

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS CACTACEAS DE MEXICO

NOTA ACERCA DE LA HISTOLOGIA DEL PEYOTE, *LOPHOPHORA*
WILLIAMSII LEMAIRE (1)

Por HELIA BRAVO H., del Instituto de Biología.

EL Instituto de Biología, de la Universidad Nacional de México, se ha propuesto llevar a cabo estudios coherentes acerca de las más importantes plantas medicinales de nuestro país, considerándolas desde los puntos de vista botánico, químico, farmacológico, etc., y la Dirección del Plantel ya citado ha tenido a bien encomendarme el estudio de la parte botánica e histológica relativa a diferentes plantas, y entre ellas, el Peyote, "la plante qui fait les yeux émerveillés", según la pintoresca y sugestiva expresión de Rouhier.

El estudio del Peyote no es nuevo; como es bien sabido, ya en 1638 el célebre protomédico de Su Majestad Don Felipe II, el Dr. Francisco Hernández, dijo, según se ha copiado repetidas veces, y por eso omitimos aquí la cita "in extenso": "El peyote es una raíz de la que existen macho y hembra; los que la comen pueden predecir y adivinar todo", y con perspicacia asienta al final de su artículo que vive en los lugares que contienen cal.

Sahagún, en el tomo III de su libro, asienta, entre otras cosas, que el Peyote hácese hacia la parte Norte y que los que la comen o beben ven visiones espantosas o risibles y evita tener miedo o hambre.

El padre Ortega, cuyas apreciaciones son tan conocidas, cree que esta raíz diabólica, como él la llama, origina una embriaguez con resabios de locura y que todas las imaginaciones fantásticas que les sobrevienen a los indios con la horrenda bebida las toman por presagio de sus designios.

Estas breves citas, tomadas casi al azar, dan idea de la significación e importancia que los antiguos concedieron a esta planta; pero se advertirá, desde luego, que por sugestivos y pintorescos que sean estos datos y otros muchos, y de intento omitimos para no caer en repeticiones inútiles, son de incalculable valor para el folklorista y para el etnólogo, pero dejan intacta la cuestión botánica.

Esta planta principia a ser considerada desde el punto de vista botánico hasta 1840, en que el cactólogo Lemaire, después de hacer de ella una larga descripción, la incluye en el género *Echinocactus* dándoles el nombre específico *Williamsii*, en honor de Sir Williams, residente inglés en Bahía; desde esa fecha hasta la actual,

(1) Trabajo presentado en el IX Congreso Médico Nacional.

su lugar, dentro de la sistemática de la familia de las Cactáceas, ha sufrido variaciones impuestas tanto por el mejor conocimiento que gradualmente se ha adquirido de estos vegetales, cuanto por las necesidades de la sistemática moderna; no solamente el género ha estado sujeto a cambios, sino que, dada la variedad de formas que de estas cactáceas existen, la denominación específica ha sufrido variaciones y aun, en la actualidad, los sistemáticos todavía no pueden ponerse de acuerdo para determinar la unidad o pluralidad de las especies de Peyotes; la tendencia que priva entre los clasificadores alemanes y norteamericanos es considerar todas las plantas de que se trata como pertenecientes a una especie del género *Lophophora*, la *williamsii*.

Nosotros, durante el transcurso de este año, hemos tenido oportunidad de estudiar peyotes de diferentes regiones del país, y nos hemos dado cuenta de las diversas formas que entre ellos existen; dos son las que predominan: la clásica *williamsii* y la descrita por el conservador del Museo Botánico de Berlín bajo el nombre de *lewinii*.



Fig. 1.—Fotografía de un ejemplar de *Lophophora williamsii*, que nos sirvió para el estudio histológico.

Mi maestro, el profesor Ochoterena, estima que existen diferencias estructurales y químicas bastantes para considerar a *Lophophora lewinii* y *williamsii* como especies distintas; yo difiero de su opinión y me inclino a considerarlas como simples variedades, y espero que nuevos estudios suministren más datos para resolver este asunto.

