Influjo de la pérdida de agua en la hoja de Hibiscus militaris

por el

P. Jaime Pujiula, S. J.

Director del Laboratorio Biológico de Sarriá (Barcelona)

Hay en el campo de la Ciencia muchos puntos que, o se suponen averiguados directamente, o por lo menos se dan como por incluídos en leves generales: por lo cual no se examinan en detalle. Ciertamente que no seremos nosotros quienes queramos pecar por aquellas nimiedades que no pueden ensanchar el círculo de los conceptos o leyes generales. Pero tampoco ignoramos que existe en el Reino de las plantas y en el de los animales una preciosa rama que llamamos Bionomía o Ecología y también Biología en sentido estricto (1), que es la aplicación de las leyes morfo-fisiológicas generales a las distintas especies de plantas y animales con las particularidades que exige la vida peculiar de cada una de ellas. Este es un campo tan vasto e inexplorado que guarda muchas sorpresas para el asíduo investigador. Porque cada organismo va regido por sus leves peculiares de tal manera que no se hallarán dos seres que coincidan exacamente en todo, aunque estén muy próximos en la escala biológica. Y si la Ciencia ha de ser la expresión fiel y exacta de los hechos y fenómenos, como exige su noción, tiene que expresar todos los pormenores.

Llevados de estas ideas, nos hemos propuesto examinar el influjo que ejercen o pueden ejercer en los tejidos vegetales, respectivamente en sus elementos citológicos, ciertos agentes físicos. Hemos comenzado por los cambios provocados o causados por la desecación o pérdida de agua. A este fin, hemos hecho ensayos con hojas de la malvácea Hibiscus militaris. El estudio comprende parte macroscópica y parte microscópica.

A. Ensayos macroscópicos

De una rama del *Hibiscus* mencionado desprendimos varias hojas, de las cuales una se dejó abandonada en aire libre; otra se puso en

⁽¹⁾ Véase el Manual de Biología Moderna del autor p. 329 y sigs. (1927).

en en que des les en de tas ada mu-

nos cac-

ore-

ujo

ado de

bis-

ros-

ojas,

927).

un cristalizador con el pecíolo en el agua; y otra se sumergió totalmente en un acuario. Antes de abandonarlas, se pesaron. La del aire pesaba 1,45 gr; la que tenía el pecíolo tocando el agua, 1,40 gr.; la totalmente sumergida, 1,55 gr.

A las 12 horas se volvieron a pesar: la del aire pesaba 1 gr. Había perdido de peso 0,45 gr., esto es, 31 %. La segunda pesaba 1,10 gr. por tanto había perdido, apesar de la absorción de agua que pudo

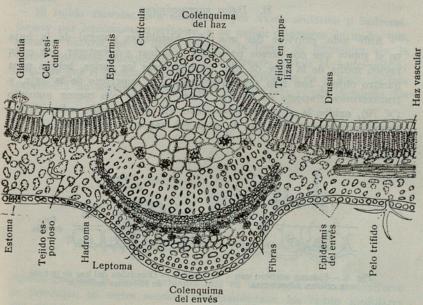


Fig. 1. — Corte de la hoja Hibiscus militaris pasando por su base (en parte esquemática)

haber por el pecíolo, 0,30 gr. esto es, 21 %. La tercera hoja pesó 2,5. Aumento de peso cerca de 1 gramo, esto es, 0,95 %. Este aumento de peso se explica, parte por la absorción de toda la superficie y sobre todo del pecíolo, cortado y por consiguiente con los vasos acuíferos abiertos, y parte por la adherencia del agua en la superficie, ya que la hoja de esta malvácea se moja más o menos.

Notemos de pasada un hecho que demuestra la necesidad de la vida para explicar la ascensión de la savia. Porque la segunda hoja (con el pecíolo en el agua) perdió en 12 horas un 21 % de agua que no hubiese perdido si hubiese estado unido a la planta, siendo así que la hoja tenía a su disposición más agua que la que le hubiese ofrecido la planta. Este argumento no tiene vuelta de hoja.

Pero nuestro propósito es ver los efectos histo-citológicos que hayan podido tener lugar a consecuencia de la pérdida de agua. Esto supone un estudio previo de un ejemplar en condiciones normales. Como tal escogimos una hoja unida a la rama, que se mantuvo fresca por sumergir de cuando en cuando su extremidad en el agua.

