

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
UNAM

TESIS
que para obtener el Título de
BIOLOGO
presenta
JACQUELINE ROUX LOPEZ
México, 1964.

ESTUDIO MORFOLOGICO DE LA
EPIDERMIS DE ALGUNAS
XEROFITAS MEXICANAS

A mis Padres

A mi Tío

Ing. Luis Hurtado M.

Agradezco al Dr. Faustino Miranda, Director del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México, el haberme permitido desarrollar este trabajo en el laboratorio del mismo y en especial a mis maestros Biól. Javier Valdés Gutiérrez, Biól. Juan Luis Cifuentes Lemus y Biól. Ramón Riba y Nava por su valiosa dirección, enseñanza y ayuda.

CONTENIDO

I.—Introducción.

II.—Colección del material.

III.—Métodos

a).—Examen en vivo a simple vista.

b).—Examen en vivo al microscopio.

c).—Elaboración de preparaciones fijadas, teñidas y tratadas con diferentes artificios de microtecnia.

IV.—Técnicas

1.—Fijadores

2.—Tinciones, coloraciones e impregnaciones.

V.—Descripción de las especies estudiadas

a).—Taxonomía

b).—Distribución y Ecología.

VI.—Descripción anatómica comparativa.

VII.—Resultados.

VIII.—Bibliografía.

INTRODUCCION

En México existe un gran número de plantas silvestres de las que conocemos muy poco o nada de su estructura interna y algunas de las cuales además de ser extraordinariamente interesantes desde el punto de vista botánico, representan elementos de importancia desde el punto de vista de su potencialidad económica.

Nuestro interés por el tema derivó precisamente, de los escasos datos bibliográficos existentes sobre la estructura interna de la flora que habita en las extensas áreas semiáridas y áridas del país. Dado que las adaptaciones tanto morfológicas como fisiológicas a determinado ambiente, nos proporcionarán una mejor interpretación de los datos ecológicos, que en la botánica moderna son tan importantes, nos ha parecido conveniente hacer una aportación en este campo.

Además de los datos de valor científico que derivan de este tipo de investigaciones, se puede llegar a conclusiones de gran interés en el campo de la aplicación, por ejemplo, conocer el rendimiento de substancias tales como ceras, resinas, mucílagos, etc., en las cuales la flora xerofítica mexicana es tan pródiga.

Desde luego que un estudio exhaustivo de la anatomía de las xerófitas requiere de mucho tiempo y laboriosidad, por ello hemos escogido para colaborar dentro de este tema, sólo un aspecto, la cubierta exterior, o sea la epidermis.

Para este estudio se escogieron diez plantas de las más representativas de la flora de las zonas áridas del norte de México y se cuidó de que fueran géneros distintos de siete familias diferentes, para un posible estudio comparativo en el futuro.

II.—COLECCION DEL MATERIAL

El material de trabajo fue colectado en diferentes estados de la República y trasplantado posteriormente al Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Tomando en cuenta la posibilidad de alguna modificación en los caracteres xeroplásticos, se escogieron ejemplares adultos que no tuvieran demasiado tiempo de trasplantados.

En el caso de *Yucca filifera* y *Opuntia streptacantha* procedentes de San Luis Potosí, de *Acacia farnesiana* procedente de Zacátecas y de *Dasyllirion cedrosanum* procedente de Tamaulipas, el estudio se realizó con material recién colectado. Sin embargo, *Agave lecheguilla* y *Hesperaloe funifera* procedentes del estado de Coahuila, tenían un tiempo de trasplante de 6 meses el primero y de 11 meses el segundo. Un tiempo correspondiente a 12 meses *Euphorbia antispyhilitica*, *Fouquieria splendens* y *Calibanus hookerii* provenientes de Coahuila, Chihuahua e Hidalgo respectivamente y *Larrea tridentata* proveniente de Coahuila, 18 meses.

III.—METODOS

El trabajo se efectuó bajo el siguiente plan:

- a).—EXAMEN EN VIVO A SIMPLE VISTA: para obtener datos correspondientes a color, consistencia, accesorios epidérmicos y otras características de cada planta.
- b).—EXAMEN EN VIVO AL MICROSCOPIO: con el objeto de alterar lo menos posible los tejidos y hacer observaciones más naturales, se utilizó el microtomo de mano para hacer cortes transversales y longitudinales, que permitieron obtener ciertas conclusiones descritas más adelante. Con algunos géneros (*Larrea*, *Dasyllirion* y *Euphorbia*) el contraste de fases permitió observar características que con el microscopio ordinario resultan confusas.
- c).—ELABORACION DE PREPARACIONES FIJADAS, TEÑIDAS Y TRATADAS CON DIFERENTES ARTIFICIOS DE MICROTECNIA: se emplearon fijadores, tinciones e impregnaciones selectivas, para poner de manifiesto estructuras características de la epidermis, tales como estomas, pelos, cristales y substancias como celulosa, cutina, suberina, lignina, ceras, resinas, mucílagos etc. Se aplicaron algunas técnicas recomendadas especialmente en la Microtecnia Animal, con las que se obtuvieron resultados positivos que más adelante se señalan.

IV.—TECNICAS

1).—Fijadores

a).—Picroformol de Bouin:

conocido en Microtecnia como el "fijador universal" por facilitar este paso de tanta importancia en la materia. Fue escogido por poseer un gran poder de penetración entre los tejidos, impidiendo bastante la deformación celular y porque el tejido a fijar puede permanecer en él tiempo indefinido, o sea, actúa también como conservador.

Se empleó la fórmula siguiente:

Acido pícrico, sol. acuosa saturada	75 partes
Formol comercial	25 partes
Acido acético glacial	5 partes

Nota: lavar con agua corriente durante 24 horas. Para acelerar el lavado se recomienda agregar unas gotas de carbonato de litina y lavar después los cortes con agua destilada:

b).—Fijador de Flemming:

está hecho a base de ácido crómico y ácido acético con la característica de que es más débil que el Cromo-acético, por lo que se usa para tejidos más delicados.

Acido crómico, sol. acuosa al 10%	1.5 c.c.
Acido acético, sol. acuosa al 10%	1 c.c.
Acido ósmico al 2%, en ácido crómico sol. acuosa al 2%	5 c.c.

Nota: el tiempo de fijación varía de 14 a 24 horas según la consistencia del tejido. Se lava después durante una hora con agua destilada.

c).—Fijador A.F.A. ó F.A.A.:

recomendado para epidermis delgadas y tejidos muy delicados. Compuesto por las siguientes substancias:

Alcohol etílico	50 c.c.
Acido acético glacial	5 c.c.
Formol comercial	10 c.c.
Agua destilada	35 c.c.

Nota: el tiempo de fijación varía entre 12 y 24 horas. Se lava durante 1 hora en agua destilada.

d).—Fijador Cromo-acético

selectivo para estomas, se utilizó en las tres formas recomendadas por Sass; para tejidos delicados, medianamente resistentes y tejidos de textura fuerte.

	Débil I	Medio I	Fuerte
Sol. acuosa de ácido crómico al 1%	30 c.c.	50 c.c.	97 c.c.
Sol. acuosa de ácido acético al 1%	70 c.c.	10 c.c.	
Acido acético glacial	97 c.c.		3 c.c.

Nota: el tiempo de fijación es de 24 horas generalmente, aunque se puede prolongar a 36. Lavar con agua corriente durante 12 horas.

2).—TINCIONES, COLORACIONES E IMPREGNACIONES

No todas las epidermis de los géneros de que se ocupa este trabajo, fueron fácilmente separables del resto de los tejidos, ya sea, en algunos géneros (**Calibanus**, **Yucca**, **Dasyllirion**, **Hesperaloe**, **Opuntia** y **Agave**) por la fuerte e íntima unión que posee la capa epidermal con los tejidos anexos, ya por la estructura tan peculiar de epidermis sulcada en **Calibanus**, **Hesperaloe** y **Dasyllirion**, en donde las fibras esclerenquimatosas se unen directamente con la región más profunda del surco epidermal impidiendo cualquier observación, ya por el pequeño tamaño de las hojas o folíolos de **Fouquieria**, **Acacia** y **Larrea**, que dificultaban la obtención de fragmentos epidérmicos relativamente grandes que permitieran una observación adecuada o por agregación de otras substancias como la cera que en **Euphorbia** hizo necesaria tratarla con diferentes técnicas de maceración y disociación de tejidos, con las cuales se eliminó el problema.

Las técnicas usadas fueron: maceración de Schulze, maceración por la glicerina y el ácido sulfúrico y maceración en hidrato de potasio; pero las más adecuadas para nuestro estudio fueron las siguientes:

Maceración por el ácido crómico: que consiste en colocar los cuerpos a disociar, de preferencia en cortes, en una solución acuosa concentrada de ácido crómico, durante un tiempo variable entre una a veinticuatro horas. Se lava después en agua corriente y se separa la epidermis con ayuda de agujas de disección bajo el microscopio estereoscópico.

Maceración por el hidrato de cloral: se prepara una solución acuosa saturada de hidrato de cloral y se colocan los cortes en ella durante un tiempo variable entre 12 y 24 horas; se coloca el corte entre dos porta-objetos y con un ligero movimiento circular de las dos láminas se desprende el tejido. Lavar con agua destilada antes de teñir.

Habiendo aislado los fragmentos de tejido epidérmico se procedió a su tinción, para lo que se siguieron diferentes coloraciones y técnicas selectivas para epidermis entre las que tenemos:

Técnica Cuádruple

- 1).—Fijar
- 2).—Lavar con agua destilada
- 3).—Hematoxilina de Harris (20 min.)
- 4).—Lavar con agua destilada
- 5).—Diferenciar con agua acidulada bajo al microscopio
- 6).—Lavar con agua destilada
- 7).—Virar con agua corriente
- 8).—Lavar con agua destilada
- 9).—Contrastar con Verde Luz acuoso al 1% (de 5 a 10 min.)
- 10).—Deshidratar hasta alcohol de 96°
- 11).—Contrastar con Eritrocina alcohólica al 1% (de 1 a 5 min.)
- 12).—Alcohol absoluto
- 13).—Aclarar en aceite de clavo
- 14).—Contrastar con Orange G en aceite de clavo (1 a 5 min.)
- 15).—Lavar con aceite de clavo
- 16).—Aclarar con xilol y montar en bálsamo.

Nota: Se utilizó para las 10 especies obteniéndose una clara y precisa distinción entre las estructuras, ya que las paredes celulósicas y los cloroplastos se tiñeron de color verde pálido, las paredes cutinizadas de rojo y los núcleos de color azul.

Coloración combinada de la celulosa lignificada y de elementos suberificados y cutinizados

- 1).—Fijar

- 2).—Lavar con agua corriente
- 3).—Deshidratar los cortes hasta alcohol de 96°
- 4).—Verde Luz alcohólico al 1% (de 5 a 10 min.)
- 5).—Lavar con alcohol absoluto
- 6).—Colocar los cortes durante 24 horas en una solución saturada de Sudán III en alcohol de 70°
- 7).—Lavar rápidamente con alcohol absoluto
- 8).—Montar en bálsamo

Nota: Se puede montar en glicerina, pero tanto en uno como en otro caso, las observaciones deben hacerse inmediatamente ya que el Sudán III es soluble en alcohol y estas preparaciones son poco durables. Igualmente que la técnica anterior, ésta se empleó para las 10 especies, obteniéndose resultados igualmente precisos; las porciones cutinizadas toman un color rojo intenso, el protoplasma y las membranas celulósicas se tiñen en verde.

Coloraciones combinadas de la celulosa y membranas lignificadas.

Técnica Carmín aluminoso y Verde Yodo

- 1).—Fijar de preferencia con Flemming
- 2).—Colocar los cortes en hipoclorito de sodio (10 min.)
- 3).—Lavar con agua acética.
- 4).—Verde Yodo acético (de 1 a 5 seg.)
- 5).—Alcohol de 96°
- 6).—Lavar con agua destilada
- 7).—Carmín aluminoso (de 5 a 24 horas)
- 8).—Lavar con agua destilada
- 9).—Alcohol absoluto (20 min.)
- 10).—Xilol (2 min.)
- 11).—Montar en bálsamo.

Nota: Técnica empleada en especies cuyos tejidos poseen bastante resistencia, ya que el Verde Yodo es un colorante fuerte, rápido y muy penetrante; los tejidos de *Opuntia*, *Agave*, *Yucca*, *Calibanus*, *Hesperaloe* y *Dasyllirion*, poseen dicha característica, por ello esta técnica se utilizó solamente con estas especies obteniéndose preparaciones muy demostrativas y durables, en las cuales la celulosa se colorea de rojo violáceo y la cutícula en verde o azul verde.

Técnica Verde Yodo y Rojo Congo

- 1).—Fijar
- 2).—Colocar los cortes en hipoclorito de sodio (10 min.)
- 3).—Lavar con agua acética
- 4).—Verde Yodo acuoso al 1/1000 de 1 a 5 seg.
- 5).—Alcohol de 90° (20 min.)
- 6).—Lavar con agua destilada
- 7).—Rojo Congo al 1% en sol. acuosa (de 30 a 60 min.)
- 8).—Lavar con agua destilada
- 9).—Montar en glicerina o en gelatina glicerinada

Nota. Los tejidos de *Larrea*, *Euphorbia*, *Acacia* y *Fouquieria*, son menos resistentes que los del resto de las especies estudiadas, por lo que se escogió un colorante débil como el Rojo Congo para compensar el Verde Yodo. De esta manera se obtienen preparaciones muy demostrativas aunque poco durables. Los elementos cutinizados toman color verde y la celulosa rojo.

Técnica Azul de Metileno y Safranina

- 1).—Fijar
- 2).—Cortar por congelación (de preferencia)
- 3).—Colocar los cortes en alcohol de 96° (5 min.)
- 4).—Pasarlos a Safranina alcohólica al 1% (de 12 a 24 hrs.)
- 5).—Si se sobretiene, utilizar alcohol acidulado
- 6).—Lavar con agua destilada
- 7).—Azul de Metileno en solución acuosa al 1%, calentando ligeramente hasta que salgan vapores
- 8).—Lavar con agua destilada
- 9).—Deshidratar con alcoholes graduales
- 10).—Montar en bálsamo

Nota: en el tejido epidérmico de *Euphorbia*, *Yucca*, *Dasyliirion*, *Agave*, *Opuntia* y *Calibanus*, cuya cubierta cuticular es bastante gruesa, los elementos impregnados de cutina y de celulosa, se pueden identificar claramente, pues las paredes celulósicas y la porción de cutícula impregnada de celulosa, se colorean de verde pálido y la capa de cutina pura de color rojo; núcleos y organelos protoplásmicos de color azul.

Técnica a base de Safranina

- 1).—Fijar
- 2).—Cortar por congelación o incluir en parafina
- 3).—Colocar los cortes en agua destilada
- 4).—Safranina acuosa al 1% (24 horas.)
- 5).—Lavar con agua destilada
- 6).—Contrastar con colorantes acuosos (Eosina, Eritrocina o Verde Luz) durante 5 min.
- 7).—Lavar con agua destilada
- 8).—Deshidratar hasta alcohol de 96°
- 9).—Se puede contrastar aquí con colorantes alcohólicos (Fast-Green de preferencia) de 1 a 15 seg.
- 10).—Lavar con alcohol absoluto
- 11).—Aceite de clavo (de 5 a 10 minutos)
- 12).—Orange G en aceite de clavo (de 5 a 10 minutos)
- 13).—Lavar con aceite de clavo
- 14).—Alcohol absoluto durante 1 minuto
- 15).—Mezcla de xilol y alcohol absoluto a partes iguales (1 minuto)
- 16).—Xilol puro y montar en bálsamo

Nota: esta técnica se llevó a cabo en las 10 especies, en las cuales las porciones lignificadas fueron coloreadas por la safranina, las paredes celulósicas por el Fast-Green, la capa cuticular por la Eosina o la Eritrocina y los organelos e inclusiones protoplásmicas por el Orange G en aceite de clavo.

Técnica de Horen

Las técnicas de tinción a base de Safranina que requieren por lo menos doce horas de trabajo, se reemplazaron posteriormente por la técnica para helmintos descrita por William P. Horen, la cual se lleva a cabo a partir de una solución madre compuesta por:

Chromotrope 2R	0.6 gr.
Fast-Green F.C.F.	0.3 gr.
Acido fosfotúngstico	0.7 gr.

Acido acético	1 c.c.
Alcohol de 70°	100 c.c.

de la que se emplea una gota por cada 3 c.c. de agua destilada; se lava después con alcohol de 70°.

Al aplicarla en los diferentes órganos de los diversos vegetales, se modificó empleando la solución madre sin diluir y lavando posteriormente con alcohol de 96°; obteniéndose en sólo 3 minutos preparaciones permanentes muy demostrativas.

