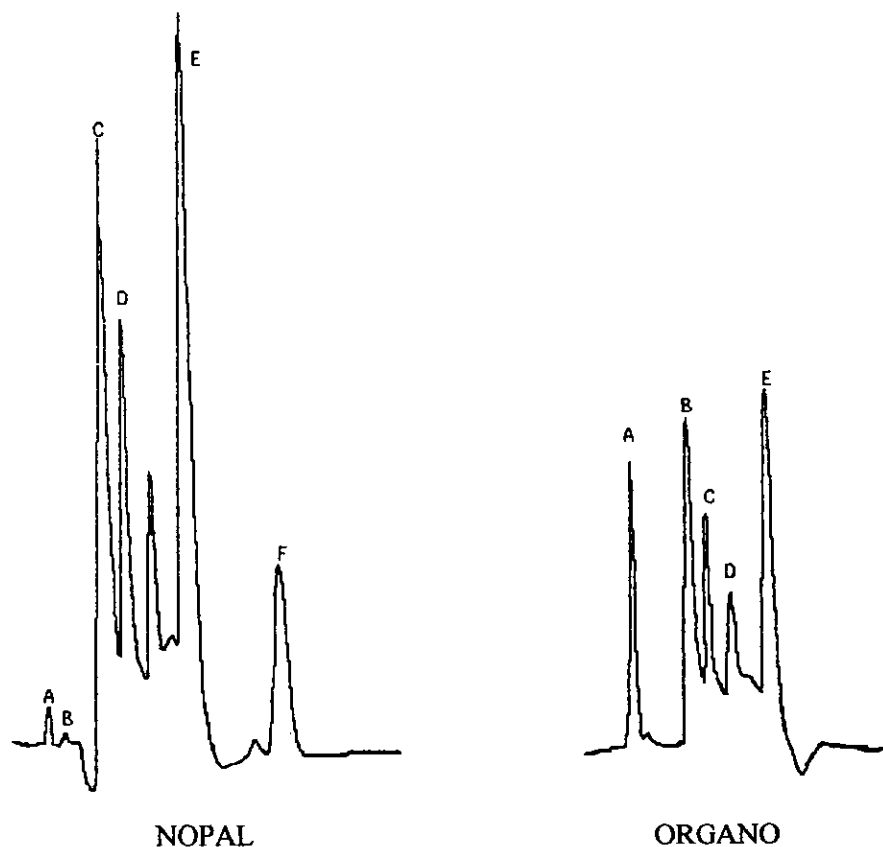


Fig.7 Cromatogramas. A. Xilosa; B. Ramnosa; C. Manosa; D. Glucosa; E. Galactosa; F. Ac. Galacturónico.

3.4. Prueba de toxicidad dérmica

En la prueba de toxicidad dérmica se encontró que los extractos en solución de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano) no producen eritema o edema en el animal, aún después de ser aplicados sobre piel escoriada.



Fig. 8 Superficie del dorso del conejo minutos después de la aplicación de los extractos. A. Nopal, B. Organo, C. Control (agua); a. Piel abrasionada (escoriada), i. Piel intacta.



Fig. 9 Superficie del dorso del conejo al finalizar la prueba de toxicidad (3 días después). A. Nopal, B. Organo, C. Control (agua); a. Piel abrasionada (escoriada), i. Piel intacta

3.5. Evaluación de propiedades cosméticas

a) Capacidad de retención de agua

Se sometió a calentamiento moderado (43.0 a 46.0 °C) soluciones al 1% de los extractos de nopal y órgano, de los humectantes comerciales sorbitol y propilenglicol y agua (control); al registrar la variación de peso cada 30 min se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla II. Porcentaje acumulado de peso de soluciones acuosas al 1% de los extractos de nopal y órgano, así como de agua, glicerina y propilenglicol.

TIEMPO (min)	AGUA	NOPAL	ORGANO	SORBITOL	PROPILEN GLICOL
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
30	97.81	99.50	99.38	99.38	99.24
60	96.93	98.72	97.37	98.59	98.41
90	96.28	98.09	98.05	98.00	97.75
120	95.59	97.4	97.38	97.29	96.99
150	94.77	96.78	96.65	96.55	96.14
180	93.79	95.87	95.80	95.68	95.17
270	89.31	91.93	91.46	91.86	90.96

