

# **ANALES de la FACULTAD**

## **DE**

# **CIENCIAS MEDICAS**

---

TOMO XXVI, N° 1

LIMA, 1er. TRIMESTRE 1943

---

## **INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS BOTANICAS**

**Serie de conferencias preparadas para la Facultad de Ciencias  
Naturales de la Universidad Nacional Mayor de  
San Marcos, Lima**

Por EL DR. T. H. GOODSPEED

Profesor de Botánica y Director del Jardín Botánico de la Universidad de  
California.

### **PREFACIO**

Hace ya 30 años que me ocupo de estudios botánicos y en el curso de las investigaciones que de esta índole he realizado, representando a diversas instituciones científicas de mi país, he recorrido muy amplias zonas del mundo. En 1935 y 1936, como miembro de la Fundación Guggenheim y Director de la Primera Expedición Botánica de la Universidad de California a los Andes, visité, acompañado por tres coleccionistas el Perú por primera vez, así como las repúblicas de Chile y Argentina. Quedé entonces profundamente impresionado por las riquezas naturales y tesoros botánicos que encierra vuestro país.

Más tarde, en 1938 y 1939 tuve la suerte de volver, dirigiendo durante 10 meses una nueva exploración botánica que comprendió una amplia zona de Sud América, desde 10 grados al Sur del Ecuador hasta la Tierra del Fuego, incluyendo vuestro país y parte de las repúblicas de Bolivia, Chile, Uruguay y Argentina, y en la que intervinieron 8 coleccionistas. En esa oportunidad nos fué posible recoger un inmenso material botánico y descubrir numerosas especies y variedades de plantas nuevas para la ciencia y de interés para la floricultura, completando así las ya tan valiosas colecciones reunidas y los estudios científicos realizados anteriormente por eminentes investigadores de vuestro país y del extranjero. Del género *Nicotiana* solamente, a cuyo estudio dedico especial atención, pudimos descubrir en Perú seis nuevas especies totalmente ignoradas por la ciencia, cuyo estudio hemos efectuado y dado a conocer.

En enero del corriente año (1942) tuve la gran satisfacción de volver a visitar Sud América por tercera vez.

Estoy autorizado por el Presidente de la Universidad de California para hacer llegar a las Autoridades, a las Facultades y a los estudiantes de esta gran Universidad, los más cordiales saludos de la mía.

Las diversas Sociedades Científicas que represento también os saludan por mi intermedio y como representante de mi Gobierno estoy aquí para cooperar en toda forma con este maravilloso país para el cual yo tengo una profunda admiración y sincero afecto.

---

En esta serie de lecciones sobre Introducción a la Historia de las Ciencias Botánicas, nos proponemos dar una reseña del desarrollo de la Ciencia de las Plantas desde los tiempos más antiguos hasta el presente. Aunque sólo disponemos de datos fragmentarios acerca del primitivo descubrimiento y uso de las plantas, sabemos, sin embargo, que el hombre prehistórico poseía un determinado caudal de conocimientos acerca de ellas y que conocía y usaba muchas de nuestras plantas alimenticias de hoy, así como muchas otras de valor medicinal. La Botánica, con sus artes, la Agricultura, la Horticultura y la Medicina, impulsó al hombre a estudiar las plan-

tas de los bosques y de los campos y a comprobar, clasificar e interpretar los datos así adquiridos hasta que, finalmente, su conocimiento empírico de las plantas se convirtió en la Ciencia Botánica. Trataremos también de mostrar cómo el desarrollo de la ciencia de las plantas condujo a la especialización y haremos incapié particularmente en los progresos realizados en varias ramas de la Botánica desde los comienzos del Siglo XX.

Hace varios años, el botánico alemán Sachs, escribió un libro llamado Historia de la Botánica, que a pesar de ser muy antiguo, fué el único tratado con que se contaba hasta hace poco tiempo. Pocos meses atrás, uno de mis colegas de la Universidad de California, el Dr. Reed, publicó una "Pequeña Historia de la Ciencia de las Plantas". Contiene mucho material de información y algunos de los más modernos progresos de la Ciencia Botánica.

El siguiente esquema de la Serie completa de lecciones dará una idea de los varios períodos y fases de la Ciencias de las Plantas que nos proponemos estudiar :

I. Los orígenes. Desarrollo de la civilización primitiva y los comienzos de la Filosofía de la Naturaleza, desde el Siglo IV antes de Jesucristo hasta el siglo II de la Era Cristiana.

II. Primeros progresos de la Ciencia Botánica. Es el período del nuevo florecimiento del interés por la Filosofía de la Naturaleza después de la Edad Media : comprende los siglos XII al XVI.

Las otras conferencias tratarán sucesivamente del desarrollo de la Ciencia de las Plantas en los siglos XVII, XVIII, XIX y XX.

Les ruego pues, concederme vuestra atención y dispensar cualquier falta de expresión, pues he anhelado muchísimo dictar estas lecciones en vuestro bello idioma.

---

## CAPITULO I

**EL PERIODO DE NACIMIENTO DE LA FILOSOFIA DE LA NATURALEZA**

Este período, desde el siglo IV antes de Jesucristo al siglo II de la era cristiana, marca en verdad el principio de la biología como ciencia. En la era anterior a este período, al conocimiento que el hombre tenía del mundo vegetal había hecho notables progresos, pero aún consistía, casi por completo, en una acumulación de hechos desorganizados y no relacionados, adquiridos por experiencia. Los primitivos intentos de comprensión del mundo vegetal habían terminado en el misticismo y la fábula. Luego, lentamente, pero con seguridad, el hombre empezaba a buscar explicaciones racionales a los fenómenos naturales. Gradualmente, estas investigaciones condujeron a la formación de teorías; y, al irse adquiriendo nuevos conocimientos, estas teorías fueron puestas a prueba, y extendidas, rechazadas, o reemplazadas por otras, más exactas. Las cosas eran estudiadas, comparadas, investigadas y analizadas en busca de ideas racionales acerca de su carácter esencial. Este desarrollo de la biología como ciencia empezó en Grecia con los trabajos de **Aristóteles** y de **Teofrasto**.

**ARISTOTELES** (384-323 a. J. C.) vivió en el momento culminante de la Edad de Oro de Grecia. No tuvo igual, ni en la amplitud del campo de su curiosidad intelectual ni en la profundidad de su saber. Como ilustración de la profunda influencia que Aristóteles ejerció en el hemisferio occidental, podemos mencionar la importante decisión del Parlamento de París que, en el año mismo en que Galileo realizaba sus observaciones, promulgó una ley obligando a los químicos a conformarse con las enseñanzas de Aristóteles bajo pena de muerte.

Es verdad que Aristóteles fué un filósofo, pero su filosofía estaba íntimamente ligada con lo que nosotros llamamos el punto de vista científico, o el tratamiento científico de los problemas del mundo orgánico o en otras palabras, los problemas de la vida. Como verdadero hombre de ciencia su búsqueda por la verdad fué constante y sus explicaciones y series de ra-

zonamientos se basaron en consideraciones históricas y científicas.

Además de dirigir su propia escuela en Atenas, Aristóteles fundó el primer jardín botánico de que se tiene noticia fidedigna. Han sobrevivido un buen número de sus escritos biológicos; pero (mientras que aquellos que tratan del mundo animal están bastante bien conservados), lamentablemente sólo se conservan fragmentos de sus escritos sobre botánica. Entre los trabajos perdidos figuran sus cinco libros sobre la teoría de las plantas. Lo poco que poseemos de su contribución a la botánica consiste en declaraciones aisladas esparcidas en sus otros escritos.

Aristóteles se interesaba en el crecimiento y regeneración de las plantas. Habiendo observado que la destrucción del tronco y de las ramas es a menudo seguida por lo que llamamos "brotes del tallo" y que nuevas raíces nacen de las viejas, dedujo que la vida del árbol es continua, y que el principio vital está potencialmente presente en todas las partes de la planta, puesto que hasta un gajo puede producir la planta entera.

La alimentación de las plantas parece haber intrigado a Aristóteles. Comentó el hecho de que el verde sea el color característico de las plantas; si bien, como es natural, no alcanzó a dar explicación verdadera alguna de este hecho, ni vislumbró tampoco la significación de la clorófila. Para Aristóteles la planta parecía ser una cosa organizada. Hojas, vástagos y raíces no eran, para él, meros crecimientos laterales, sino que estaban integrados en un total complejo. Tal concepto no difiere mucho del moderno concepto "fitónico". Esta teoría sostiene el punto de vista de que la hoja y el tallo no son distintos y que el cuerpo de la planta está hecho de una serie de entidades llamadas "fitones".

Aristóteles adoptó la teoría de Platón de que las ideas de eternidad son realidades existentes, de las cuales las cosas de nuestra tierra son sólo imágenes imperfectas. Modificó, sin embargo, esta teoría tratando de orillar la dificultad que resulta de la cuestión acerca del modo en que las ideas están realmente relacionados con las cosas, colocando aquellas no fuera de estas como entidades independientes, sino en las cosas mismas. Consideró que la forma de cosa es la idea de la

cosa, su verdadera realidad. El bronce de que se hace la estatua es una potencialidad. Del mismo modo, la semilla es una potencialidad de la cual la planta germinante desarrolla realidad. La forma es el alma de las criaturas vivientes. Las plantas tienen un alma de tipo inferior, la cual vive pero no siente; los animales poseen un alma superior, sensitiva; y, finalmente, el hombre está dotado de razón consciente.

Se suele considerar a Darwin como el iniciador de la idea de evolución; pero seguramente, a Lamarck pertenece parte de esta honra y aún Aristóteles debiera reclamar prioridad. Aunque sus observaciones respecto de la posibilidad de la evolución de formas inferiores a otras superiores se basaban más o menos sobre especulaciones metafísicas, esta idea ha demostrado ser fecunda en el campo de la biología.

TEOFRASTO (371-285 a. J. C.). La ciencia botánica recibió gran impulso en Grecia, no sólo del sabio Aristóteles, sino, también, de su discípulo Teofrasto y sus sucesores.

Teofrasto fué, sin duda alguna, el fundador de la ciencia botánica y uno de los más grandes botánicos de todos los tiempos. Teofrasto nació en la isla de Lesbos y siendo aún muy joven, estudió con Aristóteles. La influencia de este gran Maestro sobre el joven Teofrasto sin duda ejerció un efecto profundo en toda la organización de la botánica.

Se dice que Teofrasto tuvo 2,000 discípulos. Dos de sus tratados botánicos más importantes son : "La Historia de las Plantas" y "Las Causas de las Plantas". Sus primeras observaciones fueron hechas en las plantas que crecían en el jardín del Liceo en Atenas pero con el tiempo sus conocimientos se extendieron a plantas del Asia Menor y de Asia.

Es notable el hecho de que su clasificación de las plantas sobrevivió durante 2,000 años. Mostró tener una percepción tan aguda de las diferencias esenciales entre las varias clases de plantas, y tal genio para su clasificación, que ha merecido propiamente el ser llamado "el primer botánico sistemático". Clasificó las plantas en tres grupos : árboles, arbustos y hierbas. Al percibir la forma y las funciones de los órganos de la planta, evitó caer en los errores de sus predecesores que habían tratado de armonizar toda la estructura de la planta con la forma y las funciones de los animales.

Al ocuparse por primera vez del problema de la clasificación, se dió cuenta de la importancia de poseer algún principio-guía según el cual poder colocar ordenadamente las cosas que veía en el cuerpo de las plantas. Así que, en el primer párrafo de su "Investigación sobre las Plantas" dice : "Al considerar las características distintivas de las plantas y su naturaleza en general, es necesario tener en cuenta sus partes, sus cualidades, los modos de originarse su vida, y el curso que ésta sigue en cada caso. No encontramos en ellas la conducta y actividades, que hallamos en los animales". Las preguntas que se hallan implícitas al través de sus trabajos botánicos son : ¿cuál es su diferencia? y ¿cuáles son los rasgos característicos por los cuales esta planta puede distinguirse de las demás?

Teofrasto parece haber preferido las características fisiológicas a las morfológicas en su definición de los órganos de las plantas. Por ejemplo, definió la raíz como aquella parte de la planta que absorbe alimento; y el tallo, como el vehículo principal del alimento a las otras partes. Amplió además sus observaciones sobre el tallo dando ejemplos de tipos diferentes desde el punto de vista morfológico; pero mostró que él estimaba que las características fisiológicas eran más definitivas. No trató de **caracterizar** la hoja ni morfológica ni fisiológicamente, porque desconocía su función principal. Se limitó a describir sus muchos aspectos, sin intentar definirla.

Teofrasto mostró una gran agudeza mental en sus descripciones de la germinación y del desarrollo de las plantas de semillero. Observó el hecho de que el trigo y la cebada crecen con una sola hoja, mientras que los guisantes, los frijoles y los garbanzos tienen varias hojas. También reconoció los tallos sin ramas y los nervios paralelos de la hoja de las plantas llamadas ahora Monocotiledóneas como diferentes de los tallos ramificados, y de la red de nervios de las hojas de las Dicotiledóneas. Observó, igualmente, las diferencias en el desarrollo de la raíz de los dos tipos, señalando que las Leguminosas tienen una raíz simple leñosa de la cual crecen delicadas raíces laterales, mientras que el trigo y la cebada tienen un buen número de raíces agrupadas. Distinguió, así, lo que nosotros llamamos el sistema de raíces axiles y el sistema de raíces fibrosas.

El sistema de clasificación que Teofrasto organizó se fundaba principalmente en las características de la hoja, pareciéndole éstas a la vez claras y útiles, como lo parecen hoy todavía a los sistemáticos modernos, originando así nombres específicos tales como **salicifolia**, **cordifolia**, **rotundifolia** y otros semejantes. Hasta los tiempos de Teofrasto, y desde mucho antes, los cavadores, leñadores y agricultores habían venido usando una nomenclatura muy sencilla. Si un género comprendía más de una especie de plantas, cada una de ellas se designaba con un nombre distinto; por ejemplo, roble blanco, abeto plateado, y así sucesivamente. Teofrasto coleccionó y clasificó cerca de quinientas plantas, de modo que sus nombres fueron generalmente aceptados, como siguen siéndolo aún en muchos casos en la nomenclatura moderna.

La pretensión de que la ecología es una rama moderna de la ciencia botánica puede concederse sólo con alguna reserva, porque tenemos que reconocer que Teofrasto distinguió grupos ecológicos de plantas silvestres y recalcó las diferencias de las zonas donde viven. Señaló que hay árboles peculiares de las regiones montañosas, y que otros crecen sólo en las tierras bajas y las llanuras, mientras que algunas especies son comunes a la montaña y al llano. También observó, en las montañas, que mientras el pino crece en las laderas que miran al Sur y apenas si vive en otro lugar, el abeto alcanza su perfección en las laderas frescas y sombrías. Los árboles propios de los lugares frescos y sombríos son altos y rectos y sus troncos carecen de las bifurcaciones que se observan en los que crecen en lugares abiertos y asoleados.

En su "De causis Plantarum", Teofrasto estudia asuntos tales como la propagación de las plantas por semillas, injertos y brotes, los efectos del clima y del suelo, las artes de cultivo y el crecimiento y la periodicidad de las plantas. Al tratar de este último punto, Teofrasto se revela buen discípulo de su maestro Aristóteles, notando la capacidad vital innata de las plantas que tanto había impresionado anteriormente a Aristóteles.

Teofrasto no estaba tan alejado del ambiente de las ideas sobrenaturales que pudiese dejar de creer en la generación espontánea. Al discutir los medios por los cuales las plantas pueden reproducirse, incluye la generación espontánea, expli-

cando que ocurre con frecuencia que, cuando existen condiciones peculiares del suelo y del aire, crezcan plantas en lugares donde no había ninguna. Pero para demostrar que también existía otra fase en este problema, anotó sus observaciones acerca de la diseminación de pequeñas semillas y del transporte de semillas por los ríos.

Teofrasto comprendió, como ya lo habían hecho otros antes que él, que entre los miembros de lo que llamamos una **especie**, hay plantas masculinas y plantas femeninas. Al distinguir entre las plantas masculinas y femeninas indica la diferencia de madera, hábitos, etc., que son peculiares del macho y de la hembra de una especie dada, aunque estas observaciones concernientes a la sexualidad de las plantas pudieran parecer superficiales, no dejan, sin embargo, de mostrarnos que Teofrasto debió prestar considerable atención a esas diferencias.

Esta breve reseña de lo que Teofrasto realizó en el campo de la botánica demuestra su derecho a ser llamado "Padre de la Botánica".

DIOSCORIDES (130-201 de la era Cristiana), un griego de Silicia que vivió en el siglo primero de la era cristiana, es el botánico más importante después de Teofrasto. Fué un sabio médico que había viajado extensamente para estudiar las plantas en su relación con la medicina. Adquirió tal cantidad de información acerca de las plantas conocidas en la antigüedad y acerca de otras nuevas, que se propuso describir, no sólo sus propiedades medicinales, sino también sus hábitos de crecimiento y su forma. En la descripción que hizo de unas 600 especies diferentes de plantas no se acomodó al plan de clasificación de sus predecesores (en árboles, arbustos y hierbas), sino que las clasificó simplemente en plantas aromáticas, culinarias y medicinales. Ello no obstante, agrupó las plantas con flores labiadas en una serie, las con flores leguminosas en otra, y las con flores umbelíferas en otra. Los dibujos de las plantas y sus descripciones dan al herbario de Dioscórides mayor importancia que ningún otro trabajo anterior sobre plantas. Este es el primer herbario ilustrado de que tenemos noticia. Durante muchos siglos fueron apareciendo versiones latinas de este herbario y en la Edad Media

no se consideraba auténtica a una planta medicinal a menos que se hallase referida en el libro de Dioscórides. Sin embargo, las tentativas de hallar plantas de la Europa Central, en estos trabajos limitados a los países mediterráneos, condujeron a las especulaciones más absurdas y dieron por resultado, por ejemplo, recetar ciertas hierbas que se parecían a las halladas en Dioscórides, pero que producían efectos muy diferentes en el paciente.

En resumen, este período de Aristóteles, Teofrasto y Dioscórides puede considerarse como una de las épocas intelectualmente más gloriosas de todos los tiempos. En el curso de este período se sentaron las bases del estudio científico de la naturaleza, reemplazándose lo sobrenatural por la lógica, y el hombre en sus tentativas por descubrir una explicación racional del universo empezó a observar y a desentrañar los misterios de la naturaleza.

---

## CAPITULO II

### PRIMEROS PROGRESOS DE LOS ESTUDIOS BOTANICOS

La intelectualidad europea despertó muy lentamente del sueño en que estuvo sumida durante la Edad Media. Desde el siglo III hasta el siglo XIII todo progreso científico había sido ahogado en Europa y la inteligencia humana se había limitado a ser ejercitada únicamente en asuntos prácticos. Pero a mediados del siglo XIII comienzan a aparecer indicios de una lucha gradual contra los conceptos medioevales y contra la servil devoción a los dogmas. Diversos eruditos concibieron entonces el plan de consignar por escrito sus ideas acerca del mundo, despertando así eventualmente el interés por la observación y por la experimentación. El renacimiento de las enciclopedias constituye la primera prueba del nuevo interés por la filosofía natural.

Uno de los primeros de estos escritores enciclopédicos fué ALBERTUS MAGNUS, *Doctor Universalis* que vivió entre 1193-1280, aproximadamente. Poseedor de una de las más altas inteligencias que jamás haya existido, merece sin duda el nombre que se le dió de "Aristóteles medioeval". Su vida fué

rica en trabajos y en éxitos intelectuales. Sus conocimientos geográficos, astronómicos médicos, botánicos y zoológicos fueron considerables. En 1262 empezó la tarea de adaptar la filosofía aristotélica al uso de las razas latinas, tarea que realizó con notable éxito si se tiene en cuenta la oposición que había suscitado a las doctrinas de Aristóteles sobre Ciencias Naturales, la condenación de ellas por la escuela de París. Albertus Magnus tuvo el valor de rechazar algunas de las ideas supersticiosas de la Edad Media, aunque siguió creyendo en muchas otras. En toda tentativa de valoración del trabajo científico del **Doctor Universalis** debe tenerse presente la actitud mental de las gentes de su tiempo y entonces se ve que, con todo su fondo medieval, Albertus Magnus demostró poseer una verdadera capacidad científica.

Su enciclopedia botánica "**De Vegetalibus**" es, principalmente, un libro de descripciones de plantas en el que se tratan también algunas cuestiones filosóficas. Esta obra fué muy divulgada y muy leída durante los siglos XIII y XIV.

Las ideas de Albertus Magnus acerca de la morfología de las plantas son las primeras de que se tiene noticia desde los tiempos de Teofrasto; podemos reconocerle originalidad desde que es probable que él no conociese los escritos del botánico griego. Observó que las espinas pertenecen a la estructura del tallo, mientras que los aguijones son superficiales; observó también que a veces un racimo de uvas es reemplazado por un zarcillo, luego éste debe ser una macolla de flores no desarrollada; también notó la simetría pentamera de la rosa silvestre y del manzano.

Albertus Magnus creía que las especies son mudables, pero no hallamos en sus escritos teoría alguna de la evolución de la vida orgánica. Se ocupó del problema de la clasificación de las plantas, dividiéndolas como lo hizo Teofrasto en tres grupos generales : árboles, arbustos y hierbas.

Escribió sobre plantas para la gente de su tiempo, describiendo las cosas que había observado por sí mismo y exponiendo los hechos que tenían valor práctico para sus lectores. Escribió, por ejemplo, que el trigo es el grano que produce el mejor pan; que el haya produce la mejor madera para leña o para carbón vegetal, pero que en cambio es mala para la construcción porque es muy susceptible a la carcoma; que la ma-

dera de roble es casi tan buena como la de abedul para trabajos de talla, etc.

Las plantas de huerto y de jardín interesaban mucho a Albertus Magnus. Aconseja, por ejemplo, que los nogales se planten en hoyos profundos y a una distancia bastante grande entre ellos para que puedan alcanzar su máximo desarrollo. Señala el hecho de que los árboles son perniciosos para las plantas cultivadas en sus proximidades debido a su "extremada amargura tóxica inherente", hecho recientemente "descubierto". Indica, también, que las huertas se establezcan en terrenos ricos y bien irrigados. Estudió y dió nombre a muchas hortalizas corrientes, consignando completas instrucciones para su cultivo.

