

últimas se destacan en medio de las otras, con su centro ó hilo cada una. Además, cuando de un grano desaparece por erosión alguna pequeña parte, se recompone por agregársele nuevos corpúsculos.

Algunos hechos parecen comprobar que si bien es lo ordinario el crecimiento por yuxtaposición, como excepcional se presenta la intususcepción; ocurre esto cuando se regeneran ciertos granos que degeneraron interiormente.

INULINA. — Un cuerpo que no difiere químicamente del almidón; ambos se componen de los mismos elementos simples y en proporciones iguales. Difieren no obstante mucho por sus propiedades físicas; sólo tienen de común la cruz que en ambos cuerpos se produce cuando actúa sobre ellos la luz polarizada, y aun esta propiedad sólo la ofrece la inulina en estado cristalino, no la amorfa.

Los vegetales que contienen inulina como reserva alimenticia, no contienen almidón. Se halló por vez primera en las raíces del *Inula Helenium* y por esto se le dió el nombre que lleva. Posteriormente se ha encontrado en muchas fanerógamas (dalia y algunas otras compuestas, campanuláceas, lobeliáceas, umbelíferas de ciertos géneros, etc.), y hasta en las criptógamas (algas del género *Acetabularia*, líquenes del *Ramarina*). De ordinario se le obtiene de la *Inula*, que puede proporcionarle en abundancia.

Se halla disuelta en el jugo celular y se precipita simplemente por desecación y mejor macerando durante algún tiempo pedazos de raíz de *Inula* en el alcohol ó en la glicerina. Es soluble en el agua hirviendo y no se colorea por el yodo; con estas propiedades basta para diferenciarle del almidón.

Para estudiarla recomienda Lanessan el procedimiento siguiente: se maceran en el alcohol absoluto, durante algunos días, pedazos de la raíz de *Inula Helenium* (1). Se dan después cortes delgados con el microtomo y se les observa en la glicerina; si la preparación se deja en seguida algunos minutos en el ácido acético y se la observa colocándola en glicerina acidulada con el mismo ácido, los caracteres se destacan con claridad mayor.

(1) Esta planta vive espontáneamente en nuestro país, en el Norte y centro de la península, recibiendo los nombres vulgares de *Enula campana*, *Ala*, *Hierba campana*, *Alani* y *Hierba del Moro*.

Se presenta unas veces amorfa y otras cristalina; en el primer caso (fig. 29) en masas redondeadas de diferente grosor. Los cristales son aciculares, están en íntimo contacto los unos con los otros y se agrupan en masas radiadas que tienen la forma de casquetes esféricos (fig. 30); la parte plana del casquete es la que se aplica contra la membrana celular, y á veces, correspondiéndose los segmentos en dos, tres ó más células inmediatas, entre varios se forma

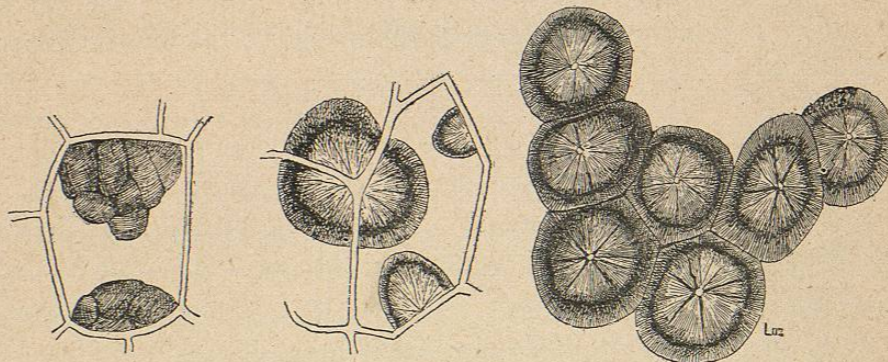


Fig. 29. — Célula de *Inula* con *inulina* amorfa, después de tratada por el alcohol.

Fig. 30. — Cristales de *inulina* en el interior de las células.