Las porciones lignificadas y cutinizadas toman color rojo pálido, las paredes celulósicas verdes e inclusiones protoplásmicas rosa pálido.

Coloraciones para productos de la degeneración de la membrana.

Técnica selectiva para gomas

- 1).—Colocar los cortes en alcohol de 70° durante 10 min.
- 2).—Pasarlos a una solución acuosa de acetato de plomo al 3% durante 10 ó 15 min.
- 3).—Lavar con agua destilada
- 4).—Rojo de Rutenio en solución acuosa al 1% durante 30 min.
- 5).—Lavar con agua destilada
- 6).—Deshidratar con alcoholes graduales
- 7).—Montar en bálsamo

Nota: Se utilizó principalmente en *Acacia farnesiana* coloreándose las gomas de color moreno o rojizo.

Técnica combinada para gomas y tejido celulósico

Solución A:

Rojo Congo acidulado	0.25 grs.
Alcohol de 90°	20 c.c.
Agua destilada	30 c.c.

Solución B:

Fast-Green acuoso al 1% y acidulado	0.10 grs.
Alcohol de 90°	20 c.c.
Agua destilada acidulada	30 c.c.

- 1).—Colocar los cortes en alcohol de 70° durante 10 min.
- 2).—Pasarlos a la solución A durante 25 min.
- 3).—Lavar rápidamente con agua destilada
- 4).—Colocarlos en la solución B de 1 a 5 min.
- 5).—Lavar rápidamente con alcohol absoluto
- 6).—Montar en gelatina glicerinada

Nota: las observaciones deben hacerse inmediatamente ya que esta coloración es fugaz; sin embargo, esta técnica permite obtener coloraciones de gomas y de estructuras celulósicas; el Rojo Congo acidulado es el colorante de las gomas y el colorante celulósico es el Fast-Green acidulado.

Técnica selectiva para mucílagos

- 1).—Colocar los cortes en una solución acuosa de acetato de plomo al 10% durante 15 minutos
- 2).—Lavar con agua destilada
- 3).—Rojo Congo en solución acuosa al 10% (de 5 a 10 min.)
- 4).—Lavar con agua destilada
- 5).—Deshidratar con alcoholes graduales
- 6).—Montar en bálsamo

Nota: se utilizó en *Larrea*, *Acacia* y *Fouquieria* en las cuales los mucílagos se tiñeron de color moreno oscuro y el protoplasma y porciones celulósicas de color rojo pálido.

V.—DESCRIPCION DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

a).—TAXONOMIA

Opuntia streptacantha Lemaire, Cact. Gen. Nov. Sp. 62, 1839.

Opuntia cardona Weber, Dict. Hort. Bois. 895, 1898.

“Planta arborescente que alcanza hasta 5 metros de altura, con tronco de 45 cms. de diámetro, muy ramosas; artículos obovados u orbiculares de 25-30 cms. de longitud y de color verde obscuro; aréolas pequeñas, más o menos juntas; espinas numerosas, un tanto aplanadas, blancas; glóquidas de color moreno rojizo; flores amarillas o anaranjadas; de 7-9 cms. de diámetro; lóbulos del estigma de 8-10, verdes, fruto globoso de 5 cms. de diámetro, rojo, a veces amarillo.

Esta especie es una de las más importantes desde el punto de vista de la economía, especialmente en el estado de San Luis Potosí”. (Bravo H. H.; Las Cactáceas de México. México 1937).

Distribución: común en la Altiplanicie. Aguascalientes, Durango, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas principalmente.

Agave lecheguilla Torr. U. S. & Mex. Bound. Bot. 312. 1859.

Agave poselgeri Sal-Dyck, Bonplandia 7: 92. 1859.

Agave multilineata Baker, Amaryll. 168: 1888.

Agave missoni Baker, Gard. Chron. 1874: 529. 1874.

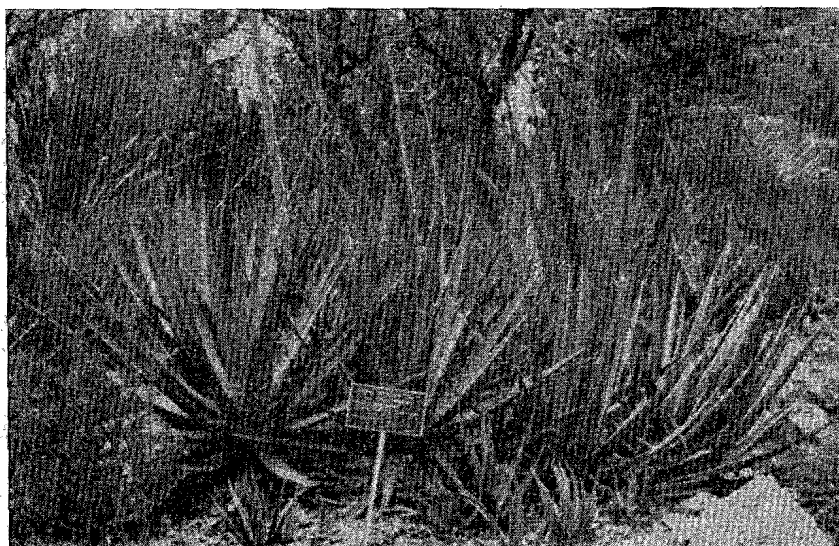
“Hojas falcadamente ascendentes de color verde azulado, la superficie superior recorrida a menudo por una banda más pálida y la inferior con estrechas líneas verdes, de 2-3 cms. de ancho, 40-60 cms. de largo; con una espina terminal morena o grisácea de 4 cms. de ancho y de 30-50 mm. de largo; espinas triangulares ligeramente curvadas con una separación de 20-40 cms. y de 3-7 mm. de largo unidas por un borde córneo y recto fácilmente separable, escasamente de 1 mm. de ancho. Flores en cortos glómérulos compactos”. (Standley C. Paul; Trees and Shrubs of Mexico. Washington 1920).

Distribución: Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo, León, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.

Yucca filifera Chabaud, Rev. Hort. 48: 432 f. 97 1876. Carriere Rev. Hort. 56: 53 f. 12, 13 Garden 10 524 f. Garden and Forest 1: 78 f. 13-14- Baker, Kew Bull 1892: 8- Garden Chron. iii 3: 743, 751 f. 97, 100 Amer Florist 8: 59 f. Urbina, Cat. Pl: Mex 353.



*Opuntia streptacantha**



Agave lecheguilla

Yucca australis (Engelman) Trelease, Rept. Mo. Bot. Garden 3: 162 pl. 3, 4. 1892.

Yucca baccata australis Engelman, Trans. Acad. St. Louis 3: 44, 46. 1873 in part. Watson, Proc. Amer. Acad. 14: 252.— Baker, Jour. Linn. Soc. Bot. 18: 229.

“Árborea, muy ramificada, de 10 mts. de alto más o menos; hojas de 30 cms. de largo por 2.5 cms. de ancho, verdes y rígidas, toscamente filíferas, planas o cóncavo-convexas, lisas o excepcionalmente con pequeñas salientes en los ángulos dorsales. La inflorescencia es un pedúnculo exerto oblongo, colgante, con ramas cabizbajas, glabras. Flores blanco cremosas, más bien pequeñas; estilo corto; estigma profundamente hexa-lobulado; fruto oblongo. Semillas de 7-8 mm. de largo”. (Trelease William; The Yuccae. From the Thirteenth Annual Report of Missouri Botanical Garden, July 30, 1902).

Distribución: Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.

Hesperaloe funifera (Koch) Trelease, Miss. Bot. Garden 1902: 36. 1902.

Hesperaloe Davyi Baker, Key. Bull 1898: 226.

Hesperaloe Engelmanni Baillon, Hist. des Pl. 12: 511- Urbina, Cat. Pl. Mex. 352.

Yucca funifera Koch, Belg. Hort. 12: 132 (1862) Lemaire, Ill. Hort. 13: 99 (1866). Baker, Journ. Linn. Soc. Bot. 18: 228.

Agave funifera Lemaire, Ill. Hort. 11: Misc. 65 (66a.) 1864.

“Planta fuertemente cespitosa; hojas largas que se hacen menos cóncavas en su extremidad; algunas veces con gruesas fibras marginales mucho más gruesas. Inflorescencia de 2-2.5 mts. de alto, poco ramificada en su extremidad. Pedicelos y flores verde-purpúreas; éstas glaucas, las últimas casi de 25 mm. de longitud. Estilo escasamente exerto. Cápsula de 25-50 mm. de longitud, con fuertes aristas; el falso tabique evanescente o insinuado hacia el lóculo hasta la base en donde forma un diente grande y delgado. Semillas de 6 x 9 mm.” (Trelease W. The Yuccae. From the Thirteenth Annual Report of Missouri Botanical Garden. July 1902).

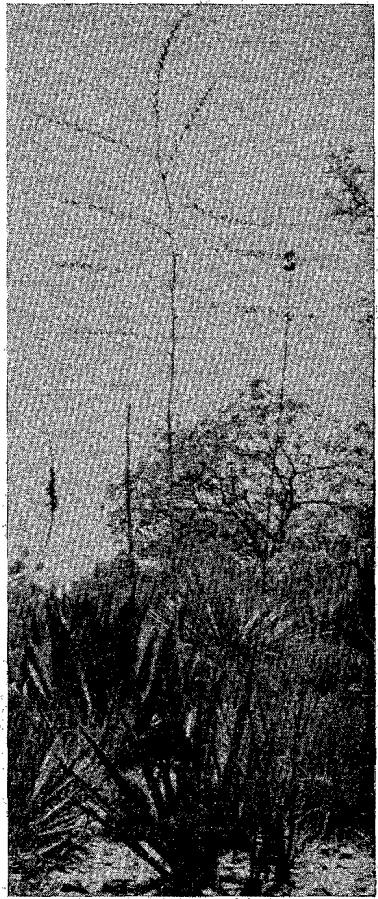
Distribución: Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.

Calibanus hookerii (Lem) Trel. Proc. Amer. Phil. Soc. 50: 426. 1911.

Dasylyrion hookerii Lem. Ill. Hort. Lem. 6: Misc. 24. 1859.



Yucca filifera



Hesperaloe funifera

Dasyllirion caespitosus Scheidw. Wochenschr. Ver. Beförd Gartenb. 4: 286. 1861.

Calibanus caespitosus Rose, Contr. U.S. Nat. Herb. 10: 90. 1906.

"Curiosa y notable planta de tronco globoso de 30-100 cms. de diámetro, unida al suelo por pequeñas raíces, las interiores esponjosas y las exteriores protegidas con una cubierta oscura y corchosa como la de algunos robles. Las hojas de 30-90 cms. de largo y de 2-2.5 mm. de ancho, agrupadas en distintas partes del tronco, de color verde pálido y aserradas; flores dioicas, purpúreas y muy pequeñas colocadas en panículas de 10-20 cms. de largo y 10 cms. de ancho." (Standley C. Paul; Trees and Shrubs of Mexico. Washintgon, D. C. 1920).

Distribución: Hidalgo, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.

Euphorbia antisiphilitica Zucc. Abh. Akad. Wiss. München 1: 292. 1829-1830.

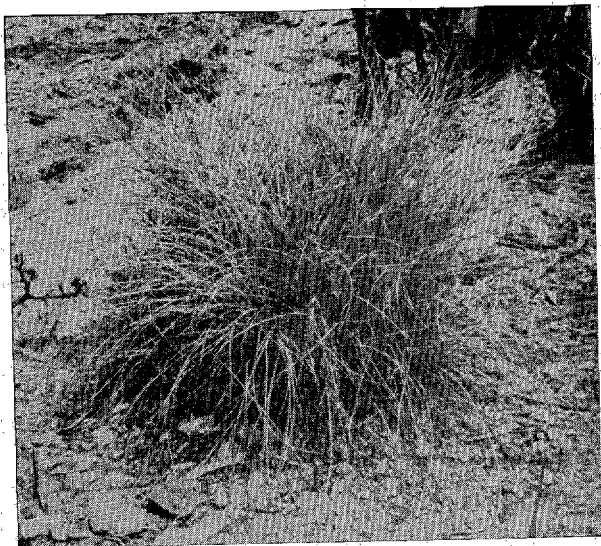
Euphorbia occulta Klotzsch in Seem. Bot. Voy. Herald. 277. 1856.

Euphorbia cerifera Alcocer, Anal. Inst. Méd. Nac. Méx. 11: 155. 1911.

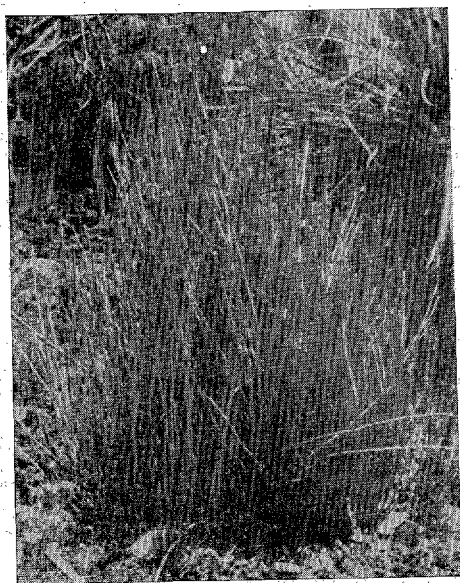
"Planta sufrutescente de 1-1,5 mts. de altura; la parte leñosa subterránea, con tallos cilíndricos, de 0.5 cms. de diámetro, nudosos y de color grisáceo por la capa de cera que los cubre; hojas caedizas de color moreno o rojizo oscuro y con pubescencia blanca; lanceoladas, de 3-5 mm. de largo por 1 mm. de ancho, con estípulas rudimentarias.

Las inflorescencias son cimas uníparas, axilares, con involúcros muy pequeños, coloridos, vellosos y caedizos, completos o incompletos; los completos tienen un pedicelo corto y rollizo con dos brácteas ovado-agudas y opuestas; son casi hemisféricos y llevan en su borde 5 lóbulos membranosos divididos en dos grandes dientes, cuyos márgenes son flecado-dentados y alternan con cinco glándulas reniformes enteras o a veces divididas por un estrangulamiento en su parte media; de color rojizo o purpúreo oscuro con pelos blanco-escamosos; glándulas con un ápice oval petaloide, bi o tridentado en su extremo, de color oscuro por abajo y blanco o rosado por encima. Flores masculinas articuladas al nivel de las glándulas; con las anteras separadas y divergentes, bractéolas numerosas blancas y flecadas. Flores femeninas con los caracteres comunes del género, con estilos bifidos y rojos; fruto pedicelado y trilobado, de 3-4 mm. de largo, con tres semillas". (Martínez Maximino. Las Plantas Útiles de la Flora Mexicana. México 1959).

Distribución: Aguascalientes, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas principalmente.



Calibanus hookerii



Euphorbia antisiphilitica

Dasyliirion cedrosanum Trel. Proc. Amer. Phil. Soc. 50: 431; 1911.

Dasyliirion sp. Kirkwood, Pop. Sci. Monthly. 75: 438, 445. f.

“Planta de tallo corto; tronco de 1-1.5 mts. de alto; hojas de 20 mm. de ancho, ascendentes, de 1 mt. de largo, ligeramente apenachadas, glaucas y algo ásperas y obtusas en el extremo. Espinas en su mayoría separadas unas de otras por 10 a 15 mm.; de 2.5 mm. de largo, amarillas haciéndose rojas en el extremo. Inflorescencia de 5 metros de alto; fruto angostamente elíptico de 4 a 5 por 7 a 9 mm. Estilo hendido hasta la mitad de su longitud, por una incisión angosta y profunda. Semillas de 2 x 3.5 mm.” (Trelease W. Proc. Amer. Phil. Soc. 50: 431. 1911).

Distribución: Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente

Fouquieria splendens Engelm. in Wislitz Mem. Tour. North. Mex. 98. 1848.

“Arbusto de 2 a 6 mts. de alto con numerosas ramas simples y delgadas que se levantan desde la base; las hojas son del tipo oblongo-lanceoladas y caedizas de 2 a 3 cms. de largo, paniculas de 5-20 cms. de largo; la corola es de color rojo brillante (raramente blanca), de 2 a 2.5 cms. de largo.

Es una de las plantas más comunes y características de las regiones áridas del norte de México y del sureste de los Estados Unidos; crece sobre planicies y llanuras rocosas. La mayor parte del año son plantas áfilas, con espinas en el tallo, pero en el verano, al caer las primeras lluvias, brotan las hojas verdes y las puntas de las ramas se llenan de flores. Los tallos son duros y están cubiertos de una capa de cera y resina”. (Standley C. Paul; Trees and Shrubs of Mexico. Washington, D. C. 1923).