n=3

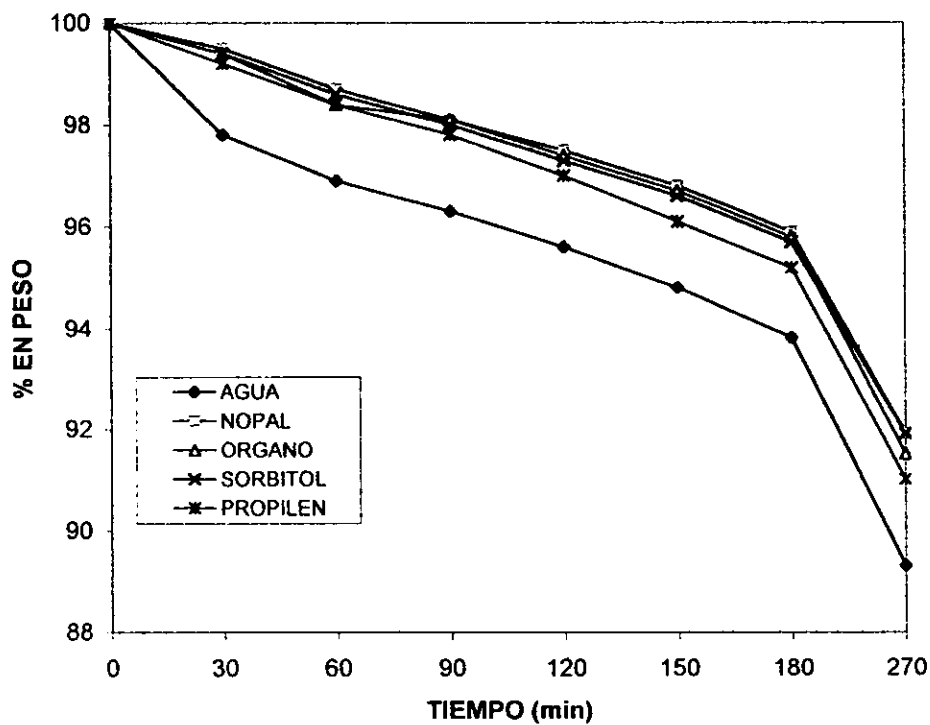


Gráfico 1. Capacidad de retención de agua de soluciones al 1% de los extractos y humectantes sometidos a una temperatura de 43 a 46 °C

b) Capacidad de captación de agua

Se realizó el seguimiento del comportamiento de los extractos durante 16 días sometidos a diferentes humedades relativas (31, 51 y 86 %) y con un área de exposición constante. Se comparó además este comportamiento con el del propilenglicol y la glicerina (humectantes de uso comercial) y se observó lo siguiente:

Tabla III. Prueba de capacidad de captación de agua del extracto en solución al 1%, expuesto a 31% de H.R.

TIEMPO (DIAS)	AGUA	NOPAL	ORGANO	GLICERINA	PROPILEN GLICOL
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1	99.35	98.76	98.98	99.04	99.03
2	99.03	98.07	98.29	98.39	98.39
5	93.67	96.02	96.45	96.57	96.61
8	92.68	94.00	94.66	94.76	94.87
9	89.82	93.26	93.99	94.10	94.11
13	87.06	91.23	92.03	92.28	92.37
16	-----	89.27	90.14	90.51	90.57