Los Peyotes que nos han servido de base para nuestros estudios pertenecen, pues, a la familia de las Cactáceas, tribu Cereae, subtribu Echinocactanae, género *Lophophora*, especie *williamsii* (var. *lewinii*).

Es una planta simple o que puede producir brotes, muchas veces debido a traumatismos.

El tallo comprende dos porciones: una que emerge de la tierra, la epigea, y

otra que permanece enterrada, la hipogea; la primera es globular, de color verde, con el ápice umbilicado, mide 5-7 cms. de diámetro y está provista de tubérculos irregulares, más o menos poliédricos; las aréolas son inermes, pero, en cambio, llevan un pincel de pelos lanosos, y cuando las plantas acaban de germinar, tienen en cada aréola de 5-8 espinitas plumosas. La floración se efectúa de junio a septiembre y las flores nacen en el centro, en medio de una densa masa de pelos largos y grisáceos; la flor mide 15 mm. de longitud por 2 de diámetro; las piezas exteriores del perianto son verdes, más bien anchas, terminadas en una espinita corta; los pétalos tienen el margen blanco y el centro provisto de una banda color de rosa; el estilo es corto y posee 6-7 estigmas; los estambres son un poco móviles cuando se tocan; el ovario es desnudo; el fruto es una baya que mide 2 centímetros de longitud o menos, de color rosa; las semillas son negras y están provistas de un ancho hilio basal.

La anatomía de estas cactáceas ha sido estudiada por diversos investigadores; el primer trabajo, anónimo, fué publicado en los Anales del Instituto Médico Nacional; posteriormente, Rouhier se ocupó del mismo tema y lo consignó en su erudita y bien conocida obra "Le Peyotl." Acerca de la parte histológica, los tra-

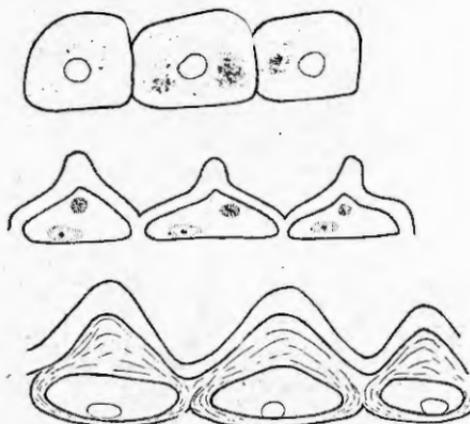


Fig. 2.—Esquema de células epidérmicas:
 (a) células epidérmicas aun no bien diferenciadas; (b) células epidérmicas adultas; (c) células suberificadas.

bajos que hasta hoy se han publicado, o adolecen de imprecisiones o solamente tratan el asunto desde un punto de vista elemental, y por esta causa hemos querido insistir en ella.

El material que nos sirvió de base para este estudio consistió en peyotes de la forma *lewinnii*, colectados en el Estado de Querétaro; porciones de la planta se fijaron en líquido de Bouin y los cortes que se practicaron, previa inclusión en celoidina, se tiñeron siguiendo diversos métodos; algunos se impregnaron por las sales de plata, de acuerdo con las técnicas que nos fueron sugeridas por el eminente histólogo español don Pío del Río-Hortega.

Del exterior al interior existen en el Peyote los siguientes tejidos: 1o. La epidermis, con sus órganos anexos; 2o. Los parénquimas corticales, modificados según la región; 3o. Los vasos; 4o. La médula.

La estructura de las células epidérmicas varía según el sitio en que se encuentra.

En el meristema central o punto de crecimiento, están poco diferenciadas, son pequeñas, esféricas, con un núcleo voluminoso también esférico; las paredes celulares son delgadas y carecen de cutícula; en este lugar no existen estomas; a medida que las células se alejan de este sitio, van adquiriendo los caracteres de las adultas como se aprecian en toda la región epigea del tallo.

Vistas las células por su cara superior, presentan contornos sinuosos, y en el centro se distingue un círculo que corresponde a la sección óptica de la papila de que están provistas; esta papila cónica puede observarse mejor estudiando las células de canto; la presencia de ella permite considerar a estas células como órganos fotolépticos; según las consideraciones de Haberland, las paredes celulares están revestidas en el exterior por una capa de cutina, conforme lo demostraron las reacciones microquímicas practicadas; en el protoplasma de muchas de estas células se perciben maclas de oxalato de cal.

