

como apendiculares: parece ser el primero quien sostiene y relaciona á los otros dos miembros; las hojas están claramente definidas como apéndices por su posición y por su estructura, en cambio la raíz sólo tras de un estudio detenido ha sido considerada como miembro apendicular. Las conexiones que las partes indicadas tienen son muy grandes y cuando estudiemos su anatomía las veremos confirmadas, sobre todo por lo que respecta á la continuidad y á la disposición de los haces.

Además de las indicadas, se consideran como partes de un vegetal las ramas, las flores, los frutos y los pelos; el pelo es juzgado también como un tipo morfológico. Las ramificaciones son la continuidad del tallo, su extensión superficial para favorecer la amplitud de los órganos apendiculares y vigorizar la vida de la planta. En la colocación de las ramas se han observado reglas fijas de carácter general. Las flores y los frutos son órganos, no miembros; tienen una misión fisiológica concreta y proceden de hojas transformadas; se pasa por grados insensibles desde la bráctea al cáliz, del cáliz á la corola, de la corola al estambre, etc. Estas relaciones son de largo tiempo conocidas y reducen á la unidad, simplificando mucho la morfología vegetal. Al célebre poeta Gœthe se debe el haber hecho la primera indicación acerca de esta solidaridad entre las partes de la flor y las hojas.

La unidad del tipo morfológico trasciende también al interior, al tejido fibro-vascular que forma el armazón del cuerpo. Según Vuillemin, *el sistema conductor de los tres miembros está formado de haces de la misma naturaleza, orientados diferentemente en cada uno de ellos.*

No hemos de continuar exponiendo cuanto respecto á los miembros y á los órganos vegetales puede decirse; asunto es éste que corresponde á la Botánica especial; son estas nociones generales suficientes, á nuestro modo de ver, para formar idea de la manera como se hallan organizados los seres que componen la gran rama de la Biología que recibe el nombre de Botánica. Las ideas apuntadas completan la parte primera de las en que hemos dividido la obra.

## ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA

### CAPÍTULO QUINTO

#### ESTUDIO DE ALGUNOS TIPOS VEGETALES

##### I. — PROTOFITOS

LEVADURA DE CERVEZA (*Saccharomyces cerevisiæ* Meyer). Es fácil de obtener, y tanto su organización rudimentaria como los medios de reproducirse, pueden considerarse como típicos por lo que respecta á las manifestaciones primeras de la vida vegetal.

Precisa para su estudio el empleo del microscopio con un aumento que no debe ser inferior al de 500 diámetros.

Debe cultivársela en líquidos azucarados, ó mejor sobre trozos de remolacha ó zanahoria; en estos cultivos se observa bien una de las fases de la reproducción.

La levadura de cerveza está formada de elementos protoplásmicos envueltos por una membrana tenue de celulosa; no son estos elementos verdaderas células, puesto que carecen de núcleo: se pueden considerar como simples *cítodos*. Los *cítodos* tienen forma oval ó redondeada, y están unas veces separados y otras unidos en series ó en *talus* ramosos (fig. 61) de ramas moniliformes; en algunos casos, cuando el desenvolvimiento del *Saccharomyces* tiene lugar al aire libre, los *cítodos* se alargan de un modo considerable, produciéndose *talus* cilíndricos.

El protoplasma es granuloso, incoloro; suele contener de ordinario una ó dos granulaciones esféricas, de naturaleza grasienta y



Fig. 61. — *Saccharomyces cerevisiæ*, colonia ramificada de *cítodos*, formada por gemmación.



muy refringentes. Aparecen durante la vida de este elemento citódico vacuolas de gran amplitud á veces.

El *Saccharomyces* carece de movimiento y no tiene exteriormente ni cirros ni apéndices de ningún género. Aunque varía algún tanto el tamaño de los citodos según la alimentación, por término medio suelen tener longitud de ocho á nueve milésimas de milímetro en la dirección del diámetro menor.

La vida de este protofito queda reducida á los actos de nutrición y de reproducción. Se nutre principalmente del azúcar; en contacto del aire ó fuera de la acción del oxígeno atmosférico, descompone al azúcar en alcohol, ácido carbónico, etc.: este fenómeno se conoce con el nombre de *fermentación alcohólica*; que el acto es simplemente de nutrición se prueba porque cuanto más alcohol se produce, aumenta más la cantidad de levadura. Vegeta muy bien entre 8° y 35° centígrados; su actividad cesa bajo la temperatura de 3°, y cuando pasa de 75°, siempre que se halle en cultivo.

Como todos los elementos protoplásmicos, si se deseca disminuye de volumen, produce una especie de quiste y aguanta temperaturas de 100 y de 130° durante algunas horas.

