

OBSERVACIONES BIOLÓGICAS EN LA FLORA DE CORDOBA

POR EL

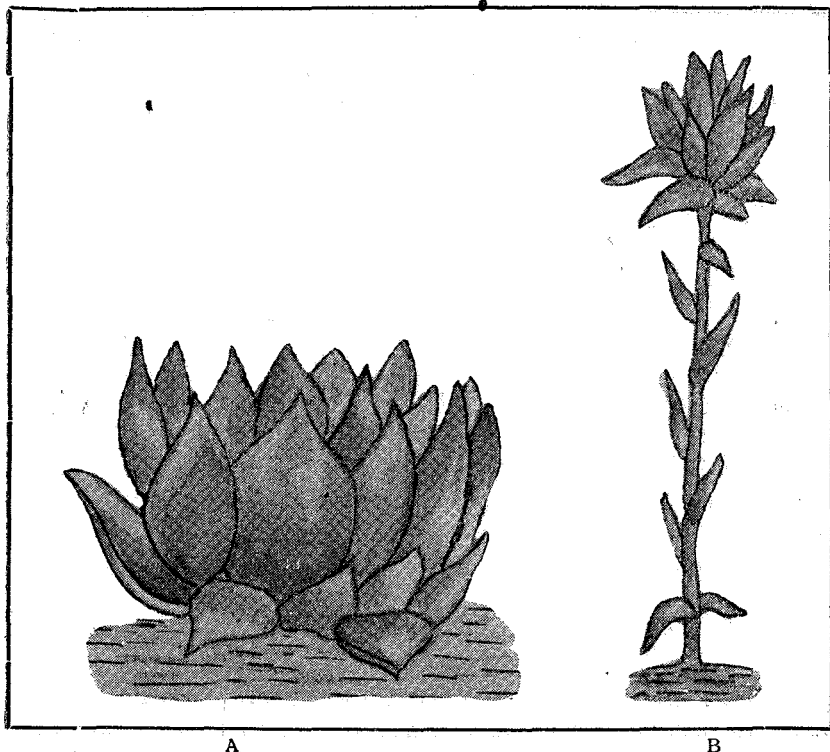
DR. HANS SECKT

Profesor de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
de la Universidad de Córdoba

La influencia de las condiciones exteriores de vida, ante todo del clima, del suelo, pero también la de las relaciones con otras plantas y con los animales, se pone en evidencia, de la manera más pronunciada, en la organización externa y en la constitución interna del cuerpo vegetal. La facultad de la planta de adaptarse a las condiciones exteriores y de formar y transformar su cuerpo, de acuerdo a éstas, es muy grande, tan grande que en esta adaptabilidad general, cuyo resultado es todo el reino vegetal, tal cual se nos presenta hoy por hoy, podemos ver una de las propiedades más importantes del organismo vegetal vivo.

Generalmente conocidos son los casos de cambios de forma en plantas que de sus lugares naturales se trasplantan a los jardines, máxime cuando se trata de vegetales que normalmente crecen en un ambiente seco, sobre terreno arenoso o pedregoso, y que pasamos a la tierra rica y humosa del jardín (o de la maceta), con sus condiciones de humedad del suelo y de la atmósfera completamente distintas de aquellas a que estaba acostumbrada la planta. La diferencia de la forma suele exteriorizarse ante todo en la longitud de los internodios y en el tamaño de las hojas. Un vegetal, por ejemplo, que en circunstancias normales desarrolla entrenudos muy cortos y las hojas dispuestas en forma de roseta, en el nuevo ambiente puede formar internodios largos, que llevan muy separadas las hojas. (Véase por ejemplo la transformación que ha experi-

mentado la plantita representada en nuestra figura N° 1). Nos acordamos de un ejemplar de Jarilla (*Larrea nítida Cav.*) que vimos cultivado en un jardín en Buenos Aires, y que por la longitud innatural de sus internodios sumamente esbeltos y desparramados, sobre los cuales las hojitas, ya por sí bastante pequeñas, parecían más reducidas todavía, se distinguía notablemente de la forma normal, presentándose casi como una caricatura.



A
B
Fig. 1. — *Sempervivum* spec. A—planta crecida en condiciones normales. B—planta desarrollada en atmósfera húmeda.

También en las sierras podemos observar grandes diferencias en todo el "hábito" de los individuos de una misma especie, según que los encontremos en los valles, o a gran altura, y asimismo hacemos a menudo en la llanura la observación de que una especie con gran adaptabilidad, se nos presenta bastante distinta según el sitio en que crece. Compárese, por ejemplo, un individuo de la Radicheta (*Taraxacum officinale Web.*) o de un Macachín (*Oxalis corniculata L.*), crecido en un lugar húmedo o sombrío, tal vez sobre un prado cerca de una laguna o a orillas de un río, con otro ejemplar de las mismas plantas que vive a la margen de un camino

seco, o sobre una barranca arenosa: la longitud de los pecíolos, su espesor, el tamaño de las láminas de las hojas, la extensión de los pedúnculos, el diámetro de los capítulos o de las flores respectivamente — todos estos órganos, y a menudo la coloración de toda la planta, se presentan cambiados de un modo sorprendente,—en los ejemplos mencionados generalmente de tal manera que todo el individuo del ambiente húmedo o sombrío aparece más fuerte, mejor desarrollado.

En las plantas de las altas montañas los internodios suelen ser más cortos, y la estructura de toda la planta por eso contraída, arrimándose las hojas de follaje a menudo al suelo, mientras que en los ejemplares del valle están más esparcidamente insertadas sobre el tallo, que es mucho más alto.

Diferencias análogas, las observamos en vegetales leñosos, según la localidad en que viven. Árboles, como por ejemplo el Molle de beber (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.) o el Coco (*Fagara Coco* (Gris) Engl.), que en las quebradas húmedas de nuestra sierra alcanzan a alturas de 8, 10 y más metros, presentándose con su copa voluminosa como árboles magníficos, en las alturas de las montañas se demuestran como arbolitos bajos o hasta en forma arbustiva. Ejemplos semejantes podrían citarse muchos.

En cada uno de estos casos se trata naturalmente de adaptaciones de los vegetales a las condiciones esencialmente diferentes de vida que rigen en las respectivas localidades: humedad o sequía de la atmósfera y del suelo, luz o sombra, calma atmosférica o vientos, etc.

Es claro que la facultad de poder adaptarse, muy desigual en las distintas especies vegetales, también en los casos más notables y más sorprendentes no puede ser ilimitada. Ya el hecho de que no poseen todos los árboles la aptitud de crecer en forma arbustiva, que observamos por ejemplo en el Tala, el Quebracho blanco, el Chañar, los Algarrobos y otros, a más de los tipos antes citados, nos enseña que no todo vegetal será apto para sobre-pasar esencialmente los límites de sus condiciones vitales normales. Más bien encuentra la adaptabilidad sus límites naturales una vez en la necesidad de sostener siempre en lo posible invariada la armonía interna de las numerosas fuerzas activas, al mismo tiempo en el organismo y dejar sin estorbar la acción mutua de los agentes y materias que actúan uno sobre otro, siendo así que un estorbo siempre deberá traer por consecuencia necesaria estados anómalos, patológicos, en el organismo, o hasta podrá causar la muerte del individuo. Por otro lado, empero, y ante todo, el límite está determinado por la particularidad del protoplasma de cada especie.

Estas particularidades específicas del protoplasma determinan también que una misma fuerza externa, un mismo agente, no influye de igual modo en todos los vegetales. Por frecuentes que sean los casos en que vemos que factores iguales o parecidos originan fenómenos idénticos o semejantes en plantas que sistemáticamente no podemos considerar como congéneres. Observamos, pues, que plantas de lugares secos, aunque pertenecientes a diferentes familias, a menudo presentan el mismo “hábito”, demostrando un tipo que denominamos “xerofítico” o “xerófilo”; vegetales de sitios húmedos y sombríos generalmente ponen en evidencia el tipo “higrófito”; aquellos que habitan un terreno de suelo muy salífero, por ejemplo al borde de salinas, etc., el tipo “halófilo”, etc.

Pero la naturaleza es demasiado productiva, demasiado creadora, para dar a todas las plantas de una misma localidad el mismo aspecto; las plantas, como seres vivientes, son demasiado poseedoras de un carácter propio, específico, “personal”, como para reaccionar todas del mismo modo ante los agentes que de afuera actúan sobre ellas. Lo que llamamos el “tipo xerófilo”, el “higrófilo”, etc., es por eso una multiplicidad de formas que sólo tienen de común, que todas sirven a los mismos fines, y que son: adaptar la planta de la manera más apropiada y más ventajosa a las condiciones especiales de vida en el ambiente especial en que la naturaleza las ha puesto.

Así vemos, por ejemplo, muy a menudo en vegetales de lugares secos un vello tupido, desarrollado como un medio de protección para evitar una transpiración demasiado intensa, organización característica del cuerpo vegetativo que les da un aspecto muy parecido a plantas de diferentes familias; pero vemos al mismo tiempo que este modo de protegerse en el sentido indicado, no es, de ninguna manera, la única forma de abrigo, sino que posee aún muchos otros medios, en parte más eficaces todavía, que entran en acción para producir el mismo efecto.

Pero también debemos constatar, haciendo un estudio más detenido de la organización morfológica y anatómica de los cuerpos vegetales, el hecho de que la naturaleza, en general, es demasiado económica, demasiado avarienta, si se quiere, para emplear en cada función y para regular cada proceso vital importante, siempre un medio especial; más bien muy a menudo los mismos aparatos deben realizar funciones muy distintas, son utilizados para fines muy diversos: la cubierta vellosa por ejemplo o una membrana reforzada de las células epidérmicas no deben servir solamente para impedir que sea excesiva la transpiración, sino al mismo tiempo para evitar que la clorófila en las células verdes se encuentre ex-

puesta a una insolación demasiado intensa; el cambio en la posición de las hojas de follaje de día o de noche no sirven solamente como medio de abrigo para los cromatóforos, sino también como factor regulador de la transpiración, como asimismo para evitar pérdidas de calor por la irradiación nocturna, etc., etc.,

El estudio morfológico biológico, como las investigaciones anatómico-fisiológicas han amplificado muy esencialmente nuestros conocimientos de las leyes generales de la vida y nuestro saber de las reacciones de los organismos frente a los agentes exteriores, lo que indudablemente debe considerarse como un gran mérito de los citados ramos de la ciencia botánica. Pero no es de desconocer que también estas ciencias tienen su límite. Ha sucedido lo que suele ocurrir tan a menudo: se ha exagerado el método "biológico" del estudio de las plantas. Ha habido un tiempo en que la "biología" era la ciencia "de moda", en que se creía poder explicar todo "biológicamente", poder ver en cada particularidad de una planta una "adaptación" a determinadas condiciones exteriores, si bien los intérpretes supercelosos no podían menos de declarar que en muchos casos debía quedar dudoso, contra qué clase de fuerzas o condiciones exteriores el organismo vegetal necesitara un abrigo supuesto.

La ciencia exacta, naturalmente, siempre se guardará de tales exageraciones, y el criterio escéptico siempre tendrá cuidado de que se conserve nuestro saber dentro de sus límites naturales.

La facultad de las plantas de adaptarse se pone en evidencia de la manera más visible cuando los factores externos se manifiestan en una forma más o menos excesiva, mientras que en localidades o en regiones de condiciones moderadas se pondrá en evidencia de un modo mucho menos claro.

Los alrededores de la ciudad de Córdoba y las sierras de Córdoba nos demuestran condiciones de cierto modo extremas para la vegetación. Su clima es un clima continental seco, y hasta muy seco, con fuerte radiación solar y un grado escaso de humedad atmosférica y nebulosidad. La humedad de la atmósfera oscila en general entre 60 y 65 %; parece mayor en el SE de la provincia y disminuir hacia el N y NO. Los ingenieros Ríos y Achával, en su excelente obra sobre la geografía de la provincia de Córdoba, dicen en la página 151 del Tomo I (1):

"No se vive en esta Provincia en el ambiente húmedo de las ribereñas del río Paraná; ni tampoco se sufre en ella de la atmós-

(1) Manuel E. Ríos y Luis Achával, Geografía de la Provincia de Córdoba. Vol. I, 1904, Vol. II, 1905.

fera tan seca de San Luis y Catamarca, para citar ejemplos del propio país. Su promedio anual de la humedad relativa casi coincide con el de Santiago del Estero y San Juan, pero no concurren a formarlo las cifras correspondientes a los extremos de sequedad que se observan a menudo en estas últimas.

“Un grado tan inferior de la humedad, la ventilación activa y constante y, como consecuencia de todo ello, la evaporación rápida, concurren para mitigar notablemente los efectos enervantes de las altas temperaturas que, de no mediar aquellas circunstancias, serían funestas para la salud. Es un hecho innegable, atestiguado por la experiencia, que mejor se soportan, en las condiciones ordinarias, 40° en Córdoba, que 34° en Buenos Aires.

“Respecto de la pureza y serenidad del cielo, sólo pueden competir con Córdoba, en los países europeos, las localidades más celebradas bajo ese concepto del Sud de España, Italia, Turquía y Grecia.

“Si para estimar el grado de nebulosidad, en tres observaciones diarias, se representa en una escala por *cero* un cielo del todo despejado y por *diez* un cielo enteramente cubierto de nubes, resultaría para la Provincia de Córdoba, considerada en general, una nebulosidad representada por *cuatro*. Esa misma cifra corresponde al litoral argentino, pero allí el cielo más nublado se observa en invierno, mientras que en la Provincia de Córdoba—y en todas las regiones montañosas del interior de la República—esa estación se distingue precisamente por una claridad del cielo muy superior a la del verano. Aquí coincide la estación de más frecuentes lluvias con la de mayor nebulosidad.

“Si se consideran como días claros aquellos en que, según la escala referida, el grado de nebulosidad está comprendido entre 0 y 2, y como nublados aquellos que lo tengan de 8 á 10, resultará que durante el año se observan en la Provincia, aproximadamente, 120 días claros y de 60 á 70 nublados. Los primeros corresponden al 33 y los segundos al 17 á 19 por ciento del total de los días del año. En otros términos, el número de días completamente claros es doble del de días nublados.”

En lo que a la evaporación, rocío, lluvias, etc., se refiere, sean citados todavía los siguientes pasajes de la misma obra (páginas 154 y 155):

“Las grandes y frecuentes oscilaciones de la temperatura, la escasa humedad atmosférica, la serenidad del cielo y la agitación casi constante del aire... son otras tantas circunstancias que se reúnen para producir una fuerte evaporación. En efecto, las observaciones demuestran que a la sombra se vaporiza al año una ca-

pa de agua de un metro de altura y a la intemperie una de más de dos metros. Solamente las dos terceras partes del agua evaporada vuelven al suelo en forma de precipitación.

“El régimen de las lluvias... es el mismo en todo el territorio de la Provincia. La distribución de las lluvias durante las estaciones de verano y de invierno, es tal, que muy bien puede hablarse de una parte del año lluviosa, la que va de octubre a marzo, y de otra seca, del abril a septiembre.

“Los rocíos abundantes y las garúas — lluvias semejantes a neblinas, que a pesar de prolongarse durante muchas horas dan muy poca precipitación — reemplazan a las lluvias y conservan la vegetación durante la estación fría y seca, evitando los funestos efectos de la falta de agua.

“La cantidad media anual de la lluvia caída en la Provincia puede apreciarse en 69 centímetros, que es la cifra correspondiente a la ciudad de Córdoba.”

Resumiendo, podemos constatar que las condiciones climatológicas en Córdoba, especialmente los grados de sequedad e insolación, son, efectivamente, bastante extremas. Las opiniones expresadas por Río y Achával con respecto a los efectos benéficos de los rocíos y garúas, según nuestras propias observaciones no las podemos compartir. Comprenderemos, pues, que los fenómenos de adaptación a las condiciones del ambiente, en muchos casos adquieren en los vegetales el carácter de verdaderos medios de protección contra factores desfavorables del medio en que deben vivir las plantas.

La vegetación de Córdoba pertenece fitogeográficamente a la formación patagónico-boliviana, (1) la cual en forma de una zona ancha y muy larga se extiende desde el sur del continente a través de toda la Argentina hasta Bolivia, limitada al oeste por la inmensa cadena de la Cordillera de los Andes, al este por la costa del océano Atlántico (también hay que agregar la parte septentrional de la gran isla de Tierra del Fuego y las islas Malvinas fitogeográficamente a esta formación) y luego por una línea que más o menos desde la altura de Bahía Blanca se extiende hasta el extremo meridional de la sierra de Córdoba, siguiendo a lo largo de las faldas orientales de esta sierra, hasta Tucumán. Dejando al este esta provincia, la formación se continúa hacia el norte, a través de

(1) Véase: Seckt, Die Vegetationsverhältnisse der Argentinischen Republik. — Zeitschr. d. Dtsch. Wissenschaftl. Vereins in Buenos Aires, 1918, N° 1 y 2. — Versión española en “Verbum”, Rev. d. Centro de Estud. d. Filos. y Letras, XIII, 1919, N° 48.

la provincia de Salta hasta Jujuy, para pasar más allá de la frontera internacional entrando en Bolivia.

Desde el oriente, la formación de la Pampa se extiende hacia la sierra de Córdoba, desde el noreste la Megapotámica, y desde el norte naturalmente también se han inmiscuído elementos de la formación Subtropical. Empero, a pesar de todos estos intrusos, el carácter general de la formación patagónico-boliviana es bastante uniforme.

La mayor cercanía de las montañas en la parte septentrional de la formación ha motivado mayor humedad del suelo, la cual ha causado el desarrollo de formas arbóreas que faltan completamente en el sud. Estas forman la así llamada "región del monte" (según Grisebach "estepa de chañar", según Hieronymus "región espinal"), o sea una formación de vegetales arbóreos o arbustivos que crecen en asociaciones más o menos densos. Trátase en los bosques de la región del monte de selvas abiertas y secas, siendo así que las condiciones de la humedad permiten el desarrollo de árboles, pero las condiciones climatéricas no facilitan la formación de agrupaciones más cerradas, haciendo imposible especialmente la de bosques húmedos.