n=3

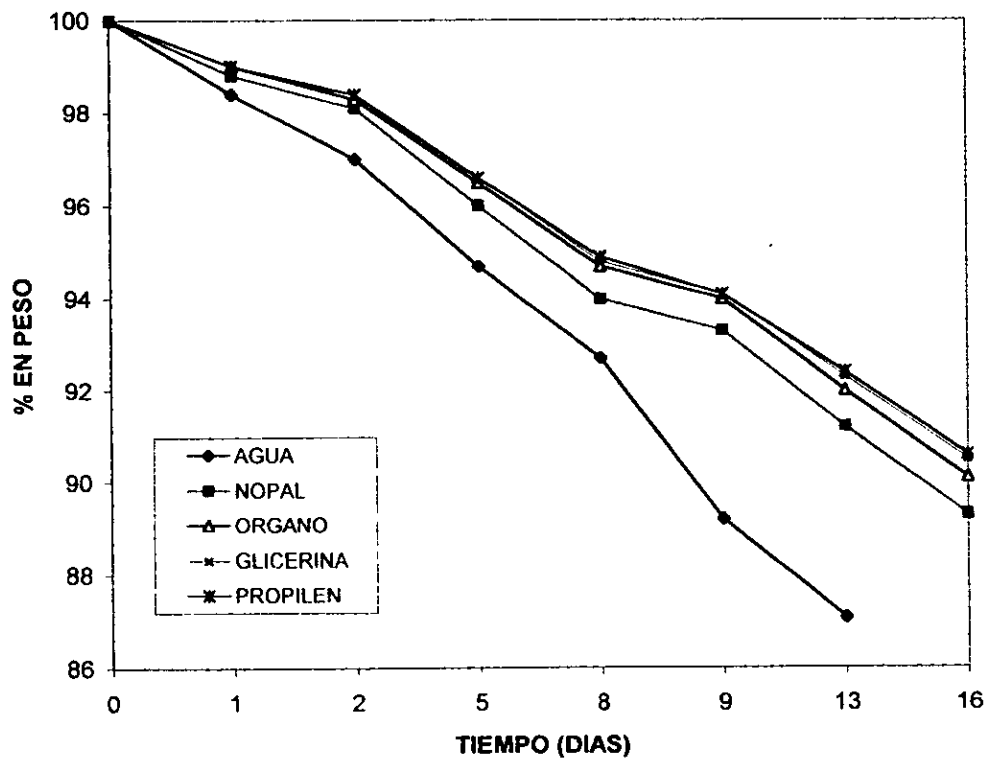


Gráfico 2. Capacidad de captación de agua a 31% de humedad relativa en función del tiempo. Soluciones al 1%, considerando una cantidad inicial de agua de 100%.

Tabla IV. Prueba de capacidad de captación de agua del extracto en solución al 1%, expuesto a 51% de H.R.

TIEMPO (DIAS)	AGUA	NOPAL	ORGANO	GLICERINA	PROPILEN GLICOL
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1	99.30	98.91	99.18	99.29	98.48
2	97.19	98.31	98.65	98.79	97.99
5	95.01	97.23	97.08	97.29	96.55
8	94.07	94.81	95.52	95.77	95.10
9	91.68	94.16	94.91	95.22	94.56
13	89.42	92.29	93.17	93.66	93.00
16	-----	90.56	91.47	92.17	91.48

n=3

Tabla V. Prueba de capacidad de captación de agua del extracto en solución al 1%, expuesto a 86% de H.R.

TIEMPO (DIAS)	AGUA	NOPAL	ORGANO	GLICERINA	PROPILEN GLICOL
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1	99.82	99.54	99.70	99.80	99.76
2	99.40	99.42	99.58	99.69	99.65
5	98.97	99.12	99.29	99.46	99.41
8	98.80	98.85	99.04	99.25	99.20
9	98.32	98.69	98.88	99.10	99.05
13	-----	98.31	98.57	98.81	98.77

n=3

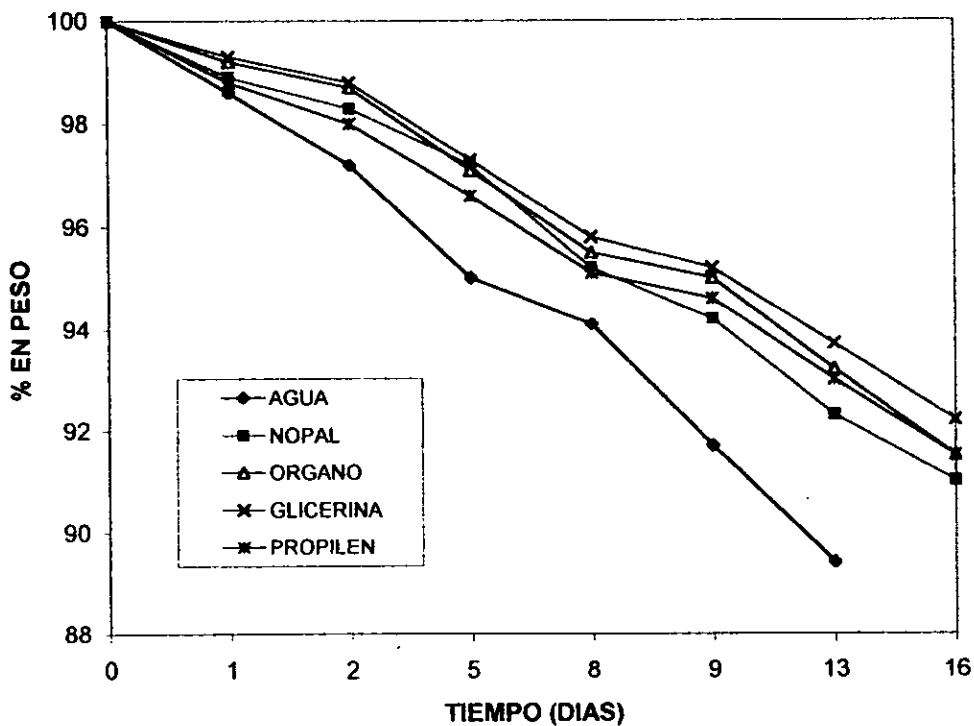


Gráfico 3. Capacidad de captación de agua a 51% de humedad relativa en función del tiempo. Soluciones al 1%, considerando una cantidad inicial de agua de 100%.