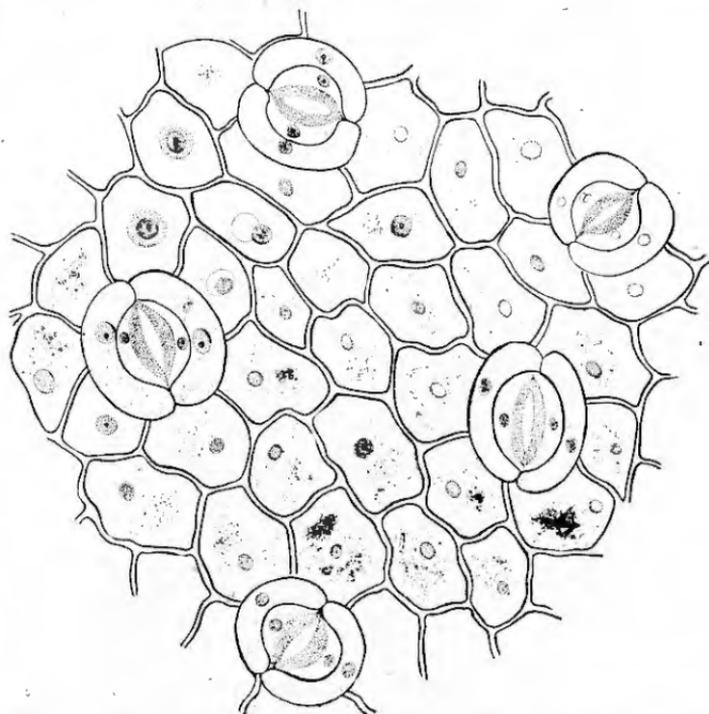


Fig. 3.—Dibujo tomado con la cámara clara que muestra las células epidérmicas y los estomas vistos por su cara superior.

Los elementos epidérmicos que se encuentran más cerca de la región hipogea del tallo engruesan sus paredes celulósicas por la aposición de nuevas capas de celulosa, y por esta causa la luz de la célula se reduce; la capa de cutina también se engruesa. En la región hipogea del tallo, así como en la raíz, la epidermis desaparece y entonces se substituye por un tejido suberificado que fácilmente se descama.

Los estomas comienzan a diferenciarse muy cerca del punto de crecimiento,

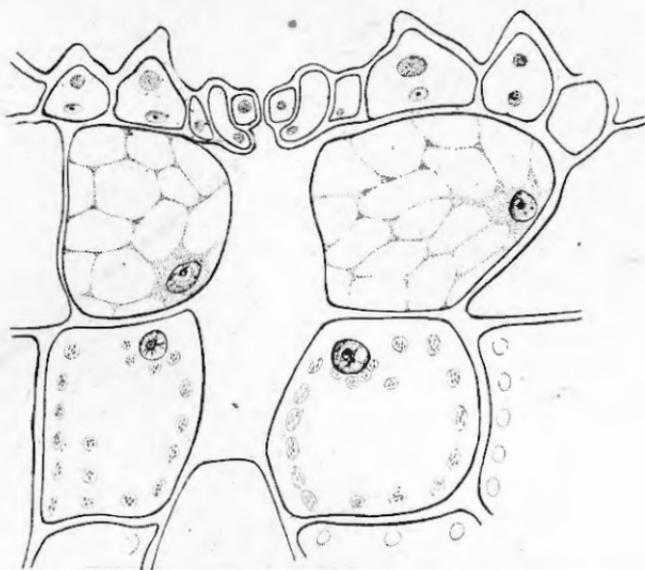


Fig. 4.—Dibujo tomado con la cámara clara, en el que se aprecia un estoma cortado transversalmente.

para estudiarlos recurrí a la siguiente técnica, que fué la que dió mejores resultados; con sumo cuidado se desprendieron fragmentos de epidermis que se fijaron durante 12 horas en alcohol absoluto; algunos se montaron directamente sin coloración, pero otros fueron teñidos por el rojo de congo o con el hemalum de Mayer.