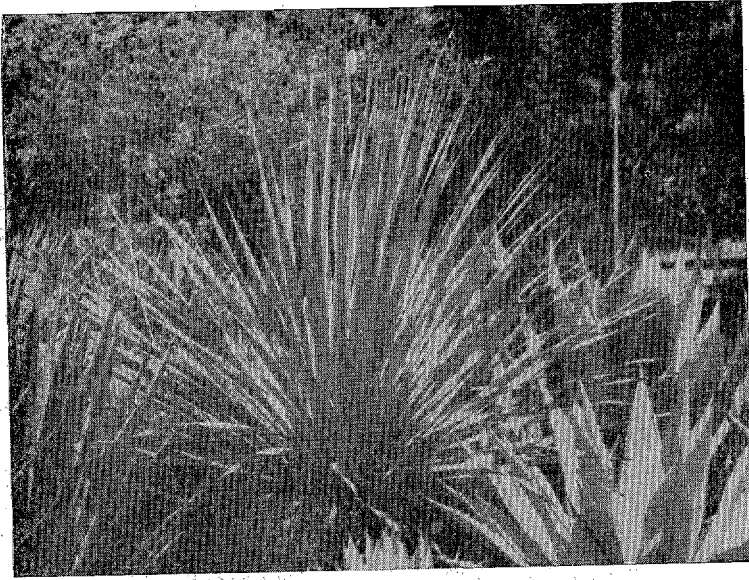
Distribución: Aguascalientes, Baja California Norte, Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas principalmente.

Acacia farnesiana (L.) Willd. Sp. Pl. 4: 1083. 1806.

Mimosa farnesiana L. Sp. Pl. 521. 1753.

Vachellia farnesiana Wight & Arn. Prodr. Fl. Ind. Orient. 272. 1834.

“Arbusto o árbol hasta de 9 mts. de altura, con tronco de 40 cms. de diámetro, de corteza delgada que se desprende en tiras; ramas inclinadas o extendidas con espinas de 1 a 2.5 cms. de longitud; hojas con 10 a 20 folíolos, estos de 2 a 6 mm. de longitud; flores amarillas, muy olorosas, que se producen en cabezuelas; el fruto es una vaina cilíndrica, arqueada, indehiscente y lisa, de color morado negruzco, de 6 a 12 cms. de longitud con 6 a 12 semillas;



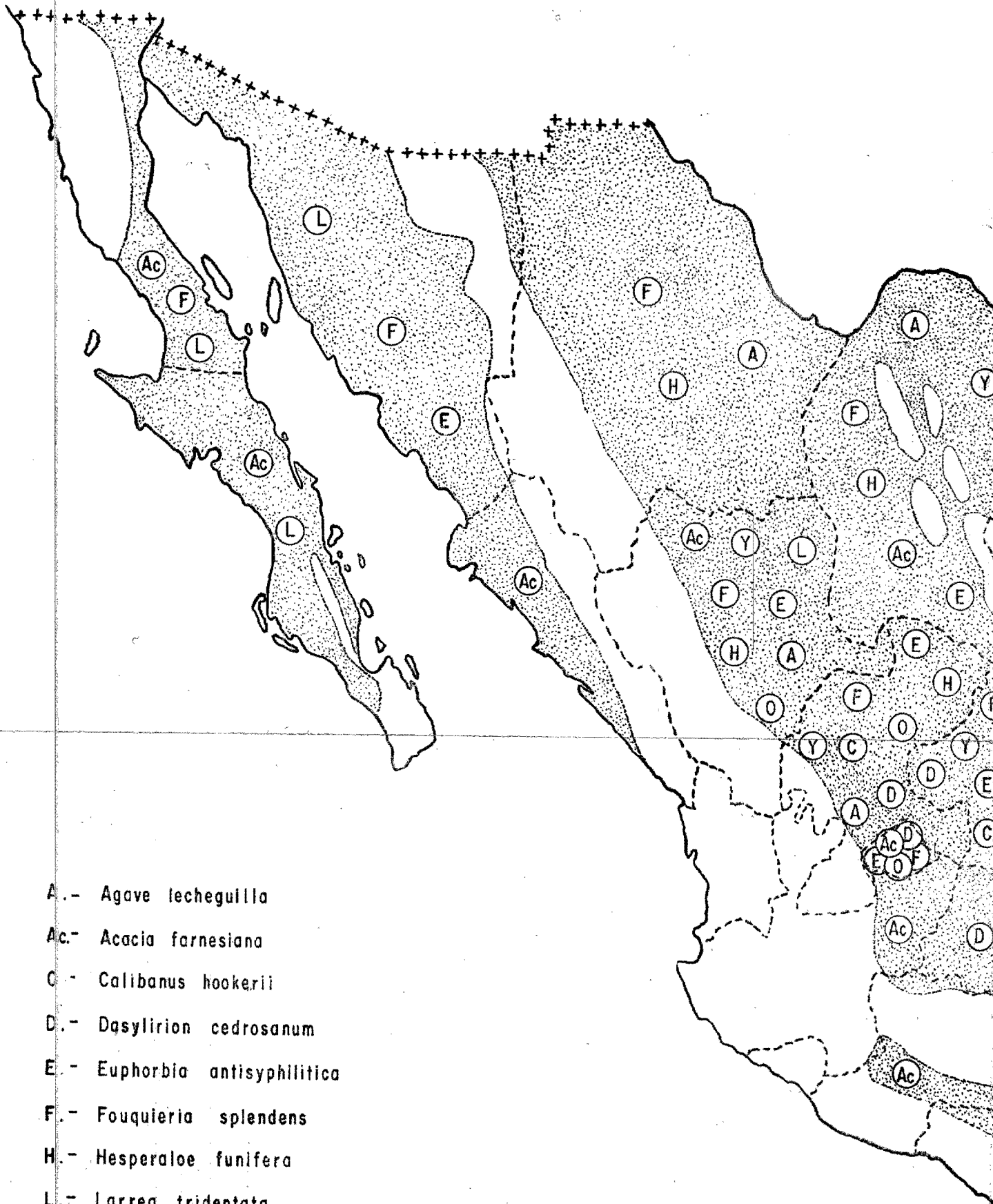
Dasyliion cedrosanum




Fouquieria splendens

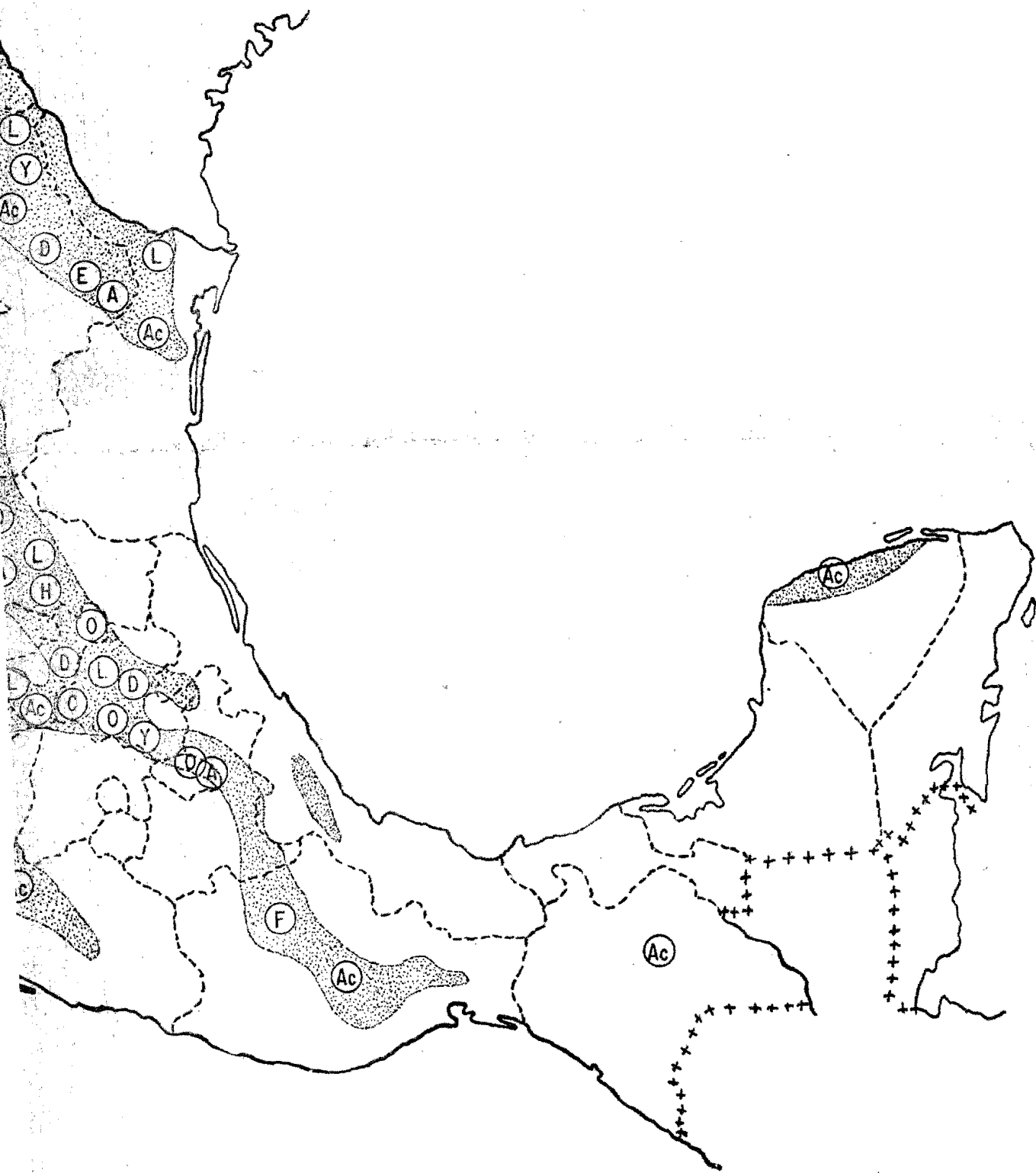
madera dura, amarillenta y pulimentable" (Martínez Maximino; Las Plantas Útiles de la Flora Mexicana. México 1959).

Distribución: Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chiapas, Durango, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán principalmente.



- A.- *Agave techegulla*
- Ac.- *Acacia farnesiana*
- C - *Calibanus hookerii*
- D.- *Dasylirion cedrosanum*
- E - *Euphorbia antisiphilitica*
- F.- *Fouquieria splendens*
- H.- *Hesperaloe funifera*
- L.- *Larrea tridentata*
- O.- *Opuntia streptacantha*
- Y.- *Yucca filifera*

 Zonas áridas y subáridas.



Distribución de Zonas áridas y localización de las especies estudiadas

NOMBRE VULGAR	TIPO DE VEGETACION	TIPO DE CLIMA	DISTRIBUCION	DATOS ECOLOGICOS DE INTERES
<i>tuna cardona, nopal cardón</i>	Nopaleras	BSk y BSk'	Común en la Altiplanicie. Aguascalientes, Durango, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas principalmente.	Se desarrolla en suelos someros formados a partir de rocas volcánicas. Convive con Opuntia robusta , Opuntia leucotricha y Opuntia canthabrigensis .
<i>lechugilla</i>	Magueyales crasi-rosulifolios	BSh, BSk y BW	Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.	Habita suelos claramente rocosos, principalmente de laderas, o en arenosos; en estos últimos desempeña un papel importante como fijador de dunas.
<i>izote, palma loca, fibra de Tampico, ixtle</i>	Izotales Desiertos áridos-arenosos	BSh, BSk y BW	Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.	Se desarrolla en áreas de suelos calizos profundos con drenaje favorable de cuencas cerradas.
<i>samandoca, pitilla, ixlli, fibra de Tampico sacamecate</i>	Matorral simplicicaule de hojas sub-crasas	BSh y BW	Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.	Habita en suelos someros, calizos arcillosos.
	Matorral desértico simplicicaule	BSk y BSh	Hidalgo, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.	Se desarrolla en suelos profundos calizos de planicies.
<i>candelilla</i>	Matorral espinoso con espinas terminales. Desiertos áridos-arenosos	BSh, BSk y BW	Aguascalientes, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas principalmente.	Cubre vastas extensiones de suelos someros o profundos. La naturaleza árida del suelo en donde se desarrolla no es propicia para cultivos en general. En ciertas zonas del norte se mezcla con Parthenium argentatum ("guayule") y son explotados con fines industriales.
<i>sotol</i>	Agrupaciones arbustivas de simplicicaules	BSh, BSk y BW	Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas principalmente.	Habita en suelos francamente rocosos o a veces arenosos de zonas áridas y semiáridas. Constituye agrupaciones más bien limitadas en ciertos lugares de las zonas áridas.
<i>ocotillo, albarda, barda</i>	Selva baja espinosa caducifolia	BSh y BW	Aguascalientes, Baja California Norte, Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas principalmente.	Se encuentra casi exclusivamente restringida a regiones áridas. Se intercala con frecuencia en la selva baja espinosa caducifolia o en el matorral de las zonas áridas.
<i>huizache, quisache, espino, aramo, vinorama, binorama, huizache yóndiro.</i>	Matorral espinoso con espinas laterales.	Aw, BSk y CWA	Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chiapas, Durango, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas, Guerrero y Yucatán principalmente.	Existe en agrupaciones secundarias originadas por la tala o destrucción de diversos tipos de selvas, sobre todo de la selva baja caducifolia o de selvas bajas espinosas.
<i>gobernadora, hediondilla, falsa alcaparra, huamis, guamis, guamis hediondo.</i>	Matorral inerme parvifolio.	BSh, BSk y BW	Baja California, Durango, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas principalmente.	Cubre grandes extensiones de suelos profundos o algo someros en las zonas áridas septentrionales. Se mezcla con los izotales y con los lechuguillales. Aparece compartiendo el dominio con Flourensia cernua .

VI.—DESCRIPCION ANATOMICA COMPARATIVA

Agave lecheguilla

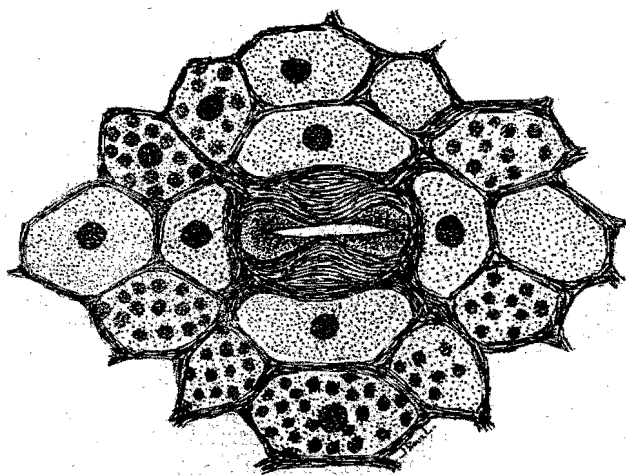
Las hojas suculentas de *Agave lecheguilla* poseen una epidermis constituida por células prismático-cilíndricas, que se disponen en una sola capa por toda la superficie; miden de 50 a 60 micras de largo, por 23 a 27 de de ancho; su protoplasma se encuentra concentrado en la parte inferior. La parte media de la pared celular está impregnada de substancias como celulosa y cutina. Las paredes externas de la epidermis se encuentran más o menos engrosadas debido al depósito de estratos celulósicos secundarios, los que posteriormente se cutinizan fuertemente, lo cual contribuye al reforzamiento y solidez de las células epidérmicas; dichas paredes externas se hallan revestidas por una membrana cutínica que se extiende ininterrumpidamente a manera de laminilla membranosa más externa. La cutícula es lisa en toda la superficie y penetra en forma de pequeñas cuñas en los espacios que quedan entre las membranas de las células vecinas.

La cutícula se interrumpe únicamente en los estomas, los cuales se localizan profundamente hundidos en cámaras pre-estomáticas dobles, en las cuales la cutícula se extiende en forma de gruesas pestañas unas más largas que otras y que en pares protegen al orificio estomático. Las células estomáticas son muy pequeñas, de núcleos relativamente grandes, con abundancia de cloroplastos y membranas celulósicas engrosadas desigualmente, ya que la parte ventral, que forma la pared del ostiolo, es más gruesa que las paredes dorsales que están en contacto con las membranas de las células acompañantes; la superficie que está en contacto con la segunda cámara pre-estomática cutinizada forma un último par de gruesas pestañas de cutina. Además entre estas células se observa una clara cámara estomática sencilla; por debajo del estoma se aprecia una larga y ancha cámara sub-estomática, que penetra muy profundamente en el parénquima de la hoja.