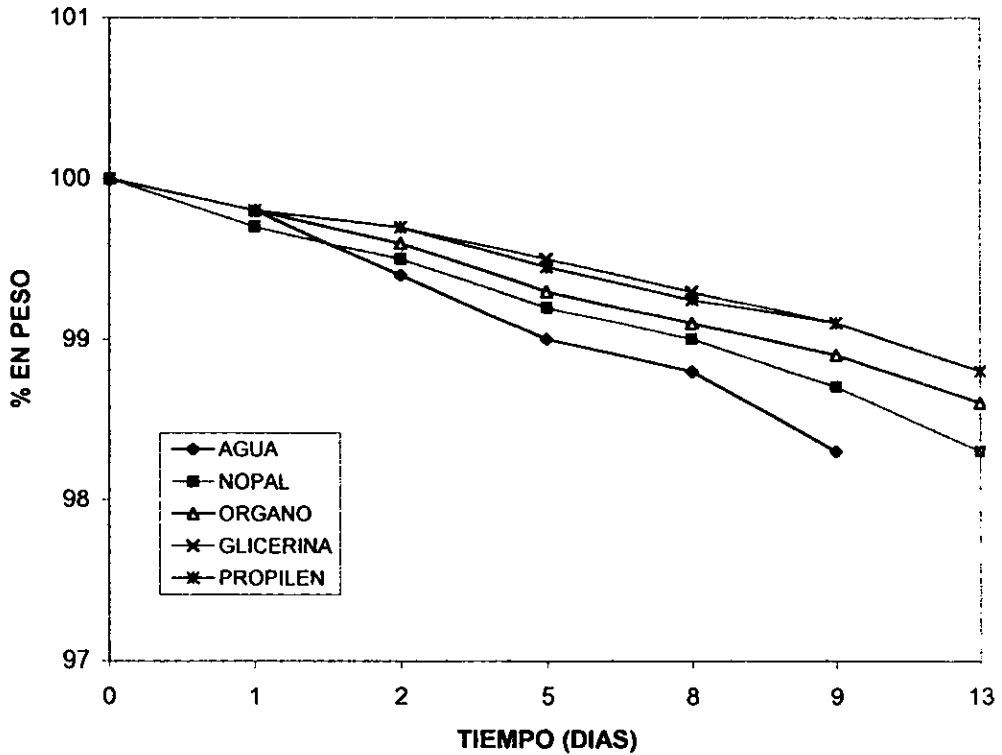


Gráfico 4. Capacidad de captación de agua a 86% de humedad relativa en función del tiempo. Soluciones al 1%, considerando una cantidad inicial de agua de 100%.

c) Influencia sobre las propiedades mecánicas de la piel

Por medio del tensiómetro de Du Nöuy modificado y validado se midió la capacidad de elongación de la piel de ratón tratadas con los diferentes extractos (nopal, órgano), con los humectantes comerciales (propilenglicol, glicerina) y con agua, considerada como un agente humectante natural.

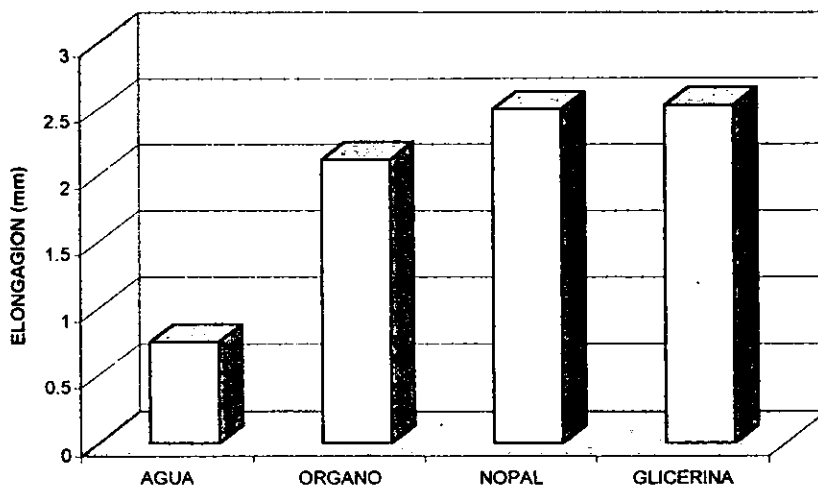


Gráfico 5. Elongación de la piel sometida una fuerza constante de 8415.6293 dinas y tratado con extractos de nopal y órgano, del humectante glicerina y agua.