Lo que por eso caracteriza la vegetación de Córdoba, es la evolución de numerosos vegetales, leñosos y herbáceos, que todos de una manera más o menos pronunciada se presentan adaptados a las condiciones de una gran sequedad de la atmósfera y del suelo, y que por tal circunstancia en su mayoría revelan el hábito de xerófitos. El carácter principal de éstos se manifiesta en la tendencia a reducir en lo posible la pérdida de agua originada por la transpiración, sin suprimir con ello del todo este proceso, tan importante y necesario para la vida de los organismos.

A más de esta tendencia, como otras esenciales hay que tomar en consideración: un abrigo contra el peligro de secarse (en cierto sentido idéntico al abrigo contra una transpiración demasiado intensa), un abrigo contra la insolación demasiado fuerte, una protección contra los ataques de parte de los animales, etc.

Séanos permitido llamar por estas líneas la atención de los lectores a algunos de estos medios de protección, como se nos presentan en una infinidad de ejemplos en la flora de los alrededores de la capital de la provincia, de las barrancas del antiguo lecho del Río Primero y de las sierras de Córdoba. Naturalmente es inagotable el tema; pues precisamente a causa de la particularidad específica de las plantas, el modo, como una o la otra especie ha sabido adaptarse, será distinto. Pero, si prescindimos de las flores, podemos dejar constancia de ciertos rasgos fundamentales genera-

les en la organización de los xerófitos que nos permiten establecer algunos “tipos de adaptación” a las condiciones del ambiente.

Las adaptaciones de las cuales nos vamos a ocupar, son tanto de naturaleza “biológica”, como de carácter “fisiológico”. Claro está que ambos conceptos, en rigor, no pueden ser separados uno del otro. Los tomaremos, empero, en el sentido que les ha dado el padre de la biología vegetal, el botánico italiano Federico Delpino en su obra publicada en 1867, bajo el título: “Pensieri sulla biologia vegetale, sulla tassonomia e sul valore tassonomico dei caratteri biologici” (Nuovo Cimento, Vol. XXV, Pisa), donde define la “biología”, como la ciencia de las relaciones exteriores de vida de la planta, la “fisiología”, como el estudio de los procesos de su vida interna. Naturalmente también los procesos “biológicos” son tales que en la organización interna del cuerpo vegetal, especialmente en la actividad vital del protoplasma, encuentran su explicación. Lo que distingue los procesos biológicos de los fisiológicos, es el hecho de que hasta cierto grado nos es posible reducir éstos a fenómenos físico-químicos, poder explicarlos por fuerzas y leyes conocidas, mientras que en la mayoría de los casos no podemos explicar mecánicamente los fenómenos biológicos, a lo menos de un modo inobjetable. Pero no debemos olvidar que en el fondo todos los fenómenos que conocemos como vitales y que llamamos de vida, son procesos que son originados por el protoplasma vivo; y las propiedades fundamentales del protoplasma son justamente aquellas cuyo conocimiento nos falta, de suerte que también la “explicación” de los procesos fisiológicos nunca puede ser completa y del todo satisfactoria.

I. *Fenómenos de adaptación en los órganos que absorben el agua*

Uno de los elementos vitales más importantes para la planta, es el agua. Sabemos que el protoplasma puede conservar su actividad vital sólo mientras contenga suficiente agua. También es sabido que no existe para todos los vegetales de igual modo la necesidad de vivir en un medio ambiente húmedo. Así, por ejemplo, observamos que musgos y líquenes, como asimismo ciertas algas aéreas, ciertos helechos, Selaginelas y otras plantas, generalmente inferiores, pero también algunas Gramíneas, pueden soportar una sequía de varios meses, combinada con una insolación muy fuerte, sin perecer, y que estas plantitas, humedecidas por una lluvia, inmediatamente vuelven a ponerse turgescuentes y aptas para continuar su vida.

El suelo seco, arenoso-pedregoso de las barrancas de Córdoba

en todas partes se muestra cubierto de una pequeña especie de *Selaginella* (*S. rupestris* Spr.), la cual durante los meses secos vegeta como plantita poco llamativa, de coloración gris, arrastrándose sobre el suelo, apenas perceptible sobre el fondo gris amarillento, pero que por la primera lluvia en seguida con puntitas verdes se eleva un poco del suelo.

En las grietas de las barrancas, sobre el suelo arcilloso se encuentran a menudo protalios de helechos, de bastante tamaño (especialmente de *Cystopteris fragilis* Bernh.) dicotómicamente cortados, que en su aspecto recuerdan ciertos musgos hepáticos (*Marchantias*), y que perdurando la sequía se presentan grises, como muertos, pero que al mojarlos, como especialmente después de una lluvia, muy pronto toman una coloración bastante viva, verde-azulada. Fenómenos análogos los podemos observar también en los talos de *Marchantia* que encontramos en los mismos lugares. El fenómeno se explica por la facultad de los protalios (o de los talos respectivamente) de poder arrollarse desde el lado inferior, siendo muy seca la atmósfera, de modo que en tal estado hacen ver solamente su cara inferior, de color gris-parduzco.

Pero tales casos representan fenómenos excepcionales; por regla común el cuerpo vegetativo de las plantas se muere, cuando se secan sus tejidos, cosa que en general se efectúa bastante pronto. Solamente las semillas de las plantas suelen ser más resistentes, pudiendo conservarse vivas en una sequía completa. De algunas de éstas, por ejemplo de semillas de especies de *Mimosa*, ha podido constatarse una vitalidad hasta de varios decenios.

Dada la enorme importancia que tiene el agua para la planta, se explica que todas aquellas influencias del lugar y del clima en que crece la planta, las cuales son aptas para exponerla a la falta de agua o al peligro de secarse, deben evidenciarse en el modo de vivir de la planta y en la constitución de sus órganos vegetativos, especialmente a aquellos de los cuales se sirve la planta para absorber el agua.

En las raíces de numerosas plantas de las barrancas, especialmente en Monocotiledóneas (Gramíneas, Ciperáceas, etc.) el fuerte desarrollo de la "vaina de protección" (la endodermis, vaina de los haces de conducción, o vaina de floema o leptoma) llama la atención, una zona de células de membranas gruesas, la cual, vista en el corte transversal, rodea y encierra el cilindro central en forma de un aro fuerte (Fig. 2). Su función es la de impedir que salga el agua de los haces de conducción, para entrar en el tejido fundamental de la corteza de la raíz, función que le facilita esencialmente el hecho de que están suberificadas las membranas

celulares de la vaina. Sólo de trecho en trecho pueden encontrarse interpuestas ciertas células en este aro, cuyas paredes son delgadas y no suberificadas, generalmente situadas delante de los hacecillos hadromáticos (los xilemas), y que sirven como células de paso.

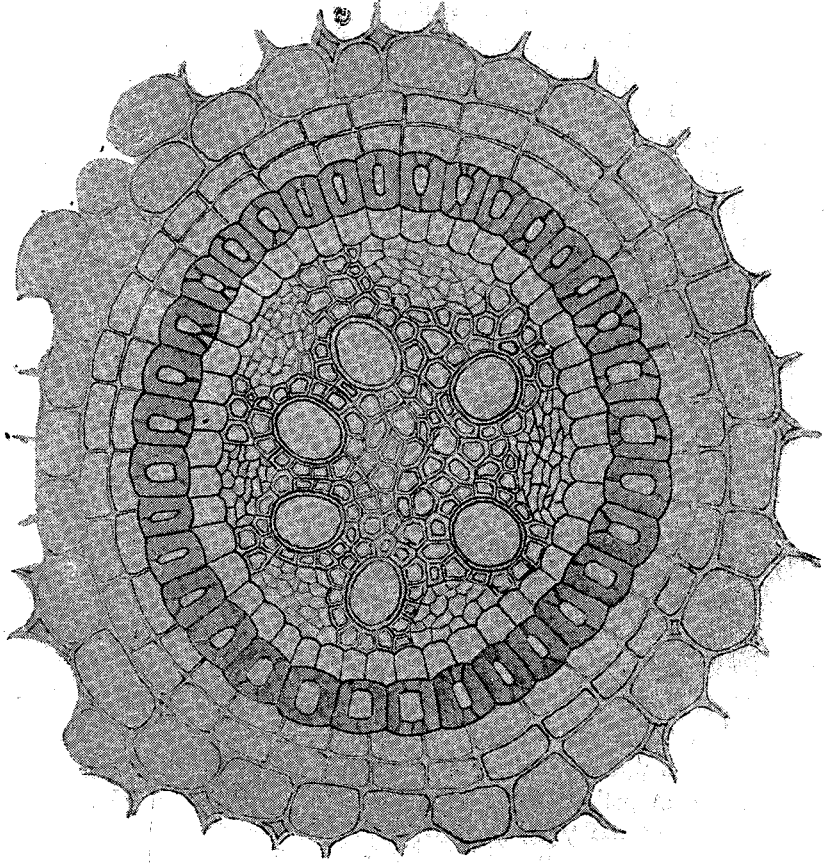


Fig. 2.—Corte transversal por el cilindro central de la raíz de una Ciperácea (*Carex spec.*), para demostrar la vaina de protección.

Será de suponer naturalmente que las vainas de protección, a mas de su función principal, la de regular la corriente de las savias nutritivas, en muchos casos, tal vez en todos, tendrán que ejercer también una tarea mecánica. Pero en este momento tal función para nosotros tiene menor interés, dado el hecho de que como “vaina de sostén” puede encontrarse en las raíces de las plantas de todos los lugares. Lo que en las raíces de las plantas de nuestra flora especialmente llama la atención, es la dependencia sorprenden-

dente del desarrollo de su vaina de "protección" de las influencias que ejercen el clima y el suelo seco en su formación.

En los xerófitos parece que debemos ver la función mecánica de la vaina de protección ante todo en el balance de las tensiones de los tejidos, diferentes en el tejido cortical y el de los elementos de conducción, a causa del diferente estado de turgescencia en que estos dos tejidos se encuentran. Una vaina de protección suficientemente reforzada podrá paralizar el efecto perjudicial que deben ejercer tales diferencias de la tensión entre los tejidos (tensiones de presión y de tracción), especialmente el efecto dañino sobre los órganos de la conducción. Que tal protección debe ser una necesidad para la raíz, es evidente, cuando se toma en consideración, cuán fuerte debe ser la presión que ejercerá un suelo arcilloso, al secarse, sobre las raíces de las plantas que en él se encuentran.

Pero no solamente en la estructura interna de las raíces se pone de manifiesto la influencia del medio ambiente; también la longitud de éstas, las cuales, como es sabido, no son solamente los órganos de la fijación del vegetal, sino que efectúan además la absorción del agua, en más de un caso es notable, y hasta extraordinaria. En el suelo seco, arcilloso de las barrancas, en plantas leñosas como herbáceas a menudo observamos raíces de una longitud verdaderamente asombrosa. Hemos visto Espinillos, Molles (*Schinus dependens* Ortega) y otros arbustos, no más altos tal vez que 1 m., cuyas raíces descubiertas por una caída de la tierra en la barranca, tenían una longitud de 5-7 m., y quizás más todavía; una especie de *Malvastrum*, de sólo $\frac{1}{2}$ m. de altura, con raíz de 4 m.; Gramíneas de apenas un pié de altura, con raíces de varios metros de longitud.

Conócense plantas con raíces extraordinariamente largas también de terrenos arenosos, por ejemplo Gramíneas y otros vegetales que crecen sobre dunas, etc.; pero en estos casos la gran longitud de las raíces se explica principalmente por la tendencia de la planta de ganar la fijación necesaria en el substrato arenoso, flojo y movedizo, mientras que en el suelo arcilloso de las barrancas, compacto y resistente, será ante todo el deseo instintivo de llegar a la profundidad, al agua subterránea, lo que motiva que se alarguen tanto las raíces.

De las plantas de Alfalfa es sabido que, no siendo mayor su altura que unos 50-70 cm., pueden desarrollar raíces que penetran en el suelo hasta profundidades de 8, 10 y más metros (¿15 m.?).

Pasemos de las plantas normales, es decir que crecen en el suelo, a otro tipo de vegetales y a la organización de sus aparatos de absorción del agua: los *epífitos*.

La flora de la sierra es riquísima en “Claveles del aire” o “Flores de viento”, sobre los árboles. Especialmente los Molles de beber (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.), pero también los Talas y otros, son a menudo tupidamente cubiertos de las más variadas especies de *Tillandsia*. En ellas las raíces son desarrolladas solamente como órganos de fijación, como “ganchos”, o a menudo faltan por completo, de modo que no puede haber la menor duda

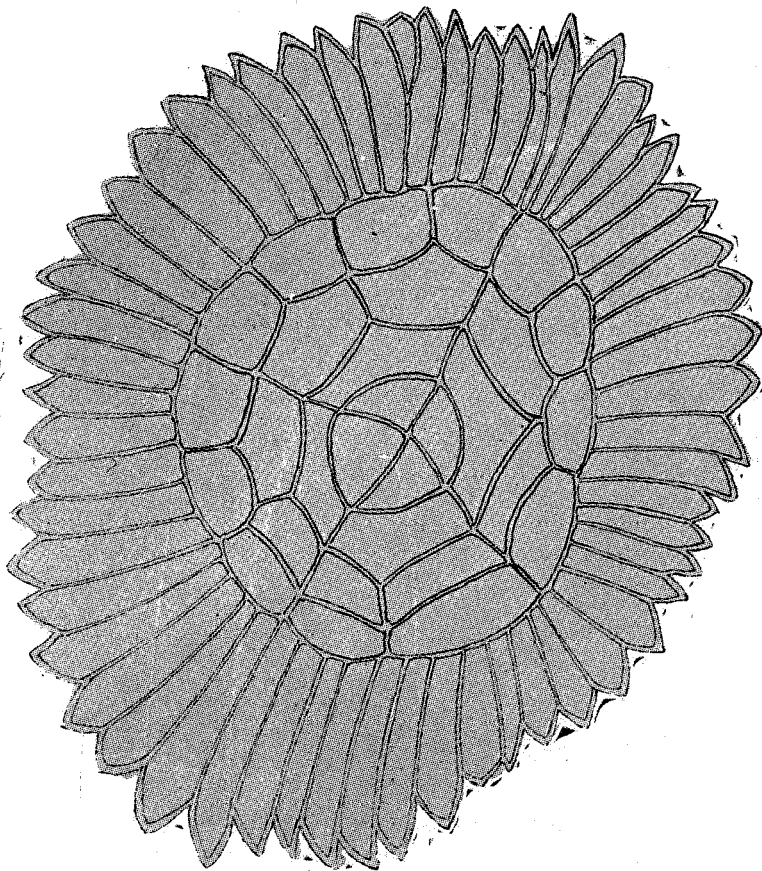


Fig. 5.—Escama peltiforme de la hoja de un clavel del aire. (*Tillandsia retorta* Gris).

de que en los Claveles del aire la absorción del agua no se realiza por medio de las raíces. Esta, en cambio, se verifica por las hojas, las cuales, en general, se presentan densamente cubiertas de pelos escamosos, a menudo especialmente desarrollados en las bases de las hojas, y que de una manera semejante a un papel secante, pueden absorber el agua del aire y condensar el vapor del

agua atmosférica. Sean citados sólo dos ejemplos, de “claveles” muy comunes en las localidades aludidas: *Tillandsia polytrichoides* Morr., y *T. retorta* Gris. Las escamas representan pelos estrellados o peltiformes de la forma, por ejemplo como la demuestra nuestra figura N° 3, que, o se encuentran arrimadas directamente sobre la superficie de la hoja, o por medio de un pedicelo más o menos profundamente embutido en el tejido de la misma.

No nos parece imposible que también en otros casos un vello más o menos tupido sobre las hojas ejercerá la función de “papel secante”.

Otro modo de absorber el agua por las hojas, combinado con un almacenamiento del agua, lo observamos en otras Bromeliáceas, como por ejemplo en *Puya spathacea* (Gris.) Mez, la más grande y hermosa entre las representantes de la familia en nuestra flora, que en todas partes se encuentran en el monte serrano sobre suelo rocoso, o en otras especies terrícolas de la misma familia, como *Dainacanthon Urbanianum* Mez., *Dyckia floribunda* Gris y otras, pero también, si bien de un modo menos pronunciado, en varias formas epífitas pequeñas, como *Tillandsia cordobensis* Hieron y otras. En todas estas plantas es ancha la base de las hojas, pero no se aplica estrechamente a las hojas vecinas, sino que abraza a éstas de tal manera que la roseta de las hojas forma un embudo más o menos voluminoso en el que se retiene el agua que de la atmósfera se recoge, y que luego se absorbe paulatinamente por las células epidérmicas de la cara superior de las hojas.

Como continuación de los epífitos y de su modo de absorber los alimentos, de paso sean citadas algunas Fanerógamas semiparásitas, características de la flora cordobesa, sin que entremos a analizar el modo cómo absorben estos vegetales sus alimentos de las plantas de que son huéspedes, y cómo se presentan adaptados a las condiciones especiales de su vida, siendo este un tema que ya por otros autores está suficientemente tratado. Sea mencionado tan sólo que especialmente las Lorantáceas verdes, especies de los géneros *Phrygilanthus* y *Phoradendron*, con sus flores resplandecientes, coralinas, amarillentas o blancas, constituyen elementos sumamente característicos en la flora de Córdoba. En forma de arbustos, a menudo de dimensiones considerables y de ramificación abundantísima, llamados “Liga” por la gente del campo, son observados sobre muy numerosos árboles y arbustos: Espinillos, Aromas, Algarrobos, Talas, Quebrachos, Chañares, Piquillines, Molles de beber, etc., etc., encontrándose a veces en un número de individuos tan grande sobre las plantas que las hospedan, que pueden resultar peligrosos para éstos, hasta causar la muerte de los árboles viejos

o de individuos que tal vez por otras razones ya no están en plena vitalidad.