Por la forma y por la función se distinguen dos variedades del *Saccharomyces cerevisiae*: la una se denomina *levadura alta* y la otra *levadura baja*; en la primera los elementos citódicos son más elípticos y voluminosos; en la baja son redondeados y más pequeños; se pasa de la variedad baja á la otra con sólo elevar la temperatura y disponer convenientemente el cultivo.

*Reproducción.* — Tiene lugar por dos procedimientos: el uno directo, sencillo, que es la gemmación; el otro más complicado, al cual preceden ciertos actos en el interior del citodo; ambos son asexuales y están incluidos entre los más sencillos medios de reproducirse los seres vivos. Puede observarse la reproducción en los cultivos del *Saccharomyces* cuando abunda la substancia azucarada; en este caso, como en todos los análogos, la división del protoplasma implica un exceso de nutrición.

La gemmación se opera del siguiente modo: en una parte del citodo, cuando éste alcanza su definitivo tamaño, comienza á originarse una pequeña prominencia (fig. 62), á manera de verruga, que aumenta lentamente de volumen; al principio esta verruga se halla

desnuda, pero muy pronto aparece recubierta de una tenue membrana que la acompaña en su ulterior desenvolvimiento. Cuando la yema tiene próximamente los dos tercios de las dimensiones normales, se separa de la madre ó bien queda á ella unida; en el caso primero los citodos viven independientes los unos de los otros, en el segundo forman arborizaciones ó series de aspecto moniliforme (fig. 61). En la levadura baja suelen vivir los citodos separados; en la levadura alta tienen tendencia á formar colonias por la producción sucesiva de yemas en cada una de los nuevamente formados.



Fig. 62. — Gemmación del *Saccharomyces cerevisiae*

A medida que el protoplasma va acumulándose en el nuevo elemento citódico, en el antiguo se forman vacuolas que aumentan su extensión después.

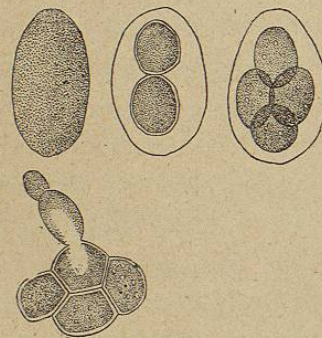


Fig. 63. — Proceso de la generación esporádica del *Saccharomyces cerevisiae*.

Cuando vive la levadura de cerveza en condiciones determinadas que no tienen nada de favorables, puede reproducirse de otra manera muy distinta de la anterior. En un momento dado, el protoplasma interno parece concentrarse como tendiendo á formar varios núcleos; algún tiempo después se concentra en dos masas que luego dan lugar á otras dos, formándose (fig. 63) cuatro á las que denominaremos *esporas*; la célula madre que les contiene suele llamarse *teca*. Las esporas se rodean de una delgada película, se estrechan entre sí y forman una masa que es puesta en libertad al romperse la cubierta de la teca; esta masa germina más tarde, produciendo por gemmación nuevos citodos por el procedimiento antes reseñado.

En vez de dos esporas pueden originarse desde luego tres ó cuatro, y entonces toman posiciones diversas según el número. Las tecas maduras miden 10 á 15 milésimas de milímetro; las esporas tienen un diámetro de 4 á 4,50 milésimas de milímetro.



Este procedimiento de reproducción esporádica implica ya un progreso funcional que no deja de ser curioso tratándose de elementos histológicos que carecen de núcleo.

El *Saccharomyces cerevisiae*, cuya estructura y vida acabamos de reseñar ligeramente, es tipo de los vegetales más sencillos; ni siquiera puede decirse que alcance el estado celular precursor de la formación de un tejido, de un *talus*. No difiere este ser de los más rudimentarios protozoos por su estructura. Manifiesta, sin embargo, tendencias hacia el mundo vegetal: primero, por tener cubierta antes de núcleo, lo contrario de lo que sucede á las amibas; segundo,

por la reproducción esporádica, que sólo en muy excepcionales ocasiones se observa en los animales inferiores (generación esporádica de las gregarinas) y aun en este caso va precedida de una conjugación.

En la levadura de cerveza ni se produce clorofila ni ninguno de los compuestos ternarios que caracterizan á los vegetales. Forma entre los protistas de Hæckel.

Los botánicos le incluyen en el tipo vegetal de las talofitas, clase de los hongos, orden de los sacaromicetos.