DISCUSION

La cantidad obtenida en una extracción es determinante para la posible utilización de un extracto en formulaciones cosméticas. El rendimiento obtenido en porcentaje de peso fresco de los extractos de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano) se comparó con reportado para la sábila ya que ésta es considerada como el miembro más representativo y estudiado del grupo de las suculentas sobre todo en el área de la Química Cosmética ⁽²⁷⁾. La sábila se ha cultivado extensamente reportando rendimientos de extracción de 0.5%. Así el rendimiento obtenido del nopal (0.37%) fue regular, ya que hay una diferencia de 0.13% por debajo del porcentaje de la sábila, mientras que el rendimiento obtenido para el órgano resultó ser muy bueno (5.37%).

Realizar la caracterización de los extractos de nopal y órgano representa de alguna manera un control de calidad acerca de las propiedades generales que poseen. Este análisis es básico y de primordial importancia debido a que en el caso de los recursos vegetales las propiedades que presentan pueden variar según la época de colecta, las condiciones ambientales, los componentes del suelo, etc.

En la prueba de parche recomendada por la USP ^(47,56) para determinar el grado de irritabilidad en piel, los resultados obtenidos se analizaron conforme a la Tabla I, se encontró que ni el extracto de *Opuntia rastrera* (nopal) ni el de *Myrtillocactus geometrizans* (órgano) aportan valores de reacción cutánea que indiquen la existencia de un grado de irritación, por lo que pueden considerarse inocuos.

Se encontró que la composición química del extracto de nopal corresponde con la reportada en la literatura ⁽¹⁶⁾, las cadenas de polisacáridos presentaron como producto de hidrólisis los componentes xilosa, ramnosa, manosa, glucosa, galactosa y ác. galacturónico.

La composición química del órgano no ha sido reportada en la literatura, pero se conoce que como parte de la familia de las cactáceas posee componentes como los encontrados en este análisis ⁽⁵⁾. El extracto de órgano está compuesto de los siguientes azúcares, producto de la hidrólisis de los polisacáridos: xilosa, ramnosa, manosa, glucosa y galactosa. Los mucilagos que poseen ambas especies son altamente higroscópicos, considerando que se desarrollan en zonas áridas y que tienen la necesidad de optimizar sus mecanismos e incluso su morfología con el fin de retener mayor cantidad de agua.

Por otro lado, haciendo referencia a las pruebas de evaluación de la humectación como propiedad cosmética, en el Gráfico 1 se observa una tendencia a la pérdida de peso de los extractos de nopal y órgano así como de los extractos comerciales utilizados en solución acuosa al 1%. En este mismo gráfico es evidente que el agua que fue utilizada como control, pierde más peso que las muestras analizadas. La pérdida de peso es debida a la evaporación, ya que se aplicó un calentamiento moderado de 43 a 46°C. Para demostrar que las diferencias de peso perdido entre las muestras y el control (agua) son reales, se realizó una prueba de hipótesis de comparación de pendientes a un nivel de significancia de 0.005 (0.995) y n-2 grados de libertad ⁽³¹⁾ (apéndice A) entre el agua (control) y cada uno de los extractos así como de los humectantes comerciales; se encontró que la velocidad de pérdida de agua es distinta a la de las muestras analizadas, es decir que los extractos de nopal y órgano, así como de los humectantes comerciales (glicerina, sorbitol) presentan menor velocidad de pérdida de agua. Al analizar estadísticamente las relaciones sorbitol-nopal, sorbitol-órgano, propilenglicol-nopal y propilenglicol-órgano se observa que poseen igual capacidad de retención, demostrando con ello la efectividad de los extractos como humectantes.

En los Gráficos 2, 3 y 4 se observa el comportamiento correspondiente a las humedades relativas 31, 51 y 86% respectivamente. Se realizó el análisis estadístico de forma similar al estudio anterior a un nivel de significancia de 0.005 (0.995) y n-2 grados de libertad (apéndice A), en este se aprecia que existen diferencias significativas entre los extractos de nopal y órgano además de los humectantes comerciales (glicerina, propilenglicol) con respecto al control (agua).

La prueba de hipótesis de comparación de pendientes reafirma la semejanza que existe entre las propiedades humectantes de los extractos estudiados (nopal, órgano) y los humectantes comerciales utilizados como referencia (glicerina, propilenglicol) en las relaciones glicerina-nopal, glicerina-órgano, propilen-nopal y propilen-órgano, cabe señalar que no existen diferencias significativas entre las humedades relativas trabajadas, es decir, poseen comportamientos análogos.