Aunque inmediatamente después de Albertus Magnus no se realizaron grandes progresos en botánica, el espíritu científico europeo experimentó un despertar gradual. La invención de la imprenta a mediados del siglo XV, al hacer posible al hombre de la calle el uso del libro, contribuyó poderosamente a la difusión del conocimiento del mundo vegetal. Los primeros libros fueron herbarios clásicos con descripciones de plantas de valor medicinal. El primero de ellos, impreso en Alemania, el "Herbarius Latinus", estaba destinado a la gente pobre y, por consiguiente, describía remedios caseros y baratos que pudiesen ser encontrados en los campos y en los bosques. Este herbario fué publicado en 1484, en Mainz, por Peter Schoeffer.

Quizás la principal labor realizada en el campo de la botánica en el siglo XVI fué la composición y publicación de nuevos y mejores herbarios. Sin embargo, estas obras contribuyeron muy poco al progreso de la ciencia puesto que se ocupaban solamente de las propiedades medicinales de las plantas y de su identificación para este objeto.

OTTO BRUNFELS (1464-1534), fué el primero en fecha y en categoría entre los reformadores alemanes de la botánica del siglo XVI. Dió el título de "Herbarum vivae Eicones" a su trabajo en tres tomos publicado en Estrasburgo en 1530. El gran mérito de esta obra reside en la selección del material y en sus excelentes figuras, un gran adelanto sobre los toscos grabados en madera de los herbarios del siglo XV. El de Brunfels puede ser considerado como un punto de enlace entre la

botánica antigua y la moderna porque, si bien el texto no es más que una recopilación de los escritos de sus predecesores, las ilustraciones, en cambio, contribuyeron con algo definitivamente nuevo.

El nombre de HIERONYMEUS BOCK (1498-1554) está relacionado con el de Brunfels. Aquel proporcionó a éste migajas de material que usó en sus "Eicones". Bock escribió y publicó en 1539 su "Neu Kreuterbuch", describiendo las plantas que había encontrado en los bosques y en los campos. Las últimas ediciones de esta obra estaban bien ilustradas. Sus descripciones de las flores contienen indicaciones importantes que demuestran que había interpretado cosas que desconcertaban por completo a sus predecesores. Reconoció la corola, los estambres y el pistilo como partes esenciales de muchas flores y llegó a entender algo acerca de las relaciones naturales.

VALERIUS CORDUS (1515-1544), fué el primero de los herbolarios que formuló descripciones botánicas de una manera sistemática, estudiando la planta viva con sus flores y frutos, incluyendo detalles acerca de los tipos de plantas, formas de sus partes, colores, olores y sabores. Empezó a notar la anatomía de varios de sus órganos, siendo el primero que habló del polen. Su herbario, publicado después de su trágica muerte, a la edad de 28 años, es importante porque incluye no sólo plantas medicinales, silvestres o cultivadas, de Alemania e Italia, sino también muchas maderas, cortezas y frutos extranjeros. Sus descripciones de plantas fueron más exactas que las de sus contemporáneos, confiando menos que ellos en las descripciones de los botánicos de la antigüedad.

Uno de los herbarios más importantes del siglo XVI fué "De Historia Stirpium" por LEONHARD FUCHS (1501-1566), publicado en 1542. Como la mayor parte de los herbolarios, Fuchs había estudiado medicina e hizo buen uso de sus conocimientos en esta materia. Su tratamiento de una terrible enfermedad epidémica que invadió Alemania en 1529 y se extendió a Inglaterra, le hizo famoso. Pasó la última parte de

su vida como profesor de medicina en la universidad protestante de Tübingen.

Fuchs fué sobre todo un botánico médico, y, por lo tanto, en su herbario no se encuentra consideración anatómica o fisiológica alguna de las plantas. Despreciaba mucho a sus colegas que ignoraban las cualidades maravillosas de las hierbas. Citemos una de sus frases : “Pero, por Dios inmortal, ¿no es de maravillarse que reyes y príncipes presten alguna atención a la tarea investigadora de las plantas, cuando incluso los médicos de nuestro tiempo huyen de ella hasta tal punto que es apenas posible encontrar uno entre cien que tenga un conocimiento exacto de alguna de ellas?” Fuchs ordenó su trabajo alfabéticamente sin intentar agrupación natural alguna; por consiguiente, este trabajo no es de gran importancia en la historia de la botánica sistemática. Sus descripciones fueron buenas y su influencia sobre los métodos descriptivos puede verse en los herbarios de los botánicos que le sucedieron.

El herbario de Fuchs rebosa del entusiasmo de su autor desde el principio hasta el fin. El gozaba estudiando las plantas como tales, pero sus múltiples obligaciones, de médico y de profesor le dejaban poco tiempo libre. Siendo médico, su principal interés botánico se contraía a las plantas medicinales y comestibles.

Tratando rápidamente de los herbolarios de los Países Bajos, nos limitaremos a mencionar los trabajos de Dodoens, de L'Ecluse y de L'Obel.

El botánico belga REMBERT DODOENS (1517-1585), fué como Fuchs, un buen médico. Su interés en la medicina le condujo en 1583 a describir un herbario, para el que consiguió los grabados en madera que Fuchs había usado en el suyo. El texto sigue al de Fuchs pero no pudo traducirlo al pie de la letra debido a que en él se expresan las diferencias en la época de floración de las plantas que crecen en los Países Bajos.

CAROLUS CLUSIUS (Charles de l'Ecluse) (1526-1609), es digno de atención. Clusius mantuvo estrechas relaciones con Dodoens cuyo herbario tradujo al francés. Llegó a ser

ardiente sostenedor del protestantismo, por lo que sufrió persecuciones religiosas. Hizo varias visitas a Inglaterra, y en una de ellas hizo íntima amistad con Sir Francis Drake, el cual le dió plantas del Nuevo Mundo. Durante su dirección del Jardín Botánico de Viena introdujo muchas plantas antes desconocidas en Europa, entre ellas la papa blanca de la América del Sur. En una conferencia próxima hablaremos con más detalle respecto a la introducción de nuevas plantas. Clusius fué un explorador de plantas y en un viaje a España y Portugal coleccionó muchas cosas que vinieron a ser la base de su primer trabajo original de 1576. Era hombre de gran capacidad de observación y de inteligencia llena de curiosidad. Su interés no se limitaba a las plantas florales sino que se extendía también a los hongos; y a diferencia de la mayor parte de los herbolarios, no estaba interesado principalmente en las plantas medicinales, sino que gozaba estudiando las plantas en sí.

El tercero del llamado "trío de los Países Bajos" fué MATTHIAS DE L'OBEL, nacido en Flandes (1538-1616). Estudió en Montpellier con Guillaume Rondelet, muchos de cuyos estudiantes llegaron a ser herbolarios famosos. El trabajo botánico más importante de l'Obel fué "**Stirpium adversaria nova**", publicado en 1570 en colaboración con Pena, trabajo en el cual presentó el sistema de clasificación llamado lobeliano.

L'Obel hizo un esfuerzo consciente con el fin de formular una clasificación natural, porque estaba convencido de que tal clasificación vendría a revelar la unidad de todas las cosas vivientes. Citaremos sus palabras : "Porque así ordenadas, cosas que difieren mucho entre sí vienen a ser, como si dijéramos, una sola cosa, sin que exista nada más hermoso que ese orden ni en el cielo ni en la mente del hombre sabio".

El rasgo principal de su sistema reside en el hecho de que l'Obel pudo hacer una separación aproximada de las Clases que ahora llamamos Dicotiledóneas y Monocotiledóneas. Sin embargo, su sistema condujo a graves errores tales como, el de colocar la **Drosera**, un género dicotiledóneo de plantas insectívoras, entre los helechos.

Hasta aquí nos hemos ocupado de los herbolarios de Alemania y de los Países Bajos. Ahora será oportuno hacer una breve reseña de este aspecto en Inglaterra.

El primer inglés que hizo contribuciones importantes a este estudio fué WILLIAM TURNER, (1515-1568). Lo que le indujo a comprender trabajos botánicos fué la existencia de las supersticiones medioevales que aún persistían en la ciencia. Reformador nato, barrió con muchas de las antiguas supersticiones acerca de las plantas.

Abandonando Cambridge en 1540, viajó por Inglaterra, pero sus creencias religiosas causaron su expatriación. Durante su destierro visitó a Gesner en Suiza y sostuvo correspondencia con Fuchs, de quien obtuvo los grabados en madera que había usado en su herbario de 1545.

La gran obra de Turner fué su **Herball**, publicada en tres entregas sucesivas en los años 1551, 1562 y 1568. Su título (traducido) es el siguiente : "Nuevo herbario que contiene los nombres de las hierbas... coleccionado y hecho por William Turner, médico de Su Gracia, el Duque de Somerset".

Este trabajo es similar al de Brunfels en el hecho de que Turner describe también lo que él realmente vió por sí mismo yendo al campo y observando las plantas allí donde crecen. Era Turner lo que se llama un "botánico de campo", que no se fiaba de ejemplares disecados. Al respecto de plantas que sólo ha visto en estado disecado, dice que su juicio puede no ser enteramente digno de confianza.

El trabajo de JOHN GERARD, (1545-1607) muestra la influencia de la jardinería en la evolución de la Botánica. En 1596, publicó una reseña de las 1033 especies que crecían en su jardín. Este es un ejemplo notable del desarrollo de la jardinería en el siglo XVI, que nos muestra cómo se coleccionaban plantas de todas las partes del mundo, haciendo caso omiso de su valor doméstico. La mayor parte de los grabados en madera de su obra más importante, el **Herbario** publicado en 1597 no eran originales, y los que lo eran, estaban bastante mal. Una de las ilustraciones originales más interesantes es la de la papa, erróneamente llamada "papa de Virginia". Este trabajo de Gerard no le hace digno de mucha considera-

ción. Su autor continúa afecto a muchas supersticiones, e incluso insiste en los casos en que sus observaciones confirman tales creencias. Refiere que ciertos árboles, verdaderamente producen conchas, que se abren y engendran percebes; e inserta un dibujo ilustrativo del origen de estos percebes.

Otro herbolario, muy diferente de los demás, autor de importantes contribuciones a la ciencia botánica, fué el italiano ANDREA CESALPINO que vivió entre 1519 a 1603. Había estudiado medicina y Botánica y fué director del jardín botánico y profesor de esta ciencia y medicina en Bolonia. Su obra más famosa titulada "De plantis", en la que describía unas 1500 plantas y expresaba brevemente su teoría botánica, fué publicada en 1583. Su herbario de 260 páginas con 768 plantas bien montadas, aún existe.

Su manera de entender la Botánica difería mucho de la de todos sus contemporáneos, y, en verdad, no volvemos a encontrarla hasta los tiempos de Linneo, 200 años más tarde. Cesalpino era esencialmente un filósofo de la escuela de Aristóteles que buscaba un sistema de clasificación de las plantas basado en reflexiones filosóficas más que en el punto de vista utilitario y realista de los herbolarios médicos que le habían precedido.

Cesalpino desarrolló un sistema de clasificación basado principalmente de las características de los frutos y de las semillas. Dividió todo el mundo vegetal en plantas y hierbas, de acuerdo con lo que él consideraba la función principal de vegetación a saber, la absorción de alimentos por las raíces y los vástagos. Considerando que la segunda función importante era la reproducción, basó sus subdivisiones de las plantas leñosas y hierbas en las semejanzas y desemejanzas de las estructuras reproductivas. En ésto seguía de cerca la filosofía de Aristóteles. A pesar de todo su interés por la reproducción y las semillas, negó la existencia de sexo en las plantas.

Muchas de las ideas de Cesalpino sobre la fisiología y la anatomía de las plantas son tan interesantes como falaces. Había previsto el descubrimiento de la circulación de la sangre en los animales y trató de hallar una función similar en las plantas. El asiento de esta función, el que llama el "alma de la planta", se suponía ser el punto de unión de la raíz con

el tallo. Considerando a las plantas como una imitación imperfecta del reino animal, llevó sus analogías aún más lejos. La médula corresponde a la médula espinal, y es la fuente de la energía calórica. Creía que la substancia de las semillas procedía de esta parte en que radica la fuente del calor; que las hojas intervenían en la alimentación, y, anticipándose a Goethe, que las flôres procedían de las hojas.

Para resumir : Cesalpino trató de formular un sistema natural e intentó mostrar afinidades naturales, señalando así el principio de un nuevo tratamiento filosófico de la botánica científica en contraposición con el puramente descriptivo que había sido común a todos los herbolarios de este período.

Otro botánico importante del siglo XVI fué KASPAR BAUHIN, (1560-1624) cuyo trabajo más notable fué una sinonimia de las plantas, obra que vino a satisfacer una necesidad apremiante, y que incluía todos los nombres con los cuales los diferentes escritores habían designado cada planta. En este libro, al que dedicó 40 años de su vida, trató de 6,000 especies. En su mayor parte, usó nombres binomios intentando una clasificación natural, partiendo de las hierbas e incluyendo sucesivamente los lirios, las hierbas dicotiledóneas, los arbustos y los árboles. El método de Bauhin fué extremadamente valioso porque rechazaba todas las viejas ideas de supersticiones médicas, buscando, como Cesalpino, un sistema natural basado en afinidades naturales.

Hubo dos herbolarios chinos célebres en este período, cuyos trabajos son una fuente importante de material para la historia de la utilización y cultivo de las plantas silvestres. Los chinos han vivido durante muchos siglos cerca de la tierra, y han sentido la necesidad de procurarse todas las plantas que pudieran servir de alimento. Los agricultores chinos tienen mayor número de plantas cultivadas que los de Europa y América. Su experiencia les ha hecho conocer también muchas plantas medicinales, que, sin ella hubieran permanecido desconocidas. Un príncipe imperial, CHON WANG HSIAO, publicó en 1406 un notable herbario ilustrado con excelentes grabados en madera. El título de este libro "Herbario Remediador del Hambre", expresa su propósito principal, es decir, remediar los sufrimientos ocasionados por los siempre recu-

rrentes períodos de hambre. Es un valioso tratado antiguo sobre botánica china, y además, debido a sus excelentes ilustraciones, es un trabajo sobresaliente en su clase. El otro herbario, escrito por LI SHI CHEN, es más conocido en Europa por haber sido repetidamente traducido. En él los asuntos botánicos son tratados con criterio crítico, con detalladas descripciones, y con ilustraciones.

---

Como conclusión de esta conferencia podemos decir, que los 4 siglos que hemos considerado constituyen un período de gran importancia en el desarrollo de la Botánica. Durante su curso ocurrió un renacimiento del espíritu científico. En la ciencia Botánica, este período se caracteriza por una inmensa actividad en la acumulación de conocimientos acerca de las plantas. Y, si bien el motivo de acumular muchos de estos conocimientos fué el interés en las plantas medicinales, tal actividad vino a cumplir un propósito científico más amplio. Era preciso haber acumulado gran cantidad de conocimientos acerca de las plantas antes de poder emprender una labor inteligente de descubrimiento científico de los principios de la vida de las plantas.

---

### CAPITULO III

#### EL SIGLO XVII

La importancia de los progresos científicos realizados en el siglo XVII ha sido frecuentemente subrayada por los historiadores. La ciencia, que había comenzado a despertar en el siglo XVI, empezó a mostrar su actividad en el siguiente. En muchos países, sabios reformadores, dándose cuenta de la insuficiencia de los conocimientos del pasado, empezaron a formular nuevos sistemas filosóficos.

Al principio del siglo XVII, la astronomía había avanzado probablemente más que ninguna otra ciencia, debido a los descubrimientos hechos con la ayuda del telescopio recientemente inventado, por sabios tales como Galileo. Sin

embargo, durante este siglo se realizaron también notables progresos en las ciencias biológicas, debidos a la invención del microscopio, instrumento que permitió hacer observaciones precisas de los tejidos animales y vegetales, acrecentando así el conocimiento del mundo viviente.

Se organizaron sociedades y academias científicas con el fin de fomentar la ciencia y de ofrecer a sus miembros la oportunidad de presentar los resultados de sus investigaciones. Muchas de estas sociedades se organizaron inmediatamente sobre una base firme y duradera gracias a las cartas de privilegio extendidas por poderes soberanos. La Sociedad Real de Londres fué fundada en 1662. La Academia de Ciencias recibió carta de privilegio de Luis XIV, quien ofreció tan generosas oportunidades que los eruditos de todos los países fueron atraídos a París.

---

### **Renacimiento del Interés por la Filosofía de la Naturaleza**

JOACHIM JUNG (1587-1657), un filósofo del tipo de Cesalpino, dió a los estudios botánicos un impulso que continuó durante muchos años después de su muerte. Su contribución a la biología consiste en sus conceptos filosóficos acerca de los organismos vivientes. Por primera vez, desde los tiempos de Aristóteles y de Teofrasto, los principios de la Botánica se consideraban como asuntos de interés. Los conceptos de Jung no se fundaban en nuevas observaciones sino en la interpretación de las observaciones existentes y sobre las plantas ya conocidas, Jung no describió planta alguna ni formuló sistema alguno de clasificación, pero se dedicó al estudio de problemas morfológicos que pudieran servir de base para un sistema. Jung expresó en la siguiente forma la idea que se halla presente en todos sus trabajos : "Todas las partes semejantes en su naturaleza interna deben recibir el mismo nombre cualquiera que sea su forma". Estimó que las partes generales de una planta completa son : raíz, tallo, hoja, flor, fruto y semilla. Una flor completa se suponía compuesta de hojas de la flor, hojas del polvo y estilo, a las que designó con los nombres de folium, stamina y

stylus, observó también la diferencia entre flores dorsiventrales y radiales.

Después de estudiar las funciones de las plantas, Jung dedujo las conclusiones siguientes : 1) La planta carece de alma inteligente que le permita distinguir los alimentos ventajosos de los dañinos; 2) La boca de la raíz está dispuesta de tal modo que no permite la entrada a todas las savias, estando dotada de poder selectivo; 3) Las plantas, como los otros seres vivientes, tienen excreciones que son transmitidas a las flores, hojas y frutos como resinas.

Jung fué uno de los primeros botánicos modernos que estudió la morfología separadamente de la taxonomía y su profundo conocimiento de la planta comunicó vitalidad a la ciencia botánica e inauguró una reforma muy necesaria.

### Sistemas de Clasificación.

JOSEPH PITTON DE TOURNEFORT, vivió de 1656 a 1708, introdujo ideas sobre la clasificación de las plantas, que fueron adelantos bien definidos aunque no llegó a comprender su sexualidad. Su sistema de clasificación se basaba en la morfología de las flores y de los frutos, rechazando la idea de que la raíz, el tallo y la hoja pudieran ofrecer características seguras. Se le considera generalmente como el fundador del género y contribuyó valiosamente al progreso de la Botánica con sus trabajos encaminados a la formación de un sistema de grupos superiores a los géneros. Aunque no dió nombres a estos grupos superiores y su clasificación fué extremadamente artificial, ello no dejó de representar una nueva y valiosa idea.

Aunque Jung merece nuestra consideración por haber estimulado el renacimiento del interés en la ciencia Botánica, al trabajo de JOHN RAY (1628-1705), se debe el haber señalado el hecho de que la era de los herbolarios había terminado y que un nuevo tipo de estudio se estaba desarrollando. A él se debe el mayor adelanto de este siglo en materia de clasificación de las plantas y el sistema fundado por él fué la base de los sistemas de Jussieu y De Candolle. Desplegó más conspicuamente que ningún otro sistematizador hasta entonces, el poder de percibir los mayores grupos de

relaciones. Publicó muchos trabajos botánicos; entre ellos está su amplia "Historia Plantarum" en tres tomos, que vieron la luz entre 1686 y 1704 y en el que muestra mejor que en ningún otro su carácter como hombre y como naturalista.

En esta obra dividió el reino vegetal en hierbas y árboles. A su vez dividió las hierbas en imperfectas (algas, hongos, musgos y helechos, aunque estos términos no poseían entonces las mismas connotaciones que ahora) y perfectas, subdividiendo éstas, sobre la base del cotiledón, en dos grupos; a saber : Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. Aunque esta clasificación estaba lejos de ser perfecta, expresaba algunas ideas importantes.

Algunos escritores han considerado a Ray como el primero que enseñó la transmutación de las especies, y por esto, como a uno de los fundadores de la teoría de la evolución. Antes de dedicarse por completo a la ciencia, Ray había tenido una brillante carrera como estudiante en Cambridge y había viajado mucho por Inglaterra y por el continente. Esta preparación escolar y la experiencia de los viajes le había capacitado para poder apreciar la variabilidad de las especies que crecen en diferentes "habitats". Sin embargo, parece haber estado bien convencido de que las especies son constantes, aun cuando haya ciertas variaciones menores en cada especie.

Cuando se considera el estado de la botánica sistemática tal como Ray la dejó, y se compara este estado con aquél en que Jung la encontró después de los herbolarios, no pueden menos de causar verdadera impresión los adelantos realizados en este campo en el siglo XVII.

### **La Microscopia.**

La ciencia debe a los hombres del siglo XVII la invención del microscopio y su aplicación a la biología. Esta invención abrió nuevos campos de estudio sobre las plantas. El primer microscopio compuesto fué construído por Zacharías Janssen. Era un instrumento primitivo de unos seis pies de longitud montado en una tabla.

El conocimiento de la estructura celular constituye el fundamento de la anatomía de la planta. Hallamos la pri-

mera percepción de esta verdad en un amplio trabajo de ROBERT HOOKE (1635-1703), aparecido en 1677 bajo el título de "**Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses**". Hooke no era ni un gran biólogo, ni un gran físico, técnico, filósofo o químico. Lo que vió de la estructura de las plantas no fué mucho pero fué nuevo. Parece haber descubierto la estructura celular de las plantas al examinar el corcho y otros tejidos. Halló que el corcho tiene (con sus propias palabras), "muchas perforaciones y poros, muy parecidos a los de un panal de abeja, pero que estos poros no son regulares". A estos poros los llamó "células" y a las paredes intermedias, "intersticios". Hooke llegó a interesarse mucho en el corcho llegando a la conclusión de que éste debe ser un desarrollo de la corteza del árbol y calculó que una pulgada cúbica de corcho contiene más de mil doscientos millones de poros. Ampliando sus estudios, halló que esta contextura no es peculiar sólo del corcho, sino que es común a otros tejidos vegetales.