Los estomas embrionarios, vecinos al meristema, constan únicamente de células de cierre y son muy numerosos, a un centímetro de este punto se inicia la

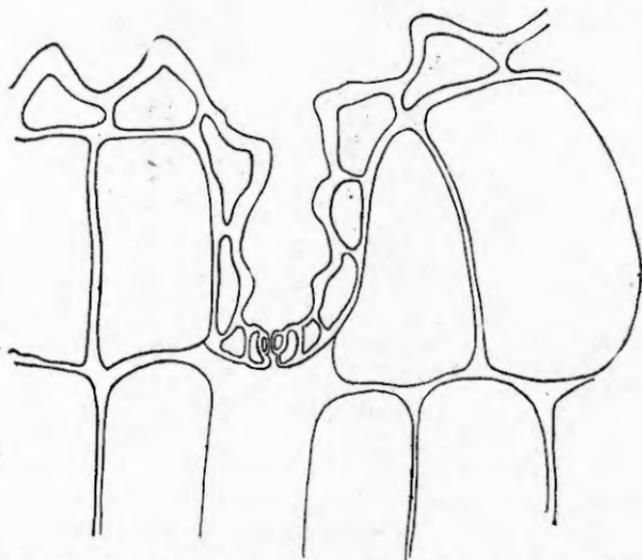


Fig. 5.—Dibujo de un aparato estomático colocado en una depresión de la epidermis.

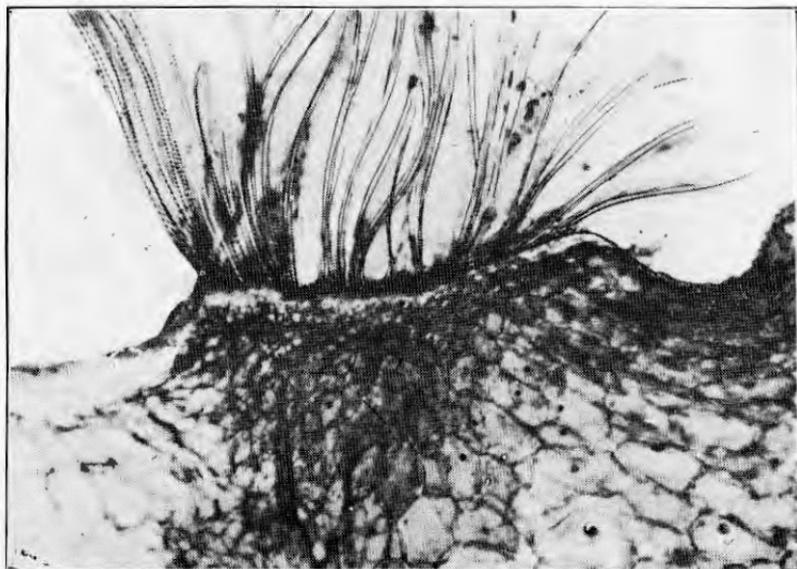


Fig. 6.—Microfotografía de una parte del corte longitudinal de una aréola en donde se ve el nacimiento de los pelos que integran la borra.

diferenciación del estoma, encontrándose todas las etapas de su formación; los estomas adultos son también numerosos, especialmente sobre los tubérculos; las células de cierre tienen su protoplasma finamente granuloso, con algunos cloroplastos; a cada lado de éstas existen dos adyacentes en forma de media luna, con su protoplasma carente de inclusiones.

Una de las modalidades más importantes, por lo que se refiere a la colocación de estos órganos, es que, a veces, se encuentran en el fondo de criptas formadas por la epidermis.

