OBRAS COMPLETAS

CLODOMIRO PICADO TWIGHT

ET
EDITORIAL TECNOLOGICA DE COSTA RICA

C. Picado T.

OBRAS COMPLETAS

C. Picado T.

OBRAS COMPLETAS

VOLUMEN I

EDITORIAL TECNOLOGICA
DE COSTA RICA

Primera edición, 1988
Editorial Tecnológica de Costa Rica
Comisión Nacional de Celebración del Centenario del Nacimiento del Dr. C. Picado T.

574.192 Picado Twight, Clodomiro, 1887 - 1944
P585-0 Obras completas / Clodomiro Picado Twight. --1ª ed. -- Cartago : Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1988
7 v. ; il. -- cm

1. Biólogos - Costa Rica. 2. Picado Twight, Clodomiro. I. Título

La edición de las Obras Completas del Dr. Clodomiro Picado T. fue posible gracias al aporte económico aprobado por la Asamblea Legislativa de Costa Rica. 1986.

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Apdo. 159-7050, Cartago
ISBN 9977-66-020-7 (Obra completa)
ISBN 9977-66-021-9 (vol. 1)
ISBN 9977-66-022-0 (vol. 2)
ISBN 9977-66-023-2 (vol. 3)
ISBN 9977-66-024-4 (vol. 4)
ISBN 9977-66-025-6 (vol. 5)
ISBN 9977-66-026-8 (vol. 6)
ISBN 9977-66-027-0 (vol. 7)
Hecho el depósito de ley
Impreso en Costa Rica

CLODOMIRO PICADO TWIGHT

DATOS BIOGRAFICOS

1887	*Nace el 17 de abril en el Departamento de San Marcos de Nicaragua, donde su padre se encontraba cumpliendo un contrato de profesor.*
1890	*Regreso de la familia Picado a Cartago, Costa Rica.*
1906	*Obtiene su diploma de bachiller en el Liceo de Costa Rica.*
1907	*Es nombrado Profesor de Ciencias Naturales en el Colegio San Luis Gonzaga, Cartago, Costa Rica.*
1908	*Parte hacia París, Francia.*
1909	*Obtiene el Diploma de Estudios Superiores de Zoología en la Sorbona, París.*
1912	*Obtiene el Diploma de Estudios Superiores de Botánica en la Sorbona, París.*
1913	*Obtiene el grado de Doctor de la Universidad de París. Es admitido en el Instituto Pasteur de París y en el Instituto de Medicina Colonial de París.*
1914	*Director del Laboratorio de Análisis Clínicos en el Hospital San Juan de Dios (Costa Rica).*
1915	*Profesor de Ciencias Naturales en el Colegio Superior de Señoritas. Funda la revista "Anales del Hospital de San José" (Costa Rica).*
1916	*Profesor fundador de la cátedra de Zoología Médica en la Facultad de Farmacia de la Universidad (Costa Rica).*

1920	*Profesor de Ciencias Naturales en el Liceo de Costa Rica.*
1921	*Recibe el título de "Profesor de Estado".*
1922	*Es designado delegado al centenario de Pasteur y subvencionado para ampliación de estudios. Es nombrado miembro correspondiente de la Sociedad Mexicana de Biología.*
1923	*Es nombrado miembro correspondiente de la Sociedad de Patología Exótica de París. Es admitido en la Estación de Patología Vegetal de París.*
1932	*Miembro de la Junta Americana de Estudios Biológicos, por nominación del Congreso Internacional de Biología del Uruguay.*
1933	*Miembro correspondiente de la Sociedad de Biología de París.*
1937	*Jefe de la sección de Laboratorios del Hospital San Juan de Dios (Costa Rica).*
1940	*Nombrado Director del Instituto Nacional de Higiene (Costa Rica).*
1942	*Recibe el título "Doctor Honoris Causa" de la Universidad de Costa Rica. Miembro de la Sociedad de Biología de Bolivia.*
1943	*Es declarado "Benemérito de la Patria".*
1944	*Después de una penosa dolencia, fallece en su hogar, el 16 de mayo.*

CLODOMIRO PICADO TWIGHT

OBRAS COMPLETAS

CONTENIDO

VOLUMEN I. Las bromeliáceas epífitas como medio biológico
Pasteur y Metchnikoff
El Museo Pasteur de Estrasburgo

VOLUMEN II. Vacunación contra la senectud precoz

VOLUMEN III. Serpientes venenosas de Costa Rica

VOLUMEN IV. Biología hematológica elemental comparada
Investigaciones sobre fisiopatología tiróidea

VOLUMEN V. Trabajos experimentales publicados en revistas

VOLUMEN VI. Intervenciones del Dr. C. Picado T. en la prensa

VOLUMEN VII. Información biográfica, homenajes y publicaciones sobre el Dr. C. Picado T.

CONTENIDO

– Presentación. A. Trejos Willis 13

– Las bromeliáceas epífitas consideradas como medio biológico 17

– Pasteur y Metchnikoff 245

– El Museo Pasteur de Estrasburgo 311

PRESENTACION

Tuve la oportunidad de convivir con Clorito por cuatro años y la faceta de su personalidad que más me impresionó fue una clase particular de amor, no a la ciencia, ni a la verdad, sino a la búsqueda de la verdad a través de la ciencia, al continuo hacer en pos de nuevas verdades. Como parte de su filosofía, Clorito dudaba de la verdad establecida y hacía de esa duda y de la búsqueda de la verdad, la razón de su vida. En diversas oportunidades contaba que Moisés, a pesar de ser tan inteligente –como para evitar decir que él había hecho las Tablas de la Ley, adjudicando la paternidad a otro, por si algo salía mal– había sin embargo olvidado incluir el undécimo mandamiento: "Desconfiarás de tu prójimo como de ti mismo". A este respecto, en una entrevista que concedió a la Srta. Emma Gamboa, manifestaba que el método científico por él usado era muy sencillo: consistía en **ver, observar y dudar,** dudar de que sea correcto lo que se está observando y experimentar para comprobar esa apreciación. También era familiar escucharle decir que, a diferencia de esos rotulitos que figuran en nuestras pulperías que dicen "Hoy no se fía, mañana sí", en ciencia lo que es válido decir es "Hoy se fía, mañana no".

Lo anterior resume lo que hizo Clorito durante toda su vida, lo que le permitió remontarse a alturas inmensas, tan altas que no hubo en Costa Rica quien pudiera continuar sus trabajos. En muchos casos, se adelantó a investigadores de otros países, que apenas hoy están planteándose hipótesis de trabajo sobre temas que Clorito desarrolló en 1920 y años posteriores.