B. Datos microscópicos

Ante todo, conviene dar una idea histológica general de la hoja en el punto que nos hemos propuesto examinar e investigar, que es la región media de la base de ella. Naturalmente los cortes, hechos para nuestro objeto, han sido perpendiculares a la superficie de la hoja, y transxersales respecto de su eje. Visto el corte con menor aumento (× 70), exhibe la siguiente disposición. El nervio medio sobresale extraordinariamente tanto por la cara del haz como del envés (fig. 1),

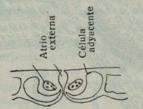


Fig. 2. — Estoma aerífero con sus células adyacentes

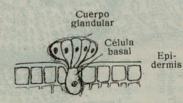


Fig. 3. — Glándulas del haz de la hoja de Hibiscus militaris

convirtiéndose el nudo central a cada lado en una lámina más delgada a manera de ala. La epidermis del haz y del envés está constituída por una sola capa de células, claras, sin clorofila, salvo naturalmente las células de cierre estomatíferas (fig. 1 y 2). Sobresalen un poco de la epidermis unas glándulas sentadas (fig. 1 y 3), no muy abundantes, pero observadas tanto en el haz como en el envés, así como pelos recios trífidos (fig. 4). Las glándulas se hallan, no en el nervio sino en la expansión de la lámina; al paso que los pelos los hemos hallado en todas partes, aunque no son muy abundantes.

En la región central del corte, desde la epidermis hasta la región vascular se hallan, primero, varias capas de colénquima por ambos lados y luego abundante parénquima (fig. 1), sembrado de células eris-

AL

m-

ıa-

su-

mo

su-

oja

la

ara

, y

nto ex-1),

rada

por

e las

le la

ntes,

ecios

ex-

odas

egión mbos

cris-

talíferas; cada una de éstas encierra una drusa de cristales de oxalato de calcio que ocupa casi toda la cavidad celular: coexiste con todo dentro de la célula en muchos casos partes vivas, según parece, que se tiñen de igual modo que en las células ordinarias: lo cual es señal de un intercambio muy activo. Las células cristalíferas no son exclusivas de esta región: abundan igualmente hasta en el parénquima clorofílico en empalizada (fig. 1). El parénquima central puede ser considerado como tejido cortical del tallo, aunque en el haz representa mejor su médula.

El tejido vascular está compuesto por vasos acuíferos o hadromáticos y por leptómicos o cribosos, y se hallan dispuestos de modo, que, como es natural, en el corte ofrezcan la forma de herradura con la parte leptómica mirando el envés, y mirando el haz la hadromática; toda vez que el pecíolo de la hoja y su ramificación en el limbo de ésta representa un segmento longitudinal del tallo (1); y, por lo mismo, los

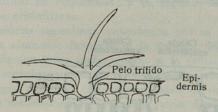


Fig. 4. — Pelo trífido del envés de la hoja de Hibiscus militaris

tejidos guardan la misma relación que en el tallo. Los vasos acuíferos se presentan en series sencillas alternando con los radios medulares (fig. 1) con gran rgularidad; los cribosos con sus células acompañantes forman una banda tangencial en el dorso del hadroma (fig. 1). En la misma región dorsal se ven grupos, aislados unos de otros, de fibras que sirven de apoyo y sostén a los haces vasculares, señaladamente a los leptómicos, ya que, según indica la etimología de la palabra, son delicados. Esto por lo que toca a la región central.

Debajo de la epidermis uniestratificada de la lámina mesofílica existe el tejido asimilador o clorofílico en empalizada, muy regular y continuo (fig. 1). La empalizada está compuesta de elementos celulares bastante alargados, todos llenos de clorofila. Debajo de esta capa se hallan

⁽¹⁾ Véase nuestra Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales p. 482 (1921).

unas células algo alargadas también, constituyendo como un conato de una empalizada secundaria. Estas células representan el paso del tejido clorofílico propiamente dicho al esponjoso. De vez en cuando aparecen como empotradas a la mitad externa de la empalizada unas células grandes, casi redondas, claras que con pequeño aumento podrían parecer como vacuolas (figs. 1 y 5). Fijándose uno mejor en ellas, se da cuenta de que parecen tocar por un punto la parte superior de la epidermis, como si integrasen a ésta, recordando las grandes células cistolitíferas de urticáceas y móreas.