En los datos obtenidos en la prueba de elongación (Gráfico 5) se observa que tanto la glicerina como el nopal le confieren a la piel características de elasticidad semejantes con valores de 2.53 mm y 2.50 mm respectivamente, el extracto de órgano confiere menor elongación con 2.12 mm debido probablemente a la disposición de las cadenas de polisacáridos que se encuentran en su estructura y que no permiten una interacción polimérica, por último el agua empleada como control tan sólo presenta 0.75 mm de elongación.

La prueba de comparaciones pareadas ⁽²⁴⁾ entre el agua (control) y cada una de las muestras indica la presencia de diferencias reales, el aumento en la flexibilidad de la piel dado por los extractos de nopal y órgano, así como por la glicerina, se debe a una plastificación de proteínas, es importante resaltar que el agua por sí sola le confiere propiedades de elasticidad a la piel, pero menores que las proporcionadas por la glicerina y por los extractos ⁽³⁶⁾.

CONCLUSIONES

1. Los extractos de nopal y órgano no produjeron efectos tóxicos en piel.
2. El peso molecular aproximado de los polímeros responsables del poder humectante es de aproximadamente 27,000 daltons.
3. Los extractos de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano) poseen propiedades humectantes similares a las presentadas por humectantes de uso comercial.
4. Es necesario la realización de estudios de ecología de población para la potencial utilización de *Opuntia rastrera* (nopal) y *Myrtillocactus geometrizans* (órgano).

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Bernardesca E. 1990. Dry skin and aging: What is it and what it isn't. *Cosmetics & Toiletries*. 105: 25-26 April
2. Blank I.H. 1953. Further observation on factors which influence the water content of the stratum corneum. *J. Invest. Dermatol.* 21: 259-272
3. Boisits. 1986. The evaluation of moisturizing products. *Dermal Clinical Evaluation Society. Cosmetics & Toiletries*. 101: 31-39 May
4. Brand M.H. 1992. Practical application of quantitative emolliency. *Cosmetics & Toiletries*. 107: 93-99 July
5. Bravo H. 1978. *Las cactáceas de México*. 2a. ed. UNAM. México.
6. Britton N.L. and Rose J.N. 1963. *The cactaceae*. Vol. I and Vol. II. Dover Publications Inc, New York N.Y. USA.
7. Bronaugh R.L. 1990. In vitro methods for measuring skin permeation. *Cosmetics & Toiletries*. 105: 86-93 November
8. Cano Z.M. 1995. Evaluación de las propiedades cosméticas en el estrato córneo de liposomas cargados con materiales de diferente solubilidad. Tesis de licenciatura de Q.F.B. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.
9. Chávez M.A. 1993. Estudio de las propiedades del extracto de *Mimosa tenuifolia* (tepescohuite) para su potencial uso cosmético. Tesis de licenciatura de Q.F.B. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.
10. Christensen, M.S., Hargens, C.W., Nacht, S. and Gans, E.H. 1977. Viscoelastic properties of intact human skin: Instrumentation, hydration effects, and the contribution of the stratum corneum. *J. Invest. Dermatol.* 69:282-286

11. Cormack, D.H. 1986. Fundamentos de histología. Editorial Harla, México.
12. Craing R.C. 1985. Farmacología Médica. Nueva Editorial Panamericana, México.
13. Dienhart Ch. M. 1981. Anatomía y fisiología humanas. 2a ed. Nva. Editorial Interamericana, México.
14. Dorato S.S. 1987. Water soluble plant extract in cosmetics. *Cosmetics & Toiletries*. 102: 70-73 June
15. Gans E.H. 1987. Why natural? Scientific support of natural materials. *Cosmetics & Toiletries*. 102: 21-26 June
16. Granados S.D. y Castañeda P.A. 1991. El nopal. Editorial Trillas, U.A. de Chapingo, México.
17. Geneser. 1993. Histología. 2a. ed. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
18. Hudhes, J. and Johnson. D.C. 1982. High-performance liquid chromatographic separation with triple-pulse amperometric detection of carbohydrates in beverages. *J. Agric. Food Chem.* 30: 712-718
19. Hughes, J. and Johnson. D.C. 1981. Amperometric detection of simple carbohydrates at platinum electrodes in alkaline solutions by application of a triple-pulse potential waveform. *Anal. Chim. Acta.* 132: 111-114
20. Idson B. 1992. Dry skin moisturizing and emolliency. *Cosmetics & Toiletries*. 107: 69-78 July
21. Jass H.E. 1991. The living stratum corneum implications for cosmetic formulation. *Cosmetics & Toiletries*. 116: 43-53 October