Fig. 31. — Esfero-cristales de *inulina* aislados de la raíz de *Inula*.

una esfera; en esta disposición, al desaparecer las cubiertas celulares se precipitan los cristales de inulina, que reciben el nombre de *esfero-cristales* (fig. 31).

IV. — CUERPOS MINERALES

Diversas materias minerales se encuentran en las células, ya en forma cristalina, ya en agrupaciones esféricas (esfero-cristales), en estado amorfo ó incrustando la membrana celular.

Las concreciones ó nódulos amorfos de sílice son frecuentes en el protoplasma mismo (orquídeas, palmas, bambúes).

Los llamados *globoides* que acompañan á los granos de aleurona, en gran cantidad á veces (*Delphinium*), muy gruesos en determinadas plantas (*vid*), se consideran formados por un glicerofosfato ó sacarofosfato de magnesia y cal.

Se han hallado también cristales de azufre (género *Beggiatoa* de las oscilarias, ciertos *Bacillus*); de yeso (*Fucus vexiculosus*, *Mu-*

sa, raíz de *acónito*, corteza de *abedul*) y de fosfato de calcio (tallo de *Tectona grandis*).

El carbonato cálcico se halla contenido en el protoplasma de muchas células, ya en distintas granulaciones cristalinas que denuncia la luz polarizada (*mixomicetos*), ya en finos cristales (cica-deas, cápteas, etc.). Además, bajo esta última forma, el carbonato de cal se encuentra en gran cantidad en los cistolitos. Describiremos estas curiosas formaciones celulares y antes los cristales de oxalato de calcio, que son entre todos los que más interés ofrecen al botánico.

CRISTALES DE OXALATO CÁLCICO.—Se forman por la acción del ácido oxálico sobre las sales solubles de calcio que la célula contiene. Este ácido es uno de los productos de desasimilación del protoplasma y por ello se encuentra tan repartido en el mundo vegetal y aun en los animales. Como una vez formado el oxalato cálcico se acumula en determinadas células, algunas le contienen al morir en tan gran cantidad que los tallos viejos de ciertas cápteas llegan á tener un 85 por 100, después de desecados.

En la cavidad celular se halla ordinariamente cristalizado y sus formas varían según las condiciones de formación. Hay tres principales: una que pertenece al sistema tetragonal y encierra en su masa seis moléculas de agua; la segunda es del sistema monoclinico y contiene sólo dos moléculas de agua; la tercera forma es la acicular, que constituye los *ráfides* (fig. 32), haces de finísimos prismas, cuyo sistema cristalográfico es difícil de definir. Unas veces son figuras geométricas sencillas, otras modificadas con cierta complicación y en ocasiones se agrupan ó geminan de modo más ó menos regular.

Cualquiera que sea la forma bajo la que se halle, el oxalato de calcio se reconoce con facilidad porque no se disuelve en el ácido acético, y al disolverse en el clorhídrico ni produce efervescencia ni desprende gases.

Los *ráfides*, que pueden observarse en la generalidad de los monocotiledóneos (*ajo*, *aloes*, etc.), requieren para formarse la presencia de ciertas sustancias mucilaginosas; por eso cuando se colocan las células que les contienen en el agua, se hincha tanto el

mucílago, que rompe la pared celular, y los cristalitos aciculares de los *ráfides* se separan.

Deriva, como hemos dicho, el oxalato, del protoplasma; mientras la célula está viva los cristales aumentan de volumen, cuando la célula muere ya no crecen más.

Para observarles bien pueden elegirse las hojas de *Citrus*, las de *Begonia* ó *Cycas*, las células medulares del *ricino* ó la *Kerria japónica*.

A pesar de que pueden hallarse estos cristales en todas las células parenquimatosas, hay células especiales que les contienen y que forman las llamadas *glándulas de cristales*.

El oxalato cálcico puede depositarse también en las membranas de las células, y lo hace algunas veces en granulaciones amorfas (epidermis de taxineas, cupresineas, etc.), tan abundantes en ciertas ocasiones que llegan á imprimir coloración blanquecina á la epidermis del vegetal (algunas especies de *Sempervivum*). Membranas hay que le contienen cristalizado, siendo de este caso un buen ejemplo, citado por todos los autores de Botánica, las células esclerenquimatosas de la *Welwitschia mirabilis*.