Pero en algunos puntos muy favorables a la observación se ve con gran claridad que estas células no son epidérmicas (fig. 5), sino del parénquima subyacente y comprimen y casi aplastan la célula epidérmica debajo de la que caen. También se ven en medio de la empalizada células cristalíferas, según dijimos. Estas células no tienen que ver con la empalizada. Son células del esponjoso vistas a través de la empalizada con su drusa. La empalizada se continúa hasta el nervio medio, cuya región lateral recubre (fig. 1).

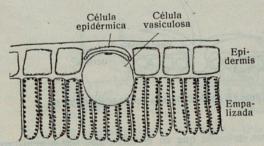


Fig. 5. — Porción de epidermis con la empalizada subyacente y una célula vesiculosa



Fig. 6. — Parénquima, algo contraído de una hoja dejada 12 horas en el aire

Debajo de la empalizada aparece el tejido esponjoso bastante rico en células clorofílicas máxime junto a la empalizada; de modo que, si toman la forma algo alargada, pueden afectar otra empalizada de elementos menos alargados. En el tejido esponjoso se ven igualmente multitud de células cristalíferas con sus respectivas drusas (fig. 1). Alguna que otra vez hemos observado una como incipiente isla de tejido en empalizada a cada lado del nervio medio. No hay por qué decir que en la zona del tejido esponjoso corren haces vasculares horizontalmente (fig. 1.).

Finalmente, el tejido de empalizado remata al exterior con la epi-

AL

de

te-

a-

cé-

an

se

de

las

con

pa-

nica

ada

ver

em-

me-

uima,

e una

rico

ie, si

a de

nente

. Al-

ejido

r que

a epi-

dermis del cavés, caractrizado por sus células más o menos alargadas tangencialmente y sin clorofila también, salvo las que forman los estomas aeríferos, localizados, en esta planta, como en general en la mayor parte de las terrestres de hojas dorsiventrales, en el envés (figuras 1 y 2).

En la epidermis del envés, o no existen, o son raras las glándulas; pero sí existen pelos trífidos recios (figs. 1 y 4): aunque escasos, parece que lo son menos que las glándulas. De manera que la hoja se ofrece macroscópicamente lisa, brillante o casi brillante el el haz y mate en el envés.

No bajaremos a pormenores sobre el fisiologismo de cada parte de la hoja, anatómicamente descrita; ya que el objeto principal que aquí perseguimos, son los cambios morfológicos que puedan haber ocurrido por la acción de agentes o circunstancias externas (1). Sólo sobre dos puntos queremos llamar la atención en este lugar: primero, sobre la significación de las células vesiculosas que hemos descrito e ilustrado en el tejido clorofílico en empalizada; y en segundo lugar, sobre la multitud de células cristalíferas.

Cuanto a las células vesiculosas, entendemos que se trata en ellas de una disposición altamente favorable a la función del tejido clorofílico en empalizada que, como nadie ignora, es la asimilación del carbono o la síntesis orgánica, propia de la clorofila. Dos clases de primeras materias se exigen para ello, el agua y el anhídrido carbónico. Ahora bien, las células vesiculosas son, a nuestro juicio, depósitos de agua, destinada a servir como primera materia a las células clorofílicas, que representan otras tantas fábricas de productos químico-biológicos. Y nótese que dichas células están en inmediato contacto con la epidermis; y sabido es que la epidermis tiene como función, almenos secundaria, la reserva de agua; agua que a manera de manto envuelve las células del tejido en empalizada. En nuestro caso vendrían estas células a ser como almacenes, donde se recibe el agua de reserva de las células epidérmicas para ponerla lateralmente al servicio de las células elorofílicas; porque cada una de las células vesiculosas está rodeada, por todas partes, de células de empalizada, menos por su vértice. de modo que una sola de ellas puede cebar lateralmente a más de veinte células de impalizada.