22. Kirk-Othmer. 1987. Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 5 3a. ed. Editorial John Wiley and Sons. USA.
23. Leeson C.R. 1987. Histología. 5a. ed. Editorial Interamericana, México.
24. Lewis A.E. 1982. Bioestadística. Compañía Editorial Continental, México.
25. Martínez M.C. 1969. Las plantas medicinales de México. 5a. ed. Editorial Botas, México.
26. Maw-Sheng W.U. 1983. Determination of concentration dependent water diffusivity in a keratinous membrane. J. Pharm. Sci. 72: 1421-1423
27. Meadows T. 1987. Aloe as humectant in new skin preparations. Cosmetics & Toiletries. 102. 103-109, Abril
28. Meer G. 1982. Botanicals for drugs & cosmetics. D & C. 36-40 July
29. Middleton J. D. 1986. The mechanism of water binding in stratum corneum. J. Dermatol. 80: 437-450
30. Moyna P. and Difabio J.L. 1979. Composition de cataceae mucilagues. Planta Médica. 34: 207
31. Ott Lyman. 1990. Understanding statistics. Fifth edition. PWS-KENT Publishing Company, Boston, Mass. USA.
32. Reim R.E. and Van Effen R.M. 1979. Determination of carbohydrates by liquid chromatography with oxidation at a nickel (III) oxide electrode. Anal. Chem. 58: 3202-3205
33. Rieger M. 1989. Skin water and moisturization. Cosmetics & Toiletries. 104: 41-51 December

46. Schottelius B.A. 1975. Fisiología. Nueva Editorial Interamericana. México.
47. The United States Pharmacopeia XXII. 1990. United States Pharmacopeial Convention, USA
48. Thewlis J. 1996. El perfil de la emoliencia, su cuantificación en el estrato córneo. Ciencia Cosmética. Vol. II (3) 41-45 Julio-Septiembre
49. Trease G.E. y Evans W.C. 1988. Tratado de Farmacognosia. 12a ed. Editorial Interamericana, México.
50. Tórtora G.J. 1977. Principios de anatomía y fisiología. Editorial Harla, México.
51. Umpray N.K. and Mendes J.R. 1987. Higroscopicity and moisture absorption kinetics of pharmaceutical solids: A review. *Drugs Development and Industrial Pharmacy*. 13: 4-5, 653-693
52. Van Duzee B.F. 1978. The influence of water content, chemical treatment and temperature on the rheological properties of stratum corneum. *J. Invest. Dermatol.* 71: 140-144
53. Villalobos G.R. y López A.J. 1992. Desarrollo de un nuevo método para medir bioadhesión de polímeros, influencia del tamaño de partícula y tiempo de humectación sobre la fuerza de adhesión. Tesis de licenciatura de Q.F.B. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.
54. Wilkinson J.B., Moore R.J. 1990. *Cosmetología de Harry*. Editorial Díaz de Santos, S.A., Madrid, España.
55. Wildnauer R.H. 1971. Stratum corneum biomechanical properties. Influence of relative humidity of normal and extracted human stratum corneum. *J. Invest. Dermatol.* 56: 72-78
56. Yélamo de Z. 1993. Prueba discriminatoria en piel de conejo. Memorias del 11o. Congreso Latinoamericano e Ibéricos de Químicos Cosmólogos. Montevideo, Uruguay.

Apéndice A

CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA

PRUEBA DE HIPOTESIS DE COMPARACION DE PENDIENTES

Hipótesis planteadas:

Ho: La velocidad de pérdida de agua del patrón de comparación es igual a la velocidad de pérdida de agua de los extractos estudiados.

Ha: La velocidad de pérdida de agua del patrón de comparación es diferente a la velocidad de pérdida de agua de los extractos estudiados.

CONDICION: Se rechaza la hipótesis nula si el valor de t_{cal} es mayor al valor t_{tab} de la distribución t de Student con un nivel de significancia 0.005 y n-2 grados de libertad.

Tabla de porcentaje de peso perdido de soluciones acuosas al 1% de los extractos de nopal y órgano, así como de los humectantes sorbitol y propilenglicol, sometidos a calentamiento moderado (43 - 46 ° C).