Fig. 32. -- Ráfides contenidos en una célula epidérmica de *Aloe*.

CISTOLITOS.—Si se da un corte al parenquima de la hoja del *Ficus elastica*, es muy fácil hallar grandes células ovaladas, inmediatamente debajo de la cutícula, en cuyo interior se observa un grueso cuerpo mamelonado, que presenta la superficie erizada por los ángulos de numerosos cristales, y se halla sujeto á la pared celular por un pedículo (fig. 33 *E*). Esta curiosa formación es lo que se denomina un cistolito.

De la estructura de los cistolitos se forma clara idea asistiendo primero á su formación y observándolos después de haber separado los cristales de carbonato cálcico, tratando la preparación por un ácido ó por el bicromato de amoníaco.

La formación se puede ver en el *Ficus elastica* mismo; al principio, bajo la cutícula, existe una fila de células rectangulares dispuestas longitudinalmente (fig. 33 *A*); en algunas de ellas la pared

cuticular se hace muy gruesa, comienza á formarse la parte celulósica, el armazón del cistolito. Poco después, aquella fila de célu-

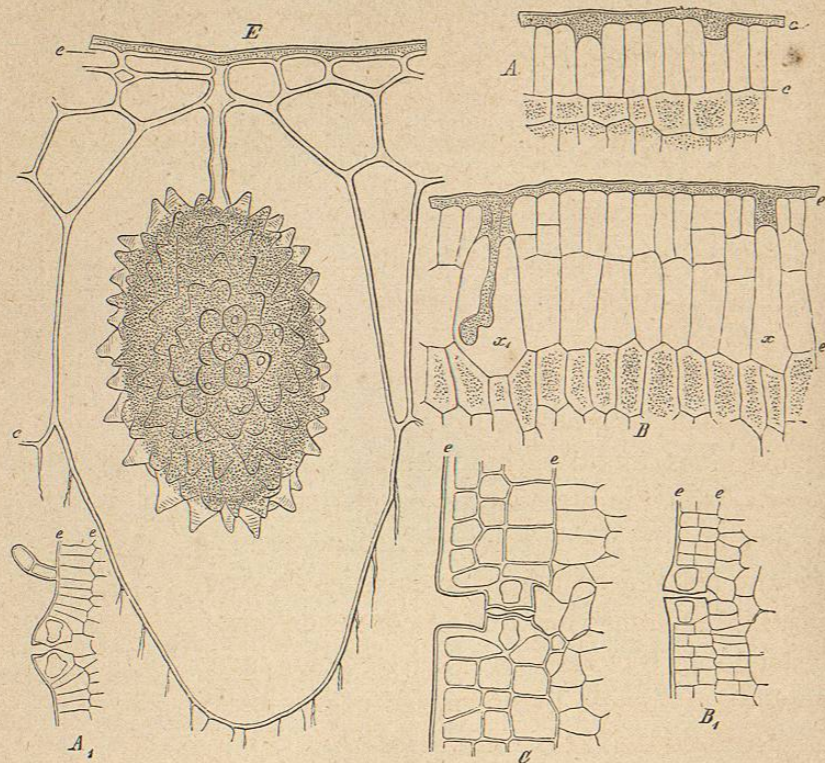


Fig. 33. - Formación de cistolitos en la epidermis de las hojas del *Ficus elastica* (según De Bary). - A, en las dos células cistolíticas la pared celular superior se espesa considerablemente; B, dos fases de la formación del cistolito en las células x y x' ; E, una gran célula conteniendo el cistolito ya formado.

las se divide y subdivide originando varias; pero las dos en que se inició el espesamiento de la cutícula quedan del mismo tamaño, se