Sobre las aréolas de los tubérculos, tanto de la región central como del resto del tallo, existen diferenciaciones epidérmicas: los pelos, que integran la borra

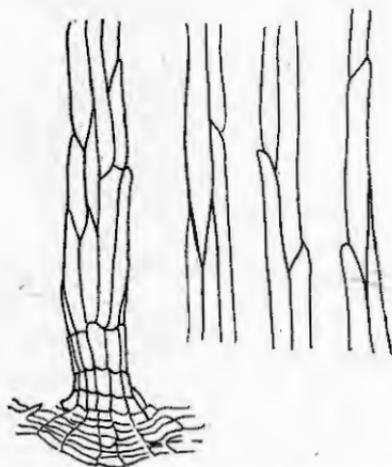


Fig. 7.—Dibujo de un pelo de peyote.

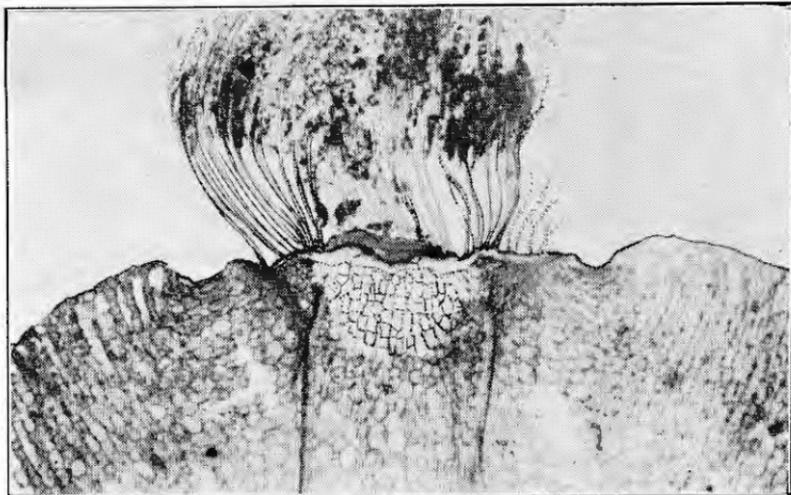


Fig. 8.—Microfotografía de conjunto que muestra un corte longitudinal de un tubérculo mostrando una parte del parenquima clorofiliano.

de numerosas cactáceas; estos órganos miden 6 milímetros de longitud y se encuentran implantados en un tejido formado por células muertas, comprimidas entre sí, y que proceden de la constante actividad de un tejido embrionario que existe en la aréola; los pelos son multicelulares, y en la base, multiseriados, pero terminan en una sola hilera celular; todas las células que los forman son muertas, y en el interior de ellas a veces se ven granulaciones que posiblemente son restos protoplásmicos. El análisis químico demuestra que sus membranas están cutinizadas.

Abajo de la epidermis hay una capa formada por células cúbicas, carentes de vacuolas y desprovistas de cloroplastos; muchas de ellas contienen maclas de

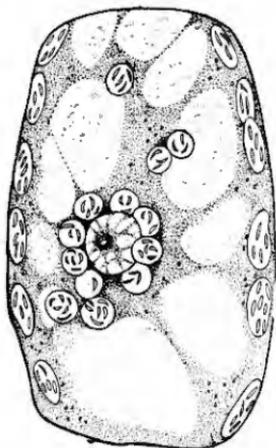


Fig. 9.—Dibujo de una célula viva, del parenquima clorofiliano, provista de cloroleucitos.



Fig. 10.—Microfotografía del parenquima redondo, tomada con fuerte aumento, en la que se ven granulaciones parecidas a granos de aleurona.

oxalato de cal; este tejido, que Rouhier designa con el nombre de hipodermis, sólo se encuentra en la zona epigea del tallo, y, cerca de la región hipogea, comienza a transformarse progresivamente, al mismo tiempo que la epidermis, en un tejido suberoso.