TIEMPO (min)	AGUA %	NOPAL %	ORGANO %	SORBITOL %	PROPILEN %
30	2.19	0.50	0.62	0.61	0.76
60	3.07	1.28	2.61	1.40	1.59
90	3.71	1.99	2.62	1.99	2.24
120	4.40	2.53	2.63	2.70	3.00
150	5.23	3.22	3.35	3.44	3.86
180	6.20	4.12	4.20	4.32	4.83
270	10.69	8.07	8.53	8.14	9.04

RELACION	t_{tab}	t_{cal}
Agua-Nopal	3.7074 n=8	4.7021
Agua-Organo		4.6867
Agua-Sorbitol		5.5871
Agua-Propilen		3.9684
Sorbitol-Nopal		0.1530
Sorbitol-Organo		0.1324
Propilen-Nopal		1.4971
Propilen-Organo		1.4798

Valores de t obtenidos en la prueba de hipótesis de comparación de pendientes.

DECISION:

Se concluye que el porcentaje de peso perdido entre el agua y las soluciones al 1% de los extractos de nopal y órgano, los humectantes sorbitol y propilenglicol son estadísticamente significativas; las relaciones restantes muestran un comportamiento inverso, es decir son similares entre sí.

CAPACIDAD DE CAPTACION DE AGUA

A continuación se presentan las tablas de los porcentajes obtenidos de cada una de las muestras sometidas a diferentes condiciones de trabajo.

TIEMPO (días)	AGUA %	NOPAL %	ORGANO %	GLICERINA %	PROPILEN %
1	0.64	1.24	1.01	0.96	0.97
2	0.96	1.93	1.70	1.61	1.61
5	6.32	3.97	3.55	3.42	3.38
8	7.31	5.99	5.34	5.24	5.13
9	10.18	6.73	6.00	5.89	5.89
13	12.94	8.76	7.97	7.72	7.63

Porcentaje de peso perdido de los extractos en solución al 1%, expuestos a 31% de H.R en la prueba de captación de agua.

TIEMPO (días)	AGUA %	NOPAL %	ORGANO %	GLICERINA %	PROPILEN %
1	0.69	1.09	0.81	0.71	1.52
2	2.81	1.68	1.34	1.20	2.00
5	4.99	2.76	2.92	2.70	3.45
8	5.92	5.19	4.48	4.23	4.89
9	8.31	5.84	5.09	4.77	5.44
13	10.58	7.71	6.83	6.34	6.99

Porcentaje de peso perdido de los extractos en solución al 1%, expuestos a 51% de H.R en la prueba de captación de agua.

TIEMPO (días)	AGUA %	NOPAL %	ORGANO %	GLICERINA %	PROPILEN %
1	0.17	0.42	0.29	0.19	0.24
2	0.59	0.58	0.42	0.30	0.35
5	1.02	0.87	0.70	0.54	0.59
8	1.20	1.14	0.95	0.75	0.79
9	1.68	1.30	1.11	0.90	0.94

Porcentaje de peso perdido de los extractos en solución al 1%, expuestos a 86% de H.R en la prueba de captación de agua.

PRUEBA DE HIPOTESIS DE COMPARACION DE PENDIENTES

Hipótesis planteadas en el estudio de capacidad de captación de agua a las humedades relativas de 31, 51 y 86%

Ho: La velocidad de pérdida de agua del patrón de comparación es igual a la velocidad de pérdida de agua de los extractos estudiados.

Ha: La velocidad de pérdida de agua del patrón de comparación es diferente a la velocidad de pérdida de agua de los extractos estudiados.

CONDICION:

Se rechaza la hipótesis nula si el valor de t_{cal} es mayor al valor t_{tab} de la distribución t de Student con un nivel de significancia 0.005 y n-2 grados de libertad.

RELACION	HR 31%		HR 51%		HR 86%	
	t_{cal}	t_{tab}	t_{cal}	t_{tab}	t_{cal}	t_{tab}
A-N	4.9143	4.0321 n=7	4.5270	4.0321 n=7	22.3876	4.6041 n=6
A-O	5.5644		4.4410		26.1230	
A-G	5.7923		4.9287		32.9240	
A-P	5.8627		4.8349		32.4162	
G-N	4.0100		3.3189		0.8788	
G-O	1.0620		2.1988		1.4195	
P-N	4.0263		2.3107		1.8129	
P-O	1.3608		0.6959		1.5672	

Valores de t obtenidos en la prueba de hipótesis de comparación de pendientes

DECISION:

Se concluye que el porcentaje de peso perdido entre el agua y las soluciones al 1% de los extractos de nopal y órgano, los humectantes glicerina y propilenglicol son estadísticamente significativas; las relaciones restantes muestran un comportamiento inverso, es decir son similares entre sí.