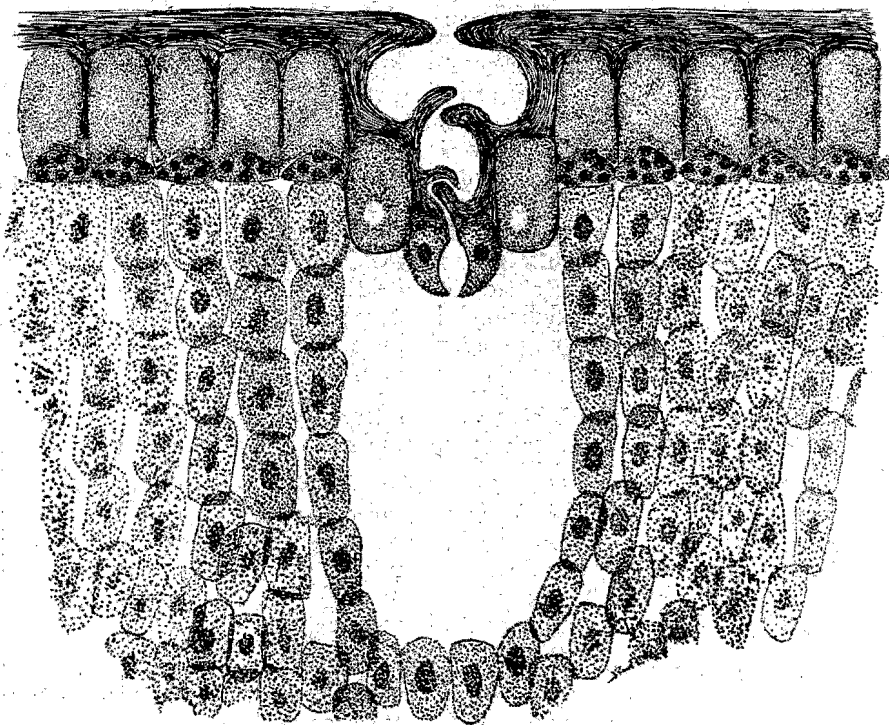
Las células acompañantes son células de membranas celulósicas delgadas, con algunos cloroplastos y un núcleo esférico y central.

Las células epidérmicas vistas de frente, son poliédricas, íntimamente unidas entre sí, constituyendo una membrana con sus contornos laterales rectos; entre ellos se encuentra la capa cuticular que se extiende homogéneamente con un grosor de 25 a 28 micras y sólo llega a ensancharse en los espacios estomáticos, observándose entonces como dos ondulaciones que llegan a obstruirlos completamente la mayoría de las veces.

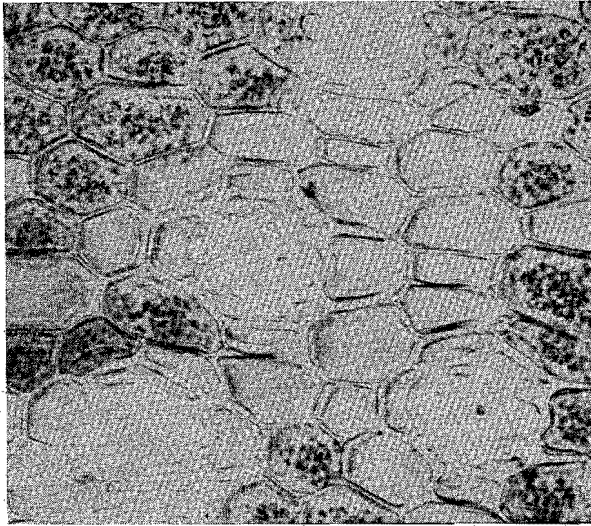
Debido a la concentración del protoplasma en la base de las células epidérmicas, es frecuente encontrarlas, al observarlas de frente, carentes de granulaciones. Sin embargo, se llevó a cabo la técnica de maceración de tejidos por el ácido crómico y el hidrato de cloral con las que se logró



Agave lecheguilla.—Dibujo de la epidermis foliar vista de frente.*



Agave lecheguilla.—Dibujo del corte transversal de hoja.



Agave lecheguilla.—Epidermis foliar vista de frente. (275 X)*



Agave lecheguilla.—Corte transversal de hoja. (140 X)

separar la epidermis de la capa cuticular, observándose entonces claramente el protoplasma granuloso de las células epidérmicas; las células estomáticas de forma característica de 17 a 20 micras de largo por 17 a 19 de ancho, entre las que queda un pequeño ostiolo alargado. En éstas existen abundantes cloroplastos, los cuales impidieron muchas veces observar el núcleo, por lo que se tuvieron que emplear diferentes coloraciones nucleares y técnicas específicas para las estructuras existentes.

Opuntia streptacantha

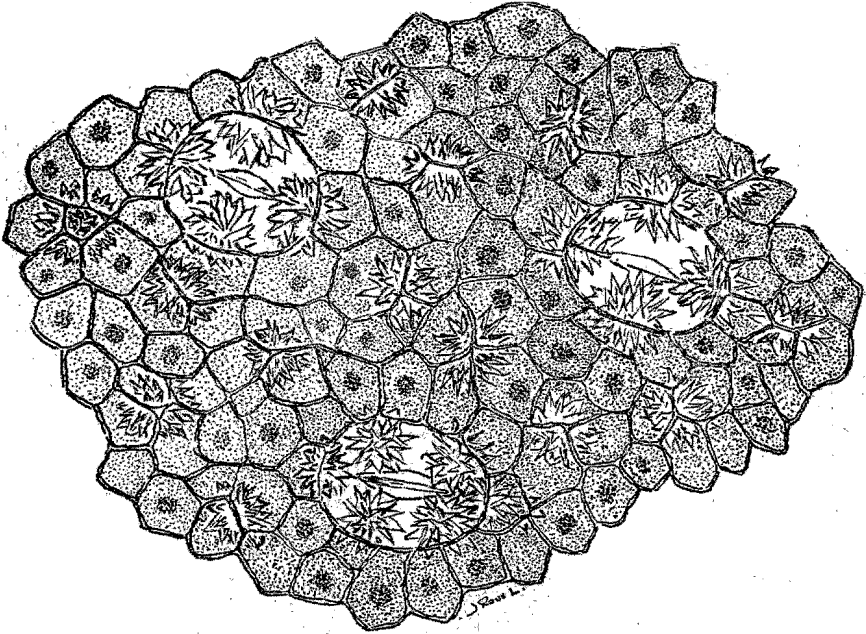
En los artículos de *Opuntia streptacantha* la epidermis monoestratificada está formada por células cónico-piramidales que miden de 17 a 21 micras de largo y cuya base queda en contacto con la capa interna de cutícula. Las membranas celulósicas de estas células están muy engrosadas y por ellas se unen íntimamente con las células contiguas; dicha unión celular es recta e inclinada lo que ocasiona que las células se orienten con su base hacia los hundimientos poco profundos, que se forman de trecho en trecho en toda la superficie del tallo; estos surcos alojan a los estomas que se encuentran orientados paralelamente al eje longitudinal del tallo, contrariamente a lo que sucede en *Agave lecheguilla*. Los aparatos estomáticos en esta especie, están constituidos por un par de células estomáticas, carecen por completo de células acompañantes, poseen núcleo esférico a veces excéntrico y algunos cloroplastos.

El resto de las células epidérmicas son células sencillas, de protoplasma granuloso, de núcleo esférico central y carentes de cloroplastos.

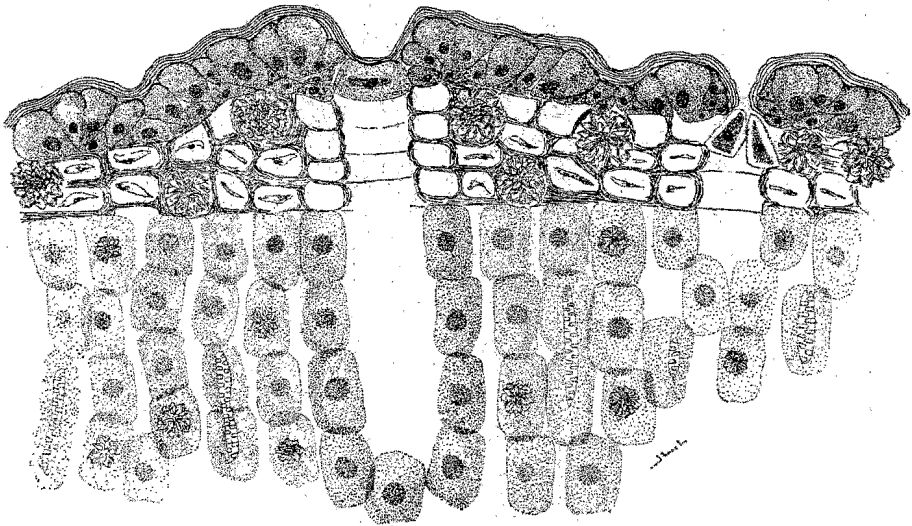
Por debajo de la capa epidermal, existe una pseudoepidermis colenquimatosa y mucilagínosa, interrumpida por largas y angostas cámaras subestomáticas, formada por varias capas de células cúbicas y bien desarrolladas, excepto cerca de la epidermis, donde se encuentran comprimidas; estas células son formadoras de cristales por lo que se les ha llamado cristaloferosas y muchas veces no están acompañadas de células mucilaginosas; son las formadoras de la gran cantidad de cristales de oxalato de calcio agrupados en forma de drusas y de rafidios que se encuentran tanto dentro de las células epidérmicas como en los tejidos anexos.

Los tallos a simple vista son de aspecto ceroso, de color verde blanquecino debido a la gruesa capa cuticular que posee, la cual mide de 10 a 13 micras de espesor y se extiende homogéneamente en toda la superficie epidérmica de la planta, excluyendo el sitio en donde se localizan los estomas, en los cuales sufre hundimientos y se interrumpe.

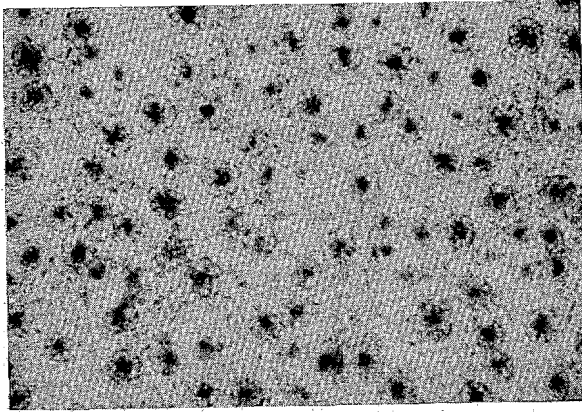
Las células estomáticas no se observan claramente al examinar la epidermis de frente, debido al grosor de la cutícula y por el agrupamiento de cristales que se localizan en toda la epidermis y que se concentran en mayor cantidad alrededor de las áreas estomáticas; por lo general se agrupan en número de tres, cuatro y hasta siete. La existencia de rafidios es



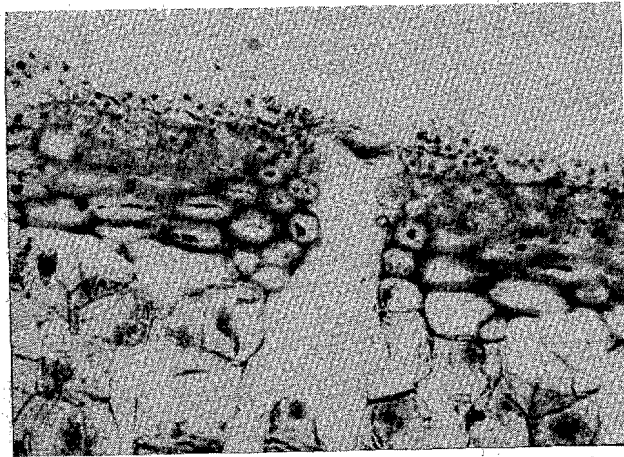
Opuntia streptacantha.—Dibujo de la epidermis de tallo vista de frente.



Opuntia streptacantha.—Dibujo del corte transversal de tallo.



Opuntia streptacantha.—Epidermis de tallo vista de frente. (275 X)



Opuntia streptacantha.—Corte transversal de tallo. (275 X)

Yucca filifera

escasa, no siendo así en **Yucca filifera** en donde la epidermis se encuentra a menudo atravesada por cristales de este tipo, los cuales se prolongan hasta la capa cuticular pero en ningún caso llegan a perforarla.

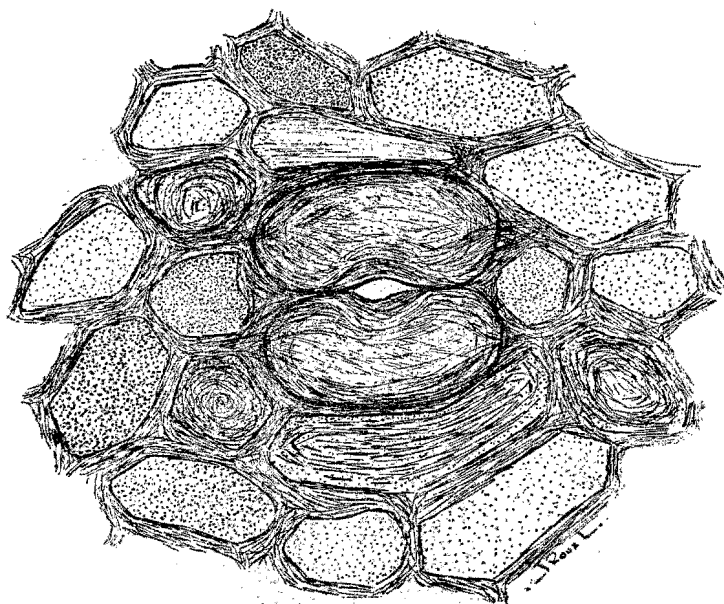
En las hojas de **Yucca filifera** se encuentra una epidermis también monoestratificada formada de células piramidales con orientación inversa a las de **Opuntia streptacantha**, es decir, con el ápice hacia la superficie exterior y la base hacia el parénquima clorofílico, pero al igual que ella, la cutícula penetra a manera de cuñas, en este caso gruesas, entre célula y célula; la capa cuticular alcanza en promedio un grosor de 35 a 45 micras y se extiende formando ondulaciones; llega a interrumpirse en el seno de los vestíbulos que alojan a los estomas, aunque se puede observar en algunos casos que la cutícula reviste toda la hendidura y aún se extiende hasta lo profundo de las cámaras sub-estomáticas.

Al tratar la cubierta cuticular con diversos colorantes específicos, se puso en evidencia la constitución mixta de que está formada. De la misma manera que en **Agave lecheguilla**, **Hesperaloe funifera** y **Dasyliirion cedrosanum**, la capa más externa que queda en contacto con el medio ambiente, tiene una extraordinaria afinidad por los colorantes que ponen de manifiesto grasas y sustancias afines a ellas como la cutina; la capa más interna se tiñe fuertemente con colorantes específicos para celulosa.

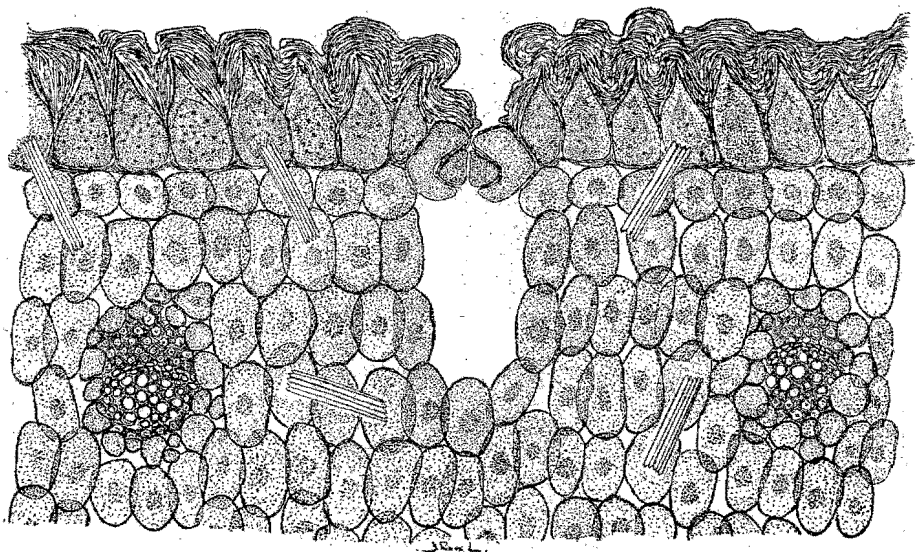
Sobre la superficie foliar de **Yucca filifera**, de trecho en trecho se localizan los vestíbulos donde se alojan los estomas; éstos se encuentran formados por dos pequeñas células reniformes acopladas por sus caras cóncavas y simétricas a un plano medio, no ajustadas, sino dejando entre ellas un ostiolo elíptico y alargado que también es simétrico en las hojas adultas. Sus membranas presentan diferente grado de engrosamiento; en sus caras opuestas especialmente en los bordes que limitan el ostiolo se tornan gruesas, no siendo así en su cara externa que queda en contacto con las células acompañantes. Poseen núcleo prominente y su protoplasma aloja algunos granos de almidón.

