

# EFECTOS DEL FRIO EN LAS HOJAS DE *FICUS ELASTICA*

por el

R. P. JAIME PUJIULA, S. J.

Director del Laboratorio Biológico de Sarriá

Muchas veces he pensado en la transcendental importancia del estudio microscópico en Patología vegetal, desde luego para el reconocimiento de las enfermedades de las plantas, toda vez que sus causantes son con harta frecuencia organismos que sólo por medio del microscopio se pueden reconocer perfectamente; y, cuando menos, los efectos patológicos recaen, ante todo, en elementos vivos, llamados células, que pertenecen al dominio de lo microscópico, sean cuales fueren los agentes productores de la enfermedad. Mucho sería de desear que hubiese, en nuestra patria, quien o quienes hiciesen de este punto el objeto de su vocación e investigación científica. En un país tan privilegiado por la divina Providencia, como el nuestro, donde reinan toda clase de climas y donde, por lo mismo, existen espontáneamente plantas las más variadas, y el suelo se presta a toda clase de cultivos; semejante estudio no podría menos de enriquecer a la ciencia con nuevos y nuevos conocimientos, y reportar inmensas ventajas a la agricultura.

Hecha esta indicación general, por si alguien se sintiese llamado a un ramo de la ciencia que es de gran porvenir para España, voy a dar cuenta de una observación acerca del efec-

to producido por el frío en las hojas del *Ficus elastica*; observación que entra de lleno en el dominio de la Patología vegetal, por cuanto se refiere a la alteración, sobre todo citológica, causada por un agente físico.

Los excesivos fríos, ocurridos a fines de diciembre y principios de enero próximos pasados, mortificaron notablemente o mataron algunas plantas, no hechas o adaptadas a tales rigores. En nuestro jardín sufrieron los efectos del frío, entre otras, el árbol de caucho, *Ficus elastica* L., muchas de cuyas hojas, quemadas, como se dice, por el frío, palidieron y al fin murieron; en otras sólo parte de su limbo quedó maltratado, conservando lo restante su verdor y brillo acostumbrados; otras, en fin, ninguna señal patológica presentaban. Las hojas atacadas pertenecían generalmente a las ramas más altas.

Tuve curiosidad de saber qué alteraciones histo-citológicas habían ocurrido en las hojas muertas o mortificadas, comparándolas, al efecto, con las que habían resistido al frío. La técnica empleada para este sencillo estudio es la que comúnmente usamos en los vegetales: cortes a mano de material fresco o fijado: el fijador fué aquí la formalina, con el fin de salvar el color de los *cloroplastos* o granos de clorofila que decolora el alcohol; y, finalmente, tinción variada de los cortes.

Para mejor entender la topografía de los elementos, asiento de las alteraciones, provocadas por el frío, será bueno ponernos delante la figura 1, donde facilísimamente nos podremos orientar sobre los distintos tejidos que integran el corte transversal del limbo de la hoja. En la parte superior del corte, que corresponde al haz, se nota una epidermis, constituida por tres capas de células sin clorofila (fig. 1 es): las células de la capa más externa, recubierta exteriormente por la cutícula (fig. 2 c), son las más pequeñas, así como las

más grandes son las de la capa más interna: sobre lo cual nos dará mayor luz la figura 2, que representa un fragmento de la región, mitad superior de la figura 1.

En las paredes radiales de estas grandes células de la capa interna, echaremos de ver unos canalitos (fig. 2 *p*), transversales a dichas paredes. Debajo de la epidermis sigue el tejido en empalizada (fig. 1 y 2 *em*), compuesto de células alargadas en sentido perpendicular a la superficie de la hoja: estas células forman dos filas, siendo las de la fila superior doble largas que las de la inferior; todas ellas se distinguen por su riqueza en cloroplastos, ya que constituyen el tejido asimilador por excelencia. A continuación del tejido en empalizada, se encuentra el esponjoso (fig. 1 y 2 *esp*), dicho así por los numerosos espacios que dejan entre sí las células que lo componen, las cuales son de formas muy irregulares y pobres en cloroplastos, comparadas con las células en empalizada. Por los lados y hacia abajo, el tejido esponjoso se presenta algo más tupido y aun en los ángulos (fig. 1 *em'*) toma más o menos la forma del en empalizada. Finalmente, por debajo remata la serie de tejidos con el epidérmico del envés, constituido, también él, por tres capas de células como el de la epidermis del haz, salvo que en el envés abundarán los estomas.