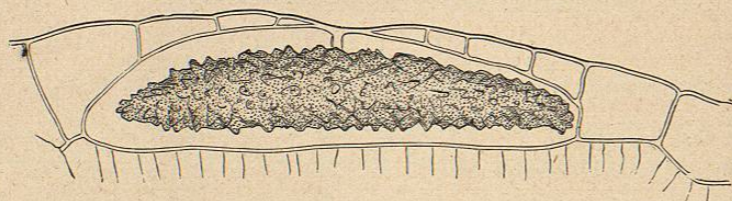


Fig. 34. - Célula con un cistolito, en la *Boehmeria platyphylla* Don et Hamilt., según De Bary ($\frac{225}{1}$)

agrandan más tarde, y en su interior aparece una prolongación de celulosa que ha de ser el suspensor del cistolito (fig. 33 B; célu-

las x y x'). La extremidad del suspensor aumenta su volumen y sobre la celulosa que le constituye se precipitan cristales de carbonato de cal hasta formar una masa de gran tamaño, ovoidea, que aparece como colgada en el interior de una célula, enorme con relación á las demás que le rodean.

La parte orgánica del cistolito se halla formada de capas concén-

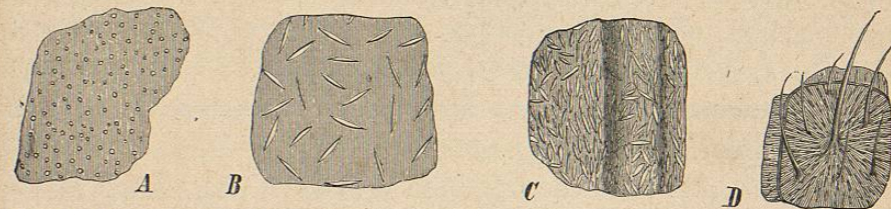


Fig. 35. - Cistolitos de urticáceas. Secciones de hojas vistas con algún aumento (según Weddell). A, *Laportea gigas* Wedd; B, *Pellionia Heyneana* Wedd; C, *Pilea nutans* Wedd; D, *Myriocarpa densiflora* Don et Hamilt.

tricas semejantes á las que espesan la membrana celular; la parte cóncava de estas capas está dirigida hacia la superficie epidérmica.

Son frecuentes los cistolitos en las urticáceas y tienen formas muy diversas; en la *Boehmeria platyphylla* (fig. 34) son naviculares ó semilunares y se hallan dispuestos transversalmente, siendo las células que les contienen muy alargadas en sentido horizontal. Con algún aumento se pueden observar en las hojas de las urticáceas estas formaciones minerales cuando existen en gran número (figura 35).

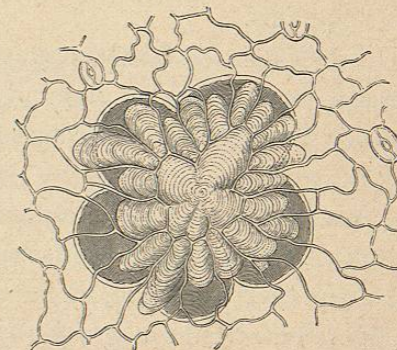


Fig. 36. - Cistolito compuesto de *Momordica echinata* Willd. (según Penzig).

Algún autor moderno (Penzig) ha considerado como *cistolitos compuestos* las curiosas formaciones descubiertas en algunas células de las hojas de una cucurbitácea, la *Momordica echinata* (fig. 36); en ellas se destaca muy bien la disposición en capas concéntricas de la parte celulósica, disposición que recuerda á primera vista la de los granos de fécula con cuya estructura es posible tenga alguna relación el cistolito mencionado.

V. — CUERPOS GRASOS

No sólo por la abundancia sino por la misión fisiológica que desempeñan, son las grasas producidas en los vegetales cuerpos ternarios que siguen en importancia al almidón y á la clorofila.

La Química considera á las grasas como éteres ó glicéridos formados por la unión de la glicerina á los ácidos de la serie acética y oleica. Los compuestos grasos más frecuentes en los organismos son la estearina, la palmitina y la oleina, en los estados de *tristearina*, *tripalmitina* y *trioleina*.