Las células acompañantes, presentes en número constante de dos, son de mayor talla que las estomáticas, miden de 38 a 43 micras de largo por 15 a 20 de ancho, tienen núcleo grande y membranas delgadas; frecuentemente quedan cubiertas parcialmente por la capa cuticular que también puede llegar a obstruir el ostiolo.

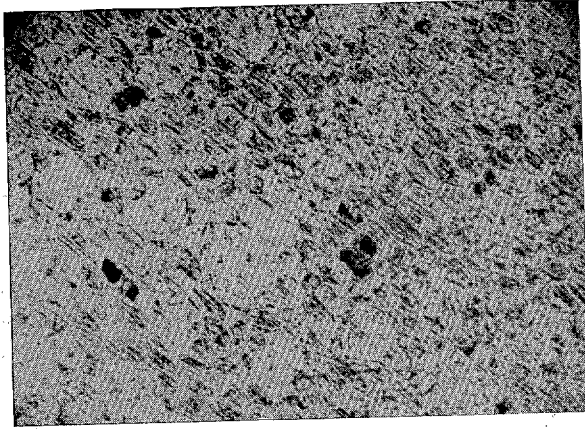
En **Yucca filifera** las cámaras pre-estomáticas llegan a medir en promedio de 18 a 24 micras de largo. Por debajo de los aparatos estomáticos y como consecuencia de los ensanchamientos de los espacios intercelulares, se forman cámaras sub-estomáticas que miden como promedio de 90 a 110 micras de largo.



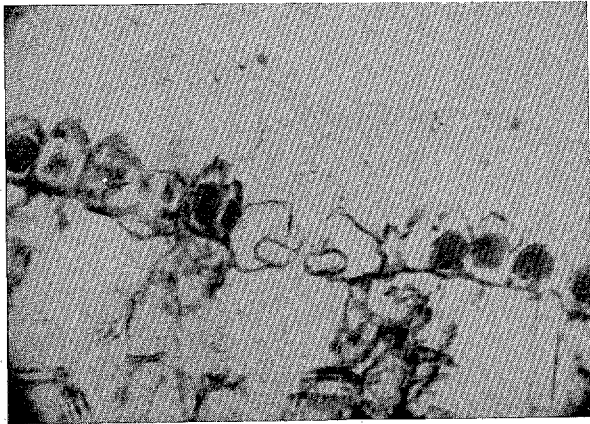
Yucca filifera.—Dibujo de la epidermis foliar vista de frente.



Yucca filifera.—Dibujo del corte transversal de hoja.



Yucca filifera.—Epidermis foliar vista de frente. (200 X)



Yucca filifera.—Corte transversal de hoja. (325 X)

Hesperaloe funifera

En **Hesperaloe funifera**, la epidermis de las largas hojas está profundamente sulcada, los surcos son muy angostos con bordes muy sinuosos, fuertemente cutinizados y en el fondo o en las paredes laterales de estos surcos se encuentran los estomas; pero esto hace que al observar de frente la epidermis sea imposible distinguirlos y sólo se pueden estudiar con detalle en cortes transversales de las hojas.

Las células epidémicas tanto en forma como en disposición son muy semejantes a las de **Yucca filifera**, es decir, son piramidales con los ápices hacia la superficie y las bases hacia los tejidos internos; pero además en **Hesperaloe funifera** se van inclinando a medida que se aproximan a los surcos.

Esta disposición de las células hace que sólo hagan contacto directo a nivel de sus bases, pues en la porción superior están separadas por marcadas cuñas de la cutícula que a veces llegan hasta la base misma de la epidermis.

La capa cuticular que alcanza un grosor de 35 micras, se extiende por la superficie celular libre y penetra profunda e irregularmente en los surcos, formando pequeñas entrantes y salientes que protegen a los estomas.

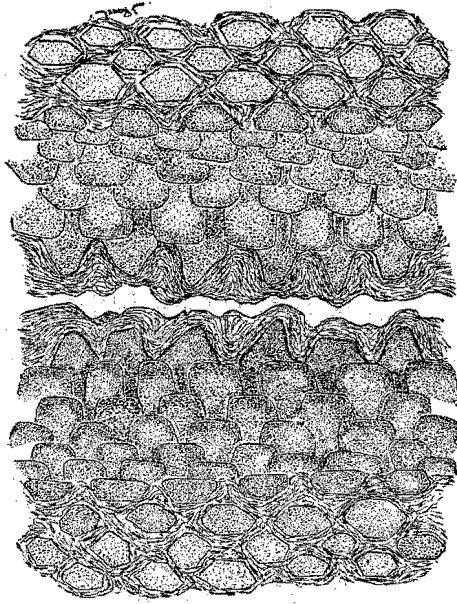
Los aparatos estomáticos carecen de células acompañantes y las células estomáticas también son muy semejantes a las de **Yucca** pero varían en tamaño; en esta especie alcanzan de 30 a 40 micras como promedio.

En cada surco y situados en el fondo o en su pared se llegan a identificar los estomas, los cuales a pesar de encontrarse en el interior presentan estrechas y tortuosas cámaras pre-estomáticas formadas por pliegues de la cutícula; las cámaras sub-estomáticas en esta singular liliacea acaule son bastante reducidas.

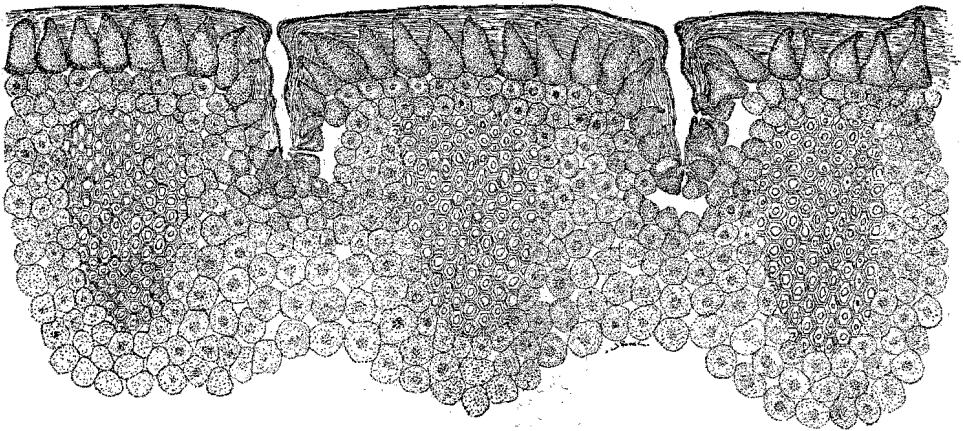
Calibanus hookerii

Calibanus hookerii tiene también epidermis sulcada, pero los surcos son mucho más amplios que en **Hesperaloe funifera**; está constituida por una doble fila de células cúbicas; la capa epidermal externa se dispone regularmente por toda la superficie de la hoja penetrando en los surcos. Sus células cúbicas se tornan prismáticas en las paredes de los surcos y su núcleo central, se localiza entonces en el ápice celular. La capa interna de células epidémicas se presenta a nivel de las costillas o intersurcos, desaparece por completo en los surcos. La talla de estas células llega a ser de 13 a 18 micras en promedio y entre ellas se localizan los estomas.

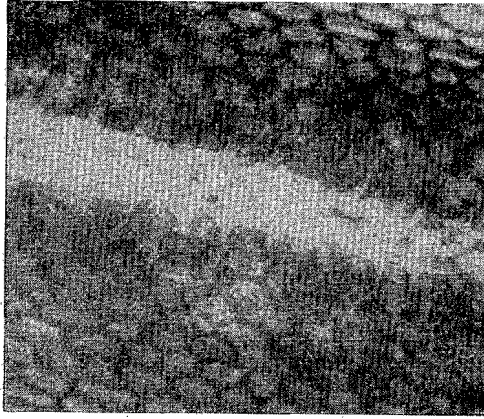
La cutícula es muy espesa y forma entrantes y salientes que a la entrada de los surcos constituyen formaciones a manera de pestañas do-



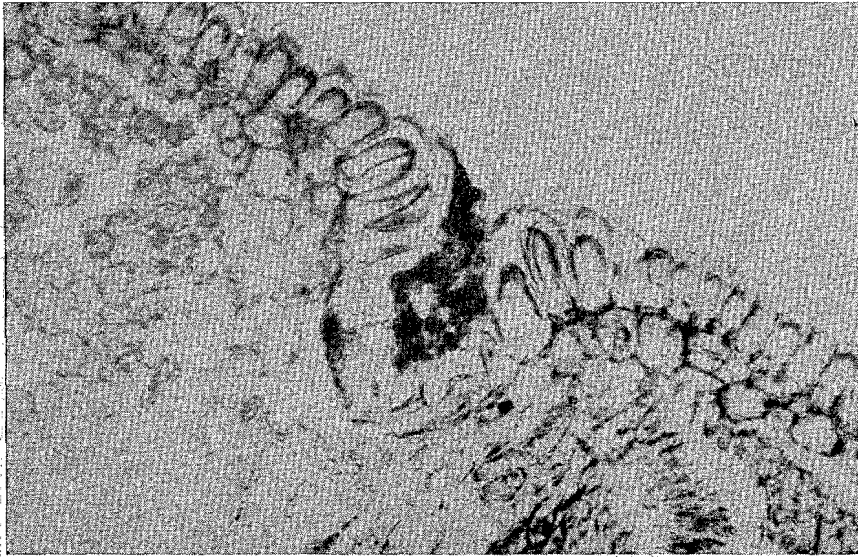
Hesperaloe funifera.—Dibujo de la epidermis foliar vista de frente.



Hesperaloe funifera.—Dibujo del corte transversal de hoja.



Hesperaloe funifera.—Epidermis foliar vista de frente. (200 X)



Hesperaloe funifera.—Corte transversal de hoja. (115 X)

bles, los extremos de las cuales se interponen de manera que los estomas quedan prácticamente aislados del medio externo.

Las paredes de los surcos presentan también entrantes y salientes de cutina y en el fondo o en las paredes de algunos de éstos se localizan los estomas formados por células estomáticas pequeñas, rodeadas casi completamente por dos grandes células acompañantes cuyas membranas también se impregnan de cutina. Muy raramente se encuentran cámaras sub-estomáticas; cuando esto sucede, se localizan como pequeños espacios en el parénquima clorofílico.

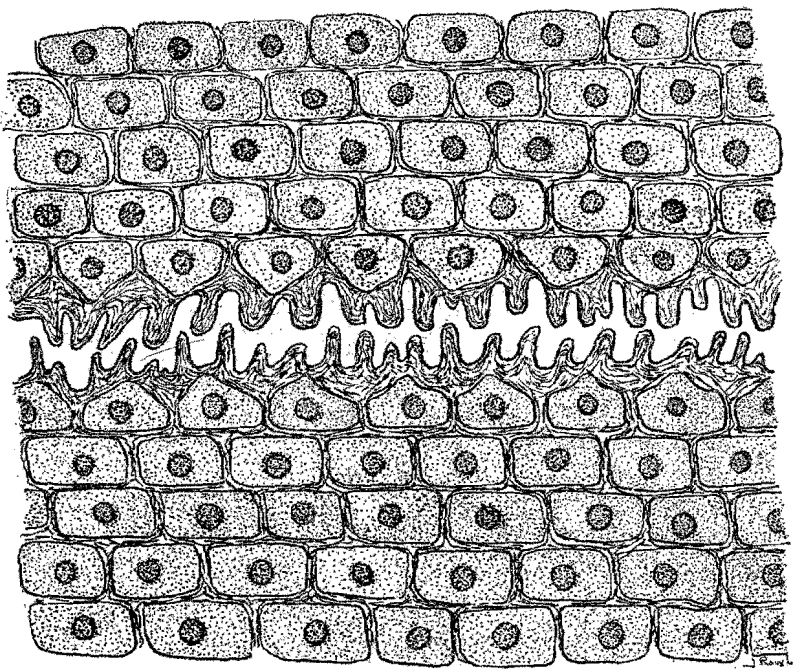
La cutícula en *Calibanus hookerii* llega a alcanzar en ciertas porciones el doble del espesor celular y de igual manera que en *Hesperaloe funifera* constituye un obstáculo para llevar a cabo estudios detallados de la epidermis de frente. Sin embargo, se pudo observar que está constituida por células cúbicas de aristas redondeadas, de núcleo central y esférico; separándolas se encuentra la cubierta cuticular que penetra entre ellas a manera de cuñas.

En el sitio en que las células bordean el surco, sus extremos se hacen más gruesos y se tornan alargados; el borde de los surcos presenta gran cantidad de ondulaciones producidas por la extensión cuticular a pesar de que en el área libre de cada surco, la cutícula sufre expansiones, formando las pestañas descritas anteriormente, las cuales no llegan a obstruir por completo la entrada sulcar; sin embargo, no es posible la observación de cualquier otra estructura, como por ejemplo los estomas, ya que como los de *Hesperaloe* se localizan en las paredes laterales o en la profundidad del surco.

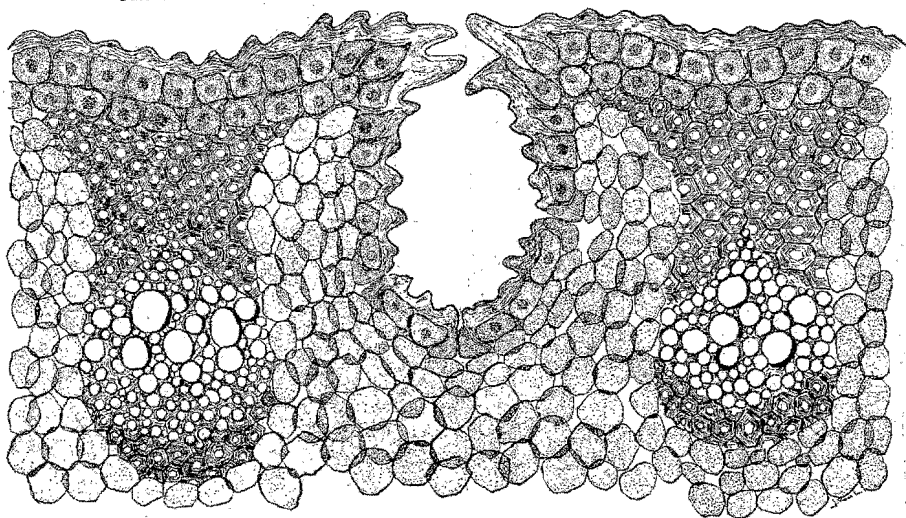
Dasyilirion cedrosanum

Las hojas monofaciales de *Dasyilirion cedrosanum*, a simple vista presentan una superficie cóncava que corresponde a la parte ventral y otra superficie convexa correspondiente a la parte dorsal. Microscópicamente estas dos superficies muestran claras diferencias anatómicas, tanto en la estructura de la capa epidermial como en la extensión cuticular.

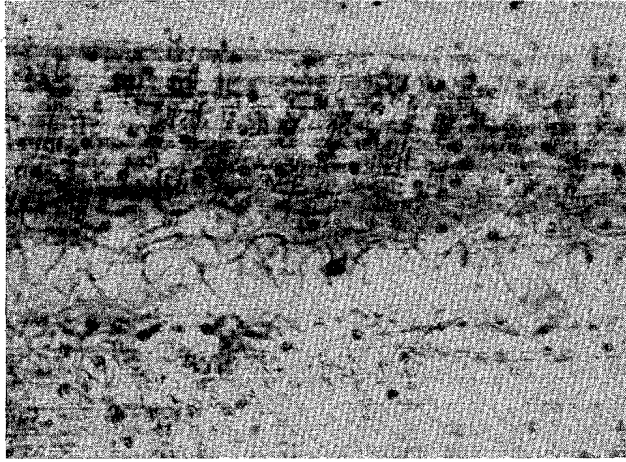
La superficie cóncava o ventral está protegida por una epidermis monoestratificada de células prismático-piramidales de vértice romo, dispuestas de la misma manera que en *Yucca* y *Hesperaloe*, es decir, con el ápice en contacto con la capa cuticular; pero en este caso llegan a tornarse hasta ovaladas; las membranas son celulósicas, fuertemente engrosadas e impregnadas de cutina, con núcleo muy pequeño y protoplasma homogéneo. Entre ellas se encuentran algunos estomas constituidos y dispuestos también como en *Yucca filifera* y al igual que en *Calibanus hookerii*, raramente presentan pequeñas y reducidas cámaras sub-estomáticas.