Inmediatamente abajo de la hipodermis está el parenquima cortical clorofiliano, integrado por más de 12 capas de células prismáticas que miden 124 micras de longitud por 83 micras de diámetro; la estructura general de este tejido recuerda el muriforme de las hojas y desempeña las mismas funciones; las células tienen sus paredes delgadas, el protoplasma abundante, provisto de vacuolas que contienen mucílago; los cloroleucitos se disponen verticalmente, en la periferia de las células, y muchos de ellos forman conglomerados en torno del núcleo; estudiados con objetivo de inmersión, se aprecia que están integrados por un estroma incoloro dentro del que existen granulaciones de clorofila, alargadas o es-

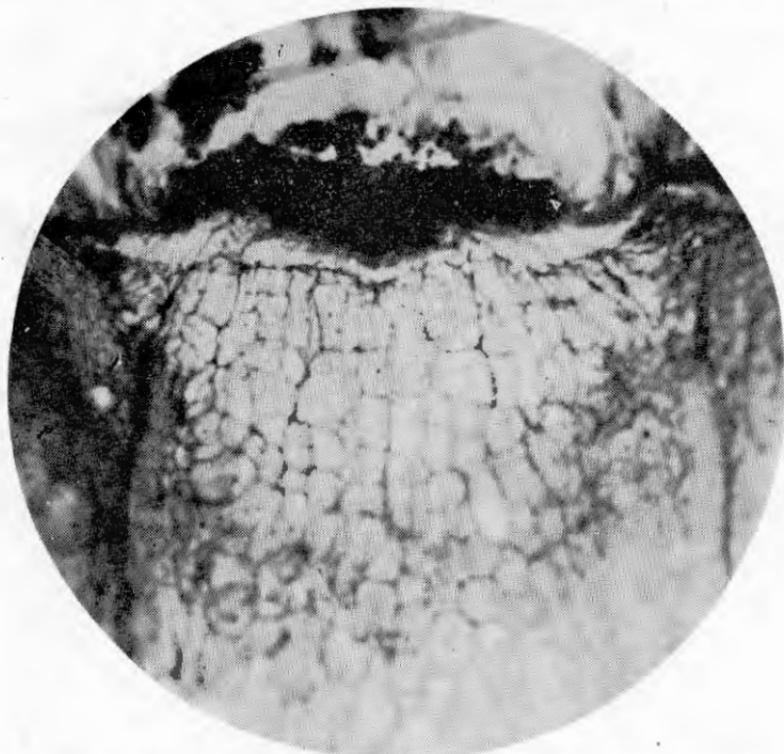


Fig. 11.—Microfotografía del corte transversal de un tubérculo, al nivel de la aréola, muestra la terminación de haces vasculares

féricas; además de los cloroleucitos, hay en el protoplasma otras granulaciones muy pequeñas cuya función nos es desconocida; posiblemente pertenezcan al condrioma celular; en los cortes que estudiamos se encontraron pocos granos de almidón.

Por transiciones graduales se pasa de este tejido a otro parenquima formado por grandes células esféricas; es el parenquima redondo que ocupa la mayor parte del tallo epigeo; sus elementos contienen grandes cantidades de mucílago higroscópico que puede apreciarse claramente con el rojo de rutenio; el núcleo

es redondo, central o periférico, provisto de un nucleolo en el que se ve, como en la mayor parte de los nucleolos de estas cactáceas, un corpúsculo esférico menos colorido que el resto del nucleolo; en el protoplasma se distinguen concreciones de oxalato de calcio que son mucho más grandes y en mayor cantidad a medida que las células son más profundas; hay también cloroleucitos, pero en menor número que en el parenquima clorofiliano, e irregularmente colocados también hay leucoplastos situados alrededor del núcleo; unas de las inclusiones que se encuentran en este tejido y que aparecen en mayor cantidad en el tallo hipogeo y en la raíz son unos corpúsculos muy semejantes a granos de aleurona; esféricas de 28 micras de diámetro; vistos con el objetivo de inmersión, presentan un substractum refringente que se tiñe ligeramente por la eosina; en el centro tienen una inclusión semejante al globoide de la aleurona y dentro de él se percibe, casi siempre, un cristal de oxalato de calcio.

Este parenquima se encuentra surcado por numerosos vasos que parten de la zona vascular y que se insinúan hasta el parenquima clorofiliano; muchos de ellos van a terminar en las aréolas; los haces que nacen en la zona vascular son gruesos, pero a medida que avanzan hasta el parenquima clorofiliano, mediante sucesivas dicotomías se van adelgazando; están constituidos por vasos espiralados, de diámetros diferentes y por haces liberianos, entre ellos existen células pa-



Fig. 12.—Microfotografía que muestra una parte del corte transversal del tallo hipogeo.

renquimatosas muy estrechas y alargadas con núcleos también alargados. Los haces liberianos y leñosos siempre forman un sólo sistema y nunca se encuentran independientes.