La misión de estos cuerpos en la vida de los vegetales es algún tanto complicada y no bien conocida. En el protoplasma hay algún elemento que emulsiona las grasas; puede haber también elementos que las saponifiquen. En unos casos se presentan como productos de desasimilación; en otros, y esto es lo más frecuente y de mayor importancia, son materiales de reserva y se acumulan ya en la semilla para nutrir al embrión, ya en las partes más activas de los vegetales.

Tres clases de cuerpos grasos se reconocen en las plantas: los aceites, las mantecas vegetales y las ceras; indicaremos de cada uno lo que merezca consignarse en una obra de esta índole.

ACEITES GRASOS. — Se hallan en el interior de las células bajo la forma de gotitas redondeadas que al microscopio aparecen envueltas de un cerco sombrío, de tamaño variable, pues mientras las unas se aperciben desde luego, á otras sólo las denuncia el empleo de los reactivos.

A la temperatura ordinaria son líquidos; sin embargo los hay que se solidifican rápidamente (*aceites secativos*) y los hay que se solidifican con dificultad (*aceites fijos*). Este carácter, la solubilidad mayor ó menor en el alcohol, el color que toman con el ácido nítrico, son medios empleados para distinguirlos.

Todas las partes de los vegetales pueden contener aceites; son, sin embargo, más frecuentes en las semillas y en el pericarpio de los frutos (olivas, *Elæis guineensis*, que proporciona el aceite de palma). En el albumen le contienen las semillas del ricino, las de

adormidera, *Croton*, etc.; en el embrión, el cacahuete, la colza, las avellanas, nueces, almendras, etc., etc.

Gotas de grasa acompañan casi siempre á los gránulos de aleurona.

Algunos autores han creído que los aceites grasos pueden derivar en el organismo por transformación de los hidrocarburos.

Los aceites acumulados en el embrión, en el albumen y en las esporas de las criptógamas, cuando la germinación se inicia pasan de la inacción á la actividad, se desdoblán en glicerina y ácidos grasos; ambos cuerpos sufren una serie de transformaciones aún no bien conocidas y pueden originar hidrocarburos, especialmente almidón.

Son numerosas las especies de aceite que se conocen y grande la aplicación de algunos, ya sea industrialmente, ya en medicina. Podemos recordar el aceite de olivas en primer término, el de almendras dulces, el de palma, el de lino, el de ricino, el de colza, y los de nueces, adormideras, avellanas, cáñamo, cacahuetes, haya y sésamo.

MANTECAS. — Son grasas que, á pesar de hallarse líquidas en el interior de las células vivas, cuando éstas mueren, adquieren tal estado de solidez que sólo pueden extraerse mediante el calor y por su consistencia se asemejan á las mantecas de los animales.

Algunas contienen una pequeña cantidad de esencia que les comunica olor característico (manteca de nuez moscada).

Entre las mantecas, como entre los aceites, hay unas que son productos de desasimilación, otras constituyen materiales de reserva. A las primeras pertenece la obtenida de la *Peckea butyrosa*, á las segundas las mantecas de cacao, nuez moscada y coco.

Todavía existen unos cuerpos grasos de consistencia intermedia á los que se denomina por algunos botánicos *sebos vegetales*; citaremos el de la *Stillingia sebifera*, que forma una capa en la superficie de las semillas y que es utilizado por los chinos para hacer velas; el de los frutos maduros del *Cylicodaphne sebifera*, laurínea de Java, es también usado en este país.

CERAS. — Por la semejanza de su aspecto con la cera de las abe-

jas y por su consistencia sólida, han recibido este nombre ciertos productos vegetales contenidos en las membranas de las células ó que tapizan con bastante frecuencia la epidermis de los órganos aéreos. No tienen analogía química con la cera animal ni tampoco se pueden definir químicamente con exactitud; si bien se les considera como cuerpos grasos y algunos son verdaderos sebos vegetales, los hay de composición bastante compleja, mezclas de dos ó tres cuerpos, y contienen frecuentemente una resina.