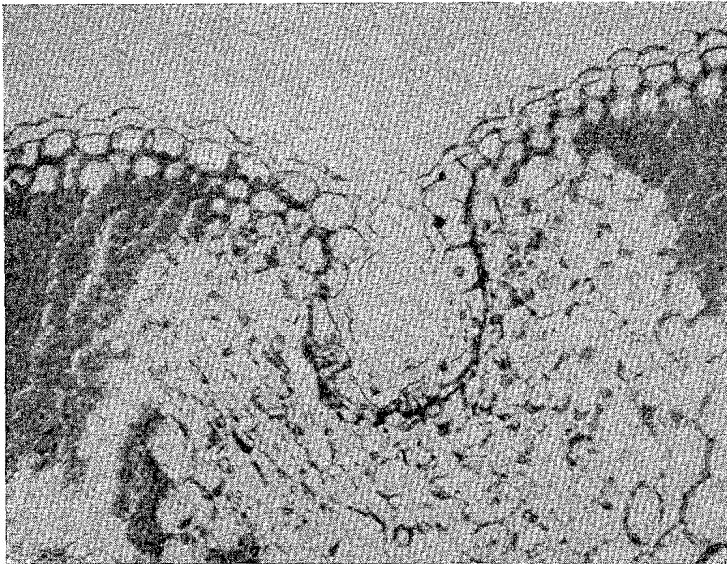
Calibanus hookerii.—Dibujo de la epidermis foliar vista de frente.



Calibanus hookerii.—Dibujo del corte transversal de hoja.



Calibanus hookerii.—Epidermis foliar vista de frente. (270 X)



Calibanus hookerii.—Corte transversal de hoja. (270 X)

La cubierta cuticular en esta cara, llega a medir de 8 a 12 micras; su superficie, marcadamente agrietada se continúa por todo el órgano y su capa interna penetra como gruesas cuñas hasta la base celular y algunas veces se prolonga hasta envolver por completo las células epidérmicas y parcialmente las estomáticas y acompañantes.

La combinación cutícula-cera y cutícula-celulosa en *Dasyliirion cedro-sanum*, principalmente en esta cara, fácilmente se pone de manifiesto como en el caso de *Agave lecheguilla*, *Hesperaloe funifera* y *Yucca filifera*.

La epidermis de la superficie externa o dorsal está constituida por células que en su mayoría tienen forma francamente prismática, con la misma disposición y características protoplásmicas que las que forman la epidermis de la superficie ventral; en promedio miden de 12 a 14 micras y también entre ellas se encuentran los aparatos estomáticos pero en mayor número.

La cubierta cuticular se extiende como una membrana anhistá formando salientes en forma de gancho, de los cuales algunos de ellos protegen los aparatos estomáticos.

La combinación de sustancias que se encuentran en la capa cuticular de esta cara, es menos concentrada; la capa interna de cutina se continúa con la cutícula superficial a través de las aberturas de los estomas cuyas células oclusivas están recubiertas por cutícula en sus superficies libres y penetra entre las células epidérmicas formando cuñas, llegando a envolverlas por completo.

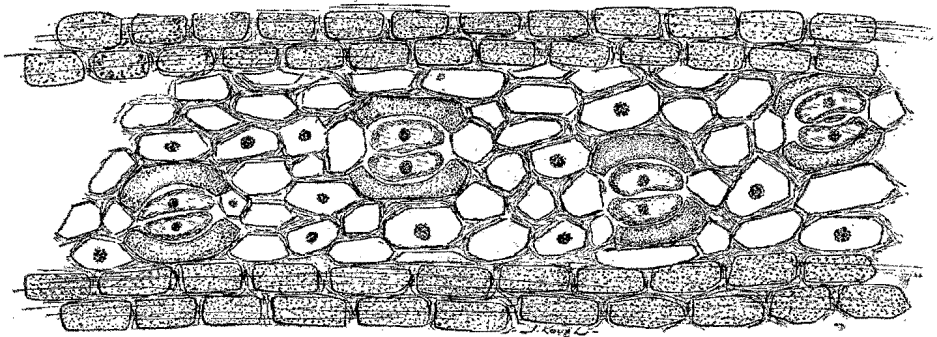
En esta superficie dorsal es donde se encuentra mayor cantidad de cámaras pre-estomáticas, estomáticas y sub-estomáticas; estas últimas que también son reducidas se localizan con mayor regularidad que en la superficie ventral.

Euphorbia antisyphilitica

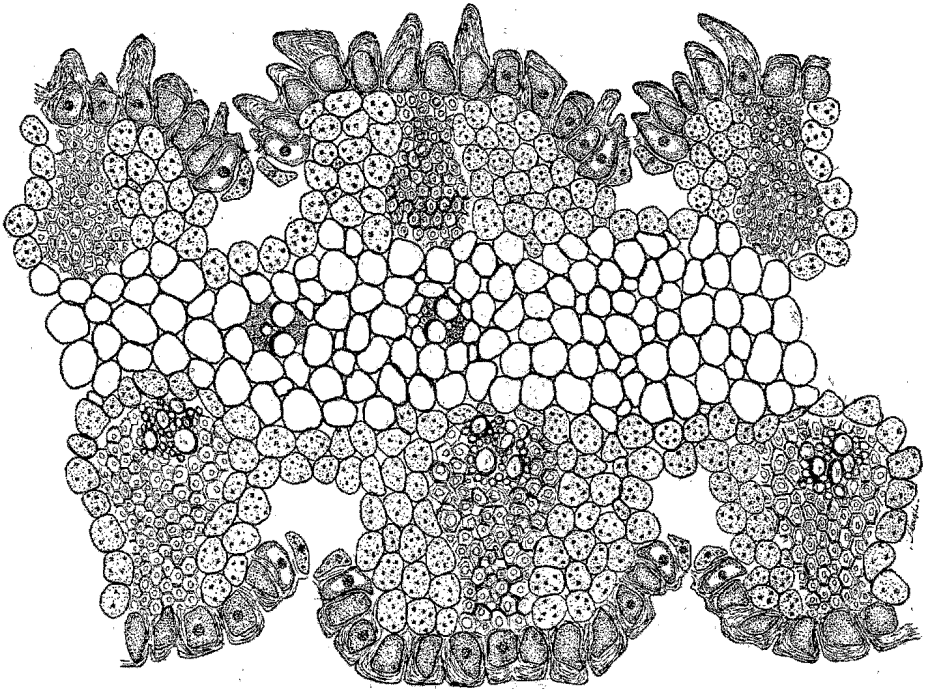
La coloración verde clara de los tallos de *Euphorbia antisyphilitica* se encuentra enmascarada por la acumulación de cera que determina un aspecto ceniciento. Esta capa cerosa se desprende fácilmente con una leve presión, por el roce, o bien, empleando un disolvente adecuado.

Despojados de la capa cerosa, los tallos de la "candelilla" se sometieron para su estudio a los diferentes métodos de observación descritos previamente.

Vista tangencialmente la epidermis está constituida por células cúbicas y poliédricas que en promedio miden de 30 a 38 micras; su pared externa superior se encuentra cubierta por la capa cuticular que como en las especies anteriores también las separa. Entre ellas se localizan los



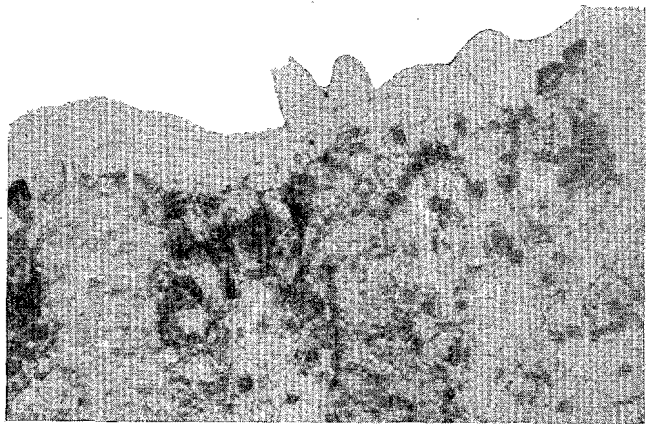
Dasyliiron cedrosanum.—Dibujo de la epidermis foliar vista de frente.



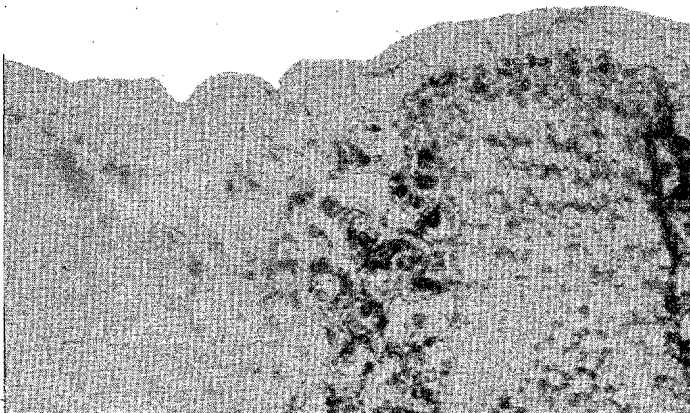
Dasyliiron cedrosanum.—Dibujo del corte transversal de hoja.



Dasyliiron cedrosanum.—Epidermis foliar vista de frente. (200 X)



Dasyliiron cedrosanum.—Corte transversal de hoja mostrando las prolongaciones cuticulares de la cara cóncava o ventral. (380 X)



Dasyliiron cedrosanum.—Corte transversal de hoja mostrando las grietas cuticulares de la cara convexa o dorsal. (380 X)

estomas, cuya observación se dificulta debido a que se presentan en un plano distinto al que tiene el resto de las células epidérmicas, ya que se encuentran en depresiones del tallo.

En corte transversal del tallo de *Euphorbia antisiphilitica*, la epidermis se observa constituida por una hilera de células prismático-piramidales de vértice romo como las de *Dasyllirion*; encierran gránulos céreos y su núcleo excéntrico se localiza siempre en la porción basal.

La cutícula se extiende formando marcadas ondulaciones y alcanza un espesor entre 5 y 15 micras. Al igual que en *Dasyllirion cedrosanum*, *Yucca filifera*, *Hesperaloe funifera*, *Agave lecheguilla* y *Calibanus hookerii*, penetra entre las células en forma de profundas cuñas que suelen prolongarse hasta la base celular. Sobre la superficie de la capa cuticular pueden observarse acúmulos de cera en forma de glóbulos y de pequeñas varillas.

La concentración cerosa existente en esta especie, hace que la combinación mixta de la cutícula sea menor que en *Calibanus hookerii*, *Hesperaloe funifera*, *Yucca filifera*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Agave lecheguilla* y *Opuntia streptacantha*, ya que en *Euphorbia antisiphilitica* la presencia de celulosa es muy reducida.

Los aparatos estomáticos al igual que en *Yucca*, *Dasyllirion* y *Hesperaloe*, están constituidos por dos células estomáticas de forma característica que miden de 30 a 35 micras y dos células acompañantes de mayor tamaño (de 33 a 37 micras de largo por 20 de ancho) las cuales poseen algunos cloroplastos y muy pocos glóbulos céreos.

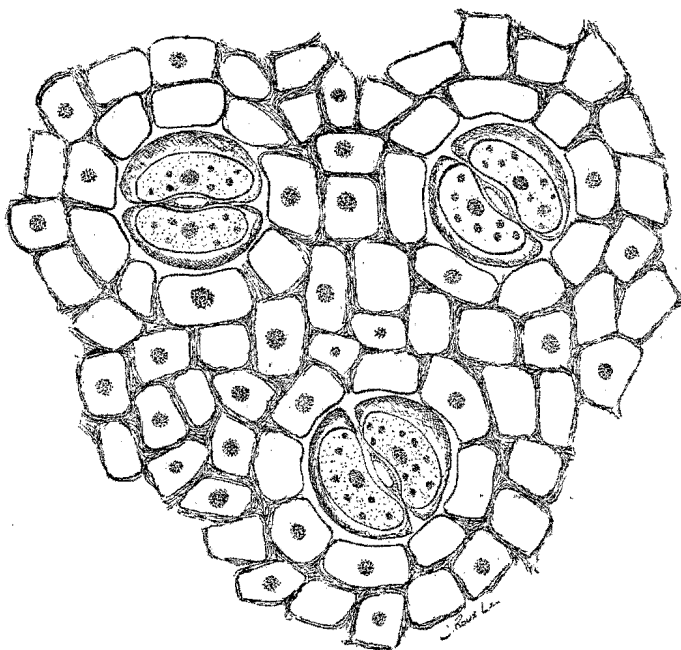
No existen verdaderas cámaras pre-estomáticas, pero en cambio los estomas siempre se hallan en el fondo de surcos poco profundos. Cámaras sub-estomáticas sí con constantes, más anchas que largas y que en promedio llegan a medir hasta 45 micras de profundidad.

Larrea tridentata

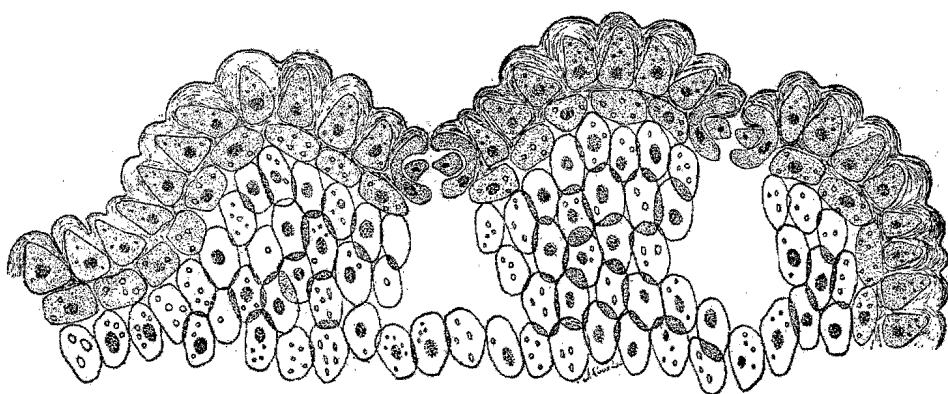
La epidermis foliar de *Larrea tridentata* posee pelos o tricomas alargados más o menos filiformes, unicelulares y caedizos, de paredes gruesas los cuales se hacen más largos y numerosos en los bordes de las hojas.

Su protoplasma varía desde homogéneo hasta granuloso y el núcleo se localiza en la base del tricoma en la mayoría de los casos.

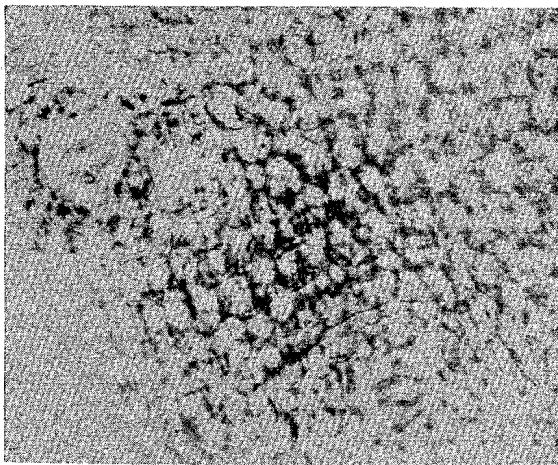
Las células epidérmicas poligonales se hallan formando rosetas alrededor de la base de los pelos que al caerse dejan inconfundibles huellas. Entre ellos se localizan los estomas de forma característica, carecen de células acompañantes y al igual que los tricomas son menos numerosos en la superficie del haz.



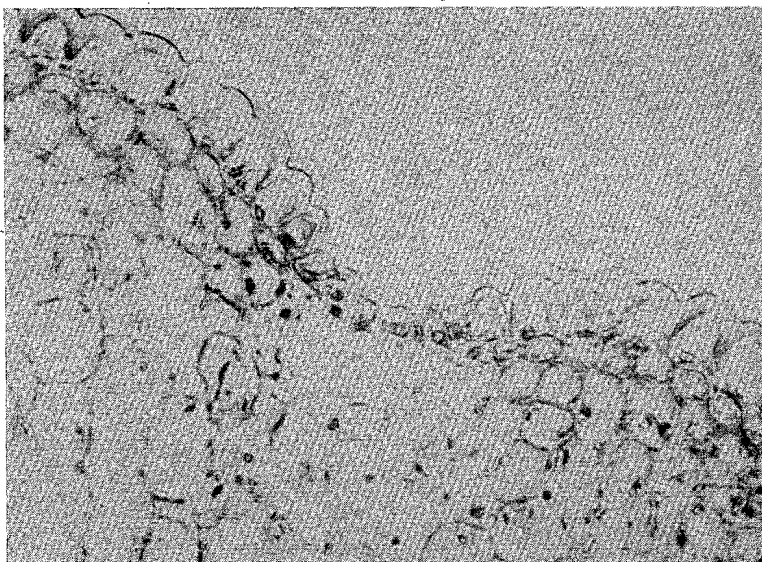
Euphorbia antisiphilitica.—Dibujo de la epidermis de tallo vista de frente.