Sus méritos en investigación científica, su permanente interés en procurar soluciones a los problemas que aquejaban a nuestro pueblo, la vigencia de su pensamiento y de su método

de búsqueda de la verdad, la calidad de sus escritos, son algunos de los elementos que desde hace mucho tiempo, han llevado a proponer –a quienes aquilataron y apreciaron su aporte– la recopilación, y edición de toda su obra. Misión por demás inmensa, tanto por lo elevado de su producción, como por el hecho de que varios de sus escritos fueron publicados en idiomas distintos al español.

Creada por decreto ejecutivo, la Comisión de Celebración del Centenario del Nacimiento del Dr. Clodomiro Picado T., se abocó a localizar todos los documentos aparecidos en los distintos medios; y gracias a la dedicación y esfuerzo de la Editorial Tecnológica de Costa Rica, vemos hoy cumplido ese sueño tanto tiempo acariciado, de tener, reunida en una colección, la obra completa del Dr. C. Picado T.

Digamos algunas palabras sobre los escritos del Dr. Picado:

Las bromeliáceas epífitas como medio biológico, que es su tesis doctoral, es la obra con la que se inicia el primer volumen de esta colección. En ella Clorito, además de una revisión de las condiciones climáticas en que se desarrollan las bromeliáceas, hace un detallado estudio de los seres que encuentran su habitat temporal o permanente entre las hojas de estas plantas.

Pasteur y Metchnikoff es un hermoso ensayo en el que Clorito, haciendo gala de su capacidad literaria, establece un paralelismo entre las vidas de estos dos grandes científicos.

El Museo Pasteur de Estrasburgo es una hermosa descripción de las salas de esta Institución, en la que se conservan los principales avances de las ciencias médicas y biológicas, y que fue visitada por Clorito con motivo del centenario de Pasteur. Este es el último de los documentos incluidos en el primer volumen de estas Obras Completas.

Vacunación contra la senectud precoz es la obra en que Clorito expone sus hallazgos e hipótesis en inmunología del envejecimiento, producto de largos años de investigación y trabajo sobre este tema.

Serpientes venenosas de Costa Rica, que aparece como volumen tercero en esta colección, es quizá la obra más conocida del Dr. Picado, pues sus trabajos sobre ofidismo tuvieron amplio reconocimiento dentro y fuera del país.

Biología hematológica elemental comparada constituye con ***Investigaciones sobre fisiopatología tiróidea*** el cuarto volumen. La primera de estas dos obras –escrita conjuntamente con el Dr. Alfonso Trejos Willis– es un ensayo, con fines divulgativos, sobre la biología de la sangre. Clorito quería, con esta obra, dar un aporte al país desde la Universidad. En cuanto al libro de fisiopatología tiróidea, es un informe sobre las investigaciones desarrolladas por Clorito en el Instituto Nacional de Higiene, sobre un tema que siempre preocupó sobremanera a nuestro científico: las deficiencias tiróideas endémicas en nuestro país por la carencia de yodo.

En el quinto volumen se recogen los trabajos experimentales que le fueron publicados en revistas. En este material se puede observar con claridad la amplia gama de intereses científicos de Clorito, pues procuraba no solo satisfacer su curiosidad, sino también investigar y experimentar en los aspectos que el país requiriera.

En el sexto volumen de esta colección se han recopilado todas las intervenciones de Clorito en la prensa que fue posible localizar. Este material complementa la imagen de nuestro científico como un hombre consciente de su responsabilidad social.

El último volumen es **sobre** Clorito. En él se presenta una pequeña biografía, basada en documentos y fotografías que pudieron obtenerse. También recoge información sobre homenajes que se han tributado a nuestro sabio.

A nombre de la Comisión, expreso el más profundo agradecimiento a las personas que ofrecieron su apoyo a esta empresa en distintas formas. La reunión de esfuerzos es lo que ha hecho posible este logro del país.

Alfonso Trejos Willis

LAS BROMELIACEAS EPIFITAS CONSIDERADAS COMO MEDIO BIOLOGICO

Versión original en francés, publicada en el
Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique, 1913.

Primera edición,
Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1988

Colaboraron en la traducción:

- Róger Bolaños Herrera
- Carlos González Alvarado
- Ilka Hernández Noguera
- Paulina Retana Acevedo
- Raúl Rojas Figueroa

CONTENIDO

ACTA SOBRE LA TESIS DEL SR. CLODOMIRO PICADO 23

PROLOGO 27

CAPITULO I.–Antecedentes 31

CAPITULO II.–Biología de las bromeliáceas epífitas 39

A. Las bromeliáceas de Costa Rica 39
B. Datos obtenidos acerca de la organización y fisiología de las bromeliáceas 48
C. Nuevas investigaciones sobre los fenómenos de nutrición en las bromeliáceas epífitas 55

CAPITULO III.–El medio bromeliano 71

Constitución del medio 71
Principales relaciones entre las bromeliáceas y su fauna 77
Origen y diseminación de la fauna bromelícola 82
Consideraciones sobre la biología y la fauna de otras plantas-reservorio 95

CAPITULO IV.–Biología y morfología de algunos animales bromelícolas 101

1. Quironómidos 101
2. *Megarhinus superbus* D. y K. (culícido) 118
3. *Leptostyla gibbifera* n. sp. (hemíptero) 125
4. *Scirtes championi* Picado (coleóptero) 130
5. *Andiodrilus biolleyi* Cogn. de Mar. (oligoqueto) 143

CONCLUSIONES 153

INDICE BIBLIOGRAFICO 157

APENDICE.–Lista de animales bromelícolas actualmente conocidos 163

Série A n° 69
N° D'ORDRE 84

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR

M. C. PICADO

1re THÈSE. — LES BROMELIACÉES ÉPIPHYTES CONSIDÉRÉES COMME MILIEU BIOLOGIQUE.

2e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 14 novembre 1913 devant la Commission d'examen

Jury d'examen

MM.	CAULLERY	*Président.*
	MOLLIARD	*Examinateurs.*
	RABAUD	

LILLE
IMPRIMERIE L. DANEL

1913

MINISTERIO DE INSTRUCCION PUBLICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
UNIVERSIDAD DE PARIS

ACTA

Sobre la Tesis del Señor Clodomiro Picado
"Las Bromeliáceas epífitas consideradas como Medio Biológico"

Miembros del Jurado:
- Caullery, Presidente, Relator.
- Molliard
- Rabaud

Este trabajo se maduró y terminó en el Laboratorio de Evolución de los Seres Organizados, pero había sido preparado, en gran parte, de materiales que habían sido recogidos anteriormente en Costa Rica; patria del Sr. Picado. Es el resultado de un esfuerzo muy personal, que el autor ha llevado a cabo con una persistencia y un ardor que merecen ser señalados.