Es importante notar que Hooke llamó "célula" a la unidad del tejido de las plantas y que este nombre ha sido conservado.

ANTON VAN LEEUWENHOCK (1632-1723), corresponsal de la Sociedad Real de Londres, hizo algunas contribuciones al conocimiento de los detalles de la anatomía de las plantas, dedicando su tiempo libre a pulir lentes y a construir microscopios, habiendo desarrollado este arte más que ninguno de sus predecesores. Gracias a sus cristales superiores hizo muchas observaciones importantes, que comunicó en largas cartas a la Sociedad Real de Londres. Estas cartas fueron publicadas en un libro, en 1695, bajo el título de **Arcana Naturae**. Examinó toda clase de cosas, lo mismo que Hooke había hecho antes pero sin organizarlas en un sistema definido. Descubrió y describió los protozoos y las bacterias, llegando a la conclusión de que, en vez de aparecer espontáneamente, producen otros de su misma especie. Fué el primero que descubrió los cristales en los tejidos de las plantas, en el rizoma del efémero. Todo su trabajo muestra que carecía de habilidad científica, y sus comunicaciones parecen muy fragmentarias cuando se las compara con los trabajos de

Malpighi y Grew, a quienes se considera como a los fundadores de la verdadera ciencia de la anatomía de las plantas. Los resultados de sus estudios y observaciones fueron presentados simultáneamente a la Sociedad Real en 1671.

MARCELLO MALPIGHI (1628-1694), nació cerca de Bologna y, siendo aún muy joven, ingresó en dicha Universidad, en la que se distinguió como estudiante. Con la ayuda del microscopio recientemente inventado, Malpighi quiso descubrir todo lo que le fuese posible acerca de la anatomía y de la fisiología de las plantas. Al estudiar la estructura anatómica de los tallos se preocupó también constantemente del movimiento de la savia y del transporte de los alimentos, aunque entonces se sabía muy poco acerca de las funciones de los órganos de las plantas. En 1675 publicó "**Anatome Plantarum**" tratado excepcional de la anatomía de las plantas. Empezó por la anatomía del tallo, y como la corteza es lo que primero se ve, la consideró en primer lugar. Expuso que la parte exterior de ella, la cutícula, se compone de "utrículos o sacos pequeños", queriendo decir células. Estas mueren con el tiempo y se pudren, formando a veces una epidermis seca. En la madera distinguió fibras, tubos y otros integrantes, deduciendo que la madera de los árboles crecía como resultado de la transformación periódica de la corteza interior en madera.

Las fibras, dijo, sirven para la conducción del agua y los tubos para la conducción del aire, lo cual es tan importante para las plantas como para los animales. El nombre de traqueas que dió a los vasos de los tallos y a los tubos de aire de los insectos es un ejemplo de su búsqueda de analogías entre plantas y animales. Malpighi creyó haber observado un movimiento peristáltico en estos vasos, ilusión común entre los filósofos de la naturaleza de aquel entonces.

El importante descubrimiento de que las capas de tejidos en las hojas y en los retoños jóvenes son continuación de los del tallo principal, fué hecho por Malpighi.

A Malpighi se debe también el descubrimiento de estomas en las hojas y el haber comprendido bien su función. Comparó las yemas de las que se originan las hojas y las ramas, con el ovario y el útero. Llegó a la curiosa conclusión

de que las hojas de la flor excretan la savia bruta, en preparación, para la formación de frutos nobles. De todos modos, describió con precisión el proceso de la germinación y tenía ideas bastante exactas acerca de la nutrición de las plantas.

Sachs ha dicho que si el trabajo de Malpighi parece un bosquejo maestro en el que el autor se contrae a delinear la arquitectura de las plantas, la obra mucho más amplia de NEHEMIAH GREW (1628-1711), **The Anatomy of Plants**, tiene el aspecto de un libro de texto, en el cual la elegancia de Malpighi es reemplazada por una profusión de minuciosos detalles. Por otra parte, el tratado de Grew está constantemente entretelado de nociones filosóficas y teológicas reinantes en la Inglaterra de entonces.

Era Grew un hombre ingenioso y hábil, a cuyos atributos sumaba el espíritu de investigación. Publicó su **The Anatomy of Plants** en 1682, y su **The Anatomy of Plants Begun**, en 1761.

Para Grew, lo mismo que para Malpighi, el principal punto de interés no era la célula individual, sino la histología. El término "parenquima" se debe a Grew, quien comparó su estructura a la espuma de la cerveza, notando que los lados de las "ampollas" son transparentes como el agua o como los cuerpos de algunos insectos.

Grew creía que las células, las fibras y los vasos estaban contenidos y ligados por un tejido (en parte longitudinal y en parte transversal) de hilos muy delgados. Debió ser inducido a este error, sin darse cuenta de ello, por hilos rotos en espiral en la preparación. Dijo que el tronco se compone de piel, cuerpo cortical, cuerpo leñoso, inserciones y médula. Describió la estructura de la madera con más precisión que ninguno de sus predecesores, diciendo en la siguiente cita que la parte leñosa "no es más que un agregado de innumerables vasos, extraordinariamente pequeños, o fibras cóncavas", no hallando cosa alguna correspondiente a válvulas en los poros o en los vasos para regular la corriente de savia.

Grew cita el punto de vista de Malpighi respecto de los vasos de la madera, añadiendo que la banda espiral no es siempre simple, sino que dos o más bandas completamente separadas entre sí pueden formar la pared del vaso y que la banda espiral no es plana sino casi redonda como un alam-

bre y que sus vueltas están más o menos juntas según la parte de la planta.

La idea de la estructura de vasos espirales que fué iniciada por Malpighi y que se mantuvo a través de todo el siglo XVIII, fué expresada más claramente por Grew; pero es de observar que ninguno de los distinguió claramente los verdaderos vasos en espiral con hilos espirales separables, de los vasos del tipo que aparece en la madera secundaria, que sólo muestra una estructura espiral al ser desgarrada.

El término de comparación más exacto que pudo imaginar para el cuerpo entero de la planta, fué una pieza de encaje fino del que las mujeres hacen en una almohada, porque la médula, los radios medulares y el parénquima de la corteza, "son todos (con sus propias palabras) encajes extremadamente finos y perfectos".

Grew no fué muy claro acerca de la estructura de la flor, porque no llegó a comprender su naturaleza como tampoco, en verdad, llegó a comprenderla nadie en aquel tiempo.

Es interesante observar las relaciones personales que existían entre estos dos hombres eminentes, Grew y Malpighi. La modestia natural de Grew y su valuación profesional del trabajo de Malpighi le movieron en una ocasión a abandonar sus investigaciones y a ceder el campo a su rival italiano; pero la Sociedad Real le instó a que las continuase, nombrándole en 1762, conservador de la sociedad para la anatomía de las plantas. Grew profundamente consciente del honor que se le confería, no expresó nunca más que elogios para Malpighi y sus trabajos. Este a su vez manifestó un espíritu igualmente cortés e hizo traducir al latín para su propio uso el trabajo de Grew. No podemos menos de admirar este ejemplo de cortesía científica.

### **La Fisiología.**

En esta época inicial de la fisiología de las plantas, la atención de los investigadores se dirigió a la física de la absorción y de la circulación de la savia. Esta atención fué sin duda una consecuencia del sensacional descubrimiento de la circulación de la sangre hecho por Harvey.

Ya hemos mencionado las ideas de Jung relativas a la absorción de sustancias por las raíces. Según Aristóteles la planta misma permanece pasiva en el proceso de la nutrición, mientras que Jung suponía que la raíz está organizada de tal modo que evita la entrada de ciertas sustancias y admite la de otras, que la planta coopera en su propia alimentación, si bien no suponía que necesitase un alma pensante para este propósito.

JOHANN BAPTISTA VAN HELMONT (1577-1644), contemporáneo de Jung, y uno de los químicos más grandes que precedieron a Lavoisier, adoptó una posición aún más marcadamente opuesta a las doctrinas aristotélicas. Van Helmont realizó un experimento sobre el crecimiento de las plantas usando métodos cuantitativos imperfectos que aun cuando sus conclusiones fueron erróneas, fué el primero de los experimentos de esta clase hecho con propósito científico de que hoy tenemos noticia. Dicho experimento fué el siguiente : Plantó una rama de sauce que pesaba 5 libras en un tiesto que contenía 300 libras de tierra seca. Luego el tiesto no recibió sino agua. Una cubierta evitaba que cualquier materia sólida, tal como el polvo, pudiera caer sobre la superficie de su tierra. Al cabo de 5 años el sauce se había hecho un árbol que pesaba 164 libras, y la tierra del tiesto pesaba sólo dos onzas menos que al principio. De este resultado von Helmont dedujo que el aumento de la masa del árbol había sido derivada del agua y no de la tierra, y que el árbol había obtenido toda su substancia del agua absorbida. Este investigador se había adelantado a su tiempo en más de dos siglos, y por lo tanto su conclusión puede serle perdonada. Sin embargo, merece elogios por haber realizado experimentos sobre esta materia y por haber deducido conclusiones basadas en los resultados obtenidos y no en las ideas clásicas relativas a la alimentación de las plantas. Por fin se había alcanzado la idea de que la alimentación de las plantas no se verifica del mismo modo que la de los animales.

Las fructuosas investigaciones de Malpighi y de Grew proporcionaron una base sólida para su estudio de los problemas concernientes a la circulación de la savia en las plantas.

Malpighi dijo : "En las plantas hay varias clases de vasos en la corteza y en la madera además de los tubos del látex y de los canales de la resina; la savia puede ascender o descender como puede verse cuando una rama torcida hacia abajo continúa creciendo. Es más si se corta una parte de una hoja, la savia se abre nuevos caminos". Creía que la savia absorbida por las raíces ascendía por los constituyentes fibrosos de la madera y que el aire ascendía por los tubos que él llamó traqueas por su parecido al aparato respiratorio de los insectos. Malpighi se desligó de todo contacto teleológico procediendo a formular una teoría general de la circulación de la savia basada en pacientes investigaciones hechas con sumo cuidado, incluyendo la función de las hojas. En todo esto Malpighi descansaba sobre seguro fundamento de su descubrimiento de la continuidad de los tejidos a través de toda la planta.

Las ideas de Grew relativas al movimiento de la savia de las plantas tuvieron menos éxito que las de Malpighi. Sin embargo, podemos apreciar su idea de que la savia asciende solamente a través de la madera y su comprensión del papel de la capilaridad ayudada por la presión lateral del parénquima turgente. Parece no haber tenido un concepto adecuado del papel de una sustancia viviente que constituye una parte definida del organismo, pero estaba seguro de la continuidad de los vasos de la madera, la hoja, etc. Refiere muchos fenómenos vitales a los cuales él llama la "fermentación", término rodeado de misterio entonces como ahora.

Tanto Malpighi como Grew insistieron repetidamente en la relación existente entre la anatomía y la fisiología y en la importancia de las hojas como órganos para la elaboración del alimento.

EDME MARIOTTE (1620-1684), que tomó parte activa en el desarrollo de la investigación experimental en Francia, consagró incidentalmente alguna atención a la fisiología de las plantas, oponiéndose a la prevalente teoría aristotélica sobre la nutrición de las mismas, a la que trató de sustituir el concepto de que todo el proceso de la vida vegetal y de la nutrición está basado en fuerzas físicas. No realizó experi-

mentos con plantas, pero hizo algunas observaciones muy pertinentes expresando por ejemplo, que si se injerta un esqueje de peral cultivado en la raíz de uno silvestre, la savia de éste alimenta tanto al esqueje como al tronco. En aquel se producen frutas sabrosas mientras que la segunda en el tronco continúan produciéndose silvestres. Por consiguiente, la savia parece adquirir cualidades diferentes en el injerto según se demuestra por la distinta calidad de los frutos. Mariotte dió otro golpe a la teoría clásica de la nutrición de las plantas con su observación de que plantas de diferentes especies hallan en el mismo suelo las sustancias necesarias para sintetizar una gran variedad de materiales.

Hemos visto que durante el siglo XVII se realizaron grandes adelantos en la organización de la vasta cantidad de conocimientos acerca de las plantas procedentes del período anterior y que se efectuaron progresos aún más importantes en los campos de la fisiología y de la anatomía de las plantas recientemente descubiertas por la invención del microscopio. Todos estos adelantos abrieron camino a la experimentación, sin la cual la biología no hubiera podido avanzar tan rápidamente en el siguiente siglo.

---

## CAPITULO IV

### EL SIGLO XVIII

Los notables progresos realizados en el Siglo XVII, de los cuales ya hemos tratado anteriormente, fueron durante largo tiempo los vehiculos del pensamiento científico. Las ciencias biológicas habían efectuado grandes adelantos debido a la libertad de investigación y a la invención de las lentes de aumento. Si en el siglo XVIII la ciencia fué menos inventiva que el anterior, tuvo, en cambio, el mérito de resolver algunos de los problemas heredados del pasado. La edad de la experimentación iba a empezar.

### Descubrimiento de la Sexualidad.

La filosofía de la naturaleza de los griegos no había contribuído con conocimiento alguno de importancia a la verdadera comprensión del proceso reproductivo de las plantas. Aristóteles (y otros muchos después de él) incluyó la fecundación sexual entre los procesos de la nutrición, dejando así de percibir su carácter peculiar y específico. Los antiguos asirios y caldeos reconocieron empíricamente la necesidad de polinizar los espádices femeninos de las palmeras de dátiles. Plinio parece haber comprendido que los procesos de fecundación requieren que cierta materia pase de una flor a otra y que esta materia es el polen. Ya en 1686, Ray había declarado que la existencia de sexualidad en las plantas era probable pero que requería mayor demostración. La cuestión era desconcertante para quienes sólo usaban métodos de observación. La solución había de ser obtenida por quienes emplearan los métodos experimentales, nuevo instrumento de la investigación biológica.

RODOLFO CAMERARIUS (1665-1721), fué el primero de los experimentadores en este campo de la investigación. Aunque su descubrimiento trascendental fué hecho público a fines del siglo XVII, lo presentamos en esta conferencia relativa al XVIII debido a la gran influencia que ha tenido en las investigaciones realizadas en este siglo. Un moral femenino observado por Camerarius produjo frutos una vez aunque no había ningún árbol masculino en las proximidades, pero los frutos carecieron de semilla. Esta observación movió a Camerarius a efectuar experimentos. Separó de los demás a dos ejemplares femeninos de *Mercurialis annua* y observó la formación de la semilla. Aunque las plantas crecieron bien, su fruto carecía de semillas, lo que no ocurría con las otras plantas no separadas de las demás. Continuó Camerarius estos experimentos quitando las flores masculinas del ricino y del maíz y descubrió que en estas condiciones no producían semillas. De este experimento dedujo la conclusión de que los óvulos de las plantas no podían convertirse en semillas sin ser antes preparados por el polen y que los estambres que contienen este polen son, por consiguiente,

los órganos sexuales masculinos de la planta, mientras que el estilo y el ovario son los órganos femeninos. Constituye una honra para el espíritu científico de Camerarius el hecho de que él mismo presentara cierto número de objeciones a su propia teoría y de que hubiese informado cuidadosamente no sólo de los éxitos sino también de los fracasos de sus experimentos.

Los descubrimientos de Camerarius y su nueva doctrina de la sexualidad de las plantas despertaron mucho interés y originaron muchas controversias entre otros investigadores. Algunos los negaron; otros creyeron en ellos y se sintieron estimulados a ensayarlos por sí mismos. Los botánicos que trataron de ayudar en el estudio de este problema con sus propias observaciones y experimentos pueden clasificarse en dos grupos : el de aquéllos que estaban principalmente interesados en probar si el polen era o no absolutamente necesario para la formación de la semilla y el de los que se ocupaban en observar la forma en que el polen efectuaba la fecundación del óvulo.

Entre los primeros se contaba JAMES LOGAN (1674-1751), gobernador de Pennsylvania. Logan colocó algunas plantas de maíz en los extremos opuestos de un terreno, a unos ochenta pies de distancia. En un grupo dejó las plantas intactas; en el otro quitó las panojas masculinas. A fines de verano halló que las mazorcas de las plantas desprovistas de panojas masculinas eran todas estériles, excepto una mazorca grande que había crecido del lado de la planta que moraba en otra colina desde la que solía soplar un fuerte viento. Una panoja del grupo no mutilado que había sido envuelta en muselina, quedó estéril. Así pues, a Logan corresponde la honra de haber sido el primero en apreciar la posibilidad de la polinización por el viento.

Pasaron muchos años antes de que se hiciera otra cosa de importancia en este asunto. Luego, a mediados del siglo XVIII, JOHANN GOTTLIEB GLEDITSCH, director del Jardín Botánico de Berlín, trató de obtener una prueba absoluta de la sexualidad de las plantas, realizando experimentos durante muchos años, con plantas diferentes. Uno de sus experimentos merece ser mencionado aquí. Una palmera femenina (*Chamaerops humilis*) había sido traída de Afri-

ca y no se recordaba que hubiera producido semilla aunque ya tenía unos ocho años de edad. Como no había en Berlín ningún árbol masculino de esta especie. Gleditsch se procuró polen de un árbol masculino que existía en Leipzig y lo esparció sobre las flores femeninas. El resultado fué que durante el invierno siguiente la palmera dió frutos maduros y sus semillas germinaron en la primavera. Esto no fué más que hacer una vez más lo que ya se había hecho anteriormente, pero fué una prueba experimental de la sexualidad de las plantas.

El siguiente progreso definitivo que se obtuvo en el estudio de la reproducción de las plantas fué realizado por un botánico aficionado, JOSEPH GOTTLIEB KOELREUTER (1733-1806), quien describió por primera vez el proceso de polinización natural de *Iris*, de *Malva* y de otras plantas. Mediante una serie de experimentos vino a probar el papel de los insectos como agentes de polinización de las flores que no lo pueden hacer por sí mismas. Luego se dedicó a estudiar la estructura del grano de polen y describió su doble pared con su escultura exterior. Descubrió que algo se escapaba del grano de polen cuando éste llevaba algún tiempo de permanencia sobre el estigma e imaginó que ello fuera un aceite que se unía a otro segregado por el estigma; y que esta combinación de fluidos bajaba por el estilo al ovario en donde producía la formación del embrión.

G. FR. DE GLEICHEN había creído que los granos de polen contenían espermatozoos (zoospermos) y que aquéllos debían reventar para descargar éstos y hacer así posible la fecundación; pero Koelreuter, debido a su más exacta comprensión de la estructura del grano de polen, no consideró el reventar de los granos como un proceso natural.

La mayor fama de Koelreuter se basa principalmente en sus experimentos de hibridación.

Cruzó primero *Nicotiana paniculata* con *N. rústica*, y descubrió que los híbridos eran estériles. Hizo después otros cruces entre especies de varios géneros, y descubrió que, en general, la hibridación es posible sólo entre plantas muy finas. Sus experimentos le condujeron además a la conclusión de que, en el estado natural y en condiciones ordinarias,

debido a la mayor potencialidad que tiene el polen en contacto con estigmas de flores de la misma especie, las plantas híbridas no se producen fácilmente en la naturaleza.

Pasemos ahora a ocuparnos de uno de los botánicos más simpáticos del siglo XVIII. Nos referimos a CHRISTIAN KONRAD SPRENGEL (1750-1816), un genio, como Camerarius y Koelreuter, pero que, sin embargo, excedió a éstos en lo atrevido de sus concepciones, siendo, por lo tanto, aún menos comprendido por sus contemporáneos y sucesores que los otros dos lo habían sido por los suyos.

Sprengel publicó un interesante libro titulado "Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen", con los resultados de sus brillantes investigaciones hechas sobre la estructura, olor y color de las flores. Examinó las flores silvestres de su país, observando especialmente su adaptación al medio ambiente y a los insectos.

Al principio estimó que las modificaciones de las flores tenían lugar en atención exclusivamente a los insectos pero más tarde, el estudio de algunas especies de *Iris* lo indujo a concluir que la estructura total de la flor era una adaptación para asegurar la polinización por una o varias especies de insectos. Sprengel notó que las marcas y colores de los pétalos podían servir para guiar los insectos a las **glándulas nectáreas**. Mostró que todas las flores "que carecen de corola adecuada y que en su lugar no tienen cáliz, también carecen de néctar y no son fertilizadas por insectos, sino por algún medio mecánico tal como el viento".

También observó cómo el polen se adapta a estos diferentes modos de polinización, y que las flores polinizadas por el viento producen una gran cantidad de polen muy ligero, mientras que en las flores polinizadas por insectos ocurre lo contrario. Así como Camerarius había mostrado el primero que las plantas tienen sexualidad y Koelreuter que plantas de diferentes especies pueden ser inducidas a unirse sexualmente, y a producir híbridos, Sprengel mostró que cierta forma de hibridación, es decir, el cruce de diversas flores o diferentes individuos de las mismas especies, es corriente como proceso natural en las plantas. Sprengel afirmó que toda la

estructura de las flores indicaba el hecho de que la naturaleza evita la autopolinización y que la polinización cruzada, es la regla más bien que la excepción. Así quedó enunciado el problema de la polinización cruzada. El próximo investigador que había de ocuparse de este problema y de resolver por qué las cosas habían de ser así, fué Carlos Darwin.

### **Estudios sobre los Hongos.**

En el siglo XVIII, los botánicos empezaron a prestar alguna atención a la naturaleza de los hongos. Ya en 1729, PIER ANTONIO MICHELI (1679-1737), había observado que de las esporas que germinaban brotaban filamentos (hilos), los cuales finalmente producían aparatos esporíferos.

En 1753, J. G. Gleditsch publicó un pequeño libro titulado **Methodus Fungorum** en el cual clasificó los hongos en once géneros.