Son muy características las formaciones que a veces origina el parásito sobre las ramas de la planta atacada, motivando una hipertrofia de los tejidos alrededor de los haustorios del parásito, la cual más tarde, una vez muerto y desaparecido el parásito, se mantiene en forma de una roseta leñosa y dura. Nuestra figura N° 4 representa una “rosa de madera” tal, tomada de una rama de un Molle de beber, producida por una “Liga” (*Phoradendron argentinum* Urb).

Y citaremos otro caso de un semiparasitismo no muy pronunciado: *Jodina rhombifolia* Hook. et Arn., el “Quebracho flojo” o “Sombra del toro”. La planta, una Santalácea, en nuestra flora se presenta generalmente como arbusto de 3-5 m. de altura, raras veces como árbol; en esta forma lo vemos de vez en cuando con una altura hasta de 8 m. y un tronco de casi un pié de diámetro. La planta indudablemente puede vivir en un parasitismo parcial, fijándose por medio de haustorios que en sus raíces produce, sobre las raíces de otras plantas; la encontramos de preferencia sobre raíces de Algarrobos y Espinillos (en la Pampa Central sobre las de los Caldenes). Pero el grado de su parasitismo no nos parece muy acentuado, en tanto que en varios casos hemos podido constatar que sigue viviendo y aparentemente sintiéndose muy bien la *Jodina*, aunque haya desaparecido la planta huésped, y en muchas ocasiones la hemos podido observar completamente aislada y evidentemente sin relación alguna con otra planta, sobre la cual habría podido crecer. Nos inclinamos por eso a creer que la *Jodina* no es siempre parasitaria, no es un semiparásito “obligatorio”, que tal vez se limita a absorber nada más que agua de la planta atacada, y que la clorófila que en sus hojas y tallos contiene, le bastarán en realidad para producirse tanta materia orgánica, como precisa para su vida.

Aunque no directamente relacionado con nuestro tema, séanos permitido en esta oportunidad tocar otro punto de gran interés biológico, constituyendo la planta a que nos referimos, una de las componentes más características de nuestra flora: la “Lagaña del perro”, *Caesalpinia Gilliesii* Wall., y la cuestión, si esta planta es o no una planta insectívora.

El autor de la opinión de que sea insectívora, era, según sabemos, Jorge Hieronymus, catedrático de Botánica en Córdoba en los años 1875-1879, fallecido en Berlín el 18 de Enero de 1921, uno de los botánicos más activos y más renombrados que han actuado en la Argentina. Según Hieronymus, el olor de la secreción

de las glándulas pardo-rojizas que cubren los pedúnculos y el tallo en la región de la inflorescencia (también los frutos no maduros están cubiertos de tales glándulas) atrae pequeños insectos, espe-

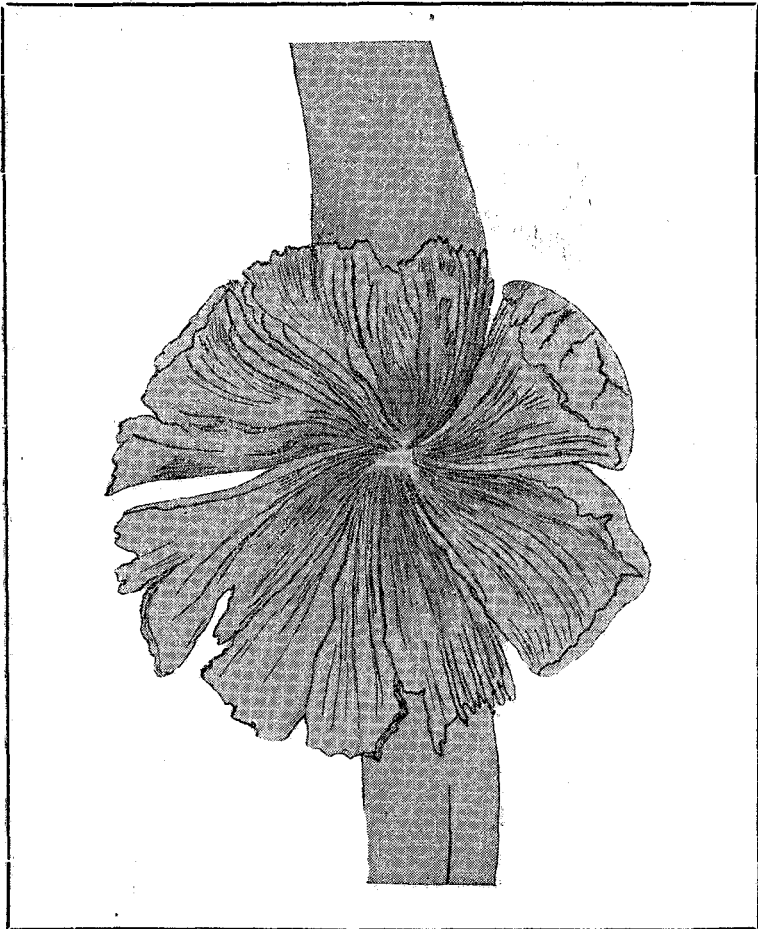


Fig. 4.—“Rosa de madera” producida por una “Liga” sobre la rama de un Molle de beber.

cialmente pequeñas moscas, que se retienen por el jugo pegajoso de las glándulas y se mueren después de algún tiempo. Luego empiezan a succionar las glándulas el contenido blando del cuerpo de los insectos capturados, siempre según el autor citado, de modo que después de un rato no queda más que el esqueleto quitinoso de los animalillos (1).

(1) Hieronymus: Ueber *Caesalpinia Gilliesii* Wall. als insektenfressende

El Dr. Adolfo Doering ha sometido la secreción glandular a una investigación química muy detenida, cuyos resultados ha publicado en un interesante trabajo titulado: "Apuntes sobre la composición química de algunas plantas tóxicas, ricas en saponinas, de la flora argentina", en el Bol. de la Acad. Nac. de Ciencias en Córdoba, T. XX, 1915, p. 259-350. Citamos de este artículo los siguientes párrafos que a nuestro tema se refieren (p. 342):

"No conozco ningún otro representante en la flora argentina, que ofreciera en su composición una variabilidad tan marcada de un gran número de componentes proteicos, que no he llegado a examinar todos, sino tan sólo un reducido número de los más caracterizados. Existe no solamente la serie de las sapoproteínas con sus acompañantes característicos enumerados en la investigación de la *Nierembergia* y del *Cestrum*, con los amidoderivados, aminas y el ácido protamínico, cuyo grupo considero como derivado de la serie lecitinogluténica, sino también al lado de ellos, los amidoderivados normales de la serie albuminoidea, como la glutamina en la planta de invierno y la asparagina en los brotes de la primavera, siendo conocidos ambos cuerpos como frecuentes también en los brotes nuevos de otras leguminosas; y asimismo se observa muy a menudo en las precipitaciones de plomo y cobre y mercuriosos, sus derivados, el ácido glutamínico y asparágico.

"Mi breve investigación de la planta no ha constatado si es únicamente el rico contenido de proteosaponina y el amidosaponina que abunda en la savia de la planta, o si existe además una enzima o papaína especial que ayuda en la digestión y disposición carnívora de la planta. Pero lo que es muy interesante, es que existe en la planta no solamente el alcaloide de la *mauscarina*, uno de los componentes insecticidas del hongo venenoso para las moscas, sino también el ácido benzolánico, que creo puede ser análogo o idéntico al llamado "alcánfor" del *Pyrethrum* insecticida ("butfach")."

Hemos efectuado experimentos fisiológicos con la Lagaña y con este objeto guardado algunas ramas floríferas debajo de una campana de vidrio, en atmósfera húmeda, y otras debajo de un recipiente de tul, poniendo también allí gran cantidad de mosquitas, de moscas comunes, de pequeños escarabajos y de pequeñas hormigas.

En primer lugar pudimos constatar que una atracción espe-

Pflanze. — Jahresber. d. Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Kultur, 59, 1881, p. 284-5. Citado en: Plantae Diaphoricae florum argentinae, Bol. d. l. Acad. Nac. de Ciencias en Córdoba, T. IV, 1882, p. 83.

cial de los insectos por el olor de las secreciones glandulares evidentemente no tenía lugar. Los animalillos pasaban por encima de las glándulas, subiendo y bajando en las ramas y pedúnculos, sin prestar mayor atención a ellas; las moscas más grandes y los Coleópteros generalmente, sin quedar adheridas a ellas; las moscas pequeñas y las hormigas solían quedarse presas, aquéllas sin poder librarse, mientras que éstas generalmente después de algún tiempo logran libertarse. Lo más interesante era que la gran mayoría de los insectos no se morían por el producto de las glándulas, con las que todos, y repetidas veces, habían estado en contacto.

Para poder constatar de otro modo el efecto venenoso de la secreción, raspamos las glándulas de las ramas y las mezclamos con azúcar sobre un platillo, mojando la mezcla con un poco de agua, de modo que se formó un almíbar espeso de color parduzco. Las moscas y hormigas tomaban con avidez de este licor, evidentemente atraídas por el azúcar, pero no morían después de tomarlo, ni aún después de 6-12 horas. Al día siguiente encontramos algunas hormigas muertas en el fondo del recipiente, tal vez un 10 % del total del número con que habíamos hecho el experimento, mientras que las demás y todas las moscas se movían en un estado completamente normal bajo la campana, no dando ninguna señal ni de un leve envenenamiento, en el modo, cómo se movían. Las moscas pequeñas adheridas al segundo día después de estar presas se encontraban muertas.

De una digestión del contenido de los cuerpos muertos tampoco al tercer día podíamos constatar nada, ni aún, cuando fijamos algunos pequeños cadáveres cerca de glándulas que nos parecían especialmente frescas, para cerciorarnos, si quizás en los otros casos se había suspendido la acción de las glándulas. Para eliminar la duda de que tal suspensión fué originada tal vez por el hecho de ser cortadas las ramas, hemos repetido los mismos experimentos en plantas vivas e intactas en la barranca; tampoco en este caso hemos podido observar nada de digestión.

Por fin hemos puesto algunos pedacitos de tocino y de jamón sobre las glándulas de una planta en estado natural. El resultado era siempre negativo.

A base de nuestros experimentos llegamos, por lo tanto, a los siguientes resultados:

- 1) Que el veneno de las glándulas de la Lagaña del perro, si de veras existe en forma de un alcaloide, lo que según las investigaciones del Dr. Doering hay que tomar como segu-

- ro, debe ejercer un efecto sumamente débil sobre los insectos, pudiendo matar solamente organismos pequeños;
- 2) Que insectos pequeños y poco ágiles se retienen adhiriéndose por la secreción viscosa de las glándulas;
 - 3) Que una digestión de las partes blandas de los cuerpos de los insectos, o de otras materias proteicas por un fermento digestivo producido por las glándulas de la Lagaña seguramente no se efectúa;
 - 4) Que por eso *Caesalpinia Gilliesii* sin razón es considerada como una planta insectívora.

II. Los medios para almacenar el agua

Para las plantas que habitan lugares secos, a menudo existe una necesidad de depositar el agua absorbida, reservándola por un tiempo más o menos largo, para estar protegidas contra los peligros de la escasez de agua de que pueden estar amenazadas por una sequía muy continuada.

Los embudos en la base de las hojas en las Bromeliáceas, los habíamos mencionado ya como depósitos de agua de reserva, para esos epífitos.

También los recipientes que en las hojas de algunos Musgos hepáticos se encuentran, por ejemplo en las especies de *Frullania*, del grupo de las Jungermanniáceas foliosas, que encontramos en la Sierra, donde viven epifíticamente sobre la corteza de los árboles, — también estos recipientes son órganos que tienen por objeto, depositar agua de reserva. Las hojas de estos musgos, dísticamente insertadas, se caracterizan por su forma bilobulada, encontrándose compuestas de un lóbulo superior más grande, y otro inferior más chico, situado en el lado ventral de la plantita dorsiventral, y aplicado directamente al tallito. Este lóbulo está desarrollado en forma de urna, y constituye ésta el recipiente en que se deposita el agua de reserva. (Fig. 5).

Sea mencionado que en tales urnas se observan a menudo los residuos de pequeños animalillos, larvas de Insectos, Rotíferos, etc., a veces también pequeños Crustáceos, o los animales vivos mismos. De este fenómeno se ha creído poder sacar la conclusión de que los musgos hepáticos en cuestión debían ser plantas insectívoras, o de que debería tratarse de una clase de simbiosis entre los musgos y los inquilinos animales de las urnas.

Pero es de notar que hasta ahora no se ha podido dar prueba alguna de la veracidad de tal opinión, no habiéndose podido cons-

tatar con seguridad, que de veras son absorbidas y digeridas substancias animales por las células del musgo y utilizadas para la nutrición de la planta huesped.

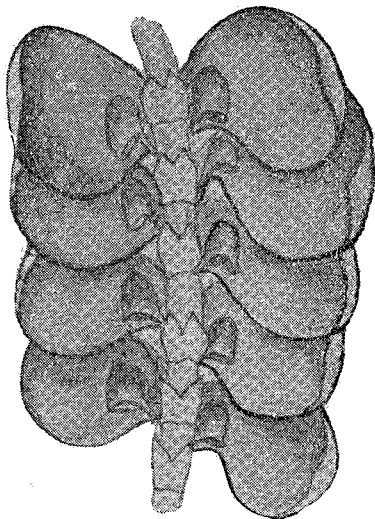


Fig. 5.— *Frullania spec.* Parte del tallo, visto de abajo, para demostrar los lóbulos ventrales de las hojas en que se deposita agua. — tum. 40 x.

(Véase al respecto el trabajo de Stephani: Hépatiques insectivores, *Revue bryologique*, 1886, p. 97).

En el caso de las plantas epifíticas en cambio ha sido posible, a lo menos en ciertos casos, dar la prueba convincente de que los recipientes (embudos) en la base de las hojas son en realidad órganos de los cuales absorbe la planta substancias alimenticias.

Ha sido A. F. W. Schimper el cual constató en Aróideas y helechos epifíticos (en *Anthurium Hügelii*, especie centroamericana, y en los helechos sudamericanos *Asplenium serratum* L. y *Polypodium Phyllitides* L. que los residuos vegetales y animales que por casualidad entran en los recipientes, pueden formar un humus, y que de las células que revisten el recipiente, se desarrollan raíces adventicias que penetran por la substancia humosa absorbiendo alimentos de ella (1).

En los casos, como en las Bromeliáceas, en que no existen tales raíces, la absorción del agua y de las materias nutritivas disueltas en el agua, seguramente se efectúa por vía osmótica directamente por las células epidérmicas que tapizan el recipiente.

Otra forma de almacenar agua en órganos especiales, consiste en la formación de bulbos, tubérculos o rizomas carnosos, subterráneos, como en Iridáceas (*Sisyrhynchium*), Liliáceas, Amarilidáceas (*Alstroemeria pelegrina* L., en los jardines de Córdoba a menudo cultivada), Oxalidáceas (Macachín, especies de *Oxalis*), Verbenáceas (Vara de San José, *Priva laevis* Juss.) y en muchas otras los observamos. Claro está que no son estos órganos solamente depósitos de agua, sino que al mismo tiempo son órganos en que

(1) A. F. W. Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas. Botan. Mitteil. a. d. Tropen, Heft 2, 1888.

se almacenan materias orgánicas de reserva; pero seguro es que deben ser sumamente útiles y de gran valor justamente a plantas que viven en un suelo o en una región en que una sequía prolongada expone todos los tejidos supraterráneos, jugosos, al peligro de secarse, y donde en ciertos tiempos las capas superiores de la tierra, precisamente aquellas en que se encuentran los rizomas, bulbos o tubérculos, son tan secas que no pueden suministrar ni la menor cantidad de agua, para sustituir el agua que por la transpiración de la planta se pierde.

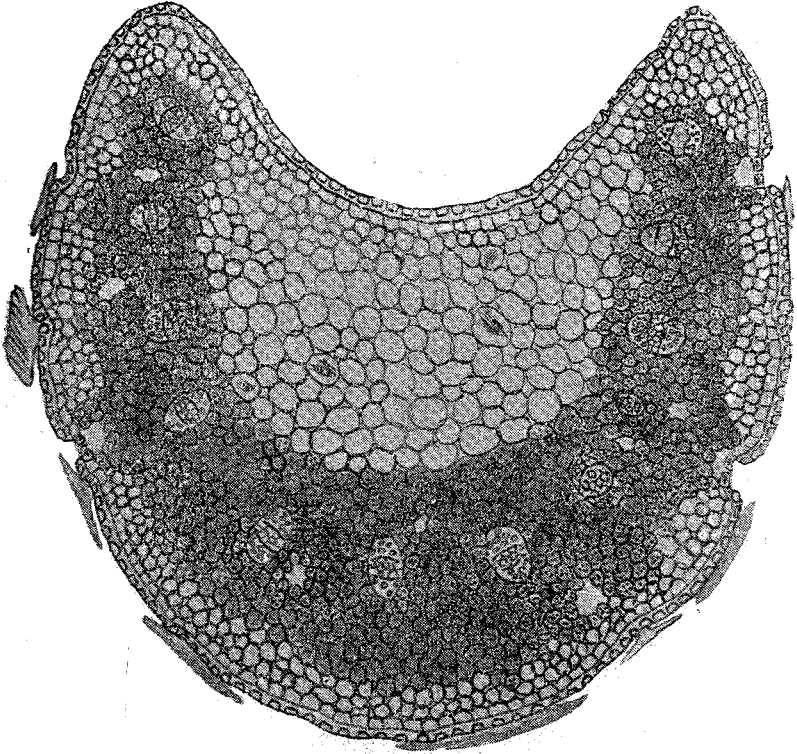


Fig. 6.—Corte transversal por la hoja de un clavel del aire (*Tillandsia vetosta*)

Mucho más frecuente que un almacenamiento de agua en órganos exteriores de la planta, es el modo de depositar el líquido de reserva en el interior de los tejidos del cuerpo vegetal. Entiéndese que en el fondo cualquiera célula viva es en cierto modo, un órgano en que se deposita agua. Pero sólo en tal caso se tratará de un tejido “acuífero” desarrollado al propósito, cuando es la función principal de las células respectivas la de almacenar agua.