Los haces que penetran a los tubérculos y que terminan en la aréola, se distribuyen formando dos hileras concéntricas.

El tallo hipogeo está constituido por la corteza, el liber, el cambium, la madera y la médula.

La corteza tiene varias capas de células muertas de paredes suberificadas que fácilmente se descaman y que integran el suber; abajo de ellas está el parenquima cortical, que cerca del tallo epigeo, es amplio; pero a medida que se

acerca a la raíz, va disminuyendo progresivamente en espesor; casi todas las células tienen concreciones de oxalato de cal más o menos grandes.

El liber está formado por pequeños tubos cribosos, muy estrechos, entremezclados con células parenquimatosas.

La zona generatriz tiene 3 ó 4 hileras celulares y solamente existen los haces libero leñosos.

La madera integra una zona de espesor variable, cerca de la región epigea, es delgada pero a medida que se acerca a la raíz va engrosando por la aposición de nuevos vasos; éstos son anillados o espiralados: presentan una cinta ancha enrollada en espiral dentro del tubo de paredes delgadas, la espiral puede ser más o menos apretada. Entre estos vasos hay cerca de la médula, traqueidas, espiraladas que forman grupos de seis, el paquete después de seguir un trayecto corto, se bifurca dirigiéndose la mitad de las traqueidas hacia un lado, y otra mitad hacia el opuesto; ambas mitades se reúnen e integran un nuevo haz con traqueidas que provienen de la bifurcación de otro paquete; de esta manera se forma muy cerca de la médula, un esqueleto vascular que, además de llenar las funciones que le son propias, contribuye a dar mayor solidez al tallo,

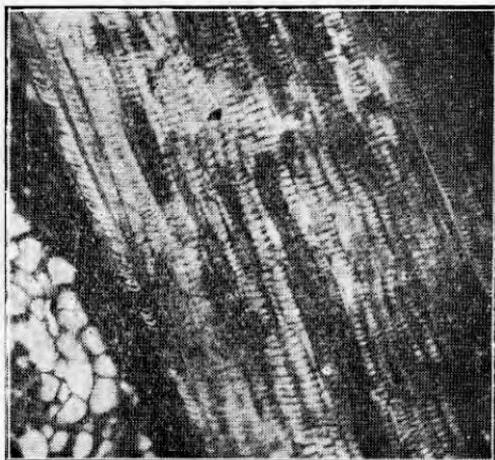


Fig. 13.—Microfotografía de un haz vascular del tallo hipogeo.

los espacios que dejan libres los paquetes de traqueidas, están llenos por células que proceden de la médula.

La médula de esta porción del tallo está formada por células grandes de contornos poligonales; los radios medulares llevan de 1-3 hileras; tanto la médula como los radios medulares, tienen maclas de oxalato de calcio y las hay en tan gran número que se dificulta la obtención de cortes histológicos; en las células de este tejido hallanse también, en cantidad, las granulaciones que parecen de aleurona, a las que ya nos hemos referido al describir el parenquima redondo.

Es sumamente difícil conocer en qué región termina el tallo y en cuál empieza la raíz; los cortes longitudinales y transversales practicados a diversas alturas muestran análoga estructura. Este hecho solamente se explica si se tiene en cuenta que la disposición de los tejidos en la raíz secundaria y en el ta-

lo, es análoga, y puesto que se encuentra en uno y en otro caso, la misma textura en el liber y en la madera secundarios.