Acerca de la multitud de células cristalíferas, notaremos solamente que suelen ellas aparecer donde el metabolismo es más activo. Y en

⁽¹⁾ El que se interese por la función de cada parte histológica del vegetal puede consultar nuestra obra: Histología, Embriología y Anatomía microscópica vegetales (1921).

efecto, las hallamos en grande abundancia, se puede decir, en todas las partes de la hoja que es sin duda el órgano de mayor actividad, al fin como fuente del alimento para todo el organismo. El oxalato de calcio resulta, como es sabido, de la combinación del ácido oxálico, que se producen gran cantidad en el metabolismo celular y es dañino, con el óxido de calcio que lo neutraliza. Es, pues, un producto de excreción, que cristaliza y se recibe en determinadas células, pertenecientes por esta causa al sistema de excreción.

Descrita la hoja con algunos pormenores, no resta sino que confrontemos los datos de la hoja normal con los de las sometidas a la acción de los agentes desfavorables.

1.º Hoja dejada (12 horas) en el aire

Para hacernos cargo de los cambios histo-citológicos que pueden haber ocurrido bajo el influjo de agentes externos en la hoja, no será necesario describir de nuevo la estructura de ella; sino que bastará llamar la atención sólo sobre aquellos puntos que realmente se hayan modificado o mostrado alguna alteración. Respecto de la hoja que se dejó 12 horas en el aire, lo único que nos pareció notar fué un agostamiento o contracción del parénquima blanco de la región del nervio, tanto en el haz como en el envés (fig. 6).

La otra alteración, acaso aparente, se refiere a los cloroplastos que en general presentan un aspecto de masas grumosas. Esta alteración se comprende más fácilmente; porque aun supuesto que todas las células de la hoja, así cortada y abnadonada al aire libre, continuasen viviendo, no tendrían todas ellas las mismas condiciones para ejercer su función con toda regularidad. Desde luego las clorofílicas, para verificar la asimilación del carbono, necesitan de la presencia del agua y del gas anhídrido carbónicos. Hemos de suponer que al principio no falta allí ni la una ni la otra de estas dos condiciones. Por de pronto el anhídrido carbónico está a su disposición tanto ahora como antes, mientras funcionen las estomas aeríferos. Así debe ser, al menos al principio. El agua, en cambio, reservada en las células epidérmicas y especialmente en las grandes células vesiculosas, arriba mencionadas, han de agotar por fuerza el agua que retenían, cediéndola a las células clorofílicas. Pero, extinguida la fuente del aprovisionamiento, no podrán continuar suministrando agua; y en su consecuencia se alterarán los cloroplastos, tomando la forma grumosa; si bien hemos de advertir que en general los cloroplastos de esta planta son poco regulares.

En el ejemplar cortado del tallo y conservado con el pecíolo en el

6

0

e

n

r

a

te

U÷.

n

e

1-

),

s i-

10-

ns, as, as, and an ir

el

agua no hemos podido apreciar cambio morfológico especial. El estado grumoso de los cloroplastos es bastante general, como acabamos de indicar en todas las hojas examinadas.

En el ejemplar, finalmente, que se sumergió todo en el agua no se nota diferencia del estado normal. La razón puede ser la resistencia general que tienen las plantas al agua. Plantas hay que también viven en el agua como en el aire. La permanencia de una hoja dentro del agua durante 12 horas ciertamente que a priori ha de parecer poco tiempo para provocar alteraciones de monta.

A estos ensayos debemos añadir el de una hoja que se dejó en el tallo cortado hasta estar medio seca; y el de otra que se dejó secar del todo: la primera, antes de cortarla con la navaja, se dejó en agua bastante tiempo, y se produjo abundante mucílago, como hacen en general las malváceas. A pesar de ello, no se podría asegurar por el examen microscópico algún cambio histológico, necesariamente debido al estado de mediana sequedad. En cambio, no podemos decir lo mismo de la otra hoja que se dejó en el tallo cortado hasta estar completamente seca. Porque en ella hallamos el contenido de las células sumamente alterado y en estado detrítico. El protoplasma muerto ofrecía el aspecto de una masa grumosa y fragmentada sin guardar ninguna relación de regularidad ni siquiera topográfica dentro de la célula.

of massis form, i l'anterior, o de migion, la llenen fallada i esfondrades