La forma de las células de un tejido acuífero (véase por ejemplo la figura N° 6) suele ser isodiamétrica, las membranas celulares delgadas; el contenido protoplasmático queda reducido a un escaso citoplasma de posición parietal, y que encierra el núcleo, y, cuando existan, algunos pocos cromatóforos. Todo el centro de las células está ocupado por un líquido acuoso, el cual en muchos casos no es una solución salina muy diluida, sino que se distingue por su consistencia mucilaginosa. Así lo observamos especialmente en los vegetales "suculentos" (las Cáceas, Agaves, etc.). El mucílago, como es sabido, dificulta la evaporación del agua. Según su origen y naturaleza, el mucílago puede ser un producto del protoplasma y pertenecer por lo tanto al jugo celular, como sucede en los citados suculentos, pero también puede ser un producto de transformación de la celulosa de las membranas celulares, como lo observamos, por ejemplo, en las Lorantáceas, o en la testa de las semillas del lino o de otras plantas.

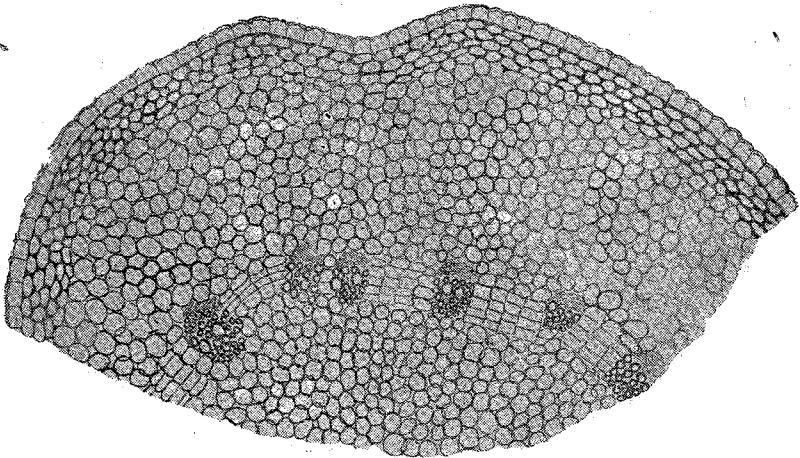


Fig. 7. — Corte transversal por el tallo de *Portulaca oleracea*

El jugo celular muy mucilaginoso se distingue por una higroscopicidad muy alta; por esta causa los suculentos son aptos para depositar cantidades considerables de agua durante el período de las lluvias, de que dispone la planta más tarde, durante la estación seca, regulando así de la mejor manera su economía interna.

Siendo los suculentos en su mayoría habitantes de regiones secas y cálidas, encontramos en ellos generalmente, a más de los tejidos acuíferos, otros medios de protección desarrollados, contra el peligro de secarse: así en las Cáceas generalmente la formación

de hojas de follaje queda completamente suprimida; la cutícula de las células epidérmicas se presenta muy desarrollada; la superficie de todos los tallos o troncos está cubierta de una capa de cera, etc.

También las Agaves, Bromeliáceas y otros vegetales, con o sin hojas, que en su interior poseen tejidos acuíferos, suelen desarrollar una cutícula fuerte, una capa de cera o barniz y formaciones análogas.

En esta oportunidad sean mencionados también los "halófitos", vegetales que en sentido fisiológico presentan bastantes analogías con los suculentos: por ejemplo los Juncos, Sanguinarias, varios Cachiyuyos y otras plantas. En ellos el jugo celular es bastante salino (conteniendo NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 u otras sales) y por eso muy higroscópico, manifestando por esta propiedad caracteres parecidos a los del jugo mucilaginoso de los suculentos. La mayoría de las plantas halófilas también morfológica y anatómicamente son muy semejantes a los vegetales suculentos: el desarrollo de los tejidos acuíferos les da a menudo el aspecto de vegetales carnosos; sus hojas se presentan con frecuencia reducidas; la superficie de sus órganos puede llevar una capa de cera o un vello tupido, etc.

Los halófitos más típicos, los encontramos, como es natural, cerca de las salinas; pero algunos representantes suelen ser habitantes de lugares ricos en escombros y residuos orgánicos, cerca de las poblaciones, cuya vegetación denominamos "ruderal" (1).

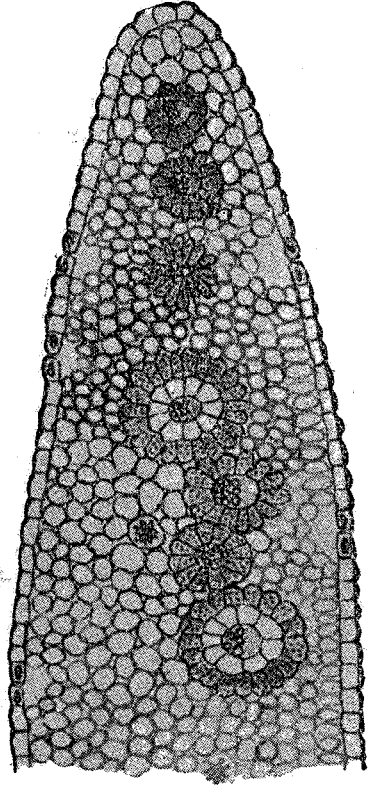


Fig. 8. — Corte transversal por la hoja de *Portulaca oleracea*. Toda la mesófila se compone de tejido acuífero. Sólo alrededor de los haces de conducción se encuentra una corona de células con clorófila que rodea el haz directamente, o está separada de éste por una Zona de células acuíferas.

(1) rudera (lat., plur. de rudus, ruderis n.) = escombros.

Los tejidos acuíferos pueden encontrarse localizados en las hojas o en los tallos, a veces en ambos órganos a la vez, como por ejemplo en *Talinum patens* Willd., una de las numerosas plantas a que la gente da el nombre de "Carne gorda", o en la Verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) u otras especies del género *Portulaca*. (Figs. 7 y 8).

Pero no siempre posee una planta que en su interior contiene un tejido acuífero de forma típica, también exteriormente el hábito de una planta suculenta. El corte transversal por la hoja de la "Flor de Santa Lucía" (*Commelina sulcata* Willd.), planta muy bonita, común en todas partes al borde de caminos, a orillas de acequias, en cercos, etc., pero también sobre las barrancas, con flores vivaces, de color celeste, en que llama la atención, que muy raras veces se encuentra una flor con tres pétalos, estando casi siempre uno de ellos atrofiado,—el corte transversal por la hoja nos presenta un tejido acuífero típico (también el tallo contiene uno, lo que lo hace aparecer más o menos vidrioso), sin que las hojas tuvieran en lo más mínimo el carácter de hojas carnosas. (Fig. 9).

Morfológicamente este tejido acuífero representa la epidermis de la hoja; pero por el desarrollo enorme de sus células (compá-

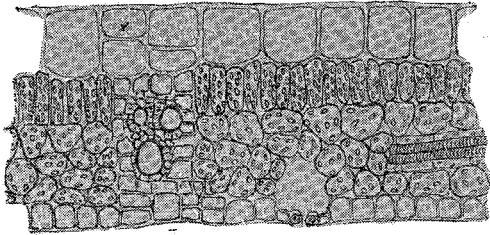


Fig. 9.—Corte transversal por la hoja de *Commelina sulcata* A: Algunas células del tejido acuífero de una hoja marchita.



A

rense las dimensiones de las células epidérmicas en nuestra figura N° 9 con los diámetros longitudinal y transversal de las células empalizadas) se documentan como un tejido de reserva típico, muy especialmente en la parte basal de la lámina y cerca de los nervios, donde suele

presentarse en forma de un tejido de varias capas.

De la Flor de Santa Lucía sea mencionado, además, que ella posee un pequeño depósito de agua de reserva en la espata que rodea su inflorescencia. Dicha espata está soldada en su borde, como si fuera formada por dos brácteas reunidas, y observamos casi siempre que la cavidad que encierra esta vaina, contiene un líquido algo viscoso, cuya existencia, sin duda, será ventajosa para las yemas, las flores o los frutos en formación.

Llamaremos la atención sobre el hecho de que en hojas chatas y extendidas un tejido acuífero se encuentra generalmente situado por encima del tejido de la asimilación, mientras que en plantas con hojas carnosas suele ocupar el centro de la hoja.

En muchos casos se encuentra el tejido acuífero en su desarrollo más limitado, estrictamente localizado una vez en la cercanía a la epidermis, por otro lado a los órganos de la conducción. Notamos esto por ejemplo en un corte transversal por una hoja de *Tribulus terrestris* L., la Roseta (Fig. 10), o de una especie de *Gomphrena*, (Fig. 11) o de muchas otras plantas. Tal localización revela naturalmente las íntimas relaciones que existen entre el te-

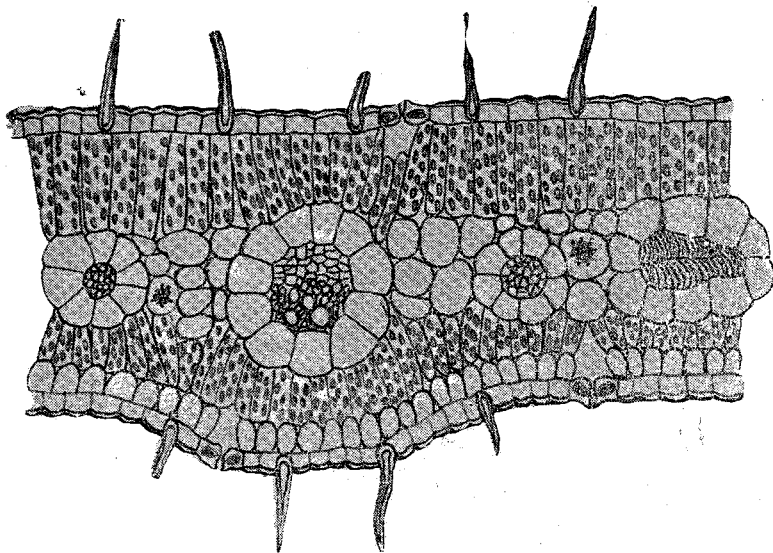


Fig. 10 — Corte transversal por la hoja de la "Roseta" (*Tribulus terrestris* L.). Arriba y abajo células empalizadas con clorófila, en la zona mediana, y especialmente alrededor de los hacesillos de conducción, tejido acuífero. También el hipodermia de la cara inferior está formado por células acuíferas. Estomas, en ambas caras, con prominencias.

jido de reserva, tanto con los órganos en que se transporta el agua, como con las células epidérmicas que tienen tanta importancia para la transpiración de la planta.

En todos estos tejidos acuíferos, el contenido de las células parenquimáticas consiste en un escaso citoplasma parietal, pocos cromatóforos, generalmente pequeños y a menudo completamente incoloros (cloroplastes o leucoplastes), que por lo común se muestran densamente agrupados al rededor del núcleo, y abundante jugo celular incoloro. Las membranas celulares son delgadas, y se ob-

serva en hojas un poco marchitas que las membranas se han contraído un poco formando pliegues, con apariencia de fuelle comprimido, pero que vuelven a extenderse, una vez introducida agua por la cual se puede restablecer la turgescencia normal en las células. Todo esto está naturalmente en relación directa con la función principal de las células del tejido acuífero, y que es la de hacer pasar fácilmente el agua que contienen los otros tejidos, muy especialmente al tejido de la asimilación que posee gran fuerza endos-

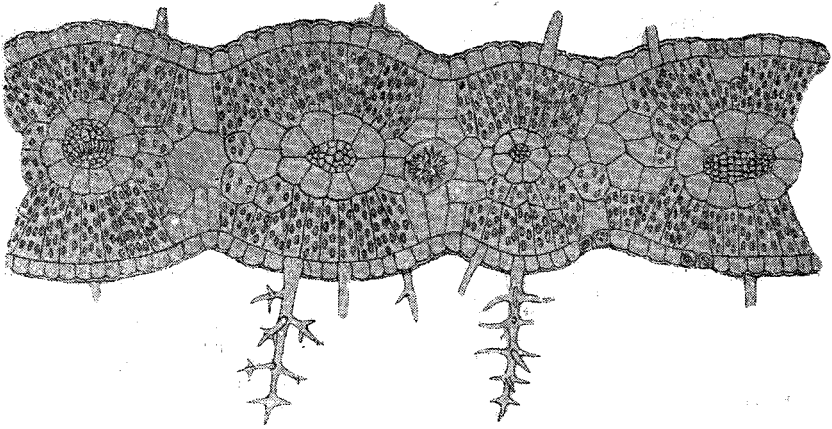


Fig. 11.—Corte transversal por la hoja de *Gomphrena lanceta*. Los hacesillos de conducción están rodeados por tejidos acuíferos que también se encuentran entre los hacesillos. Forman células grandes que a veces contienen grandes macas de oxalato de calcio. Las células empalizadas se encuentran en ambos lados de las hojas. Arriba y abajo, especialmente en la cara inferior, se elevan tricomas, generalmente muy ramificados.

mótica, para compensar más tarde sus pérdidas por absorción de nueva agua, desde los vasos de conducción.

En algunos casos no existe un tejido acuífero propiamente dicho, y el almacenamiento del agua se encuentra limitado a ciertas células aisladas, localizadas dentro del tejido de la asimilación, y que genéticamente representan las últimas terminaciones de los nervios de la hoja, o sea de los órganos de la conducción. Son estas las así llamadas traqueidas de reserva (su descubridor, Jules Vesque, las había llamado "réservoirs vasiformes"), células grandes, bastante anchas, con membranas lignificadas y provistas de numerosas puntuaciones. Observamos tales traqueidas de reserva en las Caparidáceas, por ejemplo en *Cleome* o *Atamisquea emarginata* Miers, la "Mata negra", en Euforbiáceas (Fig. 12), etc., y es de suponer que también muchos otros vegetales de otras familias las poseerán.

III. Adaptaciones con el objeto de reducir la transpiración

El movimiento del agua dentro de la planta depende de varios factores. La absorción y el transporte se efectúa, ante todo, debido

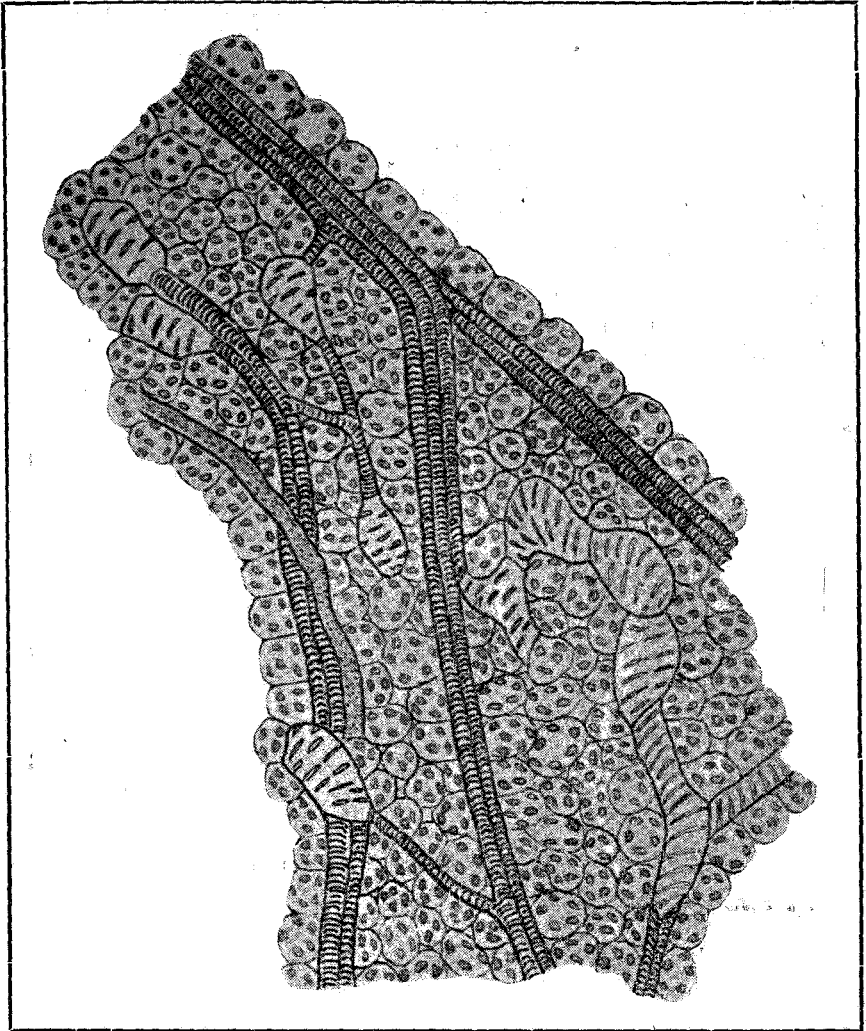


Fig. 12.—Traqueidas de reserva en la hoja de *Euphorbia serpens* (Corte superficial por la hoja).

a procesos osmóticos. A más de éstos, empero, se realiza continuamente un proceso de evaporación, la transpiración, por la cual se elimina agua en forma de vapor, principalmente por medio de los órganos que están en contacto directo con la atmósfera.

En casos más raros tiene lugar una eliminación de agua en forma líquida.

Debido a la transpiración continuamente activa se hace posible, como es natural, un transporte perpétuo de nueva agua, que sube desde las raíces a los órganos periféricos trayendo al mismo tiempo las materias nutritivas minerales, disueltas en el agua.

Las células de los órganos superficiales, por ejemplo las células de clorófilas en las hojas, que continuamente pierden agua, naturalmente deben absorber siempre nueva agua de las células de los tejidos vecinos, las cuales por su parte tienen necesidad de tomar el agua de otros tejidos, principalmente de los vasos de conducción.