MATHIEU TILLET (1714-1791), hizo observaciones detenidas sobre la causa del tizón del trigo publicando su disertación en 1755. Aunque no descubrió el hongo productor, vino a establecer el hecho de que la enfermedad era transmitida por el polvo del tizón en la semilla. Felice Fontana hizo en 1767 una clara exposición de la naturaleza de la roya de los cereales, que atribuyó a un hongo parásito de la planta. Le extrañó el no poder encontrar "flores", semillas o yemas de este hongo.

### **PROGRESO EN LA CLASIFICACION**

Hacia la mitad del siglo XVII, el número de plantas conocidas y nombradas era ya tan grande que todo intento de clasificación hecho de acuerdo con cualquiera de los sistemas entonces en uso, conducía al caos. Cuantos se ocupaban de este asunto sentían la necesidad de un sistema mejor ordenado.

Aunque muchos otros contribuyeron a la aclaración del problema de la clasificación, fué CARL LINNÉ (Carolus Linnaeus, Carlos Linneo) (1707-1778), quien, con su trabajo realizado en este campo, hizo la más profunda impresión en la

Botánica de su propia y sucesivas generaciones. Elaboró un sistema de clasificación de las plantas, llamado "sistema sexual" porque usaba los estambres y el pistilo como caracteres esenciales. Siendo Profesor de Botánica en Upsala, Suecia, instruyó a naturalistas y envió a colectores en busca de nuevas plantas que pudiesen llenar los vacíos existentes en el sistema de clasificación.

Sus más importantes trabajos publicados sobre este asunto son : **Systema Nature** (1735); **Genera Plantarum** (1737); **Philosophia Botanica** (1751) y **Species Plantarum** (1753).

Aunque Linneo mostró no ser un genio en materia de trabajo científico original, poseía una gran inteligencia y las generaciones que le sucedieron deben mucho a sus facultades de análisis, descripción y diagnosis. Su sistema de clasificación, no obstante sus muchas deficiencias, era útil y fué adoptado por los botánicos no sólo de Suecia sino también de Alemania e Inglaterra.

El sistema de Linneo era muy sencillo : por ejemplo, las plantas cuyas flores tenían un solo estambre formaban la clase **Monandra**; las que tenían dos, la **Diandra**; las con tres, la **Triandra**, etc. De esta manera agrupó las plantas en veinticuatro clases. Aunque arbitraria, esta clasificación satisfacía las necesidades del día, siendo recibida con entusiasmo por los sistematizadores que comenzaban a sentirse abrumados por el siempre creciente número de plantas. Este sistema fué publicado en forma de tabla en la primera edición del **Systema Naturae** (1735).

Es cierto que este sistema adolece de defectos porque depende de una sola categoría de órganos y no del conjunto de todas las características. Pero Linneo mismo, reconociendo esto, consideraba su "sistema sexual" como provisional, útil hasta que pudieran determinarse las afinidades de los géneros y establecerse los grupos naturales.

No menos importante que su creación de un nuevo sistema de clasificación, fué su invento de una nueva y precisa nomenclatura botánica. El mundo le debe mucho a Linneo por su fundación del método binario de nomenclatura según el cual el nombre de cada planta se expresa con dos palabras : género y especie. Muchas plantas eran ya antes conocidas

en terminología binomial pero, sin embargo, los nombres se extendían a veces en tres o más palabras. Linneo estableció la regla de que cada planta debía tener sólo dos nombres y mostró como podía hacerse esto. Su concepto de la importancia de los géneros y las especies fué quizá la contribución más significativa que hizo a la Botánica sistemática.

A pesar del hecho de que el sistema de Linneo fué al principio bien recibido por los botánicos en general, aún en su propio tiempo se levantó una ola de oposición a él, causada por varios investigadores que trataron de substituirlo por otros sistemas. ¡El uso del sistema de Linneo era tan simple y conveniente que existía el peligro de que el descubrimiento y clasificación de plantas se convirtiese en un mero pasatiempo para aquéllos a quienes divertía el catalogar y ordenar plantas!

Aunque Linneo no vivió lo suficiente para poder organizar un sistema natural, sin embargo, proporcionó ciertas ideas fundamentales sobre las cuales otros investigadores han hecho obra constructiva. Su disposición de los géneros en órdenes se basaba, como él mismo dijo, no en una sola característica sino en la simple simetría de todas las partes. Distribuyó los géneros en 67 órdenes, publicando esta división en 1751 en su "Philosophia Botanica" y, cosa extraña, omitió hacer indicación alguna acerca de las características distintivas. Algunos de sus órdenes representaban grupos naturales, pero en su mayor parte contenían mezclas contradictorias. Así pues, Linneo dejó este asunto en un estado muy incompleto.

BERNARD DE JUSSIEU (1699-1777), era Profesor de Botánica en la Academia de ciencias y demostrador en el Jardín Real de París. Agrupó las plantas de este Jardín según el sistema de Linneo, pero al perfeccionar su plan, introdujo en aquel sistema cambios propios, de suerte que finalmente el sistema de Linneo se convirtió en el sistema de Jussieu. Este no publicó explicación teórica alguna de su sistema; pero su sobrino, ANTOINE-LAURENTE DE JUSSIEU (1748-1836), lo incorporó a su propio trabajo y lo publicó en 1789 en su "Genera plantarum secundum ordines naturales disposita".

Este sistema se considera por lo general como un triunfo en la clasificación según afinidades naturales y es notable porque asigna características a los grupos más pequeños que nosotros llamaríamos ahora familias, pero que él llamó órdenes. Según Jussieu, había cien órdenes, cada uno de ellos claramente caracterizado. Es significativo hacer notar aquí que casi todos estos órdenes se reconocen aún en nuestras familias. Este sistema de Jussieu vino a ser el fundamento de todo el progreso subsiguiente en el perfeccionamiento de los sistemas naturales. De Jussieu hizo tres divisiones principales del reino vegetal : a saber : 1) plantas Acotiledóneas incluyendo hongos, algas, heptícas, musgos y helechos; 2) plantas Monocotiledóneas; y 3) plantas Dicotiledóneas. Así vemos que de Jussieu retuvo la distinción hecha anteriormente por Ray entre Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, si bien aquél consideraba que las Criptógamas constituían una clase de grado igual a ellas.

Al resumir el progreso realizado en la clasificación de las plantas durante el siglo XVIII, podemos decir que excede en mucho a cuanto se había hecho durante los siglos precedentes en este aspecto de la botánica. Cuando este siglo llegó a su fin, se habían establecido ya un sistema binomial de nomenclatura, un método para describir las plantas y un sistema natural de clasificación.

### **TRABAJOS EXPERIMENTALES SOBRE FISIOLOGIA**

Los primeros trabajos fisiológicos que ejercieron una influencia duradera, fueron realizados en el siglo XVIII. En verdad, ya se había hecho algún trabajo de carácter fragmentario en el siglo XVII, pero en forma aislada y sin que estimulase a efectuar estudio alguno subsiguiente de la misma naturaleza. Tal había sido la labor de van Helmont y Mariotti. Malpighi se aproximó más a la verdad al indicar que las plantas requieren, como los animales, aire para respirar, y al recalcar la importancia que las hojas tienen en la elaboración del alimento de las plantas, fué también el primero que intentó coordinar la fisiología con la anatomía.

La primera figura realmente grande en el campo de la fisiología de las plantas fué STEPHEN HALES (1667-1761),

que fué el primero que hizo experimentos y que obtuvo resultados cuantitativos. Algunos de sus experimentos, tales como los concernientes a la circulación de la savia, se mencionan todavía después del transcurso de los siglos en los modernos libros de texto de botánica. Este hecho designa a Hales como un genio de un orden muy diferente de los que le habían precedido en el campo de la fisiología.

El trabajo botánico que hizo a Hales justamente famoso es "Vegetable Staticks" (1727). Este trabajo se ocupa de la circulación de la savia en las plantas y muestra la influencia que Newton y Boyle habían ejercido sobre el autor.

El estudio de la transpiración, por el cual Hales es renombrado, ocupa la primera parte de este libro. Hales determinó la pérdida de peso de un girasol que había crecido en un tiesto y midió con meticoloso cuidado el área de la hoja y de la raíz. También midió el corte transversal del tallo principal de la planta, calculando sobre esta medida la verdadera velocidad de la circulación de la savia en la planta. Al repetir estas determinaciones en varias otras plantas, vino a descubrir que la velocidad de la circulación de la savia era distinta en diferentes plantas.

Demostró el poder elevador de la transpiración tomando nota de la cantidad de agua que pasaba por una rama de manzano cuya base se hallaba sumergida en este líquido, y comparando luego, con profunda habilidad crítica, aquella cantidad con la que pasaba por la parte adyacente del tallo bajo una cabeza hidrostática de siete pies. Esta comparación era desconocida antes de su tiempo.

Al efecto de resolver definitivamente el problema de la transpiración, Hales extendió aún más sus experimentos llegando a condensar y recoger humedad de las hojas en varias especies de árboles. Es interesante hacer notar aquí que Hales usó los tres métodos empleados en los tiempos modernos para calcular la transpiración, a saber : el peso, el uso de un potómetro tosco, y la recogida de la humedad condensada.

Luego dirigió su atención al estudio de la capilaridad y de la presión radical como factores elevantes de la savia. Fué el primero que midió la presión radical, aunque el sangrar de los árboles en ciertas estaciones del año debió ser conocido desde mucho antes. Después de una larga y paciente repeti-

ción de mediciones de la presión radical, concluyó que, cuando alguna savia se evapora, los conductores capilares de ésta pueden, debido a su fuerte atracción, proporcionar la gran cantidad de savia exhalada por la transpiración, la lógica de su razonamiento es más de apreciar todavía, al considerar que el mecanismo de la presión radical aún no se ha explicado del todo. Hales tenía entonces pruebas de que la savia de las plantas circula, no como la sangre de los animales, sino conforme a la imbibición y a la transpiración afectadas por condiciones de estación. Sus experimentos de anillar o fajar vástagos de peral dieron resultados que no pudieron ser explicados satisfactoriamente hasta muchos años más tarde. Observó que el borde de la corteza situado encima del anillo descortezado se hinchaba, mientras que el borde de la corteza situado debajo del anillo no aumentaba nada; y dedujo que esta diferencia se debía a una interrupción de la corriente de substancias nutritivas y a su acumulación en el borde superior. También observó que una franja estrecha de corteza aislada por descortezamiento, vivía y se regeneraba, si contenía una yema, pero que no ocurría lo propio si carecía de ésta. Sus cifras no dejan lugar a duda de que Hales percibió algo de gran significado fisiológico.

Aunque Malpighi había ya anunciado que las hojas tenían relación con la nutrición y que la respiración era un proceso tan universal en las plantas como en los animales, había dejado el asunto en ese estado. Hales contribuyó a la solución del problema con su conclusión de que las hojas son de esencial importancia porque absorben del aire una parte de la nutrición de la planta. Su trabajo sobre asimilación no fué más que un modesto principio, pero demostró, sin embargo, que Hales iba muy adelante de sus contemporáneos. Sus estudios cuantitativos sobre crecimiento de vástagos y hojas demostraron que la región apical de la vid es la región más activa del crecimiento.

Hales será siempre recordado por sus notables descubrimientos y por haber introducido los métodos cuantitativos en el estudio de la fisiología vegetal. Sachs refiriéndose a él dijo : "Hales poseyó el arte de hacer que las plantas revelasen sus secretos. Por medio de experimentos cuidadosamente planeados e ingeniosamente realizados, las forzó a exponer

las energías escondidas en sus cuerpos aparentemente inactivos”.

La altura a la cual Hales había elevado el estudio de la fisiología de las plantas no fué mantenida por sus sucesores. Este estudio pronto cayó de nuevo en un estado de confusión y de concepciones erróneas debido a experimentos mal planeados y a conclusiones ilógicas.

Un ejemplo de esto se ve en los trabajos del entomólogo suizo, CHARLES BONNET (1720-1793), que propugnó ciertas ideas absurdas acerca de las hojas. Sostuvo que la transpiración tenía lugar sólo durante el día y que por la noche la savia se volvía a las raíces y que el vapor de agua, el rocío y la lluvia, condensándose sobre las hojas eran absorbidos en la planta y conducidos al tallo. Esta función era considerada por él como una explicación suficiente de los movimientos heliotrópicos y geotrópicos de las hojas.

HENRI LOUIS DUHAMEL DU MONCEAU (1700-1781) hizo experimentos sobre fisiología animal y vegetal. Sus trabajos botánicos pueden considerarse como el origen de la botánica forestal. En su libro “La Physique des Arbres” (1758) hizo un resumen de los trabajos de Hales y publicó mucho de lo que ya era conocido por jardineros y guardabosques. Adoptó las ideas de Bonnet acerca de las hojas pero prestó mayor atención a su anatomía. Percibió que los encorvamientos heliotrópicos de las hojas estaban condicionadas por la luz en vez de explicarlos sobre la base de la función apresadora de vapor que Bonnet les había atribuído.

Los experimentos y las observaciones de Duhamel sobre la organización y el crecimiento de las plantas leñosas tuvieron mucho mayor éxito. Descortezó árboles y observó la regeneración de la nueva corteza cuando, para evitar que la madera se secase se cubrían las áreas expuestas. Insertó alambres de plata horizontalmente en los troncos, entre la madera y la corteza y también solamente en la última, hallando que, en el primer caso, los alambres se embutían en la madera, mientras que, en el segundo eran empujados hacia afuera permaneciendo en la corteza. De este experimento Duhamel dedujo que la corteza no se convierte en madera,

sino que ésta crece mediante la adición de capas nuevas originadas en una capa gelatinosa, existente entre la madera y la corteza. Sus numerosos experimentos de anillamiento de árboles y sus observaciones sobre la anatomía de los árboles parecen no haberle dado una idea más exacta del cambium.

Las ideas de Duhamel concernientes a la nutrición de las plantas eran, en gran parte, de concepción aristotélica. Su examen de las enfermedades de los árboles es de interés histórico pero no científico. Es cierto que trató de relacionar las enfermedades con causas materiales específicas aunque poco tenía que ofrecer en el aspecto preventivo o curativo.

JOSEPH PRIESTLEY (1733-1804) es famoso por su descubrimiento del oxígeno y de su producción por las plantas. En 1771, había observado que las plantas encerradas en una atmósfera rica en  $\text{CO}_2$  producían en el curso de varios días grandes cantidades de oxígeno. De ello dedujo erróneamente que este proceso era debido al crecimiento de las plantas. Priestley era químico y su labor era el estudio de los cambios químicos del aire, interesándole sólo los efectos producidos por las plantas en el aire, y de ninguna manera la influencia recíproca que el aire tenía sobre las plantas. Sin embargo, su descubrimiento de que las partes verdes de las plantas exhalan oxígeno, le ganó un lugar entre los principales investigadores en el campo de la fisiología vegetal, debido a la enorme influencia que tal descubrimiento ejerció estimulando subsiguientes investigaciones productivas de esta índole.

El químico sueco CARL WILHELM SCHEELE (1742-1786), al estudiar esta función de las plantas obtuvo resultados opuestos a las conclusiones de Priestley. Usando plantas insuficientemente iluminadas, llegó a la conclusión de que las plantas producen  $\text{CO}_2$  y no oxígeno. Priestley repitió sus experimentos, obtuvo resultados confusos y abandonó el estudio de este problema.

Los trabajos de JAN INGENHOUSZ (1730-1799) arrojaron mucha luz sobre este problema. Era un médico holandés, de gran curiosidad y de amplios conocimientos cien-

tíficos. Estimulado por los descubrimientos de Priestley, emprendió un estudio completo de las relaciones existentes entre el aire y las plantas. Refirió que el crecimiento de las plantas no tenía nada que ver con la purificación del aire; que las plantas eran capaces de purificar el aire sólo cuando estaban expuestas a la luz del sol, en cuyo caso absorbían aire y exhalaban oxígeno; añadiendo que esta función era más activa bajo una luz de sol brillante que a la sombra y que, en la oscuridad, las partes verdes de la planta emitían  $\text{CO}_2$ , justamente lo mismo que hacían las partes no verdes en la oscuridad y a la luz. Ingenhousz trató, desde un punto de vista médico, del valor de las plantas verdes en las viviendas y concluyó que perjudicaban la composición del aire, a menos que estuviesen siempre expuestas a la luz del sol.

Sin embargo, no propuso idea nueva alguna acerca de la composición del "aire malo" eliminado por las plantas, estando principalmente interesado en el fenómeno de la purificación del aire y las relaciones que ella tenía con la vida animal. Debe, sin embargo, recordarse que él se ocupó de estos problemas antes de que Lavoisier hubiese determinado la composición del  $\text{CO}_2$  y la naturaleza de la combustión. Ingenhousz se ocupó de nuevo del problema de la nutrición, reinvestigándolo después de que Lavoisier había descubierto la composición del  $\text{CO}_2$  y en sus últimos trabajos podemos observar su creencia creciente de que el  $\text{CO}_2$  era el componente de la atmósfera absorbido por las plantas.

En todo caso, Ingenhousz determinó las condiciones en las cuales el oxígeno es emitido, mostrando además que todas las partes de la planta producen constantemente  $\text{CO}_2$ . En estos hechos se funda precisamente la teoría moderna de la nutrición y de la respiración.

Antes de que Ingenhousz publicase sus últimos trabajos, en 1779, en los que explicó los resultados de sus observaciones, de acuerdo con las nuevas ideas químicas y sentó las bases de la doctrina de la nutrición de las plantas, JEAN SENEBIER (1742-1809) de Ginebra, había hecho amplias investigaciones acerca de la influencia que la luz ejercía sobre la vegetación. Publicó en 1800 su trabajo de cinco tomos titulado "Physiologie végétale". Sin embargo, su contribución biológica más importante fué la obra "Experiences sur l'action de la lumière

solaire dans la vegetation", publicada en 1788, en la cual reexaminó críticamente todo lo que Priestley e Ingenhousz habían hecho. Senebier repitió muchas veces sus experimentos bajo condiciones diferentes, usando en lo posible los métodos cuantitativos. Comparó cuidadosamente los resultados de sus experimentos explicando las diferencias observadas. Demostró que la luz, y no el calor, es el agente efectivo de la fijación del  $\text{CO}_2$  y que el oxígeno se desprende sólo cuando el  $\text{CO}_2$  está presente; pero no fué más allá. Senebier trató de relacionar sus observaciones con procesos físicos y químicos, rompiendo así el tradicional lazo de unión con la biología aristotélica.

El desarrollo que el estudio de la fisiología vegetal alcanzó en el siglo XVIII es realmente significativo. Hemos visto cómo los esfuerzos especulativos de los sabios que habían precedido a los investigadores de este período fueron abandonados, sustituyéndose por investigaciones experimentales. La Física de Newton y, hacia fines del siglo, el amanecer de la nueva Química, cargaron la atmósfera científica con nuevas y estimulantes ideas, que vinieron a cambiar en la mente de los hombres el concepto del universo.

---

## CAPITULO V

### EL SIGLO XIX

A principios del siglo XIX, la Botánica era ante todo la ciencia de los sistemáticos quienes habían realizado progresos tan notables durante el siglo anterior. En el curso del siglo XIX, podemos observar una mayor especialización en otros varios campos de las ciencias de las plantas y el desarrollo de una mayor apreciación del valor de la morfología comparada y de la citología, especialidades que habían sido sólo superficialmente tratadas antes de este siglo.

#### **Morfología: Primeros Estudios Morfológicos.**

En el siglo XVIII Linneo había escrito su "Philosophia Botanica", en la que presentó una teoría elemental de la morfología, diciendo que las formas se desarrollan unas de otras;

pero esta morfología era solamente un medio para llegar a la clasificación de las plantas. En 1759, Kaspar Friedrich Wolff (1733-1794), había iniciado la morfología con su estudio del desarrollo de órganos en los puntos de crecimiento; pero, fué a principios del siglo XIX cuando el estudio de la morfología del desarrollo recibió un gran impulso por obra del poeta-filósofo JOHANN WOLFGANG VON GOETHE (1749-1832). Goethe dió el nombre de "metamorfosis" a su doctrina, que presentaremos con sus propias palabras. "Se puede observar que ciertas partes externas de las plantas cambian a veces, pasando a tomar la forma de partes adyacentes, ya por completo ya en grado más o menos grande". Sus puntos de vista eran a veces vagos, confusos y contradictorios; y mucho de lo que escribió nos parece hoy extraño. Sin embargo, debemos reconocer que de sus estudios surgió una idea valiosa; a saber, que el material viviente es plástico y que, por consiguiente, existe la posibilidad de su transformación.

KARL FRIEDRICH SCHIMPER (1803-1867), se propuso aprender algo acerca de la disposición de las hojas, habiendo logrado hacer progresar el estudio de la morfología al demostrar que los órganos tienen una distribución definida. Luego, ALEXANDER BRAUN (1805-1877) trató de descubrir los principios del crecimiento y de la forma, contribuyendo la idea de que la sucesión y la alternancia de los retoños en el desarrollo de la planta, representaban hechos morfológicos de importancia.

AUGUSTIN PYRAME DE CANDOLLE (1778-1841) trató de fijar teóricamente la unidad básica de las configuraciones vegetales más diversas. Creía que los géneros más diferentes de toda familia podían ser referidos a un "tipo" sistemático, regular y definido.

Hasta aquí todas las teorías morfológicas se habían basado sobre una filosofía idealista de las plantas. Pero entonces apareció MATHIAS JACOBS SCHLEIDEN (1804-1881) que afirmó que la Botánica era una ciencia inductiva y que, en vez de conjeturas, debían hacerse investigaciones y búsquedas. Esta crítica sirvió de estímulo a los hombres para hacer

estudios, más científicos y objetivos que los anteriores, de lo que ahora reconocemos como morfología fundamental.

En 1836, STEPHEN LADISLAUS ENDLICHER (1805-1849) hizo una importante contribución con su trabajo que trataba de la formación de las "Thallophyta", basando su clasificación en la ausencia de órganos que pudieran ser considerados como tallos y hojas.

J. PIERRE ETIENNE VAUCHER (1763-1841) descubrió en 1803 la conjugación en algunas algas; y, en 1857, NATAN PRINGSHEIM (1824-1894), hizo lo mismo con el proceso de fecundación de las **Saprolegnia**, contribuyendo así al conocimiento de la morfología del desarrollo de las plantas inferiores.