Euphorbia antisiphilitica.—Dibujo del corte transversal de tallo.



Euphorbia antisiphilitica.—Epidermis de tallo vista de frente. (150 X)



Euphorbia antisiphilitica.—Corte transversal de tallo. (300 X)

Las células epidérmicas del envés son ligeramente irregulares, miden de 17 a 21 micras de largo por 18 a 22 de ancho. En ambas caras, estas células se encuentran separadas por la capa cuticular que es muy delgada, la cual mide en promedio 1 micra de espesor y recorre como en las especies anteriores toda la superficie foliar, interrumpiéndose siempre en el sitio donde se encuentran los estomas.

Penetra entre célula y célula de la epidermis formando ondulaciones y separándolas únicamente en su porción superior libre; donde al penetrar hasta la mitad de la base de los tricomas forma delgadas cuñas.

Las células epidérmicas en corte, son primático-redondeadas y como en *Opuntia streptacantha* encierran un pequeño cristal de oxalato de calcio; en esta especie se trata de un cristal en fase intermedia entre una drusa y un cristal octaédrico bipiramidal; forma que contrasta con los rafidios extracelulares de *Yucca filifera*.

Las células mucilaginosas de *Larrea tridentata*, al igual que las de *Acaria farnesiana* y las de *Fouquieria splendens*, se localizan entre la hilera de células que constituyen la epidermis monoestratificada, como células de mayor tamaño que vierten su contenido a la superficie y no como en *Opuntia streptacantha* en donde los mucílagos se restringen a ocupar el interior de las células de la pseudo-epidermis.

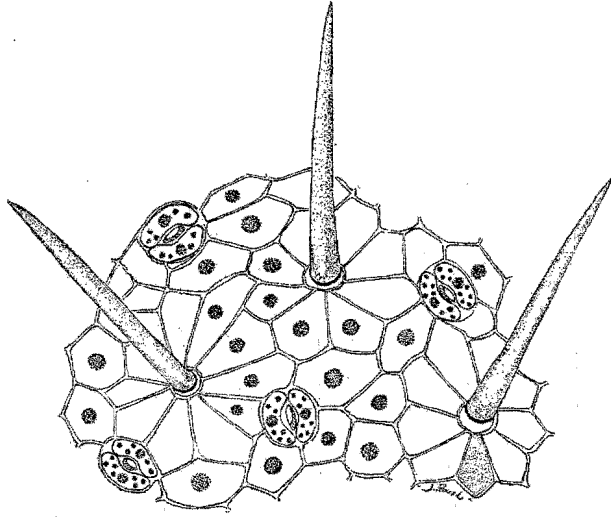
Los tricomas se implantan entre dos células epidérmicas comunes; su base ligeramente ensanchada aloja el núcleo y la porción protoplásmica más concentrada; la región distal del tricoma es la que posee la parte de protoplasma más homogénea.

Como se dijo anteriormente, entre todos estos elementos encontramos los estomas, constituidos por dos pequeñas células que alcanzan una talla de 6 a 10 micras y cuyas paredes libres se protegen por la extensión de la cutícula como en *Yucca filifera*, *Dasyliirion cedrosanum* y *Hesperaloe funifera*.

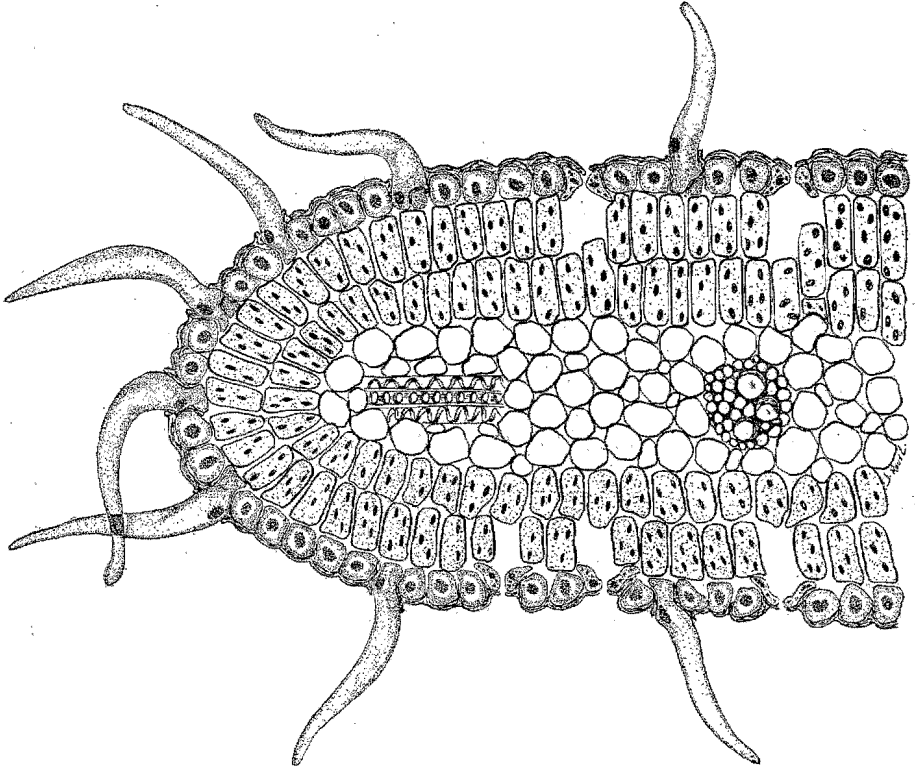
Por debajo de los estomas como en el caso de *Calibanus hookerii*, se forman algunas veces pequeñas y reducidas cámaras sub-estomáticas.

Fouquieria splendens

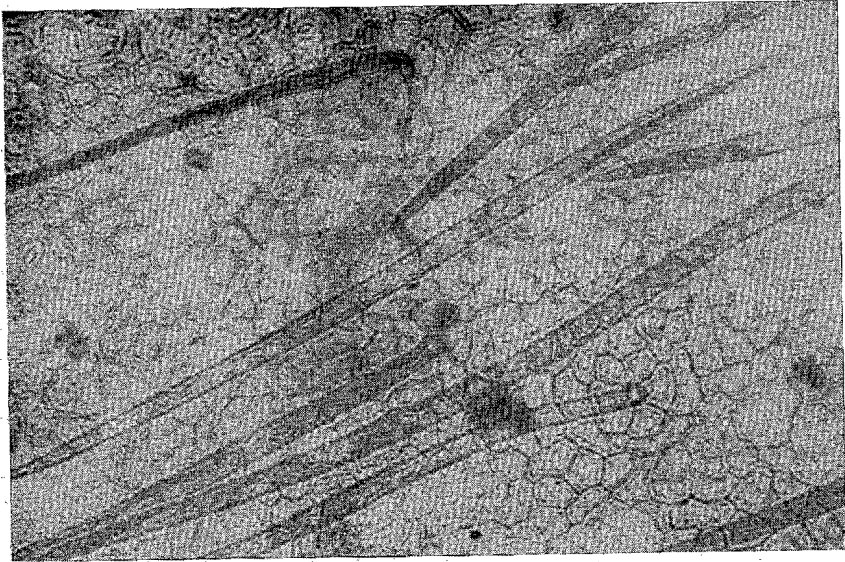
Las células mucilaginosas de *Fouquieria splendens* también insertas entre la hilera de células que forman la epidermis de esta especie, presentan las mismas características que las de *Larrea tridentata*; varían esencialmente en tamaño pues estas llegan a medir de 30 a 35 micras y las de la "gobernadora" de 17 a 21 en promedio. Tienen membranas celulósicas gruesas y alternan con los estomas y con el resto de las células epidérmicas; éstas últimas, de menor tamaño que las mucilaginosas poseen núcleo central y algunas de ellas encierran pequeñas vacuolas en el seno del protoplasma



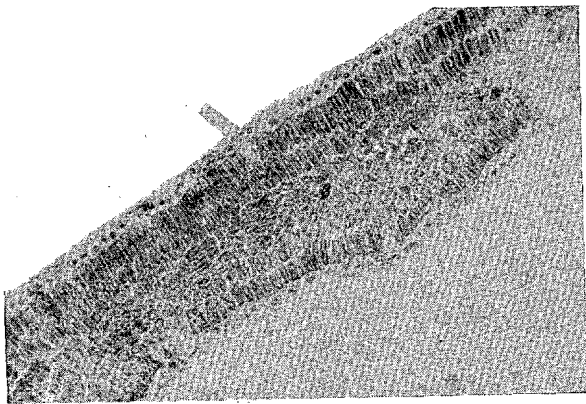
Larrea tridentata.—Dibujo de la epidermis de foliolo vista de frente.



Larrea tridentata.—Dibujo del corte transversal de foliolo.



Larrea tridentata.—Epidermis de folíolo vista de frente, (500 X)



Larrea tridentata.—Corte transversal de folíolo. (100 X)

granuloso, su forma es ovoide y se unen en su porción media e inferior por medio de sus membranas celulósicas, ya que en la porción superior libre quedan separadas por la capa cuticular que penetra entre ellas a manera de pequeñas cuñas como en *Euphorbia antisiphilitica* y *Larrea tridentata*.

La cubierta cuticular como en las especies anteriores, se extiende por toda la superficie del órgano, haciéndose más gruesa en los bordes de la hoja y más delgada en la región media por donde atraviesa la nervadura central.

En promedio, la cubierta cuticular mide 3.5 micras de espesor y únicamente se interrumpe en los estomas como en *Yucca*, *Dasyliirion*, *Larrea*, *Euphorbia*, *Calibanus* y *Hesperaloe*. Los aparatos estomáticos en esta especie están constituidos por dos pequeñas células arrionadas de 15 micras de largo que dejan entre ellas un pequeño ostiolo que al observarlo de frente es angosto y alargado. Estas células, de núcleo central poseen algunos cloroplastos y granos de almidón. Por debajo de ellas se forman cámaras sub-estomáticas relativamente largas pues miden de 32 a 34 micras.

Las células epidérmicas se tornan más pequeñas en la parte donde cruza la nervadura central y en los bordes foliares se tornan algunas de ellas prismáticas, quedando en forma de huso la que constituye el vértice de la hoja.

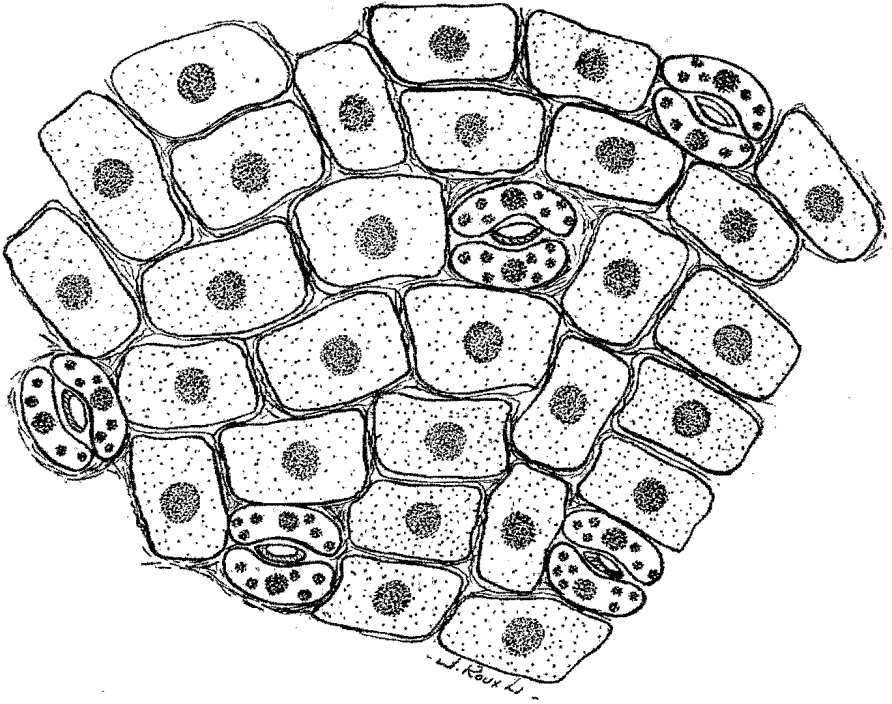
Al observarlas de frente, las células epidérmicas en forma de prismas cuadrangulares, presentan un protoplasma homogéneo en cuyo centro se aloja el núcleo esférico.

Las membranas celulósicas de estas células son relativamente gruesas, lo que hace distinguirlas fácilmente; la capa cuticular las separa y se ensancha alrededor de los estomas.

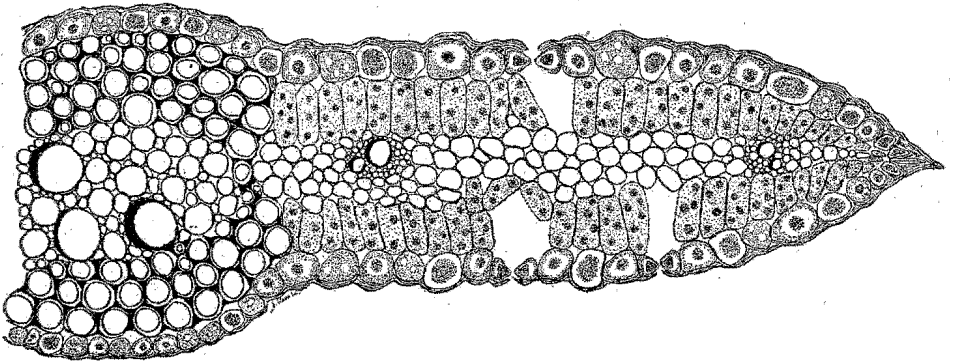
Acacia farnesiana

En *Acacia farnesiana*, la epidermis del haz y del envés está formada por células sinuosas cuyas membranas celulósicas quedan trabadas fuertemente; su talla oscila entre 30 y 35 micras; el núcleo central y esférico se alcanza a distinguir en algunas células a pesar de la presencia de gran cantidad de mucílagos y taninos morenos que proporcionan a la epidermis un aspecto "manchado".

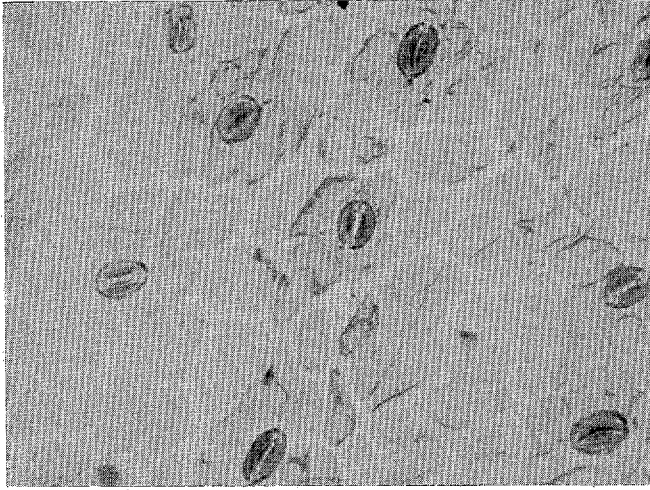
Algunas células epidérmicas tienen protoplasma homogéneo y como en *Larrea* y *Fouquieria*, las hojas de *Acacia farnesiana* están revestidas por una epidermis monoestratificada cuyas células al observarlas en corte transversal tienen forma de prismas de aristas romas; miden de 12 a 18 micras, entre ellas se localizan células de talla ligeramente mayor (20 a



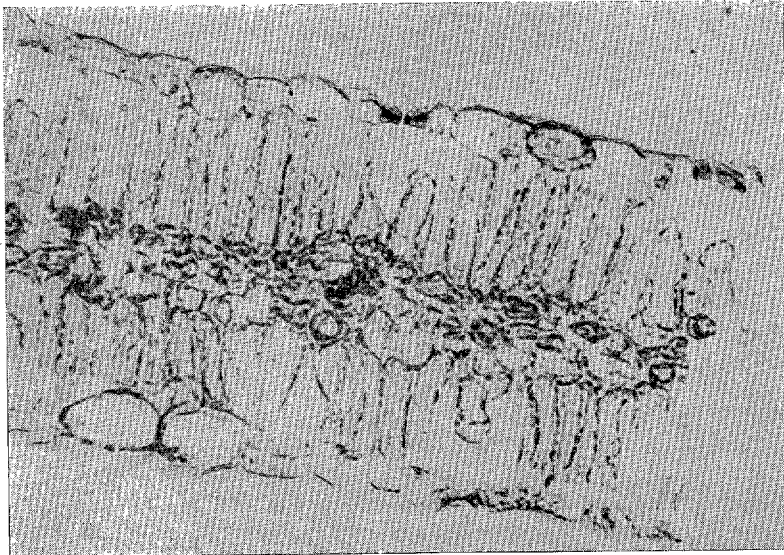
Fouquieria splendens.—Dibujo de la epidermis foliar vista de frente.