Cuanto más intensamente transpira la planta, tanto más abundante será el transporte de la subsancia alimenticia a los órganos de la asimilación, y tanto más enérgico será el intercambio general de las substancias en el organismo vegetal.

Se comprende que la necesidad de compensar las pérdidas de agua de los tejidos contiguos o por intermedio del sistema de la conducción, hará necesaria la existencia de una cantidad suficientemente grande de agua dentro de este tejido; pues de otra manera fácilmente podrá resultar un déficit en la cantidad disponible del agua, surgiendo el peligro de marchitarse las hojas, dejando de funcionar la clorófila, de secarse toda la planta.

Cuando la absorción de nueva agua del suelo no presenta dificultades, la planta no se hallará en la necesidad de limitarse en esta acción; pero cuando el suelo es seco, o cuando existe el peligro, debido a los vientos fuertes que soplan continuamente, o a una radiación solar muy intensa, de que llegan a ser muy grandes, demasiado grandes, las pérdidas de agua ocasionadas por la transpiración, la planta debe tratar de reducir en lo posible la superficie transpiradora.

Los órganos principales de la transpiración son, como es sabido, las hojas, las cuales por su forma ancha y plana poseen una superficie muy grande en proporción a su volumen y que por eso ofrecen al aire y a los vientos un plano de contacto muy extenso. Se comprende que la tendencia de contrarrestar el peligro de una transpiración demasiado intensa, deberá ser dirigida de preferencia a una modificación apropiada de las hojas.

Esta se puede hacer tanto de un modo meramente morfológico: por disminución de las superficies transpiradoras, vale decir, por reducción de las hojas, como por una posición especial de las hojas con respecto a viento y sol, como finalmente, por ciertas particularidades en la estructura anatómica de las hojas, en virtud de

las cuales éstas, no obstante la extensión relativamente considerable de su lámina, quedan protegidas para no perder demasiada agua.

El fenómeno que tal vez salta más a la vista, es la reducción de la lámina. En la flora de Córdoba llama la atención el gran número de árboles y arbustos con hojas chicas. Árboles con hojas grandes, como los moreros, álamos, etc., cultivados en las calles, no se encuentran entre la vegetación silvestre; los Talas, Algarrobos, el Chañar, el Quebracho blanco, en las sierras el Molle de beber, el Coco, el Manzano del campo (*Ruprechtia*), el Durazno del campo (*Kageneckia*), y otros, poseen todos u hojas simples de tamaño relativamente exiguo, u hojas muy divididas (generalmente pinadas) cuyos folíolos son chicos.

También los arbustos presentan generalmente hojas chicas de forma linear o lanceolada, o cuando son más o menos carnosas, de forma cilíndrica, como lo vemos en los Molles (*Schinus dependens* Ortega) — en que es muy grande el polimorfismo de las hojas (Fig. 13) — en el Piquillín (*Condalia microphylla* Cav.), en las Verbenas (*Poleo*), *Buddleia*, *Atamisquea*, *Tamarix*, *Lycium*, etc., etc., y si una vez encontramos un arbusto con hojas algo más grandes o más anchas, como por ejemplo un Tala falso o Talilla (*Lycium cestroides* Schlecht.) o un Palán-Palán (*Nicotiana glauca* Grah.), esto será cerca de alguna corriente de agua, algún canal de irrigación, una acequia, etc., o al borde de una laguna, a orillas del río, o en otras localidades análogas, siempre más o menos húmedas.

La reducción de las hojas en casos extremos puede llevar hasta una pérdida completa de éstas; así resultan las formas de escoba de los arbustos y semiarbustos afilos: el Cabello del indio (*Cassia aphylla* Cav.), en todas partes común en las barrancas, la Carqueja o Escoba (especies de *Baccharis* y *Heterothalamus*), el Pico de loro o Pingo-Pingo (*Ephedra Tweediana* Mey. y otras especies), las Quinas, Tolas o Barbas de tigre (*Colletia ferox* Gill., o *Discaria longispina* Miers), más al norte el Retamo (*Bulnesia Retamo* Gris.), etc. En todos estos vegetales, a causa de la falta de las hojas el tallo debe encargarse de la función de la asimilación del carbono, poseyendo por este motivo un tejido asimilador bien desarrollado en su corteza.

La disminución de las hojas a veces tiene por consecuencia, que en el tallo se desarrollan "alas", por cuya formación aumenta la superficie del tallo, y que funcionan como los órganos principales de la asimilación. Podemos observar tal producción por ejem-

plo en las Carquejas (*Baccharis articulata* Pers., *B. genistelloides* Pers. var. *cylindrica* Bak.).

En muchos casos el principio de la reducción de la superficie encuentra su expresión en el desarrollo de espinas, las cuales en vez de las hojas, completa o parcialmente suprimidas, brotan del



Fig. 15.—*Schimes dependens* Ortega, "Molle".

tallo. Las espinas generalmente se consideran ante todo como órganos de defensa de las plantas contra los ataques de los animales, y naturalmente no puede haber duda de que en muchos casos cumplen esta función, y si nos fijamos por ejemplo en las hojas de un

Quebracho blanco, puntiagudas como agujas, o en las hojas de la Sombra de toro (*Jodina rhombifolia* H. et A., llamada también Quebracho flojo o Peje), o en las hojas rígidas y afiladas de muchas Gramíneas, apenas sí podremos concebir otra explicación como posible, que la de un abrigo de las hojas contra los animales.

Nuestras propias experiencias, dolorosas naturalmente, nos confirman tal opinión, que se basa en una conclusión de analogía. Pero como es sabido, los enemigos contra los que tienen que defenderse las plantas, no son solamente los animales grandes (el ganado vacuno) cuya naturaleza hasta cierto grado nos da el derecho de aplicar el método de la conclusión de analogía; vienen en consideración más bien, y tal vez en un grado mucho mayor, los animales pequeños que buscan las plantas tomando sus cuerpos como alimentos, especialmente insectos, pero también caracoles; y contra enemigos de esta clase las espinas de las plantas protegen tanto menos, cuanto más grandes son.

Pero tampoco contra los animales grandes son las espinas un abrigo absolutamente eficaz. Es sabido, por ejemplo, que en Europa la Leguminosa *Ulex europaea*, sumamente armada de espinas puntiagudas, es comida con preferencia especial por los asnos, y de las Cáceas de nuestras barrancas, no obstante sus espinas tan largas y agudas, hemos visto con frecuencia, comían los burros y mulas, sin ocuparse mayormente de las espinas. En cuanto al burro, parece que tiene él cierta predilección para plantas espinosas, como lo indicaría entre otras cosas una denominación como "Cardo asnal" (*Onopordon acanthium* L. o *Silybum Marianum* Gaertn.).

En la sierra de la Ventana, una vez hemos tenido ocasión de observar, como se deleitaban cabras en un arbusto de Brusquilla (*Discaria longispina* H. et A.), y aquí en la barranca hemos presenciado varias veces la misma escena con el Quebrachillo (*Berberis ruscifolia* Lam.).

Creemos que la transformación de ramas en espinas no se hará en primer lugar con el objeto de formar un arma para la planta, sino que constituye un proceso meramente morfológico: el cono vegetativo suspende su crecimiento, y en consecuencia el tallo que se lignifica, adquiere la forma cónica que caracteriza a la espina. No tenemos motivo de suponer como activa alguna finalidad en todo el proceso. Tampoco nos parece posible, por el momento, dar una explicación de las causas por qué el cono vegetativo suspende su crecimiento y por qué motivo se produce una espina.

En cuanto a los aguijones, que son órganos superficiales, tri-

comáticos, nos parece que su producción tiene por objeto dar armas de defensa en su mayor grado que la de las espinas.

Una reducción considerable de la superficie transpiradora de las hojas en muchos vegetales se efectúa por una división de la lámina, formándose hojas "compuestas". Que éstas de veras no son otra cosa que hojas simples divididas, nos lo enseñan plantas como *Capsella bursa pastoris* Moench, *Sonchus arvensis* L., el Ra-



Fig. 14.—*Capsella bursa pastoris*. Para demostrar la diferente forma de las hojas.

banito *Raphanus sativus* L., alguna especie de *Artemisia* u otra que presenta el fenómeno de la heterofilia, en que observamos claramente todas las formas intermedias entre la hoja simple "entera", por la simple "dividida" hasta la "compuesta". (Fig. 14).

En los árboles y arbustos de la flora de Córdoba abunda la forma "pinada" de la hoja; recordamos como ejemplos los Algarrobos, Cocos, Molles de beber, el Chañar, los Espinillos, Tuscas, Breas, la Lagaña del perro, y muchos otros más.

Mientras que en los casos tratados una disminución de la transpiración se verifica por reducción de la superficie de las hojas, en las plantas provistas de órganos de transpiración completamente desarrollados, las disposiciones de protección son sumamente variadas. Pueden ser de naturaleza fisiológica, consistiendo por ejemplo en una posición y movimientos especiales de las hojas, o re-

presentar caracteres anatómicos, como la producción de una cutícula reforzada, un vello tupido, una cubierta de la epidermis por cera o barniz, etc.

Muchas de estas organizaciones naturalmente no constituyen solo medios de abrigo contra una transpiración demasiado intensa, sino también contra una insolación excesiva, así como para regular la economía calórica del vegetal. Así, por ejemplo, será difícil, y

hasta en muchos casos del todo imposible, decir por qué motivo una planta de las altas montañas posee una cutícula fuerte o una cubierta de pelos, si ocurre esto para atenuar la intensidad del efecto solar, más enérgica, como es sabido, en las alturas que en el valle o en la llanura, o si su objeto principal será el de la reducción de la evaporación; es posible y hasta probable que los dos factores deberán tomarse en consideración.

También los cambios en la posición de las hojas, que en muchísimas plantas con hojas pinadas observamos, sin duda a menudo servirán para ambos fines o para las tres funciones antes aludidas: regulación de la transpiración, de la economía térmica y de las necesidades ópticas. Fenómeno conocido y en todas partes fácil de observar es el cambio de posición que presentan los folíolos de la "Acacia blanca" (*Robinia Pseud-Acacia* L.), plantada en todas partes en las calles de Córdoba y de sus suburbios: al anoecer las hojuelas se inclinan hacia abajo, en la luz intensa del sol al mediodía hacia arriba (movimiento no siempre muy marcado), y en la luz difusa del día ocupan una posición horizontal, la cual, originada por el heliotropismo transversal de la lámina, es la más apropiada para los fines de la asimilación. El cierre nocturno de los folíolos se hace indudablemente ante todo con el objeto de proteger las hojas contra la pérdida del calor acumulado durante el día. Fenómenos análogos se observan en los Algarrobos, Espinillos, en la Lagaña del perro y otros, especialmente en muchas Leguminosas.

Cambios muy sorprendentes en la posición de las hojuelas, las podemos constatar en los arbustos de Guayacán (*Porlieria Lorentzii* Engl.), frecuente en todas partes en las barrancas y en el monte serrano. En días nublados y lluviosos generalmente las hojuelas muy pequeñas se presentan cerradas, mientras que en días de sol y de atmósfera seca y cálida quedan horizontalmente extendidas. Esta particularidad en cierto modo es contraria a la que acostumbramos ver en las plantas; puede ser que la inclinación de los folíolos, los unos hacia los otros, en un día de lluvia se hace con el objeto de evitar que se estacione el agua sobre las hojitas tapando tal vez los estomas que se encuentran en las dos caras de las hojas. Querer ver en el fenómeno un medio de protección para reducir la transpiración, en este caso naturalmente sería absurdo, dada la gran humedad de la atmósfera; tampoco podría pensarse en un abrigo contra la pérdida de calor por irradiación. Queda de hecho dudoso cuál será el verdadero motivo del fenómeno. Es de notar además que el efecto de la lluvia, si es que de veras viene en consideración tal efecto, se hace notar muy despacio; hemos

observado a menudo que si hubo sol por la mañana, poniéndose lluvioso a la tarde, las hojuelas del Guayacán quedaban extendidas durante toda la tarde, cerrándose recién al crepúsculo, después de varias horas.

Como medios anatómicos para reducir la transpiración (como también una insolación demasiado intensa), observamos el desarrollo de una cutícula fuerte, de un vello tupido, la formación de una capa de cera abundante, la secreción de menor o mayor cantidad de barniz sobre las hojas, y otras disposiciones más.

Por el desarrollo de una fuerte cutícula sobre la membrana exterior de las células epidérmicas, indudablemente la transpiración cuticular se reduce de una manera considerable, como una cutícula fuerte asimismo hace pasar tanto menos luz refleja tanto más de la luz que la toca, cuanto más gruesa es. Pero no debe desconocerse que el valor de la transpiración cuticular, en comparación con la transpiración estomataria, no es muy grande, y que sólo tal vez en hojas jóvenes tiene una intensidad algo más considerable. Nos parece por eso, como si el refuerzo de la cutícula tuviera su importancia ante todo en la reflexión de la luz, o sea como medio para proteger la clorófila contra los malos efectos de una luz solar demasiado directa y demasiado intensa, en menor grado en cambio en la regulación de la transpiración, y nos inclinamos por eso a creer que una cutícula fuerte en xerófitos será activa ante todo en el primer sentido.

Más eficaz, como un medio regulador de la transpiración, nos parece ser la cubierta de las hojas con una capa de cera o de barniz.

La producción de cera se conoce de muchísimas plantas, especialmente de Monocotiledóneas: Gramíneas, Liliáceas, Amarilidáceas, Iridáceas, y muchas otras, y es un hecho experimentalmente confirmado que la evaporación en hojas cubiertas de cera es notablemente menor que en hojas sin cera, que por eso es posible aumentar la intensidad transpiradora de una hoja normalmente cubierta de cera, por quitársele la capa cerosa a la hoja. Disminuyendo la cera la posibilidad de mojarse las hojas e impidiendo que se tapen los estomas por agua, dicha substancia representa un medio importante para regular los procesos de la transpiración, respiración y asimilación clorofílica.

En muchos xerófitos, un barniz sobre las hojas ejerce el mismo efecto que una cubierta de cera. Es una mezcla de mucílago y resina, segregada por glándulas epidérmicas, pelos glandulares, o a veces por las estípulas, en muchos casos una substancia que en forma de gotitas incrusta la pared exterior de las células epidérmicas. Sean citadas como ejemplos las Jarillas, las Chilcas (*Flou-*

rensia campestris Gris.), el Altepe (*Proustia ilicifolia* H. et A.), varias especies de *Baccharis* (v. gr. *B. glutinosa* Pers.), de *Grindelia* (p. ej. *Gr. squarrosa* Dun.) y muchos otros vegetales más, leñosos o herbáceos, con hojas más o menos viscosas. También en las hojas barnizadas, los estomas siempre quedan destapados por el barniz, sea que la cara inferior de la hoja no produce barniz, sea que están provistos los estomas de emergencias en forma de cuernitos que impiden que se obstruyan los poros por agua.

En cuanto al valor que posee un vello tupido para la regulación de la transpiración, se comprende que por los pelos se forma un espacio sobre la superficie de las hojas, en que puede estacionarse vapor de agua, medio por el cual se hará más difícil la transpiración, atenuándose al mismo tiempo el efecto desecativo de los vientos. Además por el vello se produce un velo o pantalla por encima de la epidermis que tanto protege las células de este tejido contra una iluminación directa y con eso contra una evaporación demasiado intensa, como también los tejidos verdes contra los daños de la luz excesiva. Por otra parte debe tomarse en cuenta que los pelos, como malos conductores del calor, significan un medio de protección contra los efectos dañinos de los cambios bruscos de la temperatura. Y por fin, seguramente en muchos casos por un vello muy tupido la hoja se vuelve impermeable, o a lo menos difícilmente mojable, lo que naturalmente impide que llegue el agua de la lluvia o del rocío directamente a ponerse en contacto con la epidermis y con los estomas, cuyos poros por eso se mantendrán abiertos.

En un carácter anatómico de las hojas vellosas es de advertir el hecho de que una cubierta densa de pelos suele hacer superfluo un refuerzo de la membrana exterior de las células epidérmicas. Por esta razón observamos, en general, que la cutícula de las hojas vellosas es relativamente débil, y en las hojas que llevan pelos sólo en su cara inferior, como *Hyaloseris*, *Trixis* y otras, la cutícula de la cara superior siempre se presenta mucho más desarrollada que la de la epidermis inferior. (Véase por ejemplo la figura N° 11).

No será superfluo mencionar expresamente que un vello tupido no representa en cada caso para la planta un medio para reducir la transpiración. De tal medio se tratará sólo, cuando los pelos sean órganos muertos que en sus células llevan aire, o no permitiendo la exigua cavidad de éstas que contengan aire, que encierran aire entre sí. Tricomas vivos, formados de células ricas en protoplasma, en cambio, como por ejemplo caracterizan a muchas Borragináceas, Rubiáceas y otras familias, aumentan indudablemente la superficie transpiradora, teniendo por eso un efecto con-

trario que el de disminuir la intensidad de la transpiración. Pero tal clase de pelos difícilmente se encontrarán en plantas xerófilas.

Una organización especialmente frecuente en vegetales de lugares secos, y que tiende a regular la transpiración, es el arrollamiento de las hojas alrededor de su nervio mediano. La observamos con especialidad en las Gramíneas de las altas montañas, de las estepas, desiertos, campos secos, etc., pero también en representantes de otras familias. Citaremos, como ejemplos de nuestra flora, especies de *Stipa*, *Festuca*, *Aristida* y de otros géneros de las Gramíneas, la Compuesta *Vernonia salicifolia* Gill., u otras. Las plantas que representan tal particularidad de sus hojas, llevan sus estomas de preferencia o exclusivamente en el lado que, arrollándose la hoja, queda hacia adentro. Dada la gran importancia que tienen los estomas para la transpiración, ésta debido a una insolación bien intensa y a un acaloramiento fuerte naturalmente se haría tan enérgica que muy pronto dentro del organismo se debería producir una falta de agua. Pero arrollándose las hojas, los estomas se encuentran en un espacio encerrado en que la transpiración naturalmente debe ser muy disminuida.