Varios investigadores hicieron observaciones importantes acerca de los musgos, pero no llegaron a comprender todo el significado de lo que observaron. JOHANN HEDWIG (1730-1799), CHRISTIAN GOTTFRIED NEES VON ESEMBECK (1776-1858) y FARNZ UNGER (1800-1870), observaron los anterozoides. CHARLES FRANCOIS DE MIRBEL (1776-1856), describió la notable estructura de las "**Marchantia**". Vió la oófera del arquegonio pero no comprendió su importancia. Valentine determinó la posición del arquegonio, pero no reconoció cómo el esporofito crecía de él. ROBERT BROWN (1773-1858), consideró las esporas como semillas. Schleiden no llegó a comprender el significado de estos órganos, y afirmó que los musgos y los helechos no tenían sexo.

### **Alternancia de las Generaciones.**

La obra de WILHELM HOFMEISTER (1824-1877), "Vergleichende Untersuchungen" publicada en 1851, en la que explicó la morfología comparada de las Criptógamas superiores, introdujo un nuevo espíritu en la morfología de las plantas. Su mayor éxito fué el descubrimiento de la alternancia de generaciones en el reino vegetal. Partiendo de los casos más claros de los musgos y de los helechos, extendió la relación de las generaciones gametofitas y esporofitas a las Gimnospermas y a las Angiospermas. Después del importante descubrimiento de **Hofmeister**, este punto se estudiaba durante un pe-

río de 80 años. Las investigaciones realizadas y las teorías presentadas dieron por resultado el sentar sobre una base sólida el hecho de existir en todo el reino vegetal alternancia de generaciones.

### **La Estela.**

La importancia del cilindro central del tallo fué reconocida mucho antes de que sus tejidos fuesen clasificados. Hasta ese tiempo no existía ningún verdadero conocimiento de la histología, teniéndose solamente vagas ideas acerca de la diferenciación de los tejidos. La teoría de la estela fué formulada por PHILIPPE VAN TIEGHEM (1839-1914), que afirmó que la raíz y el tallo son esencialmente similares, teniendo cada uno de ellos una **estela** (un cilindro central definido) y una corteza que envuelve la **estela**. Definió el periciclo como una capa limitante de la **estela**, la endodermis como la capa interior de la corteza, y la epidermis como su capa exterior. CARL SANIO (1832-1891) descubrió el lugar y la manera de originarse del cambium, su actividad cíclica y la subsiguiente formación de anillos anuales de madera.

JULIUS VON SACHS (1832-1897), concluyó que el origen del cambium era la diferencia principal entre las raíces y los tallos en las Gimnospermas y las Dicotiledóneas.

### **Organografía Sistemática.**

Los botánicos de los siglos XVIII y anteriores habían expresado la idea de que las partes de la planta tienen una ordenada disposición y habían hecho uso de este concepto en sus planes de clasificación, pero la idea de la organografía era aún vaga en las mentes de la mayoría de los botánicos al principio del siglo XIX.

A. P. DE CANDOLLE hizo la primera contribución importante a la organografía sistemática. En 1813, expresó su idea de la simetría existente en la estructura de las plantas, intentando hacer uso de la morfología comparada como base de una clasificación vegetal. Su doctrina de la simetría vino a ser la base de todo trabajo de morfología sistemática hecho en Francia durante muchos años.

La importancia que corresponde a los caracteres anatómicos en la organografía fué subrayada en 1872 por van Tieghem. Los tres órganos fundamentales que distinguió fueron las raíces y los tallos, caracterizados por su simetría axial, y las hojas caracterizadas por su simetría bilateral. También mostró que cada órgano comprende tres regiones : una envoltura, una región media y una región central.

Sachs presentó un concepto científico de la metamorfosis, basando los cambios morfológicos de los órganos en la adaptación a funciones determinadas. Consideraba cada miembro de la organización de la planta como algo plástico, capaz de crecer de maneras diferentes.

KARL EBERHARD GOEBEL (1855-1932), ensanchó el campo de la organografía y aclaró sus principios. La morfología ya no era entonces considerada como separada de la fisiología, pero las relaciones entre la forma orgánica y la función fueron subrayadas. Goebel usó la palabra "metamorfosis", como Sachs lo había hecho, para denotar desarrollo orgánico, no en el sentido de que un órgano especializado se transforme en otro, sino para expresar la idea de que un cambio de la función produce un cambio de la forma.

El concepto del meristema es importante en organografía. KARL VON NAEGELI (1817-1891), definió el meristema como un grupo de células capaces de división, mostrando que la sucesión de las divisiones celulares es de gran importancia en la determinación de la forma del miembro vegetal. Supuso que en todas las plantas el corazón meristema era, como en las Talofitas, una célula apical. JOHANNES VON HANSTEIN (1822-1880), formuló en 1868 la teoría histogenética del vértice vegetativo, sosteniendo que en el embrión de las Fanerógamas, no había indicación alguna de una célula apical, pero sí una clara diferenciación de una capa exterior y de un cilindro interior de tejido. Desde 1924, la teoría histógena ha sido reemplazada por la teoría de "Tunica-Corpus", formulada por SCHMIDT, que parece ser el concepto más satisfactorio que se haya emitido hasta ahora sobre el vértice vegetativo. La "túnica" está formada por la capa externa de células meristemáticas y el "corpus" consiste en el grupo central de células cuyas divisiones se realizan en muchos planos.

### **Anatomía Fisiológica.**

SIMON SCHWENDENER (1829-1909), abrió el camino para el estudio de la anatomía fisiológica publicando, en 1874, su teoría del principio mecánico en la estructura de las Monocotiledóneas. Sachs amplió esta teoría, considerando que la formación de los anillos anuales en el tronco de los árboles era causada por el efecto retardante que la presión externa ejerce sobre las células. Sachs también estudió la influencia que la luz y la gravitación tienen en la determinación del crecimiento vegetal.

El nombre de GOTTLIEB HABERLANDT (nacido en 1854), está asociado con la anatomía fisiológica de las plantas. Su "Physiologische Pflanzenanatomie", explica la anatomía de las plantas en relación con las funciones fisiológicas. Dió nombre a doce sistemas anato-fisiológicos. Para él, los sistemas de almacenaje podían ser tallos, bulbos, o tubérculos, según los casos. Su análisis de las relaciones existentes entre la estructura y el medio ambiente ha demostrado ser útil en ecología fisiológica, respecto a las adaptaciones observadas en diversos "habitats".

### **Morfología de la Flor.**

Los morfólogos aun difieren al interpretar la estructura de la flor angiosperma, debido a sus muchas variaciones y complejidades. Goethe parece haber considerado la flor como un vástago vegetativo modificado, en el cual cada parte floral correspondía a una hoja del vástago. Esta teoría es sostenida hoy por algunos, mientras que otros la atacan. AUGUST WILHELM EICHLER (1839-1887), investigó la estructura de las flores de todos los órdenes naturales, publicando un complicado sistema de diagramas de arquitectura floral basado en las semejanzas estructurales observadas en familias y géneros. Sin embargo, de este trabajo no se derivó conclusión alguna que pudiese contestar a la pregunta : ¿qué es una flor?

En los estudios morfológicos del siglo XIX observamos la influencia creciente de los conceptos de plasticidad y reacción en el desarrollo de las plantas. Las formas vivientes son plás-

ticas o capaces de cambio, y se han desarrollado bajo condiciones variables.

Trataremos de nuevo de este asunto en la conferencia siguiente, al considerar los adelantos hechos en el siglo XX.

### **La Citología.**

Volvamos ahora nuestra atención al progreso hecho en el campo de la citología durante el siglo XIX.

La estructura celular de la madera y del corcho habían sido descubiertas con la ayuda del microscopio en el siglo XVII, y Hooke usó por primera vez el nombre de "célula" en este campo. Los anatomistas Malpighi y Grew también habían visto células, reconociendo a éstas como unidades de los tejidos. Sin embargo, hubo de transcurrir más de un siglo antes de que se hiciese un estudio profundo de estas unidades del organismo. El haber formulado el concepto de que la célula es la unidad de la vida orgánica, fué uno de los triunfos biológicos más grandes del siglo XIX.

### **La Teoría celular.**

En 1831, Robert Brown anunció en una memoria enviada a la Sociedad Linneana de Londres, que había visto una **areola** circular sencilla en células de la epidermis y del parenquima de ciertas orquídeas. El asunto fué estudiado por M. J. SCHLEIDEN, que en 1838, publicó lo que se suele considerar la fundación de la teoría celular. Su descubrimiento de la importancia que corresponde al núcleo en la multiplicación de las células, ejerció una gran influencia en la biología vegetal y animal, aunque Schleiden incurrió en el error de creer que las células nuevas se formasen por gemación del núcleo.

THEODOR SCHWANN (1810-1882), impresionado por la teoría celular de Schleiden, realizó estudios semejantes de tejidos animales. Se le considera como el cofundador (con Schleiden) de la teoría celular.

HUGO VON MOHL (1805-1872), hizo estudios más exactos y cuidadosos de la célula; pero no se expresó muy claramente con respecto a la multiplicación de los núcleos.

W. HOFMEISTER, refutó la teoría de la formación de las células como yemas del núcleo, que Schleiden había formulado, y, en 1849, describió el comportamiento que presenta el núcleo en la formación de células y la producción de paredes nuevas, anunciando definitivamente que el núcleo de la célula-madre se divide en dos, y que la mitad del contenido de la célula se distribuye alrededor de cada uno de los núcleos-hijos; demostró la existencia de la membrana nuclear, mencionó la "placa granular" entre los dos núcleos-hijos y, sin duda, vió los cromosomas.

Hacia 1844, Nägeli y Von Mohl, empezaron a publicar artículos que vinieron a aclarar muchas de las ideas nebulosas entonces sostenidas acerca de las células, distinguiendo la pared de las células del contenido de la misma y reconociendo el citoplasma. Von Mohl comprendió la importancia del protoplasma, pero el concepto de que éste es la base física de la vida y esencialmente el mismo en todos los organismos vivientes, se debe a MAX SCHULTZE (1825-1874). Se puso entonces en manifiesto que la pared rígida, que había sido estudiada por Hooke y otros, no es la parte vital de la célula. Schultze definió la célula como : una pequeña masa de protoplasma dotada de los atributos de la vida".

### **La Estructura del Protoplasma.**

Los citólogos trataron de formarse un concepto de la estructura física del protoplasma.

La teoría fibrilar, que sostenía que las fibras se originan en el núcleo y se extienden radialmente por toda la célula, fué presentada por los investigadores siguientes : Frommann (1867), Pfluger (1869) y (1871), Heidenhain (1868) y Flemming (1882).

La teoría granular, que sostiene que los gránulos son los integrantes esenciales del protoplasma, fué defendida por Hanstein y Altmann (1886).

La teoría alveolar que mantiene que la estructura del protoplasma es reticular o parecida a la espuma, fué formulada por Bütschli en 1878.

### **La Pared de la Célula.**

Los primeros citólogos estaban justamente perplejos ante la diversidad, en forma y substancia, de la pared de la célula. Hasta 1840 nada habían dicho al respecto de este asunto. En 1844, **Anselme Payen** (1795-1871) determinó que la membrana de todas las células jóvenes es de celulosa en estado relativamente puro.

Nägeli, basándose en un estudio, del desarrollo de la célula-madre de polen, describió la formación de la pared de la célula. Fué el primero que basó el crecimiento en procesos moleculares y sus conocimientos tienen importancia teórica, aunque en su mayor parte están basadas sobre la suposición errónea de que el crecimiento se hace por intususcepción. Esta teoría fué atacada por **EDWARD STRASBURGER** (1844-1912) que presentó pruebas de que las paredes de la célula crecen por aposición y que, por consiguiente, son de estructura laminosa. La intususcepción se acepta hoy mismo, aún en la última edición del "Strasburger".

### **Progresos en el Conocimiento del Núcleo.**

El conocimiento del núcleo progresó mucho durante la década de 1870 a 1880, debido en parte a las investigaciones de Schmider, Fol, Auerbach, Bütschli, Strasburger, Hertwig y otros, que demostraron que así como la célula no es nunca generada espontáneamente, sino que es producida por la división de otra célula, tampoco el núcleo es creado **de novo**, sino que siempre se deriva de la substancia de otro núcleo.

La obra de Strasburger, "Zellbildung und Zelltheilung", publicada en 1875, fué la primera contribución importante al tema de la organización nuclear y de la mitosis.

Flemming publicó en 1879 una descripción del proceso de la división celular indirecta, acompañada de figuras exactas de los núcleos vistos en varias fases de su división. También merece ser recordada su contribución a la técnica de fijación y coloración. En 1880 descubrió la división longitudinal de los cromosomas (en el núcleo en división), y en 1882, llegó a la conclusión de que cada núcleo-hijo recibe la mitad de cada uno de los cromosomas del núcleo-madre. Pronto fué com-

prendida la gran importancia que esta división cuantitativa de los componentes nucleares tiene para la citología.

Van Beneden (1883), llegó a la conclusión de que la individualidad de los cromosomas se mantiene durante toda la fase metabólica. Boveri, Van Beneden y Strasburger determinaron que el número de cromosomas es constante en cualquier conclusión de que cada núcleo-hijo recibe la mitad de cada especie dada.

El descubrimiento de estos importantes hechos estableció la ley de la continuidad genética, abriendo el camino para nuevos descubrimientos en el campo de la herencia.

### **La Fecundación.**

Después de haber mencionado el descubrimiento de los importantes procesos citológicos que se presentan durante el desarrollo de las células sexuales, pasemos a considerar algunos de los descubrimientos que nos han llevado al conocimiento de la fecundación de las plantas.

La primera demostración de la unión de dos masas de substancia viviente que ocurre en la fecundación, fué el resultado de un estudio sobre algas. En 1853, GUSTAVE THURET (1817-1875) vió por primera vez la esperma unirse con el huevo en especies del género FUCUS y, en 1854, comprobó experimentalmente que sólo los huevos así fecundados germinan. Sin embargo, sólo 30 años después se vió por primera vez la fecundación de plantas Fanerógamas, por Goroschankin y Strasburger.

Los hechos fundamentales concernientes a la reproducción de los hongos fueron descubiertos al mismo tiempo que se demostró que era falsa la creencia de la generación espontánea. Talasne, Pringsheim y De Bary contribuyeron al progreso hecho en este campo.

El gran descubrimiento, ya mencionado, de Hofmeister, de que existe una alternancia definida de las generaciones sexuales y asexuales no sólo en la vida de los musgos y de los helechos, sino también en la de las plantas fanerógamas, tiene que considerarse como uno de los puntos más significativos de la evolución de las plantas descubiertas hasta la fecha.

Las Gimnospermas, debido al gran volumen de cóseras, sus tubos polínicos y núcleos, fueron adecuadas para este estudio y fué en esta subdivisión que se establecieron primero los hechos de la alternancia de generaciones existente en las plantas superiores.

### Los Plastidios.

Un asunto que había interesado desde fecha muy temprana a los microscopistas había sido el de las formas variadas y la distribución de los plastidios. La circulación de los plastidios en las células de *Chara* había sido ya anotada antes de que se descubriese el protoplasma, cuando se creía que aquellos eran transportados por el jugo celular y no por el citoplasma.

VON MOHL estaba seguro de que la clorófila estaba contenida exclusivamente en los plastidios y de que éstos tenían una organización y estructura características. Extrajo el pigmento verde de los plastidios, observando que el tamaño del substrato apenas había sido alterado. En 1879, Pringsheim dió el nombre de "estroma" al substrato del plastidio, anunciando que el estroma tenía una estructura esponjosa cuyas cavidades encierran la substancia verde. A pesar de haberse propuesto otras teorías, los investigadores modernos están de acuerdo con esta interpretación de que el pigmento se halla contenido en el estroma del plastidio formando granillos discontinuos.

La casi invariable asociación de fécula con los plastidios fué observada desde mucho tiempo, pero su relación no se conocía de cierto hasta que, en 1880, Schimper demostró que la fécula no puede formarse sino en alguna clase de plastidio.

El origen de los plastidios en las algas fué estudiado por Nägeli, que vió la división directa por alargamiento y estrangulación de los cloroplastos en las algas; y también por Schmitz, que llegó a la conclusión de que los plastidios de las algas nunca se forman *de novo*, sino que resultan de la división de plastidios pre-existentes. Schimper estuvo de acuerdo con esto, añadiendo que en las Angiospermas se derivan originariamente del meristema. El descubrimiento de las mitocon-

drias (pequeños gránulos, varillas o hilos, casi siempre presentes en el citoplasma), hecho por Benda en 1897, volvió a abrir la cuestión del origen de los plastidios. Después de este descubrimiento se concluyó que, en las plantas Fanerógamas, los plastidios proceden de las mitocondrias, que a su vez se originan de la división de mitocondrias pre-existentes en los tejidos embrionales.

### **Las Vacuolas.**

Cuando los primeros citólogos miraron con sus microscopios las células vegetales, vieron que la estructura del protoplasma viviente llenaba sólo una parte del espacio rodeado por la pared de la célula. El descubrimiento de las vacuolas hecho por Spallanzani, no condujo a ninguna verdadera concepción ni de la vacuola ni de la célula. MEYEN (1835) y SCHLEIDEN (1824) distinguieron claramente las vacuolas del citoplasma.

Hofmeister formuló el concepto de la turgescencia, que resulta de que el agua entra en la vacuola. Explicó muy simplemente el origen de las vacuolas, partiendo de la suposición de que, cuando la cantidad de agua contenida en el protoplasma excede de cierta proporción, este exceso es vertido en gotitas dentro de la masa protoplasmática en donde, al aumentar de tamaño, rompen las delgadas láminas del protoplasma y uniéndose luego forman una sola vacuola grande.

La verdadera naturaleza de la vacuola no fué bien conocida hasta que aparecieron los trabajos de De Vries y Pfeffer. El primero halló que el jugo vacuolar es diferente del citoplasma y esencial para el funcionamiento de la célula. WILHELM PFEFFER (1845-1921) hizo numerosos experimentos con tintes de anilina, habiendo sido el primero en observar que los tintes de anilina absorbibles proporcionan datos importantes sobre la reacción del protoplasma y del jugo vacuolar. Todavía no existe una opinión unánime respecto al origen de las vacuolas.

## La Genética.

Ya en mi primera conferencia demostré cómo el hombre antiguo en varias partes del orbe, se libertó de la necesidad de conquistar diariamente sus alimentos en un mundo salvaje y estableció prácticas agrícolas que vinieron a constituir la base de toda civilización, antigua o moderna. A esos trabajadores primitivos debemos el descubrimiento de nuestras plantas alimenticias más importantes y en muchos casos hemos mejorado muy poco lo que ellos obtuvieron con sus esfuerzos. En muchos otros casos, sin embargo, el desarrollo de la moderna ciencia agrícola ha hecho posible grandes y rápidos adelantos. En el esfuerzo por el mejoramiento de las plantas y de los animales, una ciencia relativamente reciente, la Genética, ocupa un puesto de vanguardia.

Mientras los primitivos agricultores contribuían al cultivo de las plantas por el simple medio de escoger las más grandes o las mejores de cada generación para ser las progenitoras de la generación siguiente, se estaban realizando también los primeros esfuerzos para obtener un conocimiento científico de los híbridos.

Como ya tuve ocasión de explicar, la concepción de la sexualidad de las plantas superiores, sobre la cual está basado todo cultivo científico, surgió durante la última parte del siglo XVII. Vimos que el conocimiento definitivo de la sexualidad de las plantas florecientes, fué establecido por Camerarius quien en 1694 escribió un informe de 50 páginas acerca de sus experimentos con las espinacas, el cáñamo, el lúpulo y el maíz. Camerarius fué el primer botánico que descubrió, 200 años después que el maíz había sido llevado de América a Europa, que si se quitaba de una planta aislada, las flores productoras de polen, las semillas de la mazorca dejaban de desarrollarse.

Escasos fueron los progresos que en el cultivo científico de las plantas se realizaron durante los 70 años siguientes a la muerte de Camerarius. Pero entretanto, aquel mismo Koelreuter que mencionamos en la disertación referente al siglo XVIII, estaba sentando los cimientos para el estudio moderno de la hibridación de las plantas. Después de muchos experimentos, al cruzar dos especies afines de tabaco, *Nicotiana rustica* por *N. paniculata*, Koelreuter produjo en 1760 el pri-

mer híbrido obtenido en forma experimental. Acumuló también información del mayor interés y significación acerca de los caracteres de los híbridos interespecíficos y experimentó con otros géneros además de *Nicotiana*, pero habiéndose adelantado mucho de sus contemporáneos, su trabajo fué entonces poco tenido en consideración.

Durante los últimos años del siglo XVIII y los primeros del XIX, la labor de Koelreuter fué ampliada por otros investigadores. Recordarán Uds. que Sprengel estudió detenidamente las relaciones entre las plantas y los insectos llegando a la conclusión de que la naturaleza había dispuesto en muchas ocasiones que las flores no fuesen fecundadas por su propio polen y que las peculiaridades de la estructura de las flores sólo pueden ser comprendidas completamente si se las estudia en relación con el mundo de los insectos.

Wiegman repitió los experimentos de Koelreuter prestando especial atención a las verduras. Se ocupó del predominio de los híbridos, de los cruces casuales en la naturaleza, del origen híbrido de las variedades y del significado de estos hechos con respecto a la Botánica y a la Agricultura.

Sagaret perfeccionó todavía más este trabajo estudiando parejas de caracteres contrarios. Gärtner efectuó numerosos experimentos de hibridación empleando más de 700 especies diferentes y reconociendo la presencia de un vigor extraordinario en los híbridos.

En 1866, Gregor Johann Mendel (1822-1884) realizó uno de los descubrimientos más importantes para las ciencias biológicas. Su labor estaba destinada a revolucionar el estudio de la herencia, a modificar los métodos de cultivo y a fundar verdaderamente una nueva rama de la Biología. Mendel llevó a cabo muchos experimentos sobre la herencia en parejas de caracteres contrarios, especialmente en los guisantes y por medio de estos experimentos demostró las leyes de la herencia que más tarde habrían de ser reconocidas como uno de los más grandes descubrimientos del siglo XIX.