Fouquieria splendens.—Dibujo del corte transversal de hoja.



Fouquieria splendens.—Epidermis foliar vista de frente. (400 X)



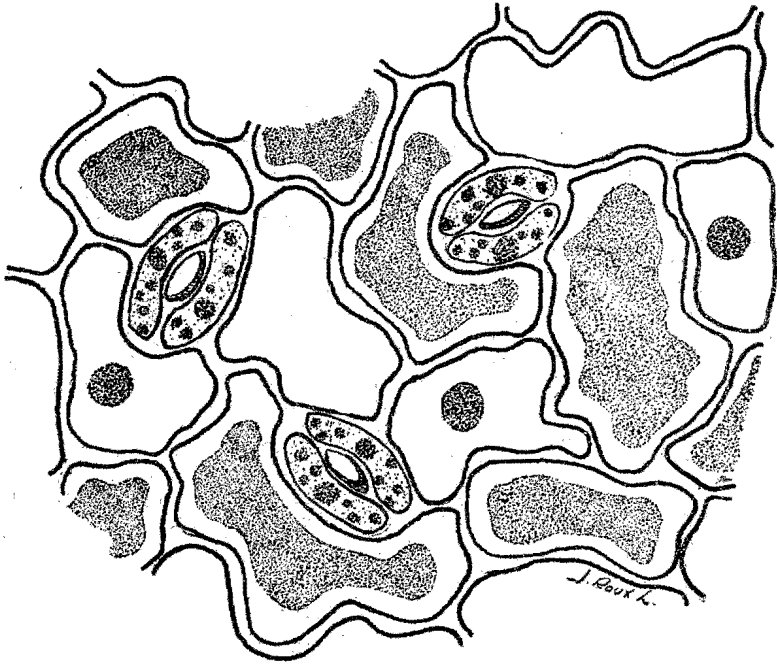
Fouquieria splendens.—Corte transversal de hoja. (330 X)

22 micras) que son las que alojan los taninos y los mucílagos; otras, como las de *Fouquieria* encierran pequeñas vacuolas en el seno del citoplasma granuloso.

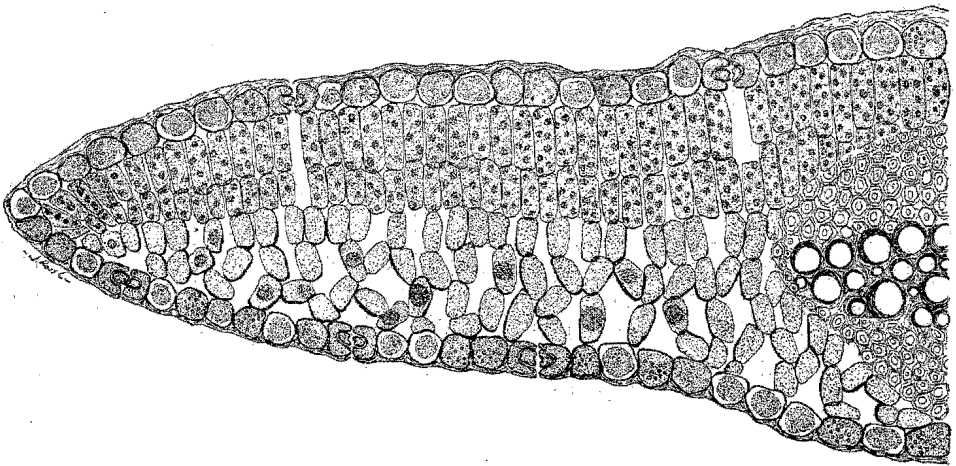
Por encima de la capa epidermal, como en las especies anteriormente descritas, se extiende la cubierta cuticular que en las dos caras de la hoja penetra entre célula y célula formando pequeñas cuñas y de esta manera las separa únicamente en su porción superior libre como en *Larrea tridentata* y *Fouquieria splendens*. En la superficie del haz forma una capa lisa de 5.5 micras de espesor y en la superficie del envés se extiende formando ligeras ondulaciones; aquí su espesor llega a 3.5 micras.

Dicha cubierta se interrumpe únicamente al encontrarse con los aparatos estomáticos; algunas veces, principalmente en el haz, penetra hasta las superficies libres de las células que constituyen los aparatos estomáticos. Estos están formados por dos células estomáticas de 14 a 16 micras de largo por 5 a 8 de ancho y se encuentran casi rodeados por otras dos células acompañantes de mayor talla. Ambas tienen algunos cloroplastos y granos de almidón.

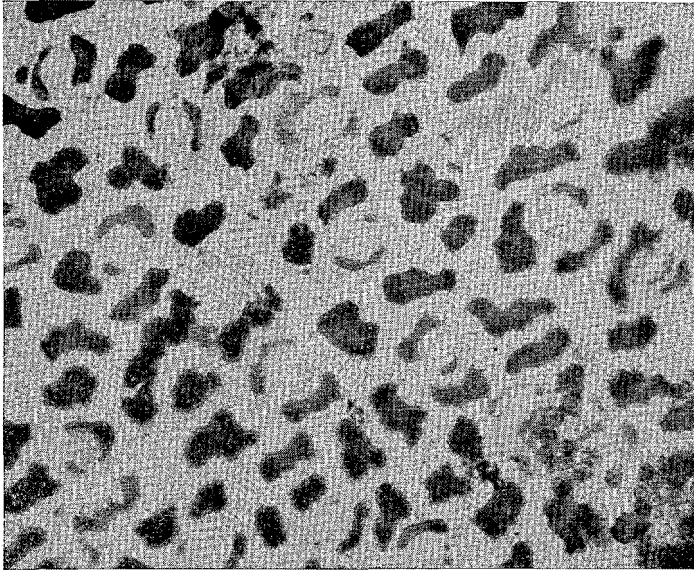
Como en *Larrea* y *Fouquieria* los estomas están a nivel de las células epidérmicas y su número es mayor en el envés de la hoja, principalmente al acercarse a la región por donde cruza la nervadura central. Los que se localizan en el haz se continúan por debajo, por angostas cámaras subestomáticas de 28 a 32 micras de profundidad, que se insinúan entre las células del parénquima en empalizada y los del envés, se comunican con los espacios intercelulares del parénquima lagunar.



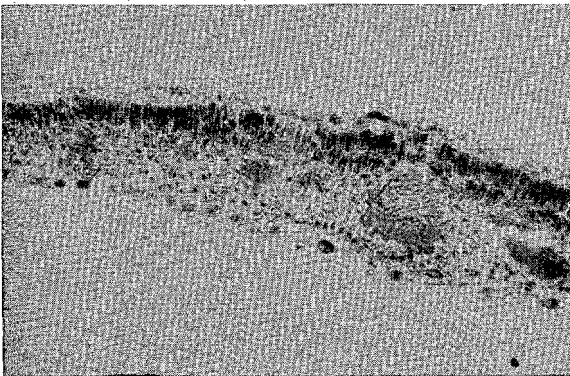
Acacia farnesiana.—Dibujo de la epidermis de folíolo vista de frente.



Acacia farnesiana.—Dibujo del corte transversal de folíolo.



Acacia farnesiana.—Epidermis de folíolo vista de frente. (335 X)



Acacia farnesiana.—Corte transversal de folíolo. (140 X)

VII.—RESULTADOS

Por las observaciones realizadas, hemos podido confirmar que la cutícula no tiene igual composición en todo su espesor, pues tratada con los diferentes colorantes específicos para poner de manifiesto la cutina, se observa en todos los casos, que la porción externa se tiñe característica e intensamente, lo que nos lleva a concluir que la porción superficial de la cutícula está constituida por cutina pura y a medida que se aproxima a la luz celular va siendo invadida cada vez en mayor proporción por celulosa, hasta confundirse con las paredes de las células epidérmicas.

En el caso de las plantas estudiadas, es aumentado el poder de retención de agua por el marcado desarrollo en espesor de la cutícula. Es bien conocida la reducida permeabilidad de la cutina por su afinidad con las grasas, de aquí su eficaz papel como inhibidora de la pérdida de agua para la planta. Sin embargo, las estructuras a que da origen por diversas formas de plegamientos, creemos que son muy características y demostrativas; así, las cámaras pre-estomáticas sencillas o dobles presentes en *Agave*, *Calibanus*, *Yucca*, *Hesperaloe* y *Dasyliion*, formadas por largas pestañas cuticulares que se prolongan en pares, ya sea obstruyendo o no el ostíolo o los surcos en donde se localizan los estomas, constituye un carácter adaptativo de especial interés. Igualmente la localización de los aparatos estomáticos en la región más profunda de los surcos ó en sus paredes laterales, impidiendo de esta manera el fácil acceso de aire caliente hasta ellos.

No todas las especies estudiadas tienen dichas adaptaciones, por ejemplo, *Euphorbia*, carece de pestañas cuticulares y de surcos, pero en cambio encontramos un agregado epidérmico, la cera, la cual, por su condición impermeable, ayuda eficazmente a la planta para sobrevivir en medios xerofíticos.

La formación de estratos calcáreos en *Opuntia*, *Agave*, *Yucca*, *Hesperaloe* y *Acacia* principalmente, aumenta considerablemente la capacidad de resistencia de las paredes externas de la epidermis, ya que esta incrustación que es principalmente de oxalatos de calcio en forma de drusas o rafidios, constituye una verdadera cortina de resistencia para los tejidos superficiales.

En la epidermis de *Yucca*, *Hesperaloe*, *Euphorbia* y *Dasyliion*, así como también en algunas células epidérmicas de *Calibanus*, es interesante señalar su forma piramidal, con los ápices dirigidos hacia el exterior, pues es de suponerse que de esta manera presentan una menor superficie expuesta a las condiciones del medio ambiente.

Semejante conclusión podemos hacer en el caso de *Agave*, en que las células prismático-cilíndricas se disponen perpendicularmente a la superficie foliar. Este carácter contrasta con la epidermis de las mesófitas, en las cuales las células epidérmicas aplanadas y anchas se disponen paralelamente a la superficie.

Las adaptaciones epidérmicas al medio xerofítico de la hoja de **Fouquieria**, son poco marcadas, pues los estomas no se encuentran protegidos por cámaras pre-estomáticas; posee cámaras sub-estomáticas y las células epidérmicas son redondeadas; las únicas dos adaptaciones que se presentan son: la cubierta cuticular que es ligeramente más espesa en la cara del haz que en la del envés y el número de estomas que es mayor en el envés, pues se encuentran en una proporción de 2:1. Se puede creer que las hojas de **Fouquieria** no presentan marcados caracteres de adaptación a dicho medio, porque esta especie carece de hojas la mayor parte del año y su aparición es efímera, en el período más favorable para la planta.

Acacia farnesiana que es la especie menos adaptada al medio xerofítico, de las estudiadas, por lo que a la anatomía de las hojas respecta, ya que tiene hojas perennes con caracteres semejantes de adaptación que **Fouquieria**, o sea, la cubierta cuticular del haz ligeramente más gruesa que la del envés y el número de estomas mayor en el envés, existiendo una proporción de 2:3.

Caso interesante es el de **Larrea**, ya que por su distribución y habitat es de suponer que se trata de una planta que presenta marcados caracteres xeromórficos en su epidermis; sin embargo, en comparación con otras plantas estudiadas, no es de las mejor adaptadas desde este punto de vista al medio xérico.

Sólo la presencia de grandes células mucilaginosas representa un carácter adaptativo a este respecto, ya que al verter su contenido al exterior, los mucílagos forman una eficaz película hidrofílica que conserva cierta proporción de humedad.

Este tipo de estructura desde luego está en relación con otros tipos de adaptaciones, como por ejemplo: folíolos pequeños, con frecuencia dispuestos verticalmente y la pérdida de las hojas en las épocas desfavorables.

VIII.—BIBLIOGRAFIA

- Bonner, J. y Galston, A. 1959.—Principios de Fisiología Vegetal. Ed. Aguilar. Barcelona. Págs. 100, 111, 122, 422-24, 440-63.
- Bravo, H. H. 1937.—Las Cactáceas de México. U.N.A.M. México. Págs. 192-93.
- Carlquist, S. 1961.—Comparative Plant Anatomy. Holt, Rin. and Wins. U.S.A. Págs. 95-96, 115.
- Clarke, J. L. 1958.—Elementos de Ecología. Ed. Omega. Barcelona Pág. 150-52.
- Dop, P. et Gautié, A. 1928.—Manuel de Technique Botanique. Ed. J. Lamarre, Paris. Págs. 85-118, 174-180.
- Esau, K. 1961.—Anatomía Vegetal. Ed. Omega. Barcelona. Págs. 152-82.
- 1962.—Anatomy of Seed Plants. John Wiley & Sons. Inc. U.S.A. Págs. 63-74.
- Gola, G., Negri, G., Cappelletti, C. 1959.—Tratado de Botánica. Ed. Labor. Págs. 100-105, 193.
- Grove, A. R. 1941.—“Morphological study of *Agave lecheguilla*.” Bot. Gaz. 103: 354.
- Horen, W. P. 1957.—“The Trichrome Stain: A Useful Techniques for Staining Helminths.” Jour. Parasit. Vol. 43 (6): 669.
- Jacobsen, H. 1954.—A Handbook of Succulent Plants. Blandfor Press, U.S.A. Vol. I. Pág. 239; Vol. II Pág. 610.
- Johansen, D. A. 1940.—Plant Microtechnique. Mc. Graw-Hill Co. U.S.A. Págs. 189-97.
- Kearney and Peables 1960.—Arizona Flora. Univ. of California Press. U.S.A. Págs. 1042-43.
- Kceppen, W. 1948.—Climatología. Ed. Fond. Cult. Econ. México. Pág. 163-92.
- Langeron, M. 1949.—Précis de Microscopie. Ed. Masson et Cie. Paris. Págs. 536-50, 600, 527-28.
- Martínez, M. 1959.—Las Plantas Útiles de la Flora Mexicana. Ed. Botas. México. Págs. 108-111, 357-59, 325, 326.
- Metcalf, C. R. and Chalke, L. 1950.—Anatomy of the Dicotyledons. Ed. Oxford at Clarendon Press. England. Vol. I págs. 159-63, 285-92, 476-536, 698-706. Vol. II Págs. 1207-35.
- Miranda, F. 1955.—“Mesas Redondas sobre Problemas de las Zonas Áridas de México”. Inst. Mex. de Rec. Nat. Ren. Págs. 85-108.
- 1963.—“Los Tipos de Vegetación de México y su clasificación”. Bol. Soc. Bot. Mex. 28: 29-72.
- Moeller, J. 1927.—Guía para ensayos Micro-farmacognósticos. Ed. Labor. Págs. 72-105.
- Piña, P. C. 1957.—“Estudio histoquímico Preliminar y Determinaciones en el extracto céreo del tallo de la Candelilla”. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Químicas. U.N.A.M. México. Págs. 9-11.
- Sass, J. E. 1958.—Botanical Microtechnique. The Iowa State Univ. Press. U.S.A. Págs. 67-77.
- Stace, C. A. 1963.—A Guide to Subcellular Botany. Ed. A. C. Shaw U.S.A. Págs. 62-64.
- Standley, C. P. 1920.—Contr. U.S. Nat. Herb. Trees and Shrubs of Mexico. Vol. 23; part. I: 97, 138. Washington, D. C.
- 1923.—Contr. U.S. Nat. Herb. Trees and Shrubs of Mexico. Vol. 23; part. III: 521, 831. Washington, D. C.
- Strasburger, E., y col. 1960.—Tratado de Botánica. Ed. Manuel Marín. Barcelona. Págs. 56-66, 68-70, 309.
- Trelease, W. 1902.—The Yuccae. No. Bot. Gard. 20: 27-129.
- *Todas las fotografías y los dibujos son originales.

RLJ
242L
1964



5



UNAM

FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del vencimiento de préstamo señalado por el último sello.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Imprenta Benjamin Franklin, S. A. de C. V.
Juan de la Barrera 65 — México 11, D. F.