Las bromeliáceas, vegetales epífitos propios de la América Tropical, retienen entre sus hojas agua y constituyen así innumerables pequeños acuarios suspendidos, hábitat de una fauna muy variada. Durante una cuarentena de años, en diversas oportunidades, se han descrito representantes de esa fauna y, por otra parte, el botánico Schimper había estudiado las condiciones fisiológicas de la vegetación de las bromeliáceas, condiciones muy especiales, puesto que la absorción no se efectúa por las raíces; la planta deriva sus alimentos minerales u orgánicos de sustancias contenidas en el agua acumulada entre las hojas: se realiza, en este caso, una absorción gradual de restos orgánicos animales y vegetales en putrefacción, dejando un residuo sin analogía con la turba.

Siendo así, el Sr. Picado, no se limitó a recoger y a estudiar un punto de vista de la simple sistemática zoológica de los animales que habitan las bromelias, sino que trató de establecer las condiciones específicas del medio biológico realizado por ellas; es entonces un tema de Ecología General de una verdadera am-

plitud, a la cual él aportó una contribución de las más interesantes y de una verdadera originalidad. Su memoria será un documento interesante para el conocimiento de la fauna bromelícola y guardará un interés indiscutible desde el punto de vista de la zoología general.

He aquí un análisis rápido: después de indicar la génesis de las investigaciones, el autor hace una historia rápida de las nociones precedentes adquiridas. El capítulo siguiente está dedicado a la biología de las bromeliáceas y relata las condiciones generales de origen climatológico que determinan su distribución en Costa Rica; cita luego los trabajos de Schimper y agrega sus contribuciones personales. Concluye que las bromeliáceas se nutren exclusivamente a expensas de los detritos acumulados en el agua, en la axila de sus hojas, absorbiendo gracias a las escamas foliares sales minerales y sustancias ternarias y proteicas: las transformaciones serán la obra de enzimas ligadas a una goma con acción amilolítica y tríptica. Mi collega Molliard está más calificado que yo para discutir esta parte de la memoria.

El capítulo III, titulado ***El Medio Bromeliano****, estudia las condiciones que las bromeliáceas ofrecen a los animales. El agua no se pudre. Ella encierra las sustancias nutritivas. La parte joven de la planta es un verdadero acuario subdividido en numerosas partes independientes; y la parte periférica, vieja, un terrarium; el conjunto ofrece un medio análogo a aquel que se forma en el humus. Desde otro punto de vista, el bosque tropical no da lugar a las charcas terrestres. Las bromeliáceas epífitas constituyen, como dice el autor, en su conjunto, una inmensa charca aérea infinitamente fraccionada y permanente, aún durante la estación seca. En estas condiciones se comprende que abrigue una fauna numerosa y variada. Esta le es propia; los animales, en efecto, son constantes, no encontrándose en tierra; ellos se reproducen y perpetúan en las bromeliáceas. De ahí la idea de que ellos tienden a adaptarse y el Sr. Picado examina aquellas de sus particularidades que podemos considerar como una adaptación especial. Aquí él examina también el problema del origen y la propagación de la fauna bromelícola, problema que contiene bases generales, pero también numerosas soluciones especiales para cada tipo en particular. El comparó, finalmente, los diversos*

resultados con lo que muestran otras plantas que forman también reservorios de agua aérea.

El capítulo IV está consagrado al estudio morfológico y biológico de un cierto número de animales bromelícolas (numerosas larvas de quironómidos, de culícidos, hemípteros, coleópteros y un notable oligoqueto) que el Sr. Picado ha observado durante su desarrollo y cuya anatomía ha estudiado.

La memoria se termina en una lista de los animales bromelícolas conocidos actualmente. Me limito a mencionar que las investigaciones del Sr. Picado hicieron pasar el total de especies que comprendían una centena a 232, de las cuales 49 son enteramente nuevas para la ciencia. Finalmente, este trabajo está abundante y hábilmente ilustrado.

El resumen precedente es suficiente para mostrar todo el interés de la memoria del Sr. Picado y la originalidad de su fisonomía. Será un honor para la colección de tesis para el Doctorado de la Universidad, defendido inobjetablemente, la comparación con buenas tesis de Doctorado en Ciencias. Termino entonces insistiendo en que este ejemplo muestra la utilidad de las disposiciones liberales, ofrecidas por el Doctorado de la Universidad a los investigadores extranjeros.

París 23 de mayo de 1913
Maurice Caullery

El Sr. Picado ha expuesto claramente los resultados de su trabajo y discutido de manera juiciosa las objeciones que le fueron presentadas. El ha respondido de manera satisfactoria a las preguntas propuestas por la Facultad y el jurado, por unanimidad le confiere la mención de ***muy honorable.***

París 15 de noviembre de 1913
Maurice Caullery

PROLOGO

Cuando en 1910, el Sr. J. F. Tristán me puso al corriente de los recientes descubrimientos de P. P. Calvert sobre la fauna de las bromeliáceas epífitas y particularmente sobre los odonatos bromelícolas, pensé en emprender el estudio de las bromeliáceas epífitas como medio biológico. El Sr. J. F. Tristán luego de mucho tiempo, había descubierto una cierta cantidad de especies bromelícolas y C. Wercklé acababa de publicar una memoria de fitogeografía, en la cual mencionaba una ranita bromelícola del país encontrada por él. Comencé por explorar las bromeliáceas de los alrededores de Cartago; las búsquedas fueron fructuosas pues la fauna era abundante. Una vez hechas mis colecciones, las pasé a los Sres. Tristán y A. Alfaro quienes tuvieron la amabilidad de hacerlas estudiar por algunos especialistas.

Además de los Sres. Tristán y Alfaro, fui ayudado por otras personas: el Sr. doctor Gustave Michaud tuvo la gentileza de hacer el análisis químico de los detritus y el agua de las bromeliáceas; mis amigos los hermanos Sancho me brindaron una gran hospitalidad en sus propiedades de «La Estrella» y del «Plantón»; ellos me ayudaron a cada instante a procurarme numerosas bromeliáceas de sus bosques. Mi amigo J. M. Caballero dibujó para mí, de manera totalmente desinteresada, cierto número de figuras.