En muchos casos las hojas son perpetuamente arrolladas; en otros, en cambio, se arrollan o se dilatan respectivamente, conforme al grado de la humedad de la atmósfera: siendo húmedo el aire, las hojas están extendidas, siendo seco, y especialmente encontrándose las plantas expuestas a la luz directa del sol, las hojas están arrolladas, mostrando la planta, como es natural, un aspecto bastante distinto en uno y otro estado.

El proceso de arrollarse o desarrollarse respectivamente las hojas, fisiológicamente no está todavía del todo aclarado. Muy probablemente serán diferencias del turgor de las células lo que efectúa el mecanismo de los movimientos de las hojas; pero cuáles son las células principalmente activas, aún queda en duda. En ciertos casos, con los cambios del turgor parece ser combinado un hinchamiento de las membranas celulares en la cara superior de la hoja.

También de muchos Musgos se conocen movimientos análogos de las hojas: se arrollan en la sequía y se desarrollan en estado mojado; otras no se arrollan en la dirección longitudinal, sino que se encrespan, como pelos secos. Las plantitas con las hojas arrolladas o encrespadas se presentan como muertas, pero vuelven, una vez mojadas, muy pronto a su aspecto normal, verde y fresco. Podemos estudiar muy bien este fenómeno en las especies de *Encalyp-ta* y otros Musgos que habitan las pendientes de las grietas en las barrancas.

De igual modo algunos Helechos nos presentan el fenómeno en cuestión, y sea citado una vez más en esta oportunidad el ejemplo ya arriba mencionado de los protalios de *Cystopteris* que se arrollan desde el lado inferior, cuando secos, extendiéndose en el estado humedecido.

Mientras que la transpiración en los órganos juveniles es principalmente cuticular, más tarde predomina la transpiración estomataria. El número, el tamaño y la disposición de los estomas en el órgano desarrollado ejercen una influencia muy esencial en la transpiración, y conforme a esta gran importancia vemos desarrolladas en el aparato estomático las más variadas organizaciones y particularidades para regular la intensidad transpiradora.

Pertenece a esto, en primer lugar, el mecanismo de las células semilunares: el modo, cómo se abren y se cierran los poros, debido a los cambios de la turgescencia en dichas células. Estos cambios del turgor, en combinación con los engrosamientos particulares de las membranas de las células constrictoras, con su elasticidad y con la cooperación de las células vecinas, siempre originan un cambio de la forma de aquellas células, el cual lleva a la abertura del poro aumentando el turgor, pero a su cierre, reduciéndose éste. Que la transpiración debe aumentar o disminuir respectivamente, de acuerdo al ancho del estoma, es claro. Dependiendo empero el turgor de las células de la cantidad del agua que existe en la planta, y estando ésta de su parte en relación a las condiciones climáticas y edáficas en que crece el vegetal, se comprende que en todo el aparato estomático debe tratarse de un aparato del todo activo de regulación de la función transpiradora de la planta, que funciona de acuerdo a las influencias de los factores exteriores.

Prescindiendo de esta actividad periódica de las células constrictoras, también en la posición de los estomas y en la organización especial de las diferentes partes de todo el aparato podemos observar adaptaciones importantes y características a las condiciones dadas de la transpiración. Compréndese que ésta quedará reducida, cuando los estomas no se encuentran situados en el mismo nivel con las células de la epidermis, sino en un nivel más bajo, como por ejemplo lo observamos en las hojas del Quebracho blanco, de los Claveles del aire y en muchos otros casos. (Véase por ejemplo la figura N° 6). Pues aunque no debe ser muy grande la diferencia de los niveles, basta que se encuentre el poro un poco debajo del nivel de la cutícula, para dar lugar a un pequeño espacio, una pequeña cavidad, cuyo aire no se toca directamente por el viento que pasa por encima de la superficie de la hoja, de modo que el efecto secante del viento no puede actuar inmediatamente

sobre el estoma. El aire dentro de la pequeña cavidad se mantendrá por eso lleno de vapor de agua, circunstancia que, como es natural, deberá ser de la mayor importancia, en cuanto a la intensidad de la transpiración de la hoja.

En otros casos tal pequeño espacio ocupado por vapor de agua, está formado por prominencias, emergencias de la membrana externa de las células semilunares, formando estos cuernitos una especie de chimenea sobre el estoma, cuyo efecto será el mismo que el de una cavidad ahondada. Llamamos la atención del lector en nuestra figura N° 10 que como un ejemplo entre tantos que podrían citarse acompañamos a estas exposiciones; será este objeto el tema de nuevos estudios, de los cuales estaremos ocupados todavía por bastante tiempo.

Más eficaz aún, en el sentido descrito, será una posición de los estomas en el fondo de surcos o cavidades, como por ejemplo la observamos en las ramas surcadas de las *Casuarinas*, en los tallos de la *Ephedra* (Pico de loro) y en muchos otros casos. De la posición de los estomas en las plantas que arrollan sus hojas, ya nos ocupamos más arriba.

Sea en esta oportunidad llamada la atención sobre un error que encontramos en varios de los textos de botánica que aquí en el país se usan como textos escolares, y en que se lee que los estomas “casi siempre” se encuentran situados en la cara inferior de la hojas y que sólo en las plantas cuyas hojas flotan sobre el agua (Ninfáceas, por ejemplo) los estomas ocupan la cara superior de las hojas.

Como causa de esta posición se suele citar la necesidad de proteger los poros contra una posible obstrucción por el polvo, etc.

Tal idea es del todo errónea, y hasta si prescindimos del hecho de que tal “explicación” biológica naturalmente no es de ningún modo inobjetable. El hecho es que en las hojas de estructura dorsiventral los estomas se encuentran principalmente en la cara inferior, lo que halla su explicación en la circunstancia de que en este lado está ubicado el parénquima esponjoso cuyas cavidades intercelulares, numerosas y anchas y tan indispensables para la aereación del cuerpo vegetal, deben encontrarse en lo posible cerca de los pneumatodos. Pero muy numerosas hojas no poseen estructura dorsiventral, sino que su anatomía es isolateral poseyendo tejidos de células empalizadas en ambos lados, encontrándose el parénquima esponjoso, cuando existe, limitado a la zona mediana de la mesófila. En estos casos que con frecuencia especial se observan en hojas de posición perpendicular, como por ejemplo en las de Iris, pero también en una infinidad de plantas

con hojas horizontalmente orientadas, no hay — por decirlo así — un lado preferido (el del tejido esponjoso) para los pneumatodos, sino que éstos, con el objeto de facilitar el acceso del anhídrido carbónico a las células de la asimilación (las empalizadas), se encuentran en todas partes, donde hay tales células, o sea, en ambas superficies de las láminas.

Precisamente a causa de las relaciones estrechas para con el parénquima esponjoso, vemos en muy numerosos xerófitos, que sus hojas llevan los estomas arriba y abajo. Pues siendo el parénquima esponjoso un tejido sumamente importante y eficaz para la transpiración (cuanto más grandes y numerosas son las lagunas intercelulares, tanto más intensa será la eliminación de vapor de agua), será conveniente para los vegetales de lugares secos, que reduzcan en lo posible el parénquima esponjoso. En su lugar se desarrolla más el parénquima empalizado, mucho más pobre en espacios intercelulares, modificación que para el vegetal naturalmente no significa un perjuicio, sino, muy al contrario, una ventaja, dada la gran importancia que dicho tejido tiene para la asimilación del anhídrido carbónico.

Por fin mencionemos otro medio más para reducir la transpiración y para proteger a la vez la planta contra una insolación demasiado intensa, medio que en muchísimos habitantes de regiones secas observamos: la abundante exhalación de aceites aromáticos por pelos glandulares, por células epidérmicas de las hojas y del tallo, por glándulas internas o por órganos de otra naturaleza.

Un paseo por las barrancas o por el monte serrano, durante las horas del mediodía, cuando más se hace notar el efecto de la insolación más directa y más intensa, nos enseña, cómo llega a su máximo la producción de vapores etéricos por muchas plantas: Poleo (*Lippia turbinata* Gris.), Azahar del campo (*Lippia lycioides* Steud.), y varias otras Verbenáceas, Salvias, Mentas, Peperinas (*Bystropogon mollis* Kth.), Manzanillas (*Anthemis cotula* L., *Pectis odorata* Gris., etc.), Chilca (*Tagetes glandulifera* Schranck), y muchos otros representantes de nuestra flora.

Por los experimentos del físico inglés John Tyndall sabemos, que la atmósfera aromática que por la evaporación de los aceites esenciales se produce alrededor del cuerpo de la planta, deja pasar el calor radiante en un grado mucho más atenuado que una envoltura de aire atmosférico puro. La menor diatermancia impide por consiguiente de día un acaloramiento demasiado fuerte de la planta, y reduce por eso la transpiración, mientras que de noche, sien-

do despejado el cielo, protege el organismo contra una pérdida peligrosa del calor que sería la consecuencia de una irradiación directa.

IV. *Medios de protección contra una insolación demasiado intensa*

Ya varias veces en nuestras exposiciones hemos tenido ocasión de hablar de medios, de los cuales se sirven las plantas, para evitar una insolación demasiado intensa, pudiendo perjudicar una exposición demasiado directa a la luz solar la clorófila en las células. Vimos que en la formación de una cutícula fuerte sobre las células epidérmicas, en el desarrollo de una pelusilla densa, en cambios periódicos de la posición de las hojas, en una abundante exhalación de aceites aromáticos, está dado un abrigo más o menos eficaz contra tal peligro, el cual, como pudimos constatar, al mismo tiempo puede significar un medio de protección contra los daños de una transpiración demasiado enérgica.

Sean mencionados en este lugar algunos medios más, por los cuales ciertas plantas saben defenderse en el sentido indicado. Estos son, por un lado, una orientación especial de las hojas, la así llamada posición meridiana de las mismas; por otro la producción de ciertas sustancias coloreantes, especialmente de antociana, en las células epidérmicas o en las de la asimilación, y por fin ciertas modificaciones anatómicas que observamos en la estructura interna de aquellas hojas que en la copa de algunos árboles se encuentran directamente expuestas al sol, y por las cuales estas hojas se presentan más o menos distintas de las que más al interior de la copa, más en la sombra, crecen.

La posición meridiana de las hojas que de una manera más o menos pronunciada observamos en vegetales que denominamos "plantas de brújula", se encuentra, según nuestras observaciones, exclusivamente en plantas que viven en localidades secas y muy expuestas al sol, mientras que las mismas especies, cuando crecen en sitios húmedos y más sombríos, nunca la presentan. Podremos suponer por eso, que tal orientación de las hojas es causada por la influencia de la luz solar directa, debiendo ser reducida al fenómeno del "heliotropismo transversal" (el "diaheliotropismo" de Darwin).

Efectivamente, para plantas que en las condiciones descritas viven, la posición de las hojas en el meridiano, o sea la orientación de norte a sud, sin duda alguna debe ser la más provechosa, por la razón de que por esta posición se encuentran mejor capacitadas para aprovechar los rayos del sol durante toda la mañana y tarde,

mientras que por la posición paralela a la dirección en que al mediodía las toca la luz solar, son aptas para evitar el efecto perjudicial de una insolación demasiado intensa.

La "fotostasis fija" (1) de las hojas de las plantas de brújula se distingue por eso, como se ve, de la de todos los demás vegetales, por no ser motivada, como en éstos, por la luz solar difusa, sino por la luz directa.

La posición meridiana se encuentra probablemente en muchas plantas, pero no siempre es muy acentuada. De una manera muy pronunciada hemos tenido ocasión de observarla en algunos ejemplares de Lechuga (*Lactuca sativa* L.), espontánea sobre el terraplén del ferrocarril, cerca de la ciudad de Córdoba, y también en otra *Lactuca* (*L. laciniata* Roth) sobre la loma de la barranca, al SE de la ciudad.

Una orientación meridiana, a lo menos parcial, se puede observar de un modo a veces bastante sorprendente en varios arbustos de la barranca. En los Molles (*Echinus dependens* Ortega), en *Ximenea americana* L. (*Olacácea*), en la Sombra del toro (*Jodina rhombifolia* H. et A.) y en el Quebracho blanco hemos visto a menudo las hojas de las ramas periféricas orientadas de norte a sud, mientras que las hojas sobre las ramas menos directamente expuestas al sol, especialmente sobre las ramas extendidas hacia el sud, guardaban la posición normal, dirigiendo la lámina, y no el canto al cielo.

El mismo fenómeno pudimos constatarlo a veces en las Jarillas (*Larrea divaricata* Cav.), si bien en esta especie nunca se presentó de una manera tan clara, como en su hermana, la "Jarilla macho" (*Larrea cuneifolia* Cav.) la cual tuvimos ocasión de ver como planta de brújula típica, en la Sierra de Famatina, en la Provincia vecina de La Rioja. No dudamos que esta especie también en nuestra provincia será una verdadera planta de brújula; pero hasta ahora en nuestras excursiones todavía no hemos tenido ocasión de encontrarla.

(1) Bajo "fotostasis fija" se entiende aquella posición de las hojas de follaje, en que las hojas con la superficie de su lámina se encuentran en condición óptima para los objetos de la asimilación clorofílica, en relación a la luz difusa del día. Esta posición, por regla común, es perpendicular a la dirección que los rayos solares toman al mediodía. Sacándose las hojas artificialmente de esta posición, tarde o temprano vuelven a la misma.

Supónese que esta fotostasis fija es el resultado de una propiedad fototrópica específica de las hojas, la cual, según Frank, llamamos el heliotropismo transversal de las hojas. Hugo de Vries la cree deber explicar por el efecto común de varias fuerzas: el heliotropismo, geotropismo, la epinastía (el crecimiento más enérgico de la cara inferior de la hoja), y otras.

En lo que se refiere a la producción de antociana en hojas y tallos, la observamos muy a menudo en plantas que crecen sobre arena o arcilla seca, o sobre un suelo rocoso en las montañas. Principalmente las especies de Vinagrillo o Macachín (*Oxalis*), o pequeñas especies de "Alfilerillo" (*Erodium* o *Geradium*) muchas veces por la abundancia con que desarrollan la llamada substancia coloreante en sus células epidérmicas, aparecen completamente rojas oscuras. En los sitios cortados de las barrancas, o en las quebradas de la sierra se ven con frecuencia ejemplares de *Oxalis* con hojitas muy reducidas muy "negras" (lo mismo que los tallitos), e inmediatamente al lado de ellos otros ejemplares de la misma especie, pero con hojas mucho más grandes y completamente verdes, siendo así que éstas crecen en lugares más sombríos.

La antociana constituye una pantalla que disminuye la intensidad de los rayos de luz que tocan la clorófila, sin que perdieran éstos, al pasar por la capa de antociana, su eficacia para los fines de la asimilación.

En muchos casos no es toda la lámina la que presenta la coloración roja, sino que son solamente los nervios. En tal caso, lo mismo que cuando las hojas no contienen nada de antociana, pero sí el tallo es completamente rojo (fenómeno que por ejemplo en varias especies de *Gomphrena*, v. gr. *G. parennis* L. observamos), seguramente no se tratará de una protección de la clorófila contra un exceso de luz, pero sí de un abrigo de las materias nutritivas de naturaleza orgánica, hidratos de carbono y especialmente substancias protéicas, la "savia elaborada" que pasa por los órganos de conducción.

Que la antociana no representa única y exclusivamente un medio de protección contra una insolación excesiva, sino al mismo tiempo un medio para concentrar los rayos calóricos en el cuerpo de la planta, fenómeno que fácilmente puede ser demostrado por el experimento, sea mencionado de paso. En tal sentido empero la coloración roja en las plantas de la llanura de Córdoba apenas si vendrá en consideración, dado el carácter suave de su clima, si no es que tal vez debemos interpretar así el color oscuro que las ramitas nuevas y hojas jóvenes de algunos vegetales arbustivos a veces presentan; en el Quebrachillo (*Berberis ruscifolia* Lam.), en el Piquillín (*Condalia microphylla* Cav.) en *Ximenea americana* L., en el Molle (*Schinus dependens* Ortega), y seguramente en otros casos más, tal coloración en las partes nuevas a menudo salta a la vista de un modo muy visible.

El fenómeno observado y estudiado por G. Haberlandt, de la coloración roja en hojas perennes durante el invierno, en los alre-

dedores de Córdoba en árboles y arbustos con follaje permanente no lo hemos observado. Puede ser que la flora serrana de oportunidad para hacer tales observaciones. Nos induce a creer posible tal cosa, la observación de los matices bronceados que en el Molle de beber (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.), en el Quebracho colorado (*Schinopsis Lorentzii* (Grs.) Engl.), y otros árboles hemos hecho, especialmente en primavera y otoño, si bien debemos admitir que en todos tales casos se puede tratar principalmente de medidas protectoras de las plantas respectivas contra un exceso de la luz solar.

Sea, por fin, tratado en breves palabras el fenómeno de adaptación a la luz de diferente intensidad, como lo observamos a veces en las hojas de árboles con copa densa, o en plantas que tanto en sitios sombríos, como expuestas al sol directo pueden crecer, y que en una diferencia más o menos notable de la estructura anatómica entre las hojas periféricas y las centrales se pone de manifiesto.

Como ya antes fué mencionado, la repartición del parénquima empalizado y del tejido esponjoso en las hojas de follaje en general es tal que las células empalizadas ocupan la cara superior de la hoja, el parénquima esponjoso la inferior. Mientras que el parénquima en empalizada se compone de una o varias capas de células cilíndricas, más o menos alargadas y orientadas perpendicularmente a la superficie de la hoja, el tejido esponjoso se constituye de células cuyo diámetro mayor está generalmente en la dirección del plano de la lámina, o sea, paralelo a la epidermis.