La actitud de Mendel respecto de sus experimentos fué más exacta que la de sus predecesores, puesto que comprendió la necesidad de fijarse no sólo en características peculiares, sino también la de observarlas a través de una serie de generaciones, sometiendo a prueba individualmente a cada uno de

los descendientes. Mendel, como Koelreuter, se adelantó a su tiempo y el valor de sus experimentos no fué reconocido hasta 1900 en cuya fecha De Vries, Correns y Tschermak, después de haber llegado individualmente a las mismas conclusiones, redescubrieron el trabajo de Mendel y proclamaron su importancia, fundando así la ciencia Genética.

La Citología, Ciencia hermana de la Genética, es sólo 50 años más antigua que ella y en buena parte el desarrollo de ambas ha sido paralelo, especialmente durante el Siglo XX. Con el descubrimiento de los cromosomas y del proceso de la mitosis por Fleming en 1882 y con el descubrimiento de la meiosis por van Beneden en 1883, fueron sentadas las bases citológicas de la herencia, y en 1902, tan sólo 2 años más tarde del redescubrimiento de los trabajos de Mendel, Sutton expuso la teoría de la herencia por cromosomas que hoy día es la aceptada. Ahora tenemos la bien conocida teoría del gene, presentada por Morgan (1926) como medio para analizar la constitución del material hereditario.

Hemos trazado un bosquejo destinado a demostrar cómo se ha desarrollado, durante el siglo XIX, el conocimiento de la célula, unidad de la estructura de los organismos. En este siglo se han realizado estudios intensos, por muchos investigadores. Los resultados de sus labores han arrojado mucha luz sobre la naturaleza del organismo y hecho posible la comprensión de muchos de los procesos fundamentales del crecimiento y de la diferenciación.

## LA MICOLOGIA

### Primeros Estudios sobre los Hongos.

FELICE FONTANA (1730-1805), famoso sabio italiano, publicó en 1767 un trabajo sobre el tizón de los granos, el que se considera ahora como una de las primeras contribuciones a la comprensión de la naturaleza de los hongos parásitos y sus relaciones con las plantas en que viven. Fontana comprendió que las manchas producidas en los cereales eran causadas por plantas pequeñísimas que se alimentan de los tejidos de la planta invadida. La teoría sostenida por muchos hasta aquel momento había sido la de que las enfermedades de los

cereales eran causadas por los rayos solares, que concentrados por las gotas de agua depositadas sobre los tejidos tiernos de la planta, quemaban y consumían las hojas y el grano. Fontana demostró experimentalmente la falsedad de esta teoría. Dedujo de sus estudios microscópicos que debía haber dos clases de esporas : uredósporas y telentosporas.

### **El Período Científico.**

En los primeros años del siglo XIX se aclararon mucho las ideas existentes acerca de los hongos. En 1801, CHRISTIAN HENDRICK PERSON (1762-1836) publicó el primer estudio sistemático, digno de confianza, acerca de los hongos en su "Synopsis Methodica Fungorum". La clasificación científica de los hongos fué mejorada por ELIAS MAGNUS FRIES (1794-1878) en su "Systema Mycologicum", obra caracterizada por la exactitud y concisión de sus descripciones y todavía útil hoy día.

El conocimiento de los hongos fué aumentado a mediados del siglo XIX con nuevos datos, hasta entonces desconocidos, de la vida de estos organismos. Las ideas confusas que se habían formado acerca de la naturaleza de los hongos empezaron a ser disipadas por la observación exacta y el trabajo experimental.

### **Polimorfismo y Parasitismo.**

El descubrimiento del polimorfismo de los hongos, hecho por los Tulasne, y del terocismo de las Uredíneas, realizado por De Bary, contribuyeron mucho al conocimiento de los hongos. Los predecesores de estos investigadores habían descrito sólo los caracteres o las formas externas, subrayando la forma y el tamaño de las esporas y habían llegado a la conclusión de que las diferentes formas de las esporas representaban especies diferentes; pero Tulasne descubrió que ciertos hongos pueden tener diversas formas de esporas en diferentes fases de sus vidas. La gran obra de los hermanos Tulasne fué "Selecta Fungorum Carpología"; en ella demostraron el pleomorfismo de los ascomicetos y dieron una de las mejores explicaciones del lugar que ocupan los hongos en el reino biológico y del papel que desempeñan en el ciclo de la naturaleza.

En 1857, Pringsheim aportó la primera prueba de la existencia de la sexualidad de los hongos al descubrir la fecundación en la **Saprolegnia**.

La primera exposición de la naturaleza heterotrófica de los hongos parásitos fué hecho por De Bary en 1853. Demostró que algunos hongos parásitos invaden la planta en que viven a través de los estomas, mientras que otros pueden atravesar la epidermis; y que algunos pueden atacar casi todas las plantas, mientras que otros lo hacen sólo con una planta determinada.

El heteroicismo de la roya fué primera y definitivamente reconocido por De Bary en 1864, aunque ya antes, durante todo un siglo, los agricultores habían venido afirmando acertadamente, en oposición a los botánicos, que los cereales cultivados en la proximidad de **Berberis** o agracejos, eran especialmente víctimas de los ataques de **Puccinia**.

De Bary clasificó los hongos, de acuerdo con su adaptación nutritiva, en saprófitos y parásitos.

Las mejoras que De Bary, Brefeld y van Tieghem introdujeron en la técnica, aceleraron el trabajo experimental en el campo de la Micología, cuya ciencia adoptó también las nuevas técnicas desarrolladas por Pasteur y Koch.

La gran importancia histórica de LOUIS PASTEUR en el campo de la ciencia (1822-1895) exige que aún cuando no fué un micólogo, en el sentido estricto de la palabra, le mencionemos aquí, pues los resultados de su labor han influido en casi todas las ramas de la ciencia. Pasteur demostró que toda enfermedad infecciosa es causada por un organismo determinado y de este modo liberó a los hombres de su antiguo temor a los enemigos invisibles. Uno de los sucesos científicos más importantes del siglo XIX fué la destrucción hecha por Pasteur, de la creencia en la generación espontánea de la vida.

Después de haber reseñado a grandes rasgos los adelantos realizados en la Micología, durante el siglo XIX, vamos a concluir llamando su atención sobre el hecho de que, en nuestra próxima conferencia, dedicada a la Botánica del siglo XX, habremos de tratar de otros progresos efectuados en esta rama de la ciencia.

---

## CAPITULO VI

### EL SIGLO XX

Los progresos realizados en las varias ramas de la Botánica en lo que va del Siglo XX son conocidos por todos ustedes. Sin embargo, me voy a permitir reseñar brevemente los más importantes de entre ellos, con el objeto de presentar los progresos realizados hasta el día en varios de los campos de investigación mencionados anteriormente y que sólo habían sido iniciados a fines del siglo XIX. Aunque buena parte de la labor realizada en el Siglo XX representa tan solo un perfeccionamiento de las observaciones efectuadas y de las teorías efectuadas durante el siglo XIX, es indudable que en estos últimos 40 años también se ha hecho mucha labor nueva y original, particularmente en ciertas ramas especializadas de la ciencia de las plantas. La Botánica ha ido dividiéndose más y más cada día en varios campos de especialización. En la presente conferencia vamos a referirnos a muchas de estas especialidades y como algunas de ellas no han sido mencionadas en las conferencias anteriores, será necesario, en esos casos, presentar un breve sumario de lo que había sido hecho en esos ramos con anterioridad al siglo actual.

### MORFOLOGIA

Recordarán Uds. que el siglo XIX fué el período de mayor importancia en el desarrollo de la comprensión de la morfología de las plantas. Gracias a investigaciones anatómicas y organográficas y gracias también al descubrimiento de que la alternancia de las generaciones es característica de todo el reino vegetal, la doctrina de una morfología idealística cedió el lugar a una concepción más científica de la verdadera naturaleza de las plantas y de sus partes.

### ANATOMIA FISIOLÓGICA

En el siglo XX se ha prestado particular atención a ciertas fases de la morfología de las plantas, cuyo estudio había

sido comenzado en el siglo XIX. Una de ellas es la anatomía fisiológica. En la última parte del siglo XIX muchos investigadores habían comenzado el estudio de la morfogénesis desde el punto de vista de la fisiología, mereciendo ser especialmente mencionado entre ellos Haberlandt (1854) cuyo trabajo continuó en el siglo actual.

Una de las contribuciones más importantes en este campo en el siglo XX fué la de Bower (1930) quien agrupó de manera sintética las relaciones morfológicas y fisiológicas del reino vegetal evolutivo en un estudio filosófico del problema de tamaño y forma de las plantas. En vez de los antiguos conceptos didácticos de las relaciones de tamaño y forma de las plantas, Bower habla de la plasticidad de la forma y de la estructura en relación con el tamaño, mostrando cómo la filogenia ha operado tanto como los procesos fisiológicos en la producción de lo que ahora tenemos del reino vegetal. Bower cree que la forma con relación al tamaño es solo parcialmente debida a las condiciones reinantes durante el desarrollo individual; y que a través de la evolución de toda raza determinada, es la sensibilidad a las condiciones del medio ambiente la que habrá tenido un efecto cumulativo en la producción de lo que ahora hallamos en esa raza. La tendencia visible, en el proceso de evolución, a la producción de cuerpos más grandes en las plantas impuso naturalmente severas condiciones al desarrollo de los sistemas de absorción, ventilación y fotosíntesis. Bower expuso la idea de que los cambios de perfil tanto de las superficies internas como de las externas son proporcionales al área que presentan. Subrayó el hecho de que era el éxito de las plantas de tierras de altura en adaptar su estructura a las necesidades de su factor tamaño lo que hacía posible su crecimiento continuado. Filogenéticamente esas plantas comenzaban con una organización sencilla y con órganos para la realización de las funciones de un organismo simple. En consecuencia los tres factores morfológicos que han contribuido al éxito de las plantas de tierras altas son : embriogenia continuada, ventilación interna y actividad del cambium. Los dos últimos factores mencionados son importantes porque proporcionan una creciente superficie de exposición tanto de los elementos traqueales a células vivas, como de células internas a la atmósfera. Estos cambios en la forma

de las plantas hicieron posible la prolongación de los necesarios procesos fisiológicos permitiendo así aumentos de tamaño de las plantas.

La síntesis que Bower hizo de las relaciones fisiológicas y morfológicas de las plantas y su sistema de limitarse a trabajar sobre la base de factores conocidos, hacen que su trabajo sea una obra importante.

### MORFOLOGIA DE LA FLOR

Otra fase de la morfología de las plantas a la que el siglo presente ha hecho contribuciones de importancia, es la morfología de la flor, problema que ha sido estudiado tanto desde el punto de vista de la filogenia y el de la paleontología, como del de la anatomía.

La influencia de Goebel ocasionó una modificación de los conceptos anteriores sobre morfología floral. Goebel consideraba que la flor era un vástago que producía esporofilos. Goebel demostró que a veces en las hojas verdes de **Botrychium** se producen esporangios y dedujo que los esporofilos son hojas metamorfoseadas.

Bower modificó la teoría de la metamorfosis floral en otro sentido, expresando la idea de que las flores se originan de una forma esporangial o estrobiloide en la cual los esporofilos preceden en tiempo a las hojas. Si ha habido un proceso de metamorfosis su resultado ha sido la esterilización de los esporofilos exteriores. Bower dedujo de ellos que todo el tallo de las plantas primitivas era no especializado y que servía para las funciones tanto vegetativas como de reproducción. En el curso de la evolución, una parte del tallo se hizo exclusivamente vegetativa mientras que otra produjo esporangia. Para Bower ha existido pues, un proceso de segregación entre funciones vegetativas y de reproducción mas bien que una metamorfosis de elementos no especializados.

Otro grupo de morfólogos, representado por Eames, ha encontrado pruebas en favor de la teoría foliar estudiando la estructura de la flor. Su teoría se basa en el número de trazos vasculares que van desde el eje hacia las partes florales.

En oposición a esta teoría Gregoire afirmó que las flores y los tallos vegetativos pertenecen a categorías fundamental-

mente distintas y que las flores no tienen su origen en los tallos. Encontró una diferencia bien definida en los modos en que los trazos o ramales vasculares van del tallo a las hojas primordiales y a las partes florales.

En 1933 Hamshaw Thomas estudió la morfología floral desde el punto de vista paleontológico. En su opinión las Caytoniales, que tienen megasporos pinados conteniendo ramas, son similares al antepasado de las modernas angiospermas. El megasporangio a semilla fué al principio único y parcialmente cubierto con una cápsula; al avanzar el desarrollo las semillas se hicieron más numerosas y enteramente encerradas en la cápsula. Entonces dos ramas y sus cápsulas se unieron formando un carpelo.

Como se puede ver por la literatura existente en esta materia, y por la divergencia de interpretaciones, la morfología floral constituye todavía un problema.

## CITOLOGIA

**La pared de la Célula.** Hemos visto en la conferencia anterior cómo la ciencia llamada Citología nació hacia mediados del siglo XIX con el descubrimiento del núcleo de la célula, el desarrollo de la teoría celular y el estudio de la naturaleza y estructura del protoplasma. Recordarán Uds. que los citólogos sabían muy poco acerca de la pared de la célula, aparte de su conocimiento del hecho de que era formada de algún modo por la actividad del citoplasma contiguo. En 1851 Von Mohl propugnó la teoría de que las paredes celulares secundarias eran de estructura fibrosa. Esta teoría ha sido notablemente confirmada en fecha reciente gracias a los resultados de estudios hechos con la ayuda de los rayos X.

Sponsler, Dore, Meyer y Mark, en una serie de artículos publicados desde 1924, han demostrado que la pared de celulosa consiste en residuos de glucosa unidos por largas cadenas. En 1931 Sponsler halló pruebas que justifican la creencia de que la pared celular está compuesta de laminillas microscópicas muy finas, algunas de ellas probablemente invisibles. En 1939, Bailey concluyó que las paredes celulares tienen una estructura laminar visible en la que la celulosa se halla presente en forma de fibras coalescentes.

Así vemos pues que los resultados de recientes investigaciones han establecido cual es la estructura fundamental de la pared de las células de las plantas.

## EL NUCLEO

En el siglo presente también se han realizado grandes progresos en el conocimiento del núcleo. Varios investigadores confirmaron la conclusión anterior de que la individualidad de los cromosomas se mantienen a través del período metabólico o de descanso. Esto comprobó la teoría presentada en 1866 por Ernst Haeckel de que el núcleo de la célula es el órgano principal de la herencia.

Otro problema importante que ha sido resuelto es el que se refiere a los cambios de la constitución nuclear de células que se conjugan en el proceso de fecundación.

Farmer y Moore han investigado las divisiones de reducción y les dieron el nombre de "meiosis" que ha sido generalmente aceptado. Los términos "haploide" y "diploide" han sido también aceptados, el primero para designar el número reducido de cromosomas en la generación gametofítica y el segundo el número de ellos en la generación esporofítica.

Como resultado de amplias investigaciones de los núcleos somáticos se han hallado números anormales de cromosomas. En estos casos, se suele encontrar múltiplos del número haploide y esta llamada condición poliploide de la constitución nuclear se halla frecuentemente asociada con el crecimiento anómalo de la planta. El gigantismo, por ejemplo se halla frecuentemente asociado con tetraploidismo.

También ha sido hallado heteroploidismo del núcleo. Tackholm descubrió en 1922 formas que tenían cromosomas en número superior o inferior al de múltiplos pares del número haploide de cromosomas. Los ejemplos de este tipo fueron llamados aneuploides, esto es,  $2n - 1$ ,  $2n$  más 1, o  $4n$  más 1, etc. Este aumento o esta pérdida de uno o dos cromosomas parece producir mayores efectos en el carácter del organismo que la anómala condición poliploide antes mencionada.

## LAS VACUOLAS

En recientes años se han efectuado amplios estudios acerca del vacuolo, especialmente en lo que respecta a su reacción ante desarreglos celulares. Las lesiones causadas por hongos parásitos o por enfermedades microbianas se reflejan generalmente en la transformación del vacuolo central grande en muchos vacuolos más pequeños, aumentando de esta manera las superficies del sistema vacuolo-citoplásmico.

En bien de la brevedad sólo he podido mencionar algunas de las muchas investigaciones citológicas del siglo XX. Los últimos 40 años han sido un período de grandes progresos en este campo de la investigación que es una de las más recientemente especializadas fases de la ciencia botánica. Podemos observar un creciente interés y una creciente actividad en esta especialización debido a su importancia fundamental para todos los demás campos de la Botánica.

## LA FOTOSINTESIS

Desde los tiempos de Aristóteles existía cierta idea, vagamente expresada, de la efectividad de los rayos del sol en la síntesis de la substancia de las plantas. En el siglo XVIII De Soussure demostró que el  $\text{CO}_2$  atmosférico es empleado por las plantas verdes como fuente de compuestos orgánicos. Priestley, Ingenhousz y Senebier habían descubierto el oxígeno y su producción por las plantas. Sin embargo, a principios del siglo XIX la capacidad de las plantas de sintetizar la mayor parte de su substancia de los constituyentes gaseosos de su medio ambiente, no había sido todavía claramente comprendida. En 1882 Sachs formuló una concepción acertada de la planta verde viva en la naturaleza y anunció que la formación de carbohidratos es el punto de partida para la producción de todos los demás compuestos orgánicos de las plantas.

## LA CLOROFILA

Malpighi y Grew habían mencionado ya, en el siglo XVII, el omnipresente pigmento verde de las plantas, pero fueron Pelletier y Caventou los que en 1818, le dieron el nombre de

“clorofila”. Estos investigadores no llegaron a averiguar que los extractos verdes que hicieron contenían también pigmentos que no eran verdes; pero durante el siglo XIX otras investigaciones demostraron que los cloroplastos contienen 4 pigmentos, dos verdes y dos amarillos. El nombre de clorofila se aplica desde entonces al pigmento verde que funciona en la asimilación fotosintética del carbono.

Las relaciones de la longitud de onda de la luz con la fijación del carbono han sido frecuentemente investigadas desde que Daubeny hizo sus experimentos en 1836. La opinión generalmente aceptada es que la mayor actividad fotosintética ocurre en la zona roja del espectro.

Los fisiólogos suponen que existe alguna significación, en especial con referencia a la transferencia de energía en el hecho de que la clorofila es una sustancia fluorescente. Tswett indicó (1901-1911) que la clorofila sufre una transformación cuando se halla expuesta a la luz, resultando entonces un compuesto de mayor contenido de energía. Zscheile afirmó en 1935 que las propiedades fluorescentes de la clorofila tienen íntima relación con la absorción de energía radiante y con su conversión en energía química como una parte de la fotosíntesis. Mientras que recientes investigadores creen que la propiedad de la fluorescencia tiene relación con la fotosíntesis, otros muchos consideran que las pruebas presentadas por aquellos no son convincentes puesto que los cloroplastos vivos sólo presentan una fluorescencia muy débil.

En la última parte del siglo XIX y la primera del siglo XX se trató de establecer homología entre la clorofila, pigmento verde de las plantas y la hemina, pigmento rojo de los animales. Cuando se analizó la clorofila se vio que no contenía hierro sino magnesio mientras que la hemina contiene hierro. La mejor disertación acerca de la relación de la clorofila y la hemina es la de Marchlewski publicada en 1909, en la cual se estudian los espectros de absorción de las dos sustancias.

## LOS PLASTIDIOS

El estado en que la clorofila existe en los plastidios es muy difícil de determinar. Pringsheim creía que el pigmento acei-

tosos se halla contenido en el estroma de los plastidios, que tienen una estructura esponjosa. Timiriazett creía (1903) que el pigmento forma una capa en la superficie del estroma el que sin ella es incolora. Palladin sugirió (1910) que la clorofila se halla en los plastidios en alguna combinación química con los materiales lipoides. Priestley e Irving (1907) consideraban que la clorofila se halla solamente en el anillo periférico del cloroplastido en el cual se halla retenida por una red de protoplasma. Stern, basándose en pruebas obtenidas en el espectro y en la fluorescencia, afirmó en 1920 que la clorofila debe de hallarse en verdadera solución en el plastidio.

### **Producción de la Clorofila.**

Los investigadores trataron de averiguar desde muy pronto el origen de la clorofila. Gris mostró en 1844 que el hierro es necesario para la formación de la clorofila; Reed mostró en 1907 que el magnesio es indispensable; Palladin dijo en 1891 que los azúcares son esenciales para la producción de clorofila. Correns demostró en 1892 que la presencia de oxígeno en grandes cantidades es un factor necesario para la formación de clorofila. Sachs mostró en 1864 la influencia de la temperatura en el desarrollo de la clorofila de las plantas. Sayre investigó en 1928 los efectos de la luz de diferentes longitudes de onda en la formación de clorofila y halló que los rojos son los más efectivos.

Cuando se empezó a investigar el problema de la producción de clorofila se descubrió que existen ciertos precursores que tienen papel importante en el desarrollo de este pigmento. Entre esos precursores figura la substancia llamada leucofila. Liro afirmó en 1908 que la velocidad de cambio de leucofila en clorofila es proporcional a la intensidad de la luz y a la temperatura.

### **Mecanismo de la Fotosíntesis.**

Las etapas esenciales del proceso de la formación de carbohidratos por medio de las actividades sintéticas de las hojas no fueron comprendidas, ni siquiera de una manera elemental, hasta mediados del siglo XIX. A Priestley y a Ingenhousz les interesaba solamente el estudio de los efectos de las plan-

tas en el aire. De Saussure y Senebier habían comprendido algo acerca de las funciones de las plantas en la asimilación de dióxido de carbono. Dutrochet había descubierto que la absorción de  $\text{CO}_2$  y la exhalación de oxígeno ocurrían sólo en células que contenían sustancia verde.