De vuelta en Europa, continué mis estudios en París, en el Laboratorio de Evolución de los Seres Organizados de la Facultad de Ciencias; allí recibí una gran acogida de parte del Sr. profesor M. Caullery, a quien agradezco profundamente los consejos y enseñanzas que me dio, tanto en el laboratorio, como du-

rante mi estancia en Costa Rica. Mi paso por el Laboratorio de la calle de Ulm quedará entre mis mejores recuerdos.

Por recomendación del Sr. Caullery, el Sr. Costantin me permitió trabajar en los Invernaderos del Museo y los Sres. G. Bertrand y Molliard me proporcionaron útiles consejos.

En el Laboratorio, mi amigo y camarada D. Keilin me dio, además de sus buenos consejos, todas las indicaciones técnicas para el estudio de mis colecciones zoológicas; el Sr. doctor Emile Guyénot me ayudó con las investigaciones bioquímicas.

La corrección y publicación de mis notas fue realizada bajo la paciente dirección del Sr. Et. Rabaud; es a su constante amabilidad que debo la buena presentación de mi memoria. Se lo agradezco de todo corazón.

Los especialistas que tuvieron a bien identificar mis animales son:

Ch. P. Alexander (tipúlidos)
N. Banks (arácnidos)
P. Bartsch (moluscos)
P. M. de Beauchamp (planarias y rotíferos)
A. Borelli (forfículos)
E. L. Bouvier (onicóforos)
P. P. Calvert (odonatos)
D. W. Coquillet (dípteros)
G. C. Champion (coleópteros, hemípteros)
H. D. Dyar (larvas de lepidópteros)
J. H. Durrant (lepidópteros)
O. Heidemann (hemípteros)
D. Keilin (larvas de dípteros)
J. Knab (dípteros)
C. D. Marsh (copépodos)
W. Michaelsen (oligoquetos)
P. de Peyerimhoff (larvas de coleópteros)
G. M. Muller (ostrácodos)
J. A. Rhen (ortópteros)
H. Richardson (isópodos)
J. Silvestri (miriápodos)
L. Stejneger (batracios)

Le debo una mención muy especial a los Sres. Bouvier, Calvert, Champion, Knab, de Peyerimhoff y Scott quienes, además, muy amablemente me dieron todas las indicaciones que pudieron recoger sobre el tema de la fauna bromelícola; de igual forma, a los botánicos Goebel y Mez quienes me proporcionaron, con una gentileza extrema, las referencias que les solicité.

Los Sres. H. du Buysson y L. Diguet me proporcionaron un cierto número de referencias sobre los animales colectados por el segundo en las bromeliáceas de México.

Finalmente debo agradecer la muy amplia colaboración de la redacción del *Bulletin Scientifique,* para la publicación de esta memoria, la cual deseo que sea un testimonio de vívida gratitud, para todos aquellos que de una u otra manera me ayudaron.

Capítulo I

ANTECEDENTES

Se sabe que por lo general, no existen charcos permanentes en los grandes bosques. Eso se comprende. Se ha calculado, en efecto, que un bosque de encinos, por ejemplo, pierde en un año una cantidad de agua suficiente como para formar un lago de una profundidad de 50 centímetros cubriendo la extensión del bosque. Si es así para un bosque formado de árboles cuya superficie de evaporación es relativamente pequeña y en países templados, con mayor razón lo será en los países tropicales, donde las selvas, que contienen árboles gigantescos, están sometidas a un calor tórrido que provoca una evaporación muy intensa. Otras causas se suman a la evaporación y son obstáculo para la acumulación del agua en el suelo de estas selvas. Una de las causas principales es el drenaje del suelo por las raíces; éstas, aún después de muertas, constituyen verdaderos caños, que, hundiéndose 20 ó 30 metros y más aún, conducen el agua a grandes profundidades. Las selvas tropicales y los charcos permanentes parecen, por lo tanto, excluyentes unas de otros.

Por consiguiente, habría que pensar que en estas selvas están ausentes los animales que habitan ordinariamente en los charcos o que, por lo menos, no pueden desarrollarse sin agua. Sin embargo no es así, a las libélulas se las encuentra en plena selva, lejos de todo charco, aún las más grandes, tales como *Megaloprepus* y *Mecistogaster,* así como coleópteros con larvas acuáticas, tricópteros y toda una legión de mosquitos, los cuales son habitantes de la selva y que el hombre encuentra desde que entra en ella.

¿De dónde provienen estos animales y dónde están los charcos necesarios para su desarrollo?

Los naturalistas que se han hecho la pregunta, han pensado inmediatamente en las plantas capaces de retener agua. Seguramente, estas plantas no son muy numerosas, pero cada región las posee: algunas dipsáceas y gramíneas en Europa, las *Sarracenia* en América del Norte, los *Nepenthes* en Oceanía, palmeras en Africa, bambúes en Asia, musáceas y bromeliáceas en la América tropical, sin contar los musgos y hepáticas capaces también de retener agua, aunque en proporciones demasiado ínfimas como para servir de hábitat a los animales de cierto tamaño.

En todas estas plantas se han encontrado algunos habitantes: quironómidos en las gramíneas y las *Sarracenia, Cyclops* y *Orchestia* en las palmas, varios insectos en los *Nepenthes,* odonatos en las liliáceas y bambúes, mosquitos en las musáceas y, finalmente, los más diversos animales en las bromeliáceas. La mayoría de estos descubrimientos son el resultado de las investigaciones emprendidas en el curso de los últimos años, con el fin de conocer los hábitats de las larvas de culícidos.

La presencia de animales acuáticos en las selvas desprovistas de charcos se encuentra, por lo tanto, explicada y por lo mismo se ha podido imaginar el hábitat de ciertas larvas. Es así como Barrett (1900) pensó que las larvas de *Megaloprepus* y *Mecistogaster* deben vivir en las bromeliáceas epífitas. –Más tarde, Knab (1907) encontró las primeras de estas larvas de *Odonata* en Córdoba (México), en el agua retenida por las hojas de las bromeliáceas epífitas. Su descubrimiento no fue publicado sino hasta que Philip P. Calvert (1905) señaló la presencia de un odonato, *Mecistogaster modestus* Selys, en las bromeliáceas epífitas de Juan Viñas (Costa Rica). Más tarde , Calvert comprobó que los imagos nacidos en cultivos hechos por Knab pertenecían a esta misma especie. Calvert, en su viaje a Costa Rica en 1909, recolectó otros animales habitantes de las bromeliáceas epífitas.