AGARICUS CAMPESTRIS. — Es un hongo ó *seta* (fig. 64) muy fácil de encontrar, común en nuestro país y por lo tanto á propósito para tomarle como tipo de estudio. Suele vivir junto á los estercoleros, en los prados, en las selvas y en todos aquellos sitios donde existen sustancias orgánicas en descomposición. Se cultiva con preferencia porque es comestible y no se conocen en esta especie individuos venenosos; en las cuevas y sótanos, previa la preparación del suelo con una buena capa de estiércol, puede vivir perfectamente y se



Fig. 64. — *Agaricus campestris*. Micelio rizomorfo y receptáculo fructífero.

reproduce con profusión. Es la especie cultivada en mayor escala en las catacumbas de París, de la que se obtienen rendimientos de importancia.

La parte que el vulgo llama hongo ó *seta* es la que en la ciencia se conoce con el nombre de *receptáculo fructífero*, la que en el individuo adulto encierra los gérmenes reproductores. Consta de un pie casi cilíndrico (*estipe*) á cuyo extremo descansa el característico sombrerillo, que es liso y muy convexo por la parte superior y por la inferior se halla formado de numerosas láminas casi aplicadas las unas á las otras y dispuestas irradiando del centro á la circunferencia.



Fig. 65. — Tres estados distintos del desenvolvimiento del receptáculo fructífero en un *Agaricus*.

Este receptáculo es accidental; aparece en determinada época y desaparece después que han madurado los gérmenes.

Hay otra parte del hongo que tiene mayor permanencia, que en vez de reproductora es nutricia, en la que se forman por un proceso que luego estudiaremos los receptáculos fructíferos. Esta parte se conoce con el nombre de *micelio*; es el *talo* celular que vive en contacto de las sustancias orgánicas de que se alimenta y en el que el protoplasma carece de aquellos productos derivados que tienen las plantas superiores para tomar el carbono atmosférico (*clorofila*).

El micelio está formado por filamentos ó cordones ramosos que se entrecruzan profusamente y asemejan raíces, por lo que han recibido el nombre de *rizomorfos*. Los filamentos del micelio crecen por la extremidad. En algunos *Agaricus* se aglomeran sustancias nutritivas en ciertos filamentos y constituyen materiales de reserva que se denominan *esclerotos* y se utilizan en el período de mayor actividad de la planta.

El receptáculo se forma de un modo muy sencillo: en el micelio se producen pequeños cuerpos redondeados que aumentan sucesivamente de volumen, diferenciándose al llegar á cierto estado la parte correspondiente al sombrerillo de la que ha de ser el estipe;



sino que todo ello se halla envuelto en una membrana general que une los bordes del sombrero al pie, membrana que al romperse queda en parte pegada al estipe formando en él lo que se llama *anillo* (véase figura 65).

El *talus* unas veces se destruye después de la primera fructificación, y otras veces muere solo el centro, quedando para el año siguiente los filamentos exteriores.

La estructura interna no tiene tampoco gran complicación. Todo el tejido del hongo es celular: ni aparece diferenciación histológica alguna ni siquiera se diferencia el protoplasma; carácter fundamental es la ausencia absoluta de clorofila, que se observa no sólo en esta especie, sino en todos los hongos. Esta ausencia de clorofila implica una alimentación de materias orgánicas ya formadas, idéntica por tanto á la de los animales inferiores; implica una vida rudimentaria que se armoniza con lo rudimentario de la organización.

Todo el receptáculo, pie y sombrerillo, está constituido por *hifas*, filamentos celulares alargados que se hallan en un principio en disposición paralela y tienen todos ellos la misma forma. La primera diferenciación consiste en que los exteriores se desecan, adquieren color y forman en la superficie del hongo una membrana protectora, mientras los internos permanecen blandos é incoloros. Las hifas, que en el pie son paralelas, al llegar al sombrerillo divergen hacia el borde de éste, disponiéndose en forma radiada.

Las láminas que constituyen por la parte inferior al sombrerillo están formadas en la región media de hifas, pero hacia el exterior las hifas dan lugar, generando algunos elementos histológicos cortos, á una capa que recibe el nombre de *subhimenial*; las células más externas de esta capa tienen prolongaciones alargadas, perpendiculares al borde de la lámina, de forma de porra con la parte más ancha hacia afuera; su conjunto recibe el nombre de *himenio*, y en esta parte es en la que se originan las *esporas* ó gérmenes reproductores.

Muchas células del himenio se prolongan en cuernecitos (*sterigmas*) terminado cada cual por una célula ovoidea, que es una espora. Tales células fértiles son las que se llaman *basidios* (fig. 66),

así como las estériles son denominadas *parafisis*; éstas acostumbran á ser más delgadas y ni tienen esterigmas ni esporos.