El tejido en empalizada se caracteriza por espacios intercelulares relativamente angostos, el parénquima esponjoso en cambio por espacios muy voluminosos, "lagunas" intercelulares, que se comunican con los estomas de la superficie inferior de la hoja. La cantidad de clorófila que contienen las células empalizadas, es considerablemente mayor que la que se encuentra en las células del tejido esponjoso: a menudo pudimos constatar una proporción entre ambas, como de 4|5 : 1|5. De este hecho y del ancho de los espacios intercelulares se deduce que el tejido en empalizadas representa el tejido de la asimilación por excelencia, mientras que el parénquima esponjoso ante todo estará destinado al intercambio gaseoso: a la respiración y transpiración.

Siendo esta estructura la regla en las hojas de todas las plantas en que el proceso de la asimilación clorofiliana se realiza de preferencia a la luz difusa del día, en las hojas que se encuentran perpetuamente expuestas a la luz intensa del sol, a menudo observamos una modificación que cambia en mayor o menor grado su

carácter anatómico, pudiendo reflejarse muchas veces hasta en su aspecto exterior.

Un estudio macroscópico y microscópico de la estructura de las hojas de un árbol, o de dos individuos de una misma especie de planta de diferentes lugares, nos muestra a menudo diferencias esenciales de tamaño, espesor y estructura anatómica de las hojas, según si tomamos el objeto de nuestros estudios de la superficie de la copa del árbol, es decir de un sitio donde está expuesto continuamente a la luz directa del sol, o de una región más central, y por eso más sombría, de la copa, o según si examinamos la hoja de una planta que ha crecido en una localidad con insolación especialmente intensa, o de otra que se ha desarrollado en un ambiente de luz débil.

En general podemos constatar que las hojas "de sombra" son más grandes que las "de luz" (1). La diferencia se pone más evidente, cuanto más densa es la copa del árbol sobre la cual han nacido las dos hojas, o cuanto más grande es el contraste entre luz y sombra de los dos ejemplares de plantas a que en el otro ejemplo nos referimos. Compárense por ejemplo las hojas de igual edad de las ramas exteriores e interiores de un Molle de beber, un Tala, etc., siempre naturalmente tratándose de vegetales con copa de follaje tupido, o las hojas de dos individuos de Vinagrillo de distintas localidades.

Esta diferencia del tamaño, sin duda alguna, está en relación con las diferentes funciones fisiológicas de las hojas respectivas: el aumento de la superficie le permitirá a S una asimilación mejor, que si fuera chica, circunstancia que naturalmente será de gran ventaja, dadas las condiciones bastante desfavorables en que este proceso tiene que realizarse; y para L será de ventaja una lámina más reducida, por la cuestión de una transpiración más reducida que de aquélla lógicamente debe resultar.

El tamaño de la lámina no está en relación con su grosor: una S, de igual edad con una L, y, como queda dicho, en general más grande que ésta, comunmente es menos gruesa que la L, siendo la diferencia de diámetro vertical entre ambas a veces notable. Sin entrar en más detalles sobre este punto, lo que nos reservamos para otra oportunidad, mencionaremos que en hojas de Quebracho blanco pudimos constatar, en término medio, la proporción

(1) Lo que entendemos por "hojas de luz" y "hojas de sombra", quedará claramente explicado según lo que acabamos de exponer. Designaremos con "L" las hojas de luz en nuestras explicaciones ulteriores, con "S" las hojas de sombra.

$L : S = 4 : 3$, o hasta $3 : 2$; semejante proporción nos la dieron mediciones hechas en hojas de Molle de beber y de Tala.

En muchos casos encontramos poca diferencia en cuanto al espesor, entre L y S, y sólo en casos excepcionales S más gruesa que L; así por ejemplo en una *Oxalis* (individuos de diferente localidad) en que la medición de 8 hojas nos dió un término medio correspondiente a la ecuación $L : S = 4 : 5$. (1).

El diferente grosor de las láminas de L y S estriba, como es natural, en una estructura anatómica distinta de las hojas respectivas: observamos variedades más o menos esenciales del desarrollo de la epidermis, especialmente de su cutícula, del tejido en empalizada y del parénquima esponjoso.

La epidermis se presenta en muchos casos en L más fuertemente desarrollada que en S, las células más altas en aquélla que en ésta, si bien la diferencia no es siempre muy notable; la membrana exterior de las células epidérmicas en L está mucho más reforzada que en S, su cutícula más fuerte. Compárese por ejemplo L y S de la figura N° 16, en lo que se refiere a la membrana externa de las células epidérmicas, desarrolladas en este caso por su forma verdaderamente papilosa como un tejido acuífero típico.

Mucho más notables que las diferencias de la epidermis, suelen ser aquéllas del parénquima en empalizada y del tejido esponjoso en S y L. Ante todo, llama la atención el desarrollo mucho más voluminoso del parénquima en empalizada en L; sus células aparecen alargadas en la dirección perpendicular a la superficie de la hoja, y mientras que en S a menudo encontramos una sola capa de células empalizadas, en L esta zona se presenta muchas veces estratificada, formada por dos y hasta por tres "pisos" de dichas células. Pricipalmente por tal aumento del tejido en empalizada se explica el mencionado aumento del espesor de la lámina de L, en comparación con él de lámina de S.

En hojas de L cuya posición normal no es horizontal, sino que se acerca más o menos a una posición perpendicular, el desarrollo del tejido en empalizada puede llevar, y lleva efectivamente a menudo, a una simetría más o menos pronunciada entre la cara superior y la inferior de la hoja, diferenciándose células empalizadas en ambas caras de ésta, y quedando localizado así el parénquima

(1) Quedará sometido a nuevos estudios constatar si esta proporción representa de veras la regla para esta y tal vez también para otras plantas herbáceas, o si, lo que nos parece más probable, en el caso especial de las dos plantitas por nosotros estudiadas a más de la cuestión de la insolación, otros factores más deben tomarse en cuenta, como por ejemplo y de un modo especial, las diferentes condiciones de la humedad del suelo, etc.

esponjoso a una zona mediana, más o menos angosta, entre las dos capas de tejidos empalizados, y hasta suprimiéndose a veces completamente su formación, en casos extremos. (Véase por ejemplo el dibujo de L en la figura N° 17). En muchos casos la evolución más abundante del tejido en empalizadas se verifica a expensas del parénquima esponjoso, causa por la cual se explica, que la diferencia del espesor entre L y S es a menudo muy exigua.

Cuanto más grande es la diferencia de la intensidad de la insolación, tanto más notable será la diferencia de la estructura anatómica entre L y S: siendo más fuerte la intensidad de la luz, mejor desarrollado suele presentarse el parénquima en empalizada (naturalmente dentro de ciertos límites), más reducido el parénquima esponjoso; como consecuencia de esta reducción, que tal vez no tanto en una disminución del número y tamaño de sus células, cuanto más bien en una reducción de sus espacios intercelulares, se documenta, en el tejido esponjoso las células se muestran más acercadas una a la otra, circunstancia que a toda la hoja de L, naturalmente, debe dar una consistencia mayor, debe hacer más compacta su estructura anatómica que la de S.

Resulta, pues, que L es, en primer lugar, órgano de la asimilación, en el que la transpiración puede ser más o menos reducida, limitada, por decirlo así, al *mínimum* necesario, mientras que S, que debido a las condiciones menos favorables de la insolación bajo las cuales tiene que existir, no puede ser, en primer término, órgano de la asimilación, ante todo, representa un órgano de la transpiración.

Otras variaciones en la estructura anatómica de L y S que ocasionalmente hemos observado, como por ejemplo diferencias en el ancho de las células epidérmicas, en el modo de unión de estas células una con otra, en el desarrollo de los nervios, etc., hasta ahora no las hemos podido constatar todavía en un número suficiente de casos, como para poder sacar de nuestras observaciones conclusiones de valor general.

V. *Medios de protección contra los ataques de los animales*

Directa o indirectamente todo el reino animal se alimenta de substancia vegetal. Entre los Vertebrados son especialmente los Mamíferos los que están representados por el número relativamente mayor de formas herbívoras; pues excepción hecha de los Carnívoros, Insectívoros y la mayoría de los Quirópteros (los Mamíferos que no son terrestres, los dejamos de lado en este momento),

todos los Mamíferos son herbívoros. También de las Aves la mayoría se alimenta de hojas, frutas, semillas, etc., o son omnívoros, la minoría son carnívoros exclusivos.

Entre los animales invertebrados, los Artrópodos y muchos Moluscos, causan daños considerables en las plantas, aquéllos por los insectos y sus larvas, éstos por los caracoles. De los animales inferiores citaremos los Vermes, de los cuales también algunas formas son herbívoros típicos.

Los vegetales, en parte, han tomado sus medidas de defensa, desarrollando armas más o menos eficaces contra los animales, y que ciertamente en algunos casos cumplen muy bien con su destino; pero de hecho: sólo "en algunos casos"; pues por un lado no hay medio omnipotente de defensa, y el arma que contra una clase de animales tal vez es formidable, contra otros enemigos puede ser del todo ineficaz, y por otro lado los mismos animales, dada para ellos la imprescindible necesidad de buscarse alimentos vegetales y de conseguirlos, si bien con dificultad, en muchos casos han sabido adaptarse de su parte a las medidas de defensa de los vegetales, consiguiendo, a lo menos en parte, superar los obstáculos que les oponen las plantas.

Los medios por los cuales las plantas tratan de protegerse contra los animales, en parte son de naturaleza exterior, morfológica, en parte de carácter interior, de preferencia químico. Por fin, tal vez ciertas particularidades biológicas podrán ser consideradas en el sentido de medios de protección: por ejemplo el difícil acceso de los animales a ciertas plantas, como los epífitos.

Los medios morfológicos, mecánicos, de protección consisten, principalmente, en la estructura sólida, firme, de las partes vegetativas, en primer lugar, naturalmente, de las hojas, o en una abundante producción de pelos, cerdas, aguijones, etc.

Precisamente en este sentido la flora de Córdoba nos ofrece una infinidad de ejemplos. Ya hemos mencionado la consistencia coriácea de muchas hojas, su cubierta de cera o barniz, o su pelusa como medios de protección, y es claro que no representarán solamente medios para evitar una transpiración excesiva o una insolación demasiado intensa, sino que también en el sentido de una protección mecánica podrán desempeñar funciones biológicas de importancia.

Por la consistencia coriácea que se origina ante todo por el desarrollo de una fuerte cutícula, como también por la producción de elementos de esqueleto (células esclerenquimáticas) dentro de la mesófila, los órganos respectivos pueden adquirir una dureza o rigidez tal que llegan a ser impropios como alimento de los

animales, convirtiéndose en indigeribles. Una secreción más o menos abundante de cera o resina (barniz), la producción de un vello tupido, o la transformación de los dientes del borde de la lámina en órganos punzantes, pueden ayudar este efecto.

Será por tales razones que raras veces vemos atacadas las hojas de los Talas, de los Molles, de la Sombra del toro, del Quebracho blanco, de las Jarillas, Chilcas (*Flourensia campestris* Gris.), del Altepe (*Proustia ilicifolia* H. et A.) y de tantos otros representantes de la flora serrana o de las barrancas, por los animales, a lo menos no por el ganado vacuno. Que hasta las langostas voraces rehusan el follaje de vegetales con hojas duras, al menos mientras no encuentran otros alimentos, de consistencia más blanda, es un fenómeno que desgraciadamente año por año podemos observar en nuestra provincia.

También en la forma acicular de las hojas, como la hallamos por ejemplo en plantas del tipo del Romerillo (*Heterothalamus brunioides* Less.), podremos ver un medio de protección en el sentido indicado.

Si las membranas de las células epidérmicas además de poseer una cutícula reforzada, están incrustadas de ciertas materias minerales (especialmente de bióxido de sílice), como sucede ante todo en las Colas de caballo (*Equisetum*), pero también en muchas Gramíneas y Ciperáceas, deberá ser considerado como una protección especialmente eficaz de los vegetales respectivos contra los ataques de parte de los animales.

Que la incrustación con sílice efectivamente representa una protección, lo han puesto en evidencia, los experimentos de Ernst Stahl: Gramíneas que en el laboratorio se habían cultivado sin suministrarles silicio, fueron tomadas con avidez como alimento por los caracoles, los cuales en cambio rehusaron las mismas especies, cuando se habían criado bajo sus condiciones naturales, es decir en un substratum que contenía sales silíceas, y también los tallos de Equisetos fueron comidos por los caracoles, cuando previamente habían sido abiertos por un corte longitudinal, de modo que los animales podían llegar a las partes blandas interiores, no silificadas, mientras que en estado no abierto nunca fueron tocados por los caracoles. (1).

Claro está que tal protección nunca puede ser un abrigo absoluto, ni un abrigo eficaz contra todos los animales. Prueba de esto es el hecho a menudo observado de que los pastos duros, y hasta los Equisetos, efectivamente son comidos por el ganado vacuno u

(1) Ernst Stahl: Pflanzen und Schnecken. — Jena, 1888.

ovejuno, a lo menos en tiempos cuando faltan otros alimentos mejores. Pero esta circunstancia no cambia nada en el hecho de que bajo condiciones normales, es decir en la mayoría de los casos, una consistencia dura de las hojas, una incrustación de las membranas celulares con bióxido de silicio u otros factores de efecto mecánico les dan de veras a las hojas mayor seguridad contra los ataques de los animales.

Plantas cuyas hojas o cuyos tallos están provistos de un vello denso de pelos lanosos o de pelos ásperos (cerda), también son desdenados generalmente por los animales, como lo podemos constatar en la Polillera o Barbaseo (*Verbascum virgatum* With.), en las Borragináceas, en las especies de *Galium* y otros, que comunmente no son tocadas por el ganado, ni menos por caracoles.

Encontrándose los pelos desarrollados en forma de órganos punzantes, como sucede en Borragináceas, Loasáceas ante todo en las Péncas, representan un arma especialmente poderosa. Con sus puntitas y ganchos penetran fácilmente en la mucosa de la boca del animal que tal vez comiera de la planta causándole molestias y hasta inflamaciones tales que, una vez hecha la dolorosa experiencia, nunca más su instinto lo llevará a tocar comida tan traicionera.

Como ejemplos de tales cerdas punzantes que pueden ser incrustadas de sílice o ser de celulosa simplemente, sean citadas las formaciones características que nos demuestran las Loasáceas, por ejemplo alguna especie de "Pegajera", *Mentzelia* (véase la figura N° 15), o las así llamadas "gloquidas" (1), aquellos órganos que

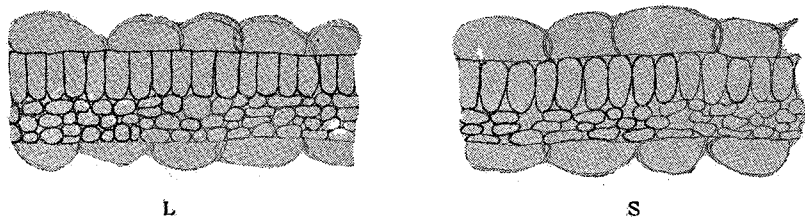


Fig. 15.—Corte transversal por la hoja de *Oxalis spec.* L: "hoja de luz" S: "hoja de sombra".

caracterizan las Opuntias y que presenta nuestra figura N° 16. Son emergencias (algunos autores los consideran como hojas modificadas, interpretación cuya verdad hasta ahora no ha podido ponerse en evidencia) que en número muy grande se encuentran inserta-

(1) Derivado de la palabra griega: he glochís = la punta de la flecha.

das en la felpa de las "aréolas", en las axilas de las hojas husiformes, carnosas y caducas, como también sobre el gineceo de las flores y sobre los frutos, formando manojos de cerdas delgadas, de color generalmente amarillento, entre los cuales suelen levantarse los agrujones largos y fuertes que ante todo conocemos de las Cáceas. Cada una de estas gloquidas posee forma cónica y lleva cubierta su superficie de un sinnúmero de células, dispuestas en espiras, cubriendo cada una con su extremo posterior libre la siguiente, como se cubren las tejas de un techo. Todo el órgano constituye una cerda muy rígida y muy quebradiza; tocándolas levemente, se rompen con facilidad y penetran en la piel, donde se fijan, debido a los garfios que forman las terminaciones libres de las células-tejas.

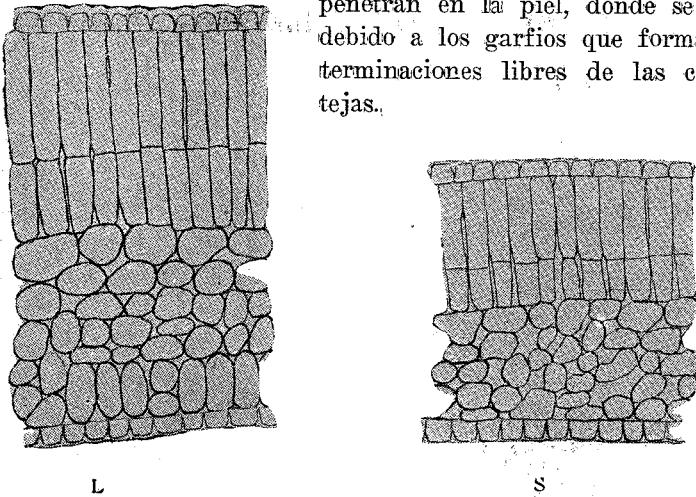


Fig. 16. — Corte transversal por la hoja de *Lithraea molleoides*.
L: "hoja de luz" S. "hoja de sombra".

Está demás decir expresamente que en una mucosa el daño causado por estos pequeños "anzuelitos" será todavía mayor. Sabido es que debemos descortezar las tunas, antes de comerlas.