Sin embargo, el interés de los naturalistas en este asunto no es reciente. El primer trabajo consagrado a este tema es del gran naturalista Fritz Müller (1879). Durante la época en que Fritz Müller vivía en Brasil y se ocupaba de la fauna de las bromeliáceas epífitas, Schimper no había hecho todavía sus descubrimientos sobre la fisiología de estas plantas (1884) y es por

esto, sin duda, que Müller no pensó en establecer una relación entre las bromeliáceas epífitas y su fauna. Müller fue, sin embargo, el primero en suponer que los detritus retenidos por las bromeliáceas epífitas podían servir para su nutrición.

Los diversos trabajos relativos a la biología y la fauna de las bromeliáceas epífitas pueden dividirse en tres categorías:[1]

A. Aquelllos que tienen por objeto los animales bromelícolas independientemente de las condiciones del medio.

B. Aquellos que tratan sobre la biología de las bromeliáceas.

C. Trabajos sobre las relaciones entre las bromeliáceas y su fauna.

A. TRABAJOS QUE TRATAN EXCLUSIVAMENTE SOBRE LOS ANIMALES BROMELICOLAS

A este primer grupo pertenecen, en primer lugar, los trabajos de Fritz Müller, quien describe un ostrácodo citérido, *Elpidium bromeliarum,* descubierto por él en las bromeliáceas epífitas del Brasil (1879 y 1884). El mismo autor da una lista de los diversos grupos de animales que se encuentran representados en la fauna bromelícola. Además, trata de explicar cómo los *Elpidium* pasan de una planta a la otra, considerados por él como habitantes exclusivos de las bromeliáceas.

En 1883, Friedenreich describe un coleóptero, *Pentameria bromeliarum,* cuyas larvas habitan en el agua de las bromeliáceas del Brasil.

En 1884, D. Sharp describe otro coleóptero, *Onthostygnus fasciatus,* proveniente de las bromeliáceas epífitas de México.

F. W. Kirby (1897) señala a las bromeliáceas epífitas de Chile como hábitat de las interesantes mariposas que pertenecen al grupo de los *Cástnidos.*

En 1900, Ohaus señala la presencia, en las bromeliáceas del Brasil, de un gran número de insectos, batracios y de *Peripatus.*

En 1904, Cognetti de Martiis indica la presencia de dos lombrices, *Andiodrilus biolleyi* y *Pheretima heterochaeta* Mich. en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica. El autor trata de explicar la presencia de las lombrices en esas plantas. [2]

En 1910 C. Wercklé describe una rana que normalmente habita en las bromeliáceas de Costa Rica.

En el mismo año, Calvert da una lista de diversos grupos animales encontrados por él en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica, y en 1911 identifica algunos de estos animales.

Varias descripciones de los animales que encontré en las bromeliáceas de Costa Rica fueron publicadas ese mismo año o en el siguiente por diferentes autores:

L. Stejneger (1911) describió dos batracios: una salamandra, *Spelerpes picadoi*, y un sapo arborícola, *Gastrotheca coronata*. El mismo año, A. Borelli describe algunas nuevas especies de forfículos: *Lepitsolabis aliena, Parasparatta picadoi, Praos robustus* y *Neolobophora insolita*.

P.M. de Beauchamp (1912 y 1913) describió nuevas planarias: *Geoplana picadoi, Rhynchodemus bromelicola, Rh. costarricensis* y *Prorhynchus metameroides*.

W. Michaelsen (1912) describió los oligoquetos *Aulophorus superterrenus, Dichogaster picadoi, Dichogaster pitahayana* y *Andiodrilus orosiensis*.

Ch. P. Alexander describió en 1912 un tipúlido: *Mongoma bromeliadicola*.

F. Knab (1912 y 1913) describió un Rhyphidae y un Eristalinae: *Anisopus picturatus* y *Luichuana picadoi*.

G. C. Champion describió dos coleópteros, *Musicoderus spinicornis* y *Metamasius bromeliadicola* y un hemíptero, *Pamera albo-annulata*.

En 1912, Knab y Malloch describen un Borboridae proveniente de los cultivos de las larvas descubiertas por Knab en las bromeliáceas epífitas de México: esta especie es *Limosina bromeliarum*.

H. Scott (1912) describió dos coleópteros, *Aglymbus bromeliarum* y *Cyclonotum urichi*, provenientes de las bromeliáceas de las islas de la Trinidad y la Dominica.

R. Shelford (1912) describió un Blattidae, *Homalopteryx scotti,* que encontró Scott en las mismas islas.

W. L. Distant (1912) describió un hemíptero, *Microvelia insignis,* también encontrado por Scott en las mismas localidades.

F. Knab describió en 1913 un culícido, *Megarhinus iris,* que proviene de los cultivos llevados a cabo por F. W. Urich en Trinidad.

El mismo autor, señala en otra nota (1913) la presencia de larvas de *Helodinae* en las bromeliáceas epífitas de México.

Yo describí (1913) un *Helodinae, Scirtes championi,* así como las principales características de su larva, la cual habita en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica.

Walsinghan describió (1913) una mariposa, *Valentinia bromeliae,* que provino de una larva encontrada por Knab en las bromeliáceas de México.

B. TRABAJOS QUE TRATAN EXCLUSIVAMENTE SOBRE LA BIOLOGIA DE LAS BROMELIACEAS EPIFITAS[3]

En 1884, y luego en 1888, Schimper mostró el gran interés que se atribuye al estudio de las bromeliáceas epífitas. El fue el primero que dio cuenta del agua retenida por estas plantas y de los detritus que se depositan en ellas.

Schimper demuestra que las bromeliáceas epífitas no tienen necesidad de tomar su alimento de la planta que las sostiene, pero que sí se nutren a expensas de los detritus retenidos entre sus hojas, la absorción de agua y sales disueltas se efectúa por las escamas foliares.

En 1904, C. Mez publica una larga memoria sobre el mecanismo de absorción por las escamas de las bromeliáceas epífitas y establece que éstas funcionan a manera de bomba aspirante, llevando a cabo prácticamente una verdadera succión.

En 1906, Tietze, gracias al estudio comparativo de las escamas en los diversos grupos de bromeliáceas, demuestra la progresiva especialización de esas escamas para las funciones

nutritivas; al mismo tiempo, hace la anatomía comparada del aparato vegetativo de diversas bromeliáceas.

En una memoria sobre la fitogeografía de Costa Rica, C. Wercklé (1909) examina las condiciones climáticas a las cuales están sometidas las bromeliáceas y otras plantas. El autor considera a Costa Rica como el país donde están mejor representadas las bromeliáceas, tanto por el número de especies e individuos como por el tamaño de las plantas.