Fué Sachs quien inició el estudio científico de los poderes sintéticos de la hoja verde. En 1864 presentó la primera demostración científica de que el almidón presente en las hojas verdes es un producto del  $\text{CO}_2$  absorbido, y afirmó que el almidón es el primer producto visible de la fotosíntesis. Su opinión se basaba en opiniones acerca de la distribución del almidón en la planta y en el hecho de que el almidón desaparecía si las hojas se ponían varios días en lugar obscuro y en la subsiguiente nueva formación de almidón si las hojas volvían a exponerse a la luz. Boussingault demostró en 1864 que el volumen de oxígeno producido en el proceso es aproximadamente igual al volumen de anhídrido carbónico absorbido. El mismo Boussingault formuló en 1864 el principio de que el pigmento verde permite a las células asimilar dióxido de carbono solamente cuando está en relación con un plástido; y Pfeffer demostró en 1881 que los plastidios sin clorofila son incapaces de producir carbohidratos.

En los últimos años se han hecho muchas tentativas para elucidar el mecanismo del proceso de la fotosíntesis y se han presentado varias teorías acerca de las reacciones químicas de este proceso. Una de las más recientes es la de Willstatter y Sotoll, en 1933; estos investigadores presentaron pruebas que tienden a demostrar que la clorofila obra no sólo como sensibilizadora sino que también toma parte en el curso de las reacciones químicas. Suponen que la clorofila despiende átomos de H al reducir  $\text{CO}_2$  y los vuelve a adquirir al disociar agua. Sea esta u otra la acción química que verdaderamente ocurre, hoy día los investigadores están de acuerdo en que el dióxido de carbono debe combinarse con la clorofila para ser reducido.

### **Productos de la Fotosíntesis.**

El estudio del metabolismo carbohidrático fué emprendido inmediatamente después del descubrimiento de la fija-

ción del carbono. Muchos carbohidratos se acumulan y se cambian de una forma a otra y hay un constante intercambio de productos que surgen de la fijación del carbono en las plantas. La labor de Sachs en 1862 condujo a la conclusión de que el almidón es el primer producto de la fotosíntesis, pero subsiguientes investigaciones han señalado la posibilidad de que la glucosa, o alguna otra forma de azúcar, es el producto preliminar y que el almidón sólo aparece después de que los azúcares han alcanzado cierta concentración en las células.

El último gran progreso en el conocimiento de la metamorfosis de los carbohidratos fué realizado cuando Schimper estableció en 1880 que el almidón es no sólo un producto de la fotosíntesis sino también una forma de energía almacenada de la planta.

Sponsler formuló en 1929 una importante teoría del mecanismo de la formación de celulosa por la deposición de residuos de glucosa. Demostró que la deposición de nuevo material que forma celulosa, ocurre en la cara interior entre el citoplasma y la pared y que la glucosa en solución en el jugo de la célula se transforma directamente en celulosa.

Hemos pues así reseñado, demasiado brevemente quizás, el desarrollo de estudio de la fotosíntesis durante la última parte del siglo XIX y la primera del siglo XX, mencionando el descubrimiento de la clorofila, su origen y su significación en la fotosíntesis; el mecanismo de la fijación del carbono, y los productos de la fotosíntesis, almidón y azúcares y su importancia en la vida de las plantas.

## LA MICOLOGIA

Vamos a considerar ahora brevemente el desarrollo de la Micología en el siglo XX. Uno de los progresos más importantes es el que se ha hecho con respecto a la bioquímica de la levadura (Yeast).

En 1897 Buchner hizo un importante descubrimiento en esta cuestión al extraer de la levadura una zimaza que causaba fermentación alcohólica. Este descubrimiento de una fermentación libre celular ha tenido importantes consecuencias

no sólo para la industria sino también para los conocimientos biológicos fundamentales.

En los últimos años la ciencia botánica se ha interesado particularmente en la levadura como una de las mejores fuentes del complejo de vitamina B. La importancia de estos factores ha hecho que varios fabricantes hayan lanzado al mercado cierto número de preparados de gran potencia hechos de extracto de levadura.

El ergosterol es sintetizado por una serie de verdines así como también por la levadura. Esta substancia es el precursor de la vitamina D de la que existen hoy día un buen número de preparados en el mercado.

Ustedes conocen perfectamente otros recientes progresos realizados en la micología en los años recientes, progresos demasiado numerosos para que puedan ser mencionados aquí y que demuestran el lugar importante que este grupo de plantas ocupa en el ciclo de la vida orgánica. Es a estudios realizados en el siglo XX que debemos en su mayor parte, el conocimiento siempre creciente de las actividades de estas plantas.

### **PATOLOGIA DE LAS PLANTAS**

El conocimiento del hecho de que las plantas sufren enfermedades data de época muy anterior a aquella en que empezó a sospecharse el papel de los microorganismos. Pero fué muchos años más tarde que la patología de las plantas fué objeto de investigaciones científicas y que De Bary estableció el hecho de que cada enfermedad tiene por origen un organismo definido. Las primeras investigaciones de patología vegetal fueron dedicadas principalmente a estudiar la historia, o las relaciones biológicas de los hongos. Entre los primeros investigadores en el campo de la fitopatología encontramos a Edouard Prillieux (1829-1915), Alexis Millradet (1838-1902), Jacob Eriksson (1848-1931), entre otros.

Algunas de las enfermedades de las plantas causadas por hongos cuya investigación ha sido de gran importancia en la fitopatología son : la enfermedad de la patata, el tizón de los cereales, la enfermedad de la vid en California, el pulgón de la castaña y el tizón del pino blanco. Al estudiar estas enfermedades los patólogos en los campos han trabajado con los

patólogos del laboratorio y ambos, a su vez en colaboración con los agricultores, instruyéndoles en la historia de la vida de los organismos patógenos y en los principios de la lucha contra las enfermedades.

Mientras que la investigación de las enfermedades causadas por hongos avanzaban rápidamente, el campo de estudio se ampliaba con el descubrimiento de un pequeño pero importante grupo de enfermedades causadas por bacterias y con una mejor apreciación del papel de los insectos en la diseminación de los organismos patógenos.

Las enfermedades causadas por virus han presentado un problema para el fitopatólogo desde el trabajo de Beijerinck en 1899. El conocimiento de esta materia ha crecido considerablemente en los últimos veinte años elucidando muchos problemas fundamentales de la patología de las plantas.

De año en año la fitopatología va mereciendo creciente interés debido a la demostración de su importancia para la agricultura, la selvicultura y hasta cierto punto para la medicina. El establecimiento de departamentos de patología de las plantas en las universidades y en las organizaciones gubernativas ha ocurrido en fechas recientes. La idea del tratamiento preventivo de las enfermedades nos es ahora tan familiar que se nos hace difícil comprender que fuese una idea enteramente nueva en los últimos años del siglo pasado cuando Millardet al hacer experimentos de pulverización de las hojas de la vid antes de que fuesen infectadas por la enfermedad, descubrió que esta medida protegía y salvaba las cosechas.

Otro importante progreso en el control de las enfermedades es debido al hecho de que las exploraciones botánicas modernas han prestado gran atención a las variedades de plantas que poseen notable resistencia a las enfermedades y han logrado en muchos casos introducir estas razas en los campos de cultivo. El uso de estirpes resistentes de árboles frutales ha sido enormemente extendido durante los últimos 50 años. El descubrimiento de la resistencia inherente a ciertas plantas indígenas o importadas, ha estimulado las tentativas de hibridarlas con las razas cultivadas. Esta labor ha progresado rápidamente desde los primeros años del siglo actual.

También merecen ser mencionados los aspectos internacionales de la patología de las plantas. Las enfermedades de las plantas no son únicamente problemas nacionales. Los investigadores que han ido a estudiar problemas patológicos a países extranjeros han hallado siempre hospitalaria acogida en los importantes centros de investigación de todas las naciones. En muchos casos ha existido estrecha cooperación entre las diferentes estaciones de experimentación de diversos países en el estudio de ciertos problemas patológicos y se ha dado la mayor publicidad posible a las medidas de control descubiertas con el fin de alcanzar la estabilización de las industrias agrícolas y de aumentar la producción de alimentos del mundo entero.

---

## CAPITULO VII

### **EXPLORACIONES BOTANICAS, INTRODUCCION Y DESCRIPCION DE PLANTAS**

#### **Primeras Exploraciones.**

Los europeos de la Edad Media rara vez viajaron a países lejanos. Pocos de ellos tuvieron el valor suficiente para emprender largas exploraciones a regiones de las que se contaban tan terribles y fabulosas historias. Los viajes del veneciano MARCO POLO (1250-1324), que pasó 24 años en la China, fueron por lo tanto únicos y el relato que de ellos hizo proporcionó a los europeos casi las noticias exclusivas que durante muchos siglos poseyeron acerca del Oriente. Marco Polo mencionó, sin describirlas, plantas chinas tales como el trigo, el arroz, el durazno, el membrillo, el jengibre, y el bambú generalmente relacionadas con la vida económica y social del pueblo chino.

El marroquí YBN BATUTA (1304-1378) visitó en el siglo XIV algunos países del próximo y del lejano Oriente, escribiendo interesantes narraciones de sus viajes. A Ibn Batuta le interesaban principalmente las costumbres religiosas y sociales de los pueblos que visitaba y debido a la carencia de espíritu científico de investigación, tan característica de su época

ca, no es de extrañar que no hiciese descubrimientos botánicos de importancia. Las únicas noticias de plantas que se encuentran en sus escritos se refieren a las alimenticias o industriales. De todos modos, Ibn Batuta nos legó en sus escritos un cuadro pintoresco de la vida del Oriente.

Durante el siglo XVI los misioneros europeos en el Oriente empezaron a enviar noticias referentes a las plantas chinas. El fraile agustino Martín de Herrada pasó 3 meses del año 1575 en el puerto de Tsuan chou fu, provincia de Fukien. Publicó sus observaciones en un libro titulado "Historia del Grande y Poderoso Reino de la China" y la información que nos proporciona, aunque breve, es de importancia. Entre las noticias de Herrada aparece la primera mención conocida, hecha por un escritor europeo, de la nuez Litchi. Herrada anota, también, la excelencia de los melones y de las castañas y da noticias de muchos cereales en cultivo, entre ellos el maíz, lo que demuestra que el maíz llevado allí desde la América del Sur por los españoles, ya se había introducido en la China.

Ya hemos visto en otras conferencias que los botánicos europeos se interesaron en hacer viajes en busca de plantas. Carolus Clusius fué uno de ellos. Su primer trabajo botánico, publicado en 1576, tenía por base las plantas que él había observado y coleccionado en España y Portugal. Cuando más tarde dirigía el Jardín Botánico de Viena obtuvo y cultivó muchas plantas antes desconocidas en Europa.

NICOLAS MONARDES (1493-1588), médico eminente de Sevilla, aunque nunca estuvo en las Américas, publicó dos tomos sobre sus productos naturales, los que despertaron gran interés por las plantas del Nuevo Mundo. Monardes sentía especial entusiasmo por las adiciones a la materia médica obtenidas en los países de ultramar. Mucho de lo que escribió a este respecto muestra que poseía una mentalidad crédula, no demasiado sujeta a los hechos, y si la mitad de lo que dijo hubiese sido verdad no hubieran existido enfermos. De todos modos, Monardes sentía verdadero interés por la ciencia y le causaba gran placer adquirir conocimientos acerca de nuevas medicinas y ser el primero en usarlas experimentalmente en sus pacientes para demostrar su eficacia.

Describe Minardes ampliamente el tabaco y su gran utilidad medicinal, el sazafrán y sus virtudes, y otras muchas hierbas y árboles hallados en el Nuevo Mundo. Menciona la canela, el ruibarbo, el jengibre, la verbena y varios bálsamos ya conocidos en el Viejo Mundo pero descubiertos en mayor escala en el Nuevo.

La abundancia de los materiales traídos por los exploradores y los informes recibidos acerca de una riqueza aún mayor de plantas en las Américas fueron sin duda la causa de que Felipe II de España enviase a las Indias a su médico FRANCISCO HERNANDEZ (1514-1578), con el fin de adquirir informes no sólo acerca de las plantas y de sus usos sino también acerca de las antigüedades y de la situación política del Nuevo Mundo. Esta fué probablemente la primera expedición botánica organizada, enviada y controlada por un Gobierno.

En 1570 Hernández embarcó en España con rumbo a México, país en el que encontró campo maravilloso para sus exploraciones porque los indígenas habían venido haciendo, desde siglos atrás, mucha labor botánica y hortícola. Los indios poseían una materia médica empírica y jardines botánicos bien organizados. Hernández se dedicó a estudiar las plantas y sus propiedades medicinales, siendo ayudado por médicos indígenas en la experimentación de los efectos de los remedios del país, y comunicando luego los resultados a España. Además, Hernández intentó en su libro, describir las plantas de las que se obtenían los productos medicinales, pero en muchos casos es difícil determinar a qué planta se refiere debido a la vaguedad de sus descripciones y dibujos. Este libro, sin embargo, es interesante por ser uno de los primeros herbarios americanos.

### **PLANTAS IMPORTADAS DEL NUEVO MUNDO**

En este punto parece de interés estudiar la historia de la domesticación de algunas plantas importantes, introducidas en el Viejo Mundo procedentes del Nuevo, bien que esta información no será nueva para un público sudamericano.

### **El maíz.**

Una de las plantas importantes llevadas de América a Europa es el maíz. No cabe duda de que en las Américas el maíz había sido durante muchos siglos la fuente más importante de alimento feculento para una gran parte de la población indígena debido a que en nuestro continente esta planta crece rápidamente y produce en abundancia. Los europeos conocieron el maíz a raíz del viaje de Colón a Cuba en 1492, en cuya isla lo halló cultivado por los indígenas. El maíz más antiguo de que tenemos noticia es el de los habitantes pre-incaicos del Perú. Las bien conservadas mazorcas de maíz que se han encontrado en las tumbas pre-incaicas parecen pertenecer a las mismas variedades que hoy día se cultivan en esas regiones. En Chimbote, en el Perú, se han encontrado en sepulcros muy antiguos ánforas pre-incaicas decoradas con maíz.

El problema del origen del maíz no se halla todavía definitivamente resuelto ni se ha encontrado nunca a esta planta creciendo en estado silvestre. La planta viviente más afin al maíz es la hierba **Euchlaena**, comunmente llamada "teosinte" por los mejicanos, que crece silvestre a los márgenes de los maizales en Méjico y en todas partes en Guatemala. Tanto el maíz como el teosinte son de 20 cromosomas diploides y se hibridan con facilidad. Los botánicos han supuesto que el maíz se originó como una variedad del teosinte, pero no presentan prueba alguna de esta teoría.

Sobre la base de recientes y conocidas investigaciones morfológicas y citológicas, Mangelsdorff y Reeves han formulado (en 1939) una teoría del origen del maíz, que suponen que empezó con una forma antecesora perteneciente a las Andropogóneas. Creen que el tipo moderno de maíz es una variedad cultivada de **Zea Mays** silvestre que descendió con el **Tripsacum**, pero por distinto camino, de aquel remoto antepasado común. Mangelsdorff y Reeves se inclinan a creer que la **Euchlaena**, por ser una planta de origen reciente, no tuvo parte alguna en la génesis del maíz.

Cualquiera que sea su origen, esta planta pasó por un largo período de cultivo y de selección por parte de los indios de América hasta que en el curso de los siglos fueron desarro-

lladas variedades adaptadas a diversos terrenos y condiciones climatológicas. Este notable progreso botánico, llevado a cabo por una raza que no había salido de la Edad de Piedra cuando había ya realizado tal labor, no puede menos de impresionar nuestro ánimo.

### La papa.

Al indio sudamericano corresponde también el mérito de haber descubierto y cultivado la papa (**Solanum tuberosum**). Tubérculos secos y jarras adornadas con papas han sido halladas a veces asociadas con cuerpos momificados de hombres prehistóricos. En ninguna otra parte del mundo se han hallado pruebas semejantes de antiguo cultivo de la papa. La diseminación de esta planta fuera de la América del Sur ocurrió sólo después de la llegada de los españoles a la América meridional, en el siglo XVI. A lo que parece la papa fué cultivada y desarrollada por las tribus de la parte occidental de la América del Sur al mismo tiempo que el maíz lo era por las tribus al Norte del Ecuador. Después de muchos siglos de hábil cultivo y selección, se conocen hoy día más de 90 variedades de papas andinas.

No se conoce con certeza la zona geográfica originaria de la papa. Sobre la base de exploraciones personales Wight dedujo que la planta de que descienden nuestras papas actuales era natural de la región andina central, pero está convencido que **Solanum tuberosum** crece ahora únicamente en forma cultivada. Vavilov, por su parte, dedujo de diversas series de pruebas que hubo dos centros de diseminación de la papa en la América del Sur, uno en las mesetas de Bolivia y del Norte del Perú, y otro en Chile.

No se sabe cómo ni cuando las papas fueron llevadas de la América del Sur a Europa; pero parece lógico suponer que lo hicieron los españoles con el resto de sus adquisiciones. No existe prueba alguna de que Cavendish o Drake fueran los introductores de la papa en Europa. Cavendish llegó a Plymouth el 9 de septiembre de 1558; pero Clusius ya había recibido papas el 26 de enero del mismo año y en su **Historia Plantarum** declara que el cultivo de la papa se hallaba establecido en Italia antes de esa fecha.

### El Aguacate o la Palta.

Una de nuestras frutas finas, el aguacate, era también altamente apreciada por los indios mexicanos por sus cualidades alimenticias y medicinales. Los aztecas llamaban ahuacaquahuitl a este árbol; los españoles abreviaron su nombre a aguacate y los norteamericanos lo llaman avocado.

La necesaria brevedad nos impide seguir estudiando el descubrimiento, cultivo y perpetuación de plantas por los pueblos de la antigüedad. Sin embargo, esta breve reseña nos permite formar una idea de la habilidad y conocimientos biológicos de los indígenas de la América del Norte y del Sur y del gran número de plantas que el mundo moderno debe a esta habilidad.

### LAS EXPLORACIONES DEL SIGLO XVII

Entre los exploradores botánicos del siglo XVII uno de los más distinguidos fué HANS SLOANE (1660-1753), hombre culto y de talento que a la edad de 28 años embarcó para las Antillas, como médico del duque de Albemarle, arribando a la Jamaica. El Dr. Sloane regresó de su viaje a las Antillas en 1689 con una colección de unas 800 especies de plantas, muchas de ellas nunca llevadas hasta entonces a Inglaterra.

En 1698 JAMES CUNNINGHAM fué enviado a la China como médico de la factoría inglesa de Amoy, donde tuvo la oportunidad de investigar la flora de la China más a fondo de lo que ningún otro europeo lo había hecho hasta entonces. Cunningham fué el primer inglés que describió exactamente la planta del té y el primero también que llevó a Inglaterra un rico herbario de colecciones botánicas de la China.

Mientras los botánicos europeos se ocupaban en coleccionar y describir con exactitud la flora de su continente, GEORGE EBERHARD RUMPF (1628-1702) realizaba en las Molucas una labor trascendental. Enviado allí por la Compañía Holandesa de las Indias Orientales, en 1653 se estableció en la pequeña isla de Amboina, al Sudoeste de Ceram, importante para dicha Compañía por su riqueza en especería. La asidua labor realizada por Rumphius sobre la Historia Natural de Amboina e islas adyacentes le valió el adecuado nombre

de "Plínico de las Indias". Su trabajo hizo que esta pequeña y lejana isla fuese mejor conocida en todo el mundo que muchas otras regiones harto más grandes y más frecuentadas.

La célebre obra de Rumphius, el **Herbarium Amboinense** contiene descripciones e ilustraciones de la flora de dicha isla que son verdaderamente notables, especialmente si se considera que todo ello fué hecho por un solo hombre que tropezó con tremendos obstáculos en su tarea. Rumphius dió nombre y describió unas 1700 formas. Sus ideas acerca de las especies no eran ciertamente las que hoy tenemos; pero ello no obstante su labor de explorador posee un valor permanente. Aún cuando su labor es prelinneana y no ofrece sistema alguno definido de clasificación, los escritores posteriores hicieron de las descripciones de Rumphius el tipo de muchas binomiales. Linneo basó ciertos binomios en las ilustraciones y descripciones del Herbario de Rumphius, y en algunos casos no hizo descripciones sino que las tomó de Rumphius.

Las trágicas circunstancias bajo las cuales éste realizó su labor hacen que la apreciemos más profundamente todavía. Su último viaje de observación le produjo la ceguera que le afligió durante el resto de su vida. En 1673, su esposa pereció en un terremoto. Ello no obstante y con la ayuda que pudo encontrar, continuó su trabajo hasta que en 1687 perdió sus preciosos manuscritos e ilustraciones en un incendio que destruyó su casa. Con increíble celo reanudó su labor y en 1690 logró acabar los manuscritos de los 6 primeros libros de su obra. El barco en que los envió a Europa fué destruído en el camino, perdiéndose otra vez los manuscritos. Afortunadamente había conservado una copia de ellos, gracias a lo cual pudo reconstruírse la obra y ser publicada unos meses antes de la muerte de su autor.

### LAS EXPLORACIONES DEL SIGLO XVIII

JOAO DE LOUREIRO (1715-1796) fué uno de los más celosos investigadores europeos de la flora del Sudeste de la China. Loureiro fué misionero jesuíta en Cochinchina, donde sus conocimientos médicos le proporcionaron la amistad de los naturales. Al carecer de medicinas europeas tuvo que echar

mano exclusivamente de drogas indígenas, lo que le llevó a estudiar la flora del país y a hacer colecciones botánicas, acumulando así un herbario de más de 1000 especies.

Más tarde pasó a Cantón donde continuó sus estudios botánicos durante 3 años. En 1782 regresó a su patria, Portugal, donde después de varios años de preparación publicó en 1790 su **Flora Cochinchinensis**.

MICHEL ADANSON (1727-1806), fué un viajero naturalista dotado de una extraordinaria pasión por las aventuras y por las exploraciones. En 1748 aceptó gustoso la oportunidad que se le ofreció de ir al Senegal, en el Africa Occidental, donde pasó 4 años haciendo un inventario de los recursos naturales del país destinado a la Compañía de las Indias que había establecido allí algunas factorías comerciales.