A más de las cerdas punzantes sean mencionados los pelos urticantes, como armas que les son propias a ciertas plantas. Representan formaciones epidérmicas, tricomas típicos, unicelulares, pero que por una hipertrofia del parénquima de la mesófila y de las células epidérmicas que rodean el pelo, adquieren en su base una especie de pie o zócalo. (Fig. N° 17). En el extremo, el tricoma está adelgazado, y su membrana arriba suele ser un poco silicificada y por eso muy tiesa y al mismo tiempo quebradiza. Tocándose muy fácilmente se rompe, entrando en la piel como la aguja de una jeringa, y debido al estado de turgescencia bajo el cual se encuentra en la célula cerrada e intacta el contenido celular, se lanza

éste a la herida, causando el escozor que del contacto con la ortiga se conoce, y que es originado probablemente por una substancia proteica ponzoñosa (tal vez a más del ácido fórmico) que en su carácter químico posiblemente se acerca más a los enzimas.

En nuestra flora tenemos como plantas con pelos urticantes: la Ortiga (varias especies del género *Urtica*, como: *U. urens* L., *dioica* D., *spathulata* Sm., en la Sierra Alta también *chamaedryoides* Pursh) y varias Loasáceas (*Blumenbachia Hieronymi* Urb., en la Sierra. *Cajophora cernua* (Gris.) Urb. et Gil, etc.).

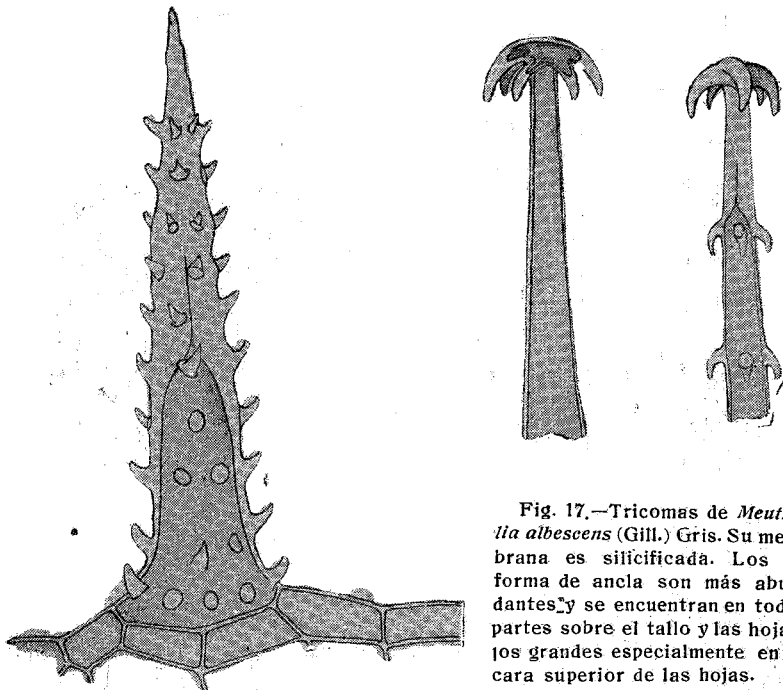


Fig. 17.—Tricomas de *Meuzelia albescens* (Gill.) Gris. Su membrana es silicificada. Los de forma de ancla son más abundantes y se encuentran en todas partes sobre el tallo y las hojas, los grandes especialmente en la cara superior de las hojas.

Mientras que los pelos punzantes y urticantes son tricomas de origen epidérmico, los órganos que llamamos “aguijones” son aparatos en cuya formación a más de la epidermis generalmente participa también el tejido fundamental, sea la mesófila, sea la corteza, cuando de una emergencia caulinar se trate. En su interior pueden encontrarse elementos de conducción, y las membranas de sus células pueden ser lignificadas y por eso muy duras, como lo vemos por ejemplo en los aguijones que cubren los frutos del Chamico (*Datura stramonium* L.). En lo que toca a las glo-

quidas antes mencionadas y descritas de las *Opuntia*, cuyo carácter morfológico, como fué dicho, no está todavía del todo aclarado, nos inclinamos a considerarlas también como aguijones, siendo su origen tanto epidérmico, como subepidérmico.

De las emergencias de naturaleza tricomática se distingue esencialmente otra clase de órganos punzantes: las espinas. Estas deben su nacimiento a un proceso de metamorfosis, sea de un órgano caulinar, un tallo o una rama, sea de uno foliáceo, una hoja de follaje o una estípula. Se ve pues, que la fisiología o biología del órgano no depende de su carácter morfológico.

Como un ejemplo muy instructivo, para demostrar la transformación de una hoja en una espina, de nuestra flora citaremos el Quebrachillo (*Berberis ruscifolia* Lam., también llamada Calafate) que nos presenta al mismo tiempo el ejemplo de una planta con aguijones. Las puntas terminal y laterales de sus hojas son aguijones

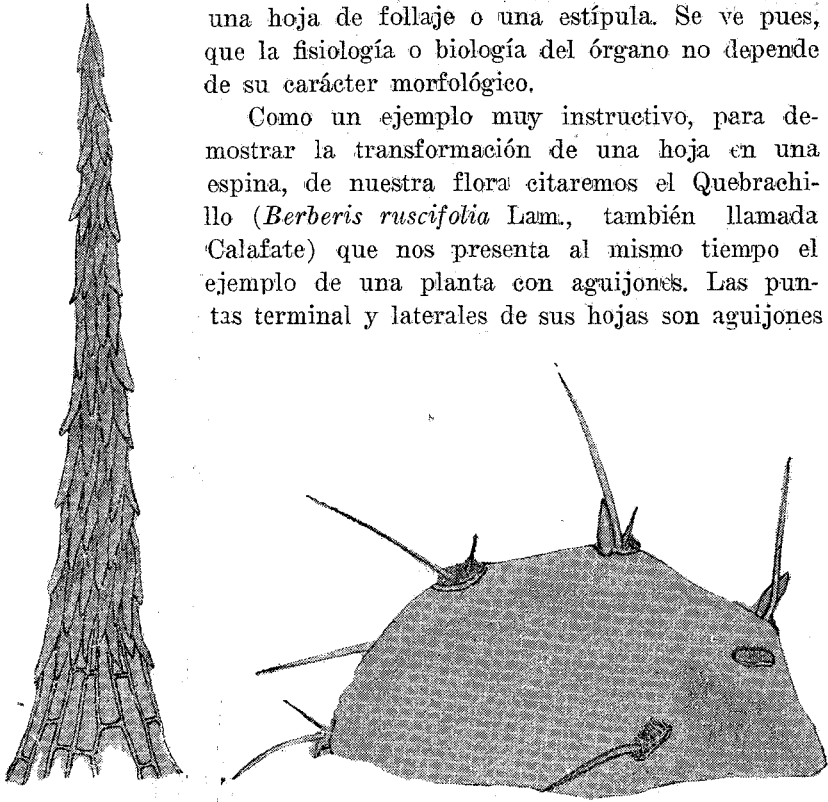


Fig. 18.—*Opuntia monacantha* Haw., "Penca". Parte superior de una rama (tamaño natural), y una "gloquida" (aum. 150 x).

duros y muy puntiagudos, mientras que los órganos punzantes, generalmente tripartidos, que en la base de las hojas encontramos, son espinas, o sean hojas de follaje metamorfoseadas. De su axila brotan vástagos laterales que se caracterizan por sus internodios muy cortos, y son estas ramas las que llevan las hojas que en la planta observamos, y que desempeñan la función de los órganos de la asimilación. (Fig. 18).

Los aguijones y las espinas pequeñas (que el valor de las espinas grandes como armas de defensa no nos parece muy alto, ya lo dijimos arriba) pueden considerarse como medios de protección de gran eficacia. Recuérdense los aguijones de las Cáceas (nos referimos aquí a los órganos punzantes largos, generalmente denominados espinas, que con pocas excepciones poseen todos los representantes de esta familia, mientras que las gloquidas antes tratadas son propias solamente de la subfamilia de las *Opuntioideae*), los aguijones de los Quebrachos blancos, Sombras del toro, Cardos de la Pita (*Agave*), de los Chaguares (*Dyckia floribunda* Gris., *Dainacantho Urbanianum* Mez), las espinas de los Talas, Talillas (*Lycium*), Espinillos, Breas, Tuscas, Algarrobos y de tantas otras Mimosóideas, para limitarnos a estos relativamente pocos representantes de nuestra flora, tan rica en ejemplos, pero no queremos omitir de mencionar que también muchas Gramíneas deben considerarse como bien armadas con armas punzantes o cortantes, dada la punta muy aguda de sus hojas, o los bordes de éstas, afilados como cuchillos, y sea dicho una vez más que justamente para los vegetales de las regiones secas la protección contra los animales debe ser de la mayor importancia, como que las plantas, a causa de las dificultades que encuentran al absorber sus alimentos de un suelo árido, naturalmente deben ser muy económicos en el desarrollo de sus órganos, significando la destrucción de una rama de algunas hojas por un animal, cada vez una pérdida grave para el organismo vegetal.

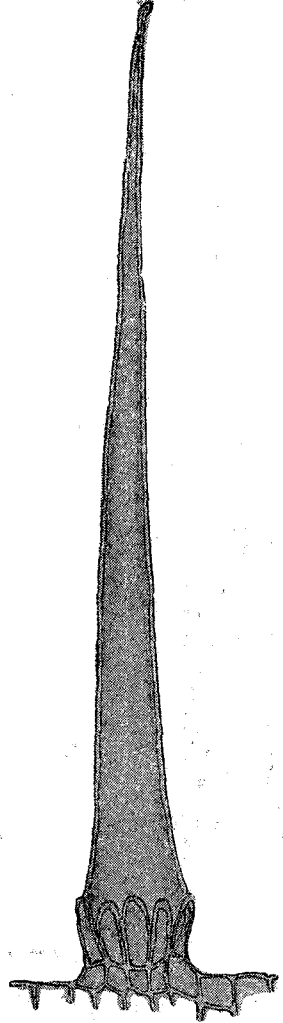


Fig. 19.—Pelo urticante de *Cajophora cernua* Tum. 150 x.

En todas las floras encuéntranse muchas plantas que, aunque parezcan faltarles medios exteriores de protección contra los ataques de los animales, son respetadas por éstos. En muchos casos

se trata de vegetales que conocemos como venenosos, y cuyos principios activos, alcaloides, glucósidos, etc., también nos son conocidos. Para citar sólo algunos pocos ejemplos de plantas tóxicas de la flora cordobesa, sean mencionadas: la Cicuta (*Conium maculatum* L.), muchas Solanáceas, como el Duraznillo negro o Hediondillo (*Cestrum Parqui* L' Hérit., *C. pseudoquina* Mart.), el Chamico (*Datura stramonium* L.), el Chuchu (*Nierembergia hippomanica* Miens), las Talillas (especies de *Lycium*), las especies de *Solanum*, de *Nicotiana*, etc., la mayor parte de las Euforbiáceas, la Carqueja (*Baccharis articulata* Pers.), etc., etc.

Pero de muchísimas plantas no sabemos hasta ahora, qué agentes las protegen contra los ataques animales, y no obstante esto debemos suponer que existen tales sustancias en su organismo.

Seguramente no todo lo que es un veneno será producido por la planta con el objeto de formar un medio de defensa; muchas sustancias de efecto tóxico sobre el organismo animal en el cuerpo de la planta nacerán sólo como productos del intercambio de las materias, pero no como hechas "al propósito". Si consideramos, por ejemplo, el jugo lechoso (Látex) de una Apocinácea, Asclepiadácea, Euforbiácea, etc., en él indudablemente no tenemos que observamos muy a menudo que el efecto tóxico toca solamente a ciertos animales, por ejemplo a los animales superiores, el ganado, mientras que para animales inferiores, por ejemplo las orugas de las mariposas, no debe tener ningún efecto dañino.

Todo el problema de las sustancias protectoras está todavía tan poco dilucidado por lo poco que sabemos de la fisiología y psicología de los órganos de los sentidos de los animales. Si suponemos que éstos, por ciertas materias de aroma repugnante, son prevenidos para no tocar una planta venenosa, tal opinión que se basa en una antropomorfía absoluta, naturalmente, no debe ser correcta. Pues cuán diferentes son las pasiones, predilecciones o antipatías entre hombre y animales, cuán arbitraria debe ser por eso nuestra interpretación de una atracción o repulsión supuesta de los animales, nos lo puede probar la infinidad de observaciones que a diario podemos hacer con nuestros animales domésticos. Si, por ejemplo, el perro se revuelca sobre el cadáver en descomposición de un pescado, sapo u otro animal, lo hace, indudablemente, porque le agrada especialmente el olor cadavérico, el mismo olor que para nuestros nervios olfativos es tal vez el más repugnante que hay, y al revés: los perfumes que más nos agradan, hacen huir al perro.

Si es, por lo tanto, muy mal fundada nuestra "explicación" del rechazo de una u otra planta por los animales, más todavía

lo es en los numerosos casos en que no sabemos nada de las razones que hacen repulsivas a los animales ciertas plantas de las cuales nosotros no conocemos ni la existencia de sustancias tóxicas, ni la de aromas perceptibles; pues es evidente que no “explicamos” nada, si “suponemos” que

en las plantas respectivas tal vez habrá ciertas materias que los animales perciben, mientras que nuestros sentidos no son tan finamente organizados para sentir las, ni tampoco adelantamos nada suponiendo que el conocimiento de las plantas venenosas o de sabor desagradable haya llegado a los animales de hoy por herencia, como el resultado de las malas experiencias hechas por generaciones anteriores.

Debemos, desgraciadamente, en la mayoría de los casos confesar nuestro “ignoramus” y admitir que no podemos hacer otra cosa que constatar hechos, pero que no podemos dar una explicación satisfactoria de nuestras observaciones.

A las sustancias a las cuales posiblemente podemos o debemos atribuir un efecto repugnante sobre los animales, pertenecen tal vez los taninos, cuerpos de los cuales sabemos que son sumamente frecuentes en el reino vegetal, no habiendo quizás ni una sola planta a la que faltarían por completo. Encuéntrase especialmente en las células epidérmicas, en las células de la corteza, en el leptoma de los haces de conducción, en los rayos medulares, hasta en las células asimiladoras de las hojas. Qué papel fisiológico desempeñan en el intercambio de las sustancias del organismo vegetal, no lo sabemos con seguridad; el hecho, empero, de que, una vez for-



Fig. 20.—*Berberis ruscipolia* Lam.,
“Quebrachillo” con espinas y agujones.

ma de los haces de conducción, en los rayos medulares, hasta en las células asimiladoras de las hojas. Qué papel fisiológico desempeñan en el intercambio de las sustancias del organismo vegetal, no lo sabemos con seguridad; el hecho, empero, de que, una vez for-

mados raras veces experimentan una transformación, y de que aún en partes muertas de las plantas se encuentran todavía, ha llevado a la opinión de que deberán servir a otros fines que a los objetos de la nutrición del vegetal. Según el criterio de muchos botánicos, debe verse en los taninos, principalmente, un medio de protección contra los animales, máxime contra caracoles.

En semejante situación de ignorancia nos encontramos con respecto al ácido oxálico o sus sales solubles. También esta substancia representa, sin duda alguna, un producto del intercambio de las materias, que no se forma con el objeto de crear un medio de protección contra los animales, pero que debido a sus propiedades tóxicas, muy bien puede utilizarse en este sentido. El ácido oxálico se produce, al nacer las substancias proteicas, de los hidratos de carbono, y cumple con la tarea importante de combinarse con la base con que se introduce el ácido nítrico, indispensable para la formación de la albúmina, y que suele ser principalmente el potasio o el calcio. En este proceso se forma probablemente primero la sal potásica del ácido oxálico, el oxalato ácido de potasio, el cual en la mayoría de los casos secundariamente se neutraliza por combinación con sales de calcio que en las células se encuentran; el oxalato de calcio, sal insoluble en el jugo celular, se deposita en las células en que se forman las materias nitrogenadas (y éstas son ante todo las células de la asimilación de las hojas y del tallo), en forma de cristales solitarios, de maclas, de "arena" o de manojos de "ráfidos".

Los oxalatos solubles, que se encuentran en gran cantidad en las especies de *Oxalis* ("Vinagrillo") y en varias especies de *Rumex* (Lengua de buey), actúan indudablemente como medios de protección contra los animales. También de los pelos de ciertas Onagráceas (especies de *Oenothera* y *Epilobium*) se conocen secreciones de reacción intensamente ácida, la cual tal vez también es causada por ácido oxálico o por oxalatos solubles. En cuanto a los cristales de oxalato de calcio, los ráfidos representan un arma muy eficaz para la planta. Sus agujas menudas penetran fácilmente en la mucosa de la boca de los animales, causando un resquemor muy intenso y doloroso. Cuán peligrosos pueden ser los ráfidos al organismo animal, sea citado un caso que fué observado por Stahl en sus investigaciones sobre los medios de protección de las plantas contra los animales, y que menciona en su obra, ya arriba citada, 'Pflanzen und Schnecken', pág. 96: Un conejo, agotado por hambre, al cual se dió a comer Totorá (*Typha latifolia* L.) en bastante cantidad, se enfermó inmediatamente después de la comida muriéndose en el transcurso de algunos días. Hecha la autopsia

del cadáver, se constató una fuerte inflamación catarral de la mucosa del intestino delgado, y la presencia de grandes cantidades de ráfidos en el contenido del colon.

De un modo parecido al efecto de los taninos, del ácido oxálico y de otros productos del intercambio de las sustancias, de los cuales no nos ocuparemos, también ciertas secreciones de glándulas o de pelos glandulares pueden ser útiles como medios de protección contra los animales. Nos referimos a los aceites esenciales, los cuales tanto por su olor penetrante, como por el sabor agudo y picante que la mayoría de ellos posee, son esquivados en general por los animales. Pero también en este caso observamos con frecuencia que tal medio no es activo contra toda clase de animales: muchos de ellos incomodan solamente a los animales superiores, pero no así a los insectos o a sus larvas.

Por fin, mencionaremos el mucílago como un cuerpo que puede tener el significado de un medio de protección contra los animales. Parece que las plantas cuyas hojas son ricas en mucílagos, se hallan especialmente protegidas contra los ataques de parte de los caracoles.