En 1910 K. Aso, al estudiar experimentalmente la absorción de las diversas sales por las escamas de las bromeliáceas, comprueba que esta absorción es indiscutible en las *Tillandsia,* mientras que es nula en las *Ananas.*

C. TRABAJOS SOBRE LAS RELACIONES ENTRE LAS BROMELIACEAS Y SU FAUNA

Entre estos últimos trabajos, hay que mencionar en primer lugar el de Lutz (1903). Este autor confirma, por una parte, que las larvas de culícidos habitan por centenares en las bromeliáceas epífitas del Brasil; él piensa que, por lo menos, la quinta parte de los culícidos conocidos habitan, exclusivamente, en las bromeliáceas. Por otra parte, él comprueba que *los detritus no se pudren mientras permanezcan en las bromeliáceas, pero que sí se pudren en cuanto se les retira de la planta y se les coloca en un recipiente.*

Lutz adelanta, además, que los animales bromelícolas rara vez vienen a respirar en la superficie del agua; éstos respiran apoyándose contra la pared sumergida de la hoja que, según él, desprende oxígeno.

Calvert, en 1911, compara la distribución de las bromeliáceas epífitas con la de las libélulas de grupo *Pseudostigma* Selys; y constata que dicha distribución es la misma y considera que todo este grupo tiene larvas bromelícolas.

Calvert menciona una larva de coleóptero y un hemíptero sumamente aplastados y cree ver en este aplastamiento una adaptación a la vida bromelícola. El autor expone, además, una

teoría que permitiría comprender cómo las libélulas han comenzado a poner en el agua de las bromeliáceas.

Tal es el estado de los conocimientos actuales sobre la fauna de las bromeliáceas epífitas. No existen trabajos que enfoquen en conjunto la fauna bromelícola y las diversas condiciones del medio mantenidas por las bromeliáceas epífitas: éste es el estudio que he emprendido.

Desde 1911, he sostenido que hacía falta considerar a las bromeliáceas epífitas como un medio biológico que mantiene condiciones sumamente especiales, y me he interesado en indicar los principales rasgos, tratando de extraer de los hechos obtenidos algunas ideas generales, relativas al origen y transmisión de la fauna bromelícola.

Luego (1912) he intentado explicar la causa por la cual no se pudren los detritus retenidos por las bromeliáceas; he puesto en evidencia la absorción de sustancias orgánicas (compuestos ternarios y albuminoides) por las hojas de estas plantas luego de una digestión previa de los detritus, vegetales y animales, retenidos entre sus hojas. Finalmente he considerado a las bromeliáceas epífitas como charcos aéreos que eliminan las sustancias de la descomposición producidas entre las hojas y he comparado el **medio bromeliano** con el medio constituido por las otras plantas-depósito. Hice, con este propósito, diversas notas sobre la biología de algunos animales bromelícolas.

En el presente trabajo, vuelvo a tomar y desarrollar las ideas expuestas en mis notas preliminares, esforzándome por analizar los principales fenómenos vitales, cuyo sitio son las bromeliáceas epífitas. Enfocaré estas plantas como un **medio vivo** y no como un simple depósito de agua y polvos orgánicos. Mostraré, además, las diferencias que separan a las bromeliáceas de cualquier otra planta capaz de retener agua. Cuestionaré sobre el origen de la fauna bromelícola y sobre su paso de una planta a la otra, buscando presentar una explicación satisfactoria para este conjunto de hechos. Finalmente, procuraré señalar las principales adaptaciones de la fauna bromelícola a su medio. Otra parte del presente trabajo, será consagrada al estudio de los diversos animales bromelícolas, cuya organización me pareció digna de interés.

NOTAS

1 Al no poder, sin menoscabar la claridad de la exposición, hacer el examen cronológico de estos diversos trabajos, me limitaré aquí a dar breves indicaciones, reservándome el examen en detalle de cada trabajo para los diversos capítulos de esta memoria.

2 Estos oligoquetos fueron encontrados en las bromeliáceas por Biolley y Tristán, quienes, al mismo tiempo, recogieron un gran número de especies de diversos animales en esas mismas plantas, pero las descripciones hechas por los especialistas no indican el hábitat de estas especies.
Durante el año 1903, el Sr. Leon Diguet recolectó en México dos ortópteros y una rana en las *Tillandsia*. –Debo estas informaciones a la gentileza del Sr. du Buysson.

3 No teniendo a mano los múltiples trabajos sobre las bromeliáceas, me limito a señalar solo aquellos que más especialmente han tratado la cuestión de la que me ocupo.

Capítulo II

BIOLOGIA DE LAS BROMELIACEAS EPIFITAS

Es importante ante todo comprender la biología de las bromeliáceas epífitas, pues solo esto nos permitirá concebir en forma exacta ciertos hechos, de donde resultan las condiciones tan especiales de la vida en las hojas de estas plantas; también explicaremos varios fenómenos observados anteriormente por otros naturalistas, pero que aún permanecen sin explicación.

Sobra decir que la distribución geográfica de la fauna bromelícola no puede diferir de la de las bromeliáceas; que toda condición climatológica u otra que incida directamente en el desarrollo de estas plantas, en el número de individuos, en la forma en que vegetan, en su tamaño y en la cantidad de agua que retienen influye sensiblemente en la fauna que las puebla; y que la fauna que vive en el agua y los detritus retenidos por las bromeliáceas epífitas recibe las consecuencias de toda acción biológica ejercida por estas plantas sobre el agua y sobre los detritus que retienen.

Entonces, se debe examinar, en forma cuidadosa, la biología de las bromeliáceas silvestres y tratar de reproducir, mediante experimentos de laboratorio, algunos de los fenómenos biológicos característicos de estas plantas capaces de influenciar en forma notoria la fauna que vive en sus hojas.

A. LAS BROMELIACEAS DE COSTA RICA

Costa Rica se presta particularmente a las observaciones sobre la biología de estas plantas, pues, además de su latitud[4], el país se encuentra orientado de N.-O. a S.-E., situación que lo coloca justo perpendicularmente a los vientos del N.-E. Estos

vientos, después de haber atravesado el Mar Caribe, en donde se saturan de humedad, llegan a la costa atlántica con una gran fuerza, aumentados con la brisa del mar.

Dado que en su parte más angosta, el país tiene aproximadamente 200 kilómetros, se podría pensar que se encuentra expuesto a estos vientos; pero no es así. El país se encuentra, en efecto, atravesado, siguiendo su línea media y a todo lo largo, por una cadena de montañas de una altura promedio de 3 000 metros. Esta cadena constituye una barrera infranqueable para los vientos provenientes del Mar Caribe. Por consiguiente, toda la región perteneciente a la vertiente del Pacífico se encuentra protegida de estos vientos y en condiciones climatológicas muy diferentes a las de la región de la vertiente atlántica.