De notar es, que el tejido clorofilico se nos presenta en los cortes, formando campos más o menos cuadrados o rectangulares, limitados arriba y abajo por la respectiva epidermis, y a los lados por un tejido parenquimatoso sin clorofila (figura 1 *p*) y cuya región media es atravesada por vasos o por los últimos elementos conductores. Análoga disposición hallamos en la hoja del romero, *Rosmarinus officinalis* (1)

(1) El Principio filogenético y el teleológico en Biología. Congreso de Valencia. 1910.

y creemos que debe ser bastante general en las demás plantas. No queremos entrar ahora en la significación fisiológica de semejante disposición, para no alargar más de lo justo esta nota.

Viniendo ahora al punto principal que motiva la nota, ¿qué partes o elementos, se pregunta, han experimentado los efectos del frío? —En el corte transversal de la hoja muerta, lo que más llama, desde luego, la atención, es el tejido en empalizada; pues aparece, al microscopio, de un color pardo-rojizo, más claro en la fila de células más largas, máxime en sus dos tercios superiores, al paso que en su tercio inferior y en las células de la fila siguiente es de aspecto más oscuro como si el contenido celular muerto cayese hacia el fondo, formándose allí como una masa de precipitado. Esta masa, que es sin duda de cloroplastos alterados, la hallé alguna vez también en el extremo superior de las células largas. En la epidermis superior apenas si se descubre alguna señal de alteración o desperfecto, si no es por ventura la presencia de una masa granugienta, pardo-rojiza que hemos visto en algunas células de la capa externa: masa granugienta pardo-rojiza que argüiría la muerte de la célula.

El tejido esponjoso no estaba aparentemente alterado: aun el color de la clorofila se conservaba en una hoja muerta, pero unida aún al árbol. Los cloroplastos, con todo, examinados con fuerte aumento, manifestaban anomalías, que deben de ser consignadas como efecto del frío. Los cloroplastos tienen en el *Ficus elástica*, como en la generalidad de las plantas superiores, formas ordinariamente esféricas u ovoidales (fig. 3 A, cl); en las hojas atacadas por el frío, presentan aspecto de masas grandes e irregulares (fig. 3 C, cl); que recuerdan cloroplastos de algas o plantas inferiores. Estas masas grandes e irregulares creemos que resultan de la

fusión de varios cloroplastos ordinarios, los cuales se fusionarían como si quisieran buscar, en la mútua unión y fusión, defensa contra circunstancias adversas. Que el frío sea el provocador de esas formas cloropláticas, parece desprenderse de la comparación con los cloroplastos de una hoja normal (que ha resistido a la acción del frío) y con los de otra, muy mortificada sí, pero que aun conservaba partes vivas y verdes y sin señales de degeneración. El aspecto de los cloroplastos en las tres clases de hojas nos hemos esforzado en representarlo en la fig. 3, dibujo de algunas células del tejido esponjoso con los cloroplastos en su interior: en A, de hoja sana; en B, de hoja mortificada y en C, de hoja muerta, aunque unida aún al árbol. En A, los cloroplasto (*cl*) son redondos; en B, se encuentran algunos deformados o en vías de serlo, y en C, se hallan convertidos en masas grandes e irregulares.

En la epidermis inferior no recordamos haber observado cosa que merezca especialmente consignarse.

Veamos ahora de dar alguna explicación de estos hechos observados, ya que esto constituye lo formal de la ciencia.

Y ante todo, ocurre preguntar, ¿por qué es el tejido en empalizada el preferentemente atacado del frío? —A primera vista, parece extraño que un tejido, que consta de elementos muy unidos y como apretados, no pueda prestar la resistencia al frío que ofrece el tejido esponjoso, cuya masa es, sin duda, de consistencia mecánica muy inferior.

Antes de responder a esta cuestión y para evitar torcidas interpretaciones, quiero advertir que medimos aquí los efectos del frío por la alteración del contenido celular, que perciben nuestros ojos. Esta visibilidad de la alteración se nota más en aquellos elementos, en los cuales la alteración produce cambio de color de su contenido. Ahora bien; como en el tejido en empalizada tiene lugar, por la altera-

causas, se puede proceder a dictar aquellas medidas que se estimen más oportunas, sobre todo, para prevenirlas.

Laboratorio Biológico de Sarriá,

6 de febrero de 1918.