Le encantó observar que la mayoría de los animales y de las plantas que veía no habían sido ni siquiera mencionados en los libros que habían estudiado, por la sencilla razón de que los hombres de ciencia no los habían visto nunca, y emprendió con gusto la labor de estudiarlos y clasificarlos y de establecer sus relaciones con especies conocidas. Dos de sus trabajos titulados respectivamente "Histoire naturelle de Senegal" (1757) y "Familles des plantes" (1763) publicados después de su regreso a Francia, fueron el resultado de sus estudios africanos. De sus observaciones en las selvas vírgenes Adanson dedujo una idea con la que se adelantó en mucho a su época, a saber, la idea de la mutabilidad de las especies, concepto en el que se anticipó a Lamarck en 40 años y a Darwin en cerca de un siglo.

SIR JOSEPH BANKS (1743-1820), realizó los más amplios viajes de exploración botánica de todo el siglo XVIII. En 1766 comenzó sus expediciones con un viaje a Terra Nova y al Labrador de donde trajo a Inglaterra las primeras colecciones científicas procedentes de esas regiones. Más tarde acompañó al Capitán Cook en un viaje alrededor del mundo durante el cual tocaron, entre otros muchos sitios, en Río de Janeiro, en el Cabo de Hornos, en Tahití, en Australia, en el Archipiélago Malayo y en el Cabo de Buena Esperanza, recogiendo plantas en todas partes. Durante su estancia en Tahití intro-

dujo allí plantas recogidas en el Brasil. Esta expedición fué de gran importancia para el progreso del conocimiento de las plantas. Los naturalistas y los sistemáticos tienen ahora a su disposición, en el Museo Británico, las grandes colecciones y la biblioteca de Banks.

En 1777, cuando los estudios botánicos en España estaban más atrasados que en otros países de Europa, la expedición de HIPOLITO RUIZ (1754-1840) y JOSE PAVON (1754-1840), fué organizada por el rey Carlos III de España. Estos dos jóvenes fueron escogidos para acompañar al botánico francés José Dombey, para ir al Perú con el propósito de estudiar su flora. La expedición salió de Cádiz llegando 6 meses después al Callao en donde inmediatamente comenzó sus exploraciones. Después de un año de viaje y estudio en el Perú, tenían listas para embarcar a España sus primeras colecciones, que constaban de 300 ejemplares secos y 242 dibujos. Continuaron sus estudios peruanos y luego coleccionaron y exploraron el territorio de Chile. Después de varios años tenían lista otra colección de ejemplares para España, pero éstos se perdieron en un naufragio durante la ruta. En 1784 Dombey volvió a su país, pero Ruiz y Pavón llevaron a cabo otra excursión a las montañas del Huallaga. A su vuelta, estando situados cerca de Huánuco un gran fuego destruyó su herbario, dibujos y manuscritos, por lo que necesitó repetir gran parte de su trabajo.

Después de 10 años de trabajo continuo, sobrellevando naufragios, fuegos y enfermedades, volvieron a España en 1788, con 29 cajas de plantas secas, dibujos y una colección de 124 plantas vivas, todo para el Jardín Botánico de Madrid. En prueba de su gratitud al Perú, mandaron de España semillas y una colección de plantas vivas.

Ruiz y Pavón publicaron muchas obras acerca de sus viajes y estudios, notable entre ellas fué **Flora Peruvinae et Chilensis** que contiene 758 descripciones de especies nuevas y 558 dibujos. Esta obra es de valor aún hoy, para los que desean estudiar la flora peruana y chilena.

MARTIN SESSE (17..-1809), médico que dirigió el Jardín Botánico de México; fué director de la expedición científica a Nueva España organizada en el reino de Carlos III y

realizada por orden de su sucesor. Dicha expedición duró desde 1795-1804 recorriendo el territorio comprendido entre el cabo Arenas, en la costa meridional de Nicaragua hasta la embocadura del Río Hiaqui en el golfo de California. El considerable herbario reunido fué remitido en 1820 al Jardín Botánico de Madrid así como también los Manuscritos sobre la **Flora Mexicana**.

JOSE MARIA MOCIÑO (17..-1819), formó parte de la expedición a Nueva España, escribió la **Flora Guatemalensis** que permanece inédita en los archivos del Jardín Botánico de Madrid.

JOSE CELESTINO MUTIS (1732-1808), oriundo de Cádiz, llegó a Colombia en 1760 como médico del virrey de Nueva Granada. En 1783 fué nombrado por el gobierno español, director de la expedición científica para reunir materiales para el estudio de la **Flora de Nueva Granada**. Dejó inédita su **Flora de Santa Fé de Bogotá** y más de 6000 dibujos que se conservan en el Jardín Botánico de Madrid.

FRANCISCO JOSE DE CALDAS (1771-1816), patriota colombiano que murió por la libertad de su patria, fundador del periódico **Semanario del Nuevo Reino de Granada** en el que aparecieron algunas de sus publicaciones. El resto de sus innumerables observaciones botánicas se perdieron al ser confiscados sus documentos inéditos y enviados a España. El Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad de Colombia honra su memoria editando la revista **Caldasia**.

JUAN IGNACIO MOLINA (1737-1829), naturalista chileno autor de la célebre obra **Saggio sulla storia naturale del Chili**, traducida a otros idiomas y objeto de varias ediciones.

JOSE MARIANO DA CONCEICAO VELLOSO (1742-1811), naturalista brasileño autor de **Flora Fluminensis**.

## LAS EXPLORACIONES Y LA FITOGEOGRAFIA

### EN EL SIGLO XIX

En ALEXANDER HUMBOLDT (1769-1859) hallamos un gran explorador y geógrafo botánico, que no sólo fué viajero y botánico sino que también hizo contribuciones importantes en casi todas las ramas de la ciencia. En París conoció a Aimé Bonpland, joven botánico francés, que se asoció a sus actividades.

AIME BONPLAND (1773-1858). En junio de 1779 Humboldt y Bonpland se embarcaron en la Coruña para Venezuela, donde hicieron exploraciones antes de emprender viaje hacia los Andes y el Perú. Aunque Humboldt se dedicó principalmente a estudiar fenómenos astronómicos no dejó por eso de adquirir valiosos informes acerca de la *Cinchona* y de su cultivo. Del Perú fueron a México y a su regreso a París, en 1804, publicaron una obra en 30 volúmenes, 14 de los cuales estaban dedicados a la Botánica y uno a la Geografía Botánica.

Humboldt parece haber comprendido algunas ideas fundamentales de fitogeografía. Observó que las plantas se agrupan en sociedades y trató de la diferente composición de las agrupaciones de plantas en las zonas tropicales y templadas

El botánico escocés ROBERT BROWN (1773-1858), dió gran impulso al estudio de la fitogeografía. De 1801 a 1805 formó parte de una expedición británica enviada a reconocer las costas australianas. En 1814 publicó su "Botany of Terra Australis". Brown llegó a la conclusión de que la flora australiana se parecía más a la de la India y a la del Africa del Sur que a la de América meridional.

J. F. SHOAW (1789-1852), en su libro titulado "Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie", publicado en 1823, formuló los principios y las leyes de la ciencia de la geografía botánica. Debemos a Shoaw varios de los conceptos y gran parte de la terminología que después se han hecho corrientes en la literatura fitogeográfica. Una parte de su libro se ocupa del efecto de los factores externos en la distribución

de las plantas, subrayando especialmente el efecto de la temperatura. Además, fué el primero en dar descripciones definidas de ciertas sociedades y en reconocer la agrupación de las plantas según el contenido acuoso del suelo.

La geografía botánica alcanzó mayor claridad gracias al trabajo de ALPHONSE DE CANDELLE (1806-1893) sobre las leyes de la distribución de las plantas en el mundo. De Candelle prestó considerable atención al problema del origen de las especies actuales llegando a la conclusión de que existen numerosos hechos que permiten demostrar la antigüedad geológica de la mayor parte de las especies existentes.

La labor de JOSEPH DALTON HOOKER (1817-1911) sobre distribución geográfica, endemia y afinidades, fué de gran importancia para las investigaciones de los botánicos del siglo XIX.

En 1839 Hooker tomó parte como cirujano y como botánico en una expedición dirigida por Sir James Ross cuyo propósito era el estudio de las regiones antárticas. Sus trabajos botánicos fueron publicados en 1844 en una obra titulada "Flora Antártica", libro que ha hecho época en la florística.

Esta obra contiene no sólo descripciones de nuevas especies sino que trata también de problemas de distribución geográfica, comentando la uniformidad de la repartición de la flora de las islas antárticas y la similaridad de las especies de las altas montañas del Sur de Chile, de Australia, de Tasmania y de la Nueva Zelanda.

Hooker viajó mucho para estudiar las plantas. Su gran entusiasmo le llevó a hacer muchas exploraciones para coleccionar plantas en países lejanos. En 1848 fué a la India donde permaneció durante tres años y obtuvo resultados que le proporcionaron materiales para sus escritos posteriores.

Su obra la flora de la India fué de mérito tan relevante como su anterior libro sobre la flora antártica. Respecto de la flora índica y de su libro "Flora of British India" Hooker expresó en la siguiente cita la esperanza de que su trabajo "sirviese de ayuda al fitogeógrafo para estudiar los problemas de distribución de las plantas en lo que es quizá el área botánica más rica y ciertamente la más variada de la superficie de la Tierra".

Hooker se interesaba también por la cuestión del origen de las especies y fué íntimo consejero de Darwin.

AUGUST GRISEBACH (1814-1879) fué uno de los primeros en definir tipos de fisonomía vegetal en relación con el clima. En su obra "Die Vegetation der Erde" (1872) menciona y describe 60 formas vegetales ordenadas con referencia a regiones climatológicas importantes. Parece haber comprendido que la mutabilidad de los organismos y su poder de adaptación a sus zonas de habitación son factores de gran importancia para comprender los problemas de la fisonomía.

Los trabajos de ASA GRAY (1810-1888), de la Universidad de Harvard, fueron de gran importancia con respecto a la solución de los problemas de fitogeografía florística de la América del Norte. Sus conocimientos se basaban en los materiales que le enviaban los botánicos de la parte occidental del continente y en sus propios viajes. En un discurso pronunciado en 1884 examinó las características y los orígenes de la flora norteamericana.

Los importantísimos trabajos de ADOLF ENGLER (1844-1930), son ciertamente de mérito relevante en la geografía botánica. Engler comprendía la importancia del estudio de la historia geológica como base para comprender los problemas florísticos.

"El Origen de las Especies" de Darwin dió gran impulso al estudio de todos los fenómenos biológicos y muy especialmente al de la adaptación al medio ambiente.

A fines del siglo XIX surgió una creciente apreciación de la importancia de los factores fisiológicos en la fitogeografía, haciéndose más y más claro que la relación entre las plantas y su medio ambiente debía ser investigada sobre una base fisiológica. Este problema fué investigado por Vesque en 1878 y en 1879 por Bonnier y Flahault que llevaron a cabo una exploración de la península escandinava y compararon su flora con la de los Alpes, descubriendo muchas relaciones importantes entre las formas de las plantas y las condiciones de suelo, luz y calor.

La obra de Volken, en 1887, sobre la flora de los desiertos de Egipto y de Arabia fué una gran demostración de la importancia de la ecología en la fitogeografía.

En 1886 **Schenck** consagró especial atención a las relaciones entre las plantas acuáticas y su medio, mostrando el gran valor de tal trabajo para el estudio de las adaptaciones.

**ANDREA FRANZ SCHIMPER** (1856-1901), publicó en 1898 su **Pflanzengeografie auf physiologischer Grundlage** en la que trata de los factores del medio ambiente, las formaciones y las comunidades de las plantas, de las zonas y de las regiones fitogeográficas. Schimper relacionó siempre la morfología y la fisiología de las plantas con su agrupación en zonas y regiones.

En 1892 **Stebler** y **Schroeter** investigaron las asociaciones de las plantas en las praderas alpinas, declarando que estas asociaciones naturales poseen unidad biológica. Gracias a **CARL SCHROETE** (1855-1939) y sus discípulos las ideas acerca de la sociología de las plantas han sido desarrolladas más ampliamente, según se puede ver en varios libros modernos.

La descripción de la Fitogeografía de Nebraska hecha por **Pound** y **Clements** en 1898, fué el primero de una serie de estudios realizados en los Estados Unidos acerca de este asunto. La idea de sucesión de las plantas ha sido ampliamente desarrollada en los Estados Unidos por **Clements** y por **Cowles**.

El profesor de Copenhague **Johannes Eugenius Bülow Warming** (1841-1924) llegó al Brasil en 1863, recorrió el Estado de Río de Janeiro y se estableció en Lagoa Santa (Minas Geraes) donde permaneció hasta 1866; después regresó a Dinamarca, su patria y escribió una obra sobre Lagoa Santa que fué traducida al portugués y quizá sea la primera de índole ecológica referente a ese país. En 1909 publicó una **Ecología de las plantas**, en la que desarrolló ideas nuevas con respecto a las adaptaciones, llegando a la conclusión que todas las especies deben estar en armonía tanto en su estructura interna como en la externa, con las condiciones naturales bajo las cuales viven, siendo desplazadas por otras especies cuando el cambio en el medio ambiente es tan grande que la adaptación se hace imposible.

**FRIEDRICH SELLOW** (1789-1831), era oriundo de Alemania, residió en el Brasil desde 1814, viajó por los Estados de Río de Janeiro, Minas Geraes, Espirito Santo, Paraná, Ba-

hía, Río Grande do Sul, Santa Catharina, Sao Paulo, etc. Sus colecciones no sólo interesan para el estudio de la Flora del Brasil sino también de las naciones del Plata; fueron enviadas a varias instituciones, algunas se conservan en el herbario del Museo Nacional de Río de Janeiro.

AUGUSTE DE SAINT-HILAIRE (1779-1853), botánico francés que llegó al Brasil en 1816 y explotó los Estados de Minas Geraes, Sao Paulo, Río de Janeiro, Espirito Santo, Goyaz, Santa Catharina, Río Grande do Sul, etc. Sus colecciones fueron llevadas al Museo de Historia Natural de París. Entre sus numerosas publicaciones referentes al Brasil merece destacar su **Flora Brasiliae Meridionalis** en colaboración con A. de Jussieu y J. Cambessedes.

KARL FRIEDRICH PHILIPP VON MARTIUS (1794-1868) médico alemán que llegó al Brasil en 1817 permaneciendo algo menos de tres años. Viajó por Sao Paulo, Minas Geraes, Bahía, Pernambuco, Piauhy Maranhao, Pará y Amazonas y publicó su famoso **Reise in Brasilien** en colaboración con Spix. La obra que lo inmortalizó fué la monumental **Flora Brasiliensis** (1840-1906) que concibió y fué primer director.

FRANCISCO FREIRE ALLEMAO (1797-1874) fué un médico brasileño profesor de Botánica en la Facultad de Medicina de Río de Janeiro, viajó por Ceará y otros Estados, ha sido autor de varias contribuciones en las que describió unos quince géneros y 45 especies nuevas.

JOAO BARBOSA RODRIGUES (1842-1909) botánico brasileño que fué director del Jardín Botánico de Río de Janeiro por muchos años, exploró gran parte de su país y publicó entre otras obras **Sertum Palmarum Brasiliensium**. La institución que dirigió honra su memoria editando la revista **Rodriguesia**.

ALBERTO LOEFGREN (1854-1918), botánico sueco que arribó al Brasil en 1874 y viajó por Caldas, Serra do Saracol, Sao Paulo, Bahía Piauhy, Ceará, Maranhao, etc. Fué un gran conocedor de la Flora de las Caatingas. Entre sus numerosas

contribuciones se destacan su monografía del género **Rhipsalis** y su **Manual das Familias Naturaes Phanerogamas** que es un pequeño **genera plantarum** de la Flora Brasileña.

ANTONIO RAIMONDI (18...-1890), era oriundo de Italia, llegó al Perú en 1850 y posiblemente no haya habido en su época un hombre de ciencia que haya recorrido tanto el Perú; fué profesor de Ciencias Naturales en la Universidad de Lima, publicó el Mapa del Perú y alcanzó a dar a la publicidad los tres primeros tomos de su gran obra proyectada sobre el Perú. Sus colecciones de diversa índole, constituyen el Museo Raimondi en el que hay unos 20.000 números de herbario y unas 300 láminas en colores.

CLAUD GAY (1800-1873), de origen francés, a su llegada a Chile ya había realizado varios viajes por diferentes países europeos. Le fué encargado por el gobierno chileno la realización de una obra de conjunto sobre el país, para lo cual viajó por el territorio y después de algunos años consiguió publicar su **Historia Física y Política de Chile**, en la que dedica 8 tomos y varias láminas del Atlas al estudio de las plantas.

RUDOLF AMANDUS PHILIPPI (1808-1904), médico de origen alemán, de conocimientos enciclopédicos; cuando llegó a Chile ya había viajado por distintos países europeos y era autor de varias publicaciones. Desde su arribo a ese país en 1851 se dedicó al estudio de su naturaleza viajando por distintos lugares. Llegó a ser director del Museo Nacional, autor de numerosas monografías zoológicas y botánicas y ejercer gran influencia científica en Chile por su capacidad y prestigio social.

Su hijo FRIEDRICH (1838-1910), también fué naturalista, llegó a dirigir el Museo Nacional, hizo numerosas expediciones por Chile y publicó varias contribuciones botánicas.

KARL REICHE (1869-1929), botánico alemán que arribó a Chile en 1890 y se ocupó del estudio de la Flora chilena desde 1896 llegando a publicar sus bien conocidas obras : **Grund-**

**züge der Pflanzenverbreitung in Chile (1907) y Estudios críticos sobre la Flora de Chile.**

PAUL G. LORENTS (1835-1881), fué contratado como profesor de la Academia Nacional de Ciencias que fundara el presidente Sarmiento en Córdoba; llegó a la Argentina en 1870; al siguiente año ya figura excursionando por el país; las primeras colecciones que hizo se las envió para estudiar al Prof. Grisebach de Gotinga quien las publicó en 1874 con el título de **Plantae Lorentzianae**. Viajó mucho por el interior y norte de la Patagonia y este de la Mesopotamia argentina. Se le considera el fundador de los estudios fitogeográficos en la Argentina, cuyas formaciones describió en su obra "Cuadro de la Vegetación de la República Argentina" (1876) que se publicó en varios idiomas : castellano, alemán, inglés y francés.

GEORG HIERONYMUS (1846-1921), llegó a la Argentina en 1872 como Ayudante de Botánica para la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba y en su permanencia alcanzó a ser profesor en dicha Academia. Viajó extensamente a su patria, Alemania, en 1884. Escribió en 1896 su **Beiträge zur Kenntnis der Pteridophyten. Flora der Argentina und einiger angrenzender Teile von Uruguay, Paraguay und Bolivien.**

FRIEDRICH KURTZ (1854-1920), también fué contratado para ocupar la cátedra que dejara Hieronymus en Córdoba, llegando de Alemania su país natal en 1884. Viajó por Córdoba, Chaco, Cordillera de los Andes, La Rioja, etc., y publicó sobre plantas fósiles: "**Contribuciones a la Palaeophytologia argentina**" (1894) y varios trabajos sobre plantas actuales, entre los que se destaca "**Cuadro de la Vegetación de la Provincia de Córdoba**" (1904).

CAROLO SPEGAZZINI (1858-1926), micólogo de origen italiano que se radicó en la Argentina e hizo numerosos viajes por el territorio, desde los mares australes a Misiones, Salta, Chaco, etc., siendo posiblemente el botánico de su época que más exploró. También recorrió buena parte de los países limítrofes y visitó los institutos europeos de diferentes naciones. Su producción fué muy copiosa, y versa tanto sobre plantas

vasculares como celulares. Sus contribuciones micológicas son numerosas y datan desde su llegada a la Argentina hasta poco antes de su muerte. Su casa, colecciones y biblioteca fueron donadas a la Universidad de La Plata con lo que se fundó el Instituto Spegazzini en esa ciudad.

**EDUARDO LADISLAO HOLMBERG** (1852-1937), zoólogo y botánico argentino que ejerció gran influencia en el desarrollo de las Ciencias Naturales en su patria. Hizo numerosos viajes de estudio por el país : Chaco, Misiones, Salta, Mendoza, etc., y publicó una descripción fitogeográfica de la Argentina en 1898 con el título "**Flora de la República Argentina**" y una monografía sobre las "**Amarilidáceas Argentinas Indígenas y Exóticas Cultivadas**" (1905).

**MIGUEL IGNACIO LILLO** (1862-1931), ornitólogo y botánico argentino, visitó varios institutos europeos, viajó por el noroeste de su país y cuya flora llegó a conocer muy bien. Publicó en 1919 su "**Reseña Fitogeográfica de la Provincia de Tucumán**" y su "**Contribución al conocimiento de los Arboles de la Argentina**" (1910 y 1917). A su muerte legó al estado sus bienes con lo que se fundó en Tucumán el Instituto Lillo que edita la bien conocida revista Lilloa.

**CRISTOBAL MARIA HICKEN** (1875-1933), viajó ampliamente por su patria (Argentina) y el extranjero : Estados Unidos, Europa, Africa del Norte, etc. En 1909 publicó "**Un nuevo sistema de las Polipodiáceas**". A su muerte dejó al estado su laboratorio particular llamado Darwinion que edita la revista **Darwiniana**.

**JOSE ARECHAVALETA Y BALPARDO** (1838-1912), vasco español radicado en el Uruguay, fué director del Museo de Historia Natural de Montevideo en cuyos Anales empezó en 1898, a publicar su **Flora Uruguaya**.

**EMILIA HASSLER** (1860-1937), médico suizo radicado en el Paraguay cuyo territorio exploró y se dedicó al estudio de su Flora. Entre sus numerosas publicaciones pueden citarse **Plantas Hesslerianae** (1898-1907) en colaboración con R. Cho-

dat y **Ex Herbario Hassleriano** (1909-1919) en colaboración con otros especialistas.

Las exploraciones botánicas modernas e introducción del cultivo de nuevas especies son, estoy seguro, bien conocidas por ustedes, y la falta de tiempo me obliga a no tratarlas aquí. Para concluir, quisiera decir nada más que la primera parte del siglo XX ha sido un período rico en realización de estudios en este campo como en el de ecología geográfica; un período en que los sistemáticos, fisiólogos y estudiosos de la formación de nuevas especies se combinan para estudiar los grandes problemas de la vegetación de la Tierra.