La zona atlántica es, en efecto muy húmeda; las lluvias son muy frecuentes y el calor es tórrido.

En la zona del Pacífico el calor es igualmente tórrido, pero el aire es muy seco; las lluvias son poco frecuentes durante seis meses del año; los vientos son casi nulos, pues la brisa marina es anulada por los vientos alisios.

Entre estas dos zonas extremas se encuentra el Valle Central a una altura comprendida entre los 1 100 y los 1 500 metros sobre el nivel del mar; está delimitado, hacia la región atlántica, por las altas cimas (4 000 metros aproximadamente) de la cadena central y respecto a la región pacífica, por otra sierra de montañas menos elevadas.

En el Valle Central predomina un clima templado, con una temperatura de 20°C en promedio. El viento del Atlántico que atraviesa un paso entre dos altas montañas, Irazú y Turrialba, (Figura Nº 1) pasa sobre una parte del Valle Central, el Valle de Cartago, y choca contra la sierra secundaria, lo cual trae gran humedad y tiene influencia considerable sobre la vegetación en general.

Los vientos alisios llegan también al valle del Reventazón y penetran hasta el centro del país (Orosi) cambiando las condiciones climatológicas.

El poco viento N.E. que llega a la vertiente del Pacífico ya ha perdido toda su humedad pues las altas montañas del centro del país condensan el vapor de agua traído por los vientos alisios.

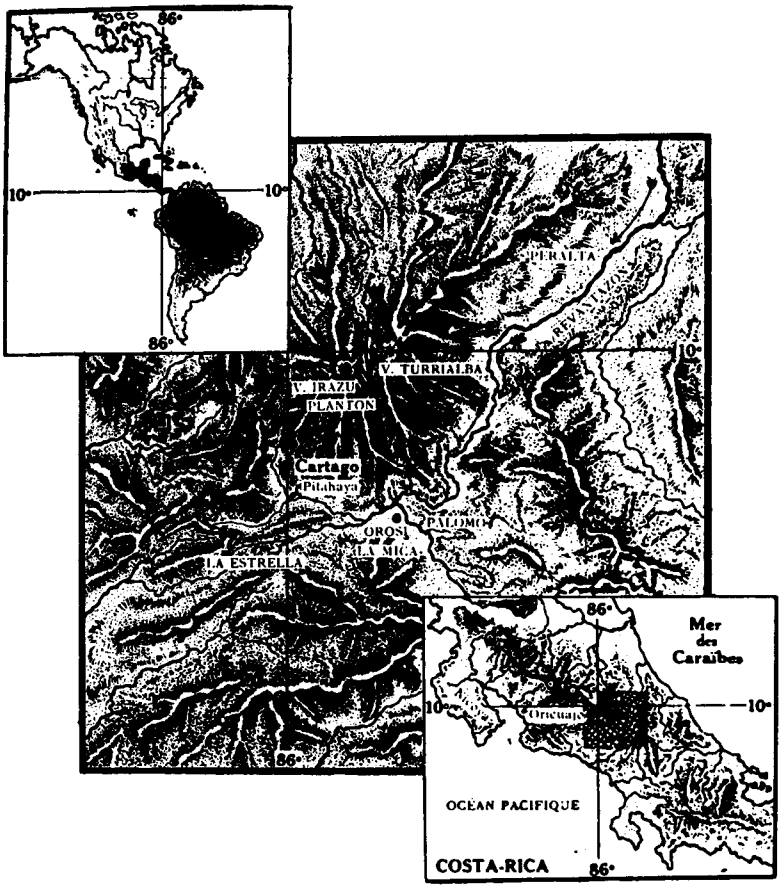


FIGURA Nº 1.–Parte central de Costa Rica, localidades exploradas. Las flechas indican las direcciones que toman los vientos que se meten entre las montañas.
Arriba se aprecia la distribución geográfica de las bromeliáceas.
Abajo: Costa Rica. El área cuadriculada de este mapa indica la porción representada en el centro (Caballero del).

La vegetación epífita es la primera en resentir estas diferencias de clima. Es así como en la zona de la costa atlántica, en donde llueve en forma casi ininterrumpida y en donde la temperatura es elevada, existe una gran cantidad de cactus epífitos y pocas especies terrestres, mientras que en la costa del Pacífico las especies epífitas están poco representadas, las especies terrestres sí se desarrollan muy bien.

*FIGURA Nº 2.–**Aechmea** gigantescas de la costa atlántica.*

En la zona atlántica, las bromeliáceas epífitas tienen dimensiones gigantescas, (Figuras Nº 2, 3 y 4) pero la cantidad de individuos es menor a la que se encuentra en el Valle Central.

En la región de la Costa del Pacífico, en donde dos estaciones se alternan regularmente, la sequía es intensa durante seis meses. En esta región, fuera de algunos picos muy elevados, adonde llegan los vientos del N.-E., las bromeliáceas epífitas solo se encuentran representadas por especies de tamaño insignificante y que retienen el agua solamente por capilaridad: algunos individuos de *Tillandsia bulbosa,* y especies vecinas capaces de almacenar agua en sus tejidos foliares, y también raros individuos de otras especies cuyas hojas muy coriáceas les permiten soportar esta desecación.

Es en el Valle Central que las bromeliáceas se han desarrollado mejor, sobre todo en la zona de la sierra secundaria de montañas contra la cual chocan los vientos del N.-E.

El viento que llega a estos lugares (La Estrella, la Mica, etc.) enfriado por su paso a través de la sierra principal de montañas

FIGURA Nº 3.–Diversas bromeliáceas epífitas (alrededores de Peralta).

trae consigo cierta cantidad de agua, sobre todo agua condensada bajo forma de neblina[5]: es este el verdadero centro

FIGURA Nº 4.–Una enorme ***Billbergia*** *sobre un árbol recubierto de vegetación epífita (Peralta).*

de vegetación de las bromeliáceas epífitas. En estas regiones, por las tardes, se puede apreciar, luego del crepúsculo, gran cantidad de neblina que cae sobre la selva. Esto se muestra en las fotografías de la lámina VI que representan la misma localidad, una fue tomada a las 8 de la mañana, la otra a las 5 de la tarde; ellas ponen en evidencia la importancia de estas precipitaciones de agua atmosférica que suministran la mayor cantidad de agua retenida por las bromeliáceas epífitas. La Figura Nº 5 nos muestra las formas principales que habitan en estas selvas y la Figura Nº 6 muestras recogidas en los alrededores.