Funden con facilidad y se disuelven en el agua cuando ésta tiene una temperatura superior á 100°. El alcohol hirviendo también los disuelve, pero no el mismo líquido cuando está frío.

Con el nombre de *árboles de la cera* se conocen vulgarmente ciertas plantas leñosas; entre ellas las hay que pueden ser objeto de explotación, pues la cera que se obtiene sirve para los mismos usos que la cera animal. En Europa el árbol de la cera es la *Myrica gale* L. (1); en Cuba la *Stillingia sebifera* Michx.; en la Luisiana la *Myrica cerifera* L.; en los Andes las palmeras de los géneros *Ceroxylon* y *Klopstockia*, etc.

Las membranas celulares formadas de celulosa pura no contienen materia cérea (De Bary); en cambio la contienen cuando se han cuticularizado. Se halla diseminada en partículas pequeñísimas y sólo puede apercibirse hirviendo en el agua trozos delgados de tejido; entonces se disuelve y recoge. Bajo esta forma se ha encontrado la cera en las hojas de *Aloe verrucosa*, *Cycas revoluta*, *Klopstockia*, etc., y en los tallos y ramas de la *Sophora japonica*, del *Acer striatum*, etc.

Sobre las epidermis cuticularizadas se ha observado la cera en las formas siguientes:

1.^a En capas membranosas; pueden ser éstas muy delgadas, un simple revestimiento ó barniz (*Thuja orientalis*), ó muy gruesas y constituidas de sedimentos más ó menos numerosos (*Ceroxylon*).

2.^a En filamentos ó bastoncitos de longitud distinta, rectos unas veces, otras encorvados en cayado hacia su extremidad libre. Es fácil observar este caso en el tallo y las hojas de la caña de azúcar.

(1) Esta planta se encuentra en la parte septentrional de la península, pero no tiene talla de árbol sino que es un arbustito de un metro de altura á lo sumo. Vulgarmente se le llama *mirto* ó *arrayán de Brabante*.

3.^a En gránulos; fórmase entonces una especie de cubierta granulosa, cuyos elementos no pasan de una milésima de milímetro, son redondeados y están los unos sobre los otros (hojas de *Allium fistulosum*); pueden hallarse también esparcidos por la superficie de la cutícula (espuela de caballero, vid).

4.^a En masas irregulares granuladas. Este caso es el más frecuente y se observa muy bien en la superficie de las hojas del eucalipto.

El revestimiento céreo es en ocasiones la causa de que presenten aspecto blanquecino las epidermis de hojas y tallos en algunas plantas.

Se creía generalmente que la cera era un producto de transformación de la cutina, pero De Bary afirma que se trata de una secreción, si bien es difícil precisar dónde reside. Mulder ha llegado á creer que las ceras vegetales procedían del almidón. Es muy difícil aclarar este punto, por más que los hechos y el modo de formación parecían inclinar á la opinión primeramente manifestada.

VI. — ESENCIAS, RESINAS Y GOMAS

ACEITES ESENCIALES. — Productos volátiles designados con este nombre y con el de esencias, de diversa composición química y caracteres distintos. Tienen gran importancia industrial y médica.

Se les considera como carburos de hidrógeno, que unos tienen la fórmula $C^{20}H^{16}$ (esencia de trementina, de sabina, de clavo, etc.) y otros se formulan $C^{10}H^8$, como las de cubeba y copaiba. Se distinguen de los aceites fijos en que dejan sobre el papel una mancha que desaparece por el calor, mientras la mancha que estos últimos dejan es permanente. Tienen olor fuerte y penetrante, agradable unas veces, desagradable otras. Aunque de ordinario son incoloros ó amarillentos, pueden tener coloración verdosa ó azulada. Insolubles en el agua, se disuelven en el alcohol y en el éter; á su vez disuelven á las resinas y á las grasas neutras.

Arden con llama fuliginosa y se oxidan al aire, resinificándose. Hay algunos que contienen azufre; ejemplo, la esencia de ajos, cuya composición es C^6H^5S . Pueden hallarse, entre las esencias, varias que están constituidas por una mezcla de hidrocarburos y