El *Agaricus campestris* puede reproducirse con sólo sembrar en sitio húmedo, obscuro y abundante en estiércol, las esporas; al

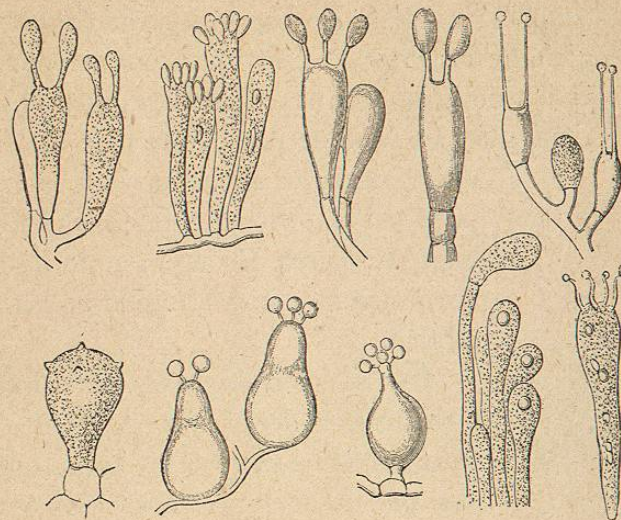


Fig. 66. — Basidios en diversos estados de desenvolvimiento, algunos con las esterigmas sosteniendo á las esporas.

desenvolverse éstas producen un micelio ó talo ramificado y rizomorfo.

Puede propagarse la misma especie sembrando el micelio en lugar oportuno, y éste es el procedimiento que se usa preferentemente en el cultivo.

En especies análogas se han observado diferenciaciones en mayor escala del elemento histológico fundamental. Aparecen á veces verdaderos tubos que contienen un líquido muy espeso y refringente (*Agaricus olearius*). Se ha creído reconocer también en algún caso un principio de generación sexual.

El grupo á que pertenece el vegetal que hemos descrito ofrece gran variedad de formas; sin embargo, todas tienen estructura idéntica, pudiéndose considerar como tipos de tejido de los hongos el *micelio* y el *himenio* y como forma primordial histológica de este grupo la *hifa*.

No puede decirse que aparezcan aquí miembros distintos del



vegetal; órganos sí, el talo y el receptáculo fructífero. Parece haber dado la organización vegetal un paso adelante desde la levadura de cerveza hasta el *Agaricus*, pero no ha salido todavía de las formas celulares escasamente diferenciadas.

**FUCUS VESICULOSUS.**— Para marcar un paso adelante en el proceso morfológico de los vegetales, es muy conveniente describir una especie típica del grupo de las algas. Ninguna mejor que la indicada en el epígrafe. Se trata de una planta bien caracterizada, que vive en las aguas marinas, en parajes de poco fondo, de los que puede dejar al descubierto la marea. Es algún tanto frecuente en las costas ibéricas, sobre todo en las del Cantábrico.

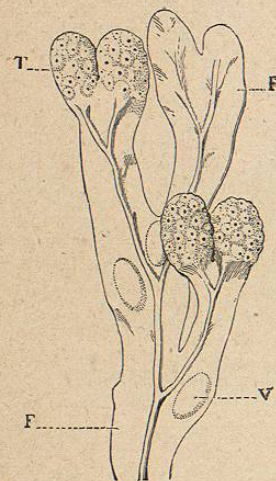


Fig. 67. — Expansiones dicotómicas del *Fucus vesiculosus*. — F, fronde. V, aerocisto. T, fructificación.

Por su morfología el *Fucus* indicado es bien distinto del hongo que hemos descrito anteriormente; se ve desde luego que hay en éste menor diferenciación orgánica, y basta una ojeada para comprender que se trata de vegetales pertenecientes á clases distintas.

El *Fucus* tiene aspecto vegetal; se une fuertemente á las rocas por medio de apéndices radiculares que proceden de una expansión redondeada; de la misma, hacia la parte superior, parece derivar un tallo cilindroideo muy pronto ramificado, adquiriendo las ramas forma de expansiones membranosas, aplastadas, coriáceas. En conjunto el alga suele elevarse sobre el suelo diez y nueve ó veinte centímetros y el color es verde aceituna muy obscuro.

Las ramas nacen de dos en dos (fig. 67) divergiendo desde el mismo punto de origen; este sistema de ramificación recibe el nombre de *dicotomía*. La línea media de cada rama parece hallarse indicada por un nervio saliente; á uno y otro lado de esta línea y de trecho en trecho, se observan vesículas ovoides, de bastante volumen á veces, que se hallan llenas de aire, sirven para favorecer el sostén del vegetal en el agua y han sido denominadas *aerocistos*; á estas vejigas debe la especie que describimos su nombre específico. En