En las raíces secundarias se distingue el tejido suberoso formado por un número variable de capas celulares que con facilidad se descaman; en los cortes de raíces muy tiernas, en lugar del tejido suberoso, se encuentra una epidermis provista de pelos absorbentes; las capas corticales externas que están abajo de este tejido las forman 2 ó 3 hileras de células grandes, poliédricas, de paredes también suberificadas; las capas corticales internas presentan celdillas cuadriláteras, comprimidas tangencialmente; sus membranas son delgadas y no se tiñen por los colorantes como hematoxilina, fuccina, etc., ni se impregnan por las sales de plata; en ambas capas las células han muerto y solamente en las raíces tiernas conservan su vitalidad; separa a la corteza del cilindro central una hilera de células vivas, prismáticas, que se puede identificar como endodermo. Las capas celulares que existen abajo son pericíclicas.

El sistema vascular lo forman un número variable de haces libero leñosos

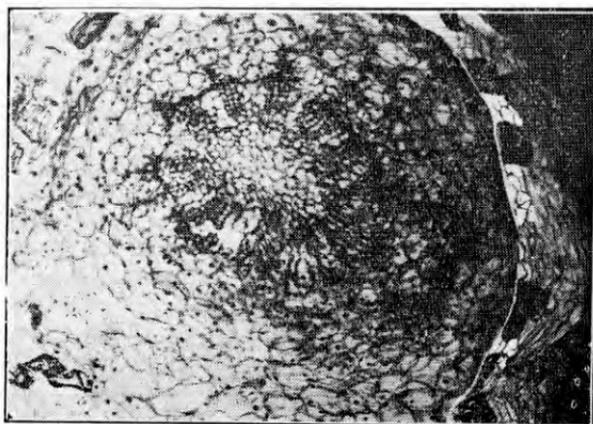


Fig. 14.—Corte transversal de una raíz secundaria; nótese la disposición del liber y de la madera.

(5-8-11) quedando colocados los liberianos hacia afuera y los leñosos hacia adentro, en medio de ellos para la zona del cámbium; entre los radios medulares se encuentran algunos vasos leñosos aislados que corresponden a los haces primarios. La disposición del sistema vascular en la raíz de estas plantas, que más se parece a la constitución del tallo, la hemos encontrado aun en raíces muy tiernas, provistas todavía de pelos absorbentes. Seguramente que este fenómeno se debe a que el cámbium que forma la estructura secundaria, comienza a diferenciarse tempranamente. (Figs. 14 y 15.)

La médula en la raíz principal casi no existe, pues se encuentra invadida por los vasos leñosos. En las raíces tiernas la integra un tejido formado por células esféricas que presentan numerosas concreciones de oxalato de cal; los radios medulares los forman 2-3 hileras de celdillas que contienen también concreciones de la misma sal.

BIBLIOGRAFIA

- ANALES del Instituto Médico Nacional de México.—T. IV p. 205; VI. p. p. 131, 134, 142, 145 y 195.
- BERGER A.—Kakteen. 1929.
- BRITTON Y ROSE.—The Cactaceas.—T. III, p. 83, 1922.
- COULTER J. M.—Preliminary revision of the North American species of Cactus Anhalonium and Lophophora. Contribution from the U. S. National Herbarium.—T. III p. p. 91-132. . . áshington, 1894.
- DE BARRY A.—Comparative Anatomy of the Phonerogam and Ferns.— Oxford, 1884.
- DIGUET L.—Les Cactées Utiles du Mexique. París, 1928.
- LABOURET J.—Monographie de la famille de Cactées. París, 1853.
- MC. LUNG.—Handbook of microscopical Technique. New York, 1929.
- PUJULA L.—Histología, Embriología y Anatomía microscópica de los vegetales. Barcelona, 1921.
- RAMIREZ L.—El Peyote.—Anales del Instituto Médico Nacional de México. T. IV, p. 233.
- ROUHIER A.—Le Peyotl.—París, 1927.
- SCHUMANN K.—Cactaceae.—Die natiirliche Plansenfamilien. Leipzig, 1894.
- THOMPSON CH. H.—The species of Cacti Coomonly cultivate under the generic name Anhalonium, Ninth Annal Report of Missouri Botanical Garden. p. p. 127, 135, 1848.
- URBINA M.—El Peyote y el Ololihuqui. La Naturaleza. T. I. 1a. serie.
- VAN THIEGHMEN.—Traite de Botanique.
- ZIMMERMANN A.—Botanical Microtechnique. New York, 1901.
-