Al N.-E. de Cartago, en las faldas del Volcán Irazú se encuentra cierta cantidad de bromeliáceas epífitas, sobre todo *Thecophyllum* (Figura Nº 7 y 8) adaptadas al clima excesivamente húmedo y frío de las regiones como "El Plantón", etc.

FIGURA Nº 5.–Principales tipos de bromeliáceas de las selvas de La Estrella: ***Guzmania, Thecophyllum, Tillandsia, Billbergia, y Vriesea.***

En el Valle de Orosi y Navarro, en donde hace un calor tórrido durante el día, frío bastante vivo durante la noche, y donde la humedad es mucho menos acentuada, se tiene a la vez bromeliáceas terrestres y epífitas que a menudo vegetan unas junto a las otras (Figura Nº 9). La Figura Nº 10 nos muestra un árbol del

mismo lugar, en donde las ramas inferiores están literalmente envainadas por las *Tillandsia*, mientras que algunas *Aechmea* muy grandes se desarrollan en los extremos de algunas ramas.

FIGURA Nº 6.–Dos grandes ***Tillandsia*** *de La Estrella.*

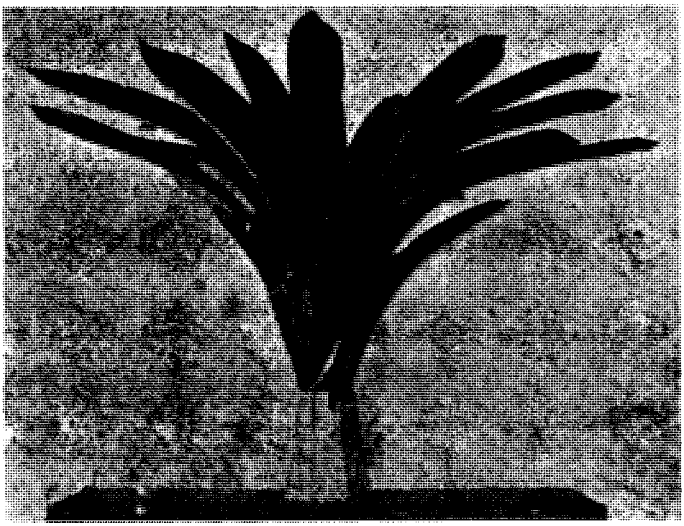


*FIGURA Nº 7.–****Thecophyllum*** *sp. de Plantón.*

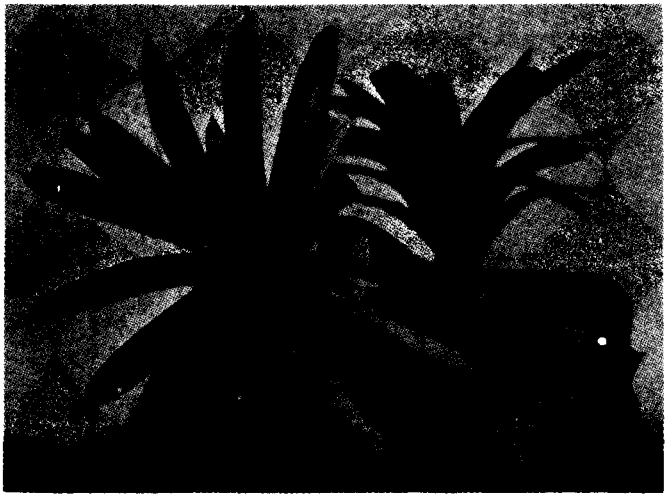


*FIGURA Nº 8.–**Thecophyllum** sp. de Plantón.*

FIGURA Nº 9.–Bromeliáceas epífitas y terrestres vegetando en conjunto (Orosi).

FIGURA Nº 10.–Arbol recubierto por las bromeliáceas epífitas. En el extremo de algunas ramas se aprecian bellas ***Aechmea*** *(Orosi).*

Son las regiones situadas a los alrededores del Valle de Cartago las que me suministraron las bromeliáceas más pobladas.

B.– DATOS OBTENIDOS SOBRE LA ORGANIZACION Y LA FISIOLOGIA DE LA BROMELIACEAS

Solamente haré una exposición somera de la constitución de las bromeliáceas epífitas pues, a pesar de que todo estudio biológico comporta necesariamente el conocimiento morfológico del ser en cuestión, en el caso presente, no es útil entrar en detalle.

Las bromeliáceas pueden definirse como *monocotiledóneas, terrestres o epífitas, generalmente acaules, con hojas en roseta; con inflorescencias en ramillete o espiga; flores con tres sépalos coriáceos, tres pétalos, seis estambres y tres carpelos pegados formando un ovario ya libre, ya más o menos adherente; semillas con albumen harinoso.*

El porte de las bromeliáceas típicas, muy característico, es comparable al de ciertas liliáceas o ágaves.

El aparato radicular es muy variable. En las especies epífitas está poco desarrollado y, en algunas de ellas, no existe: algunas *Aechemea, Catopsis,* etc. entierran un zarcillo en el tallo de sus anfitriones. El caso más frecuente en las especies epífitas es tener raíces delgadas y duras, que rodean, a veces completamente, y apretan con una gran fuerza las ramas de los árboles que las sostienen. En las especies terrestres, las raíces primarias no son largas; dan nacimiento a raíces laterales que, a su vez, se ramifican en copa.

Si se plantan bromeliáceas epífitas en tierra, pronto salen raíces, muy parecidas a las de las bromeliáceas terrestres; esto se da incluso en las especies que no tienen raíces en su estado natural. Las bromeliáceas que caen de lo alto de los árboles siguen muy a menudo vegetando en el suelo. Esta facilidad de adaptación permite cultivar en macetas todas las especies, casi sin excepción.

La mayoría de las bromeliáceas son acaules, esta característica es una de las más constantes en estas plantas; algunas de ellas sin embargo tienen un tallo bien desarrollado, tal es el caso de la *Puya* en donde el tallo es similar a las de ciertas *Aloe* o *Dracoena.* Algunas *Pitcairnia* tienen un aparato vegetativo semejante al de ciertas palmeras pigmeas. En la "barba de viejo", *Tillandsia usneoides* (lámina VII, Figuras Nº VI y 6), los tallos tienen la forma de filamentos suaves, largos y delgados, sostenidos por las ramas de los árboles.

En la mayor parte de las bromeliáceas terrestres, el tallo es un poco hinchado en su base y forma una especie de bulbo que semeja trompo, cuya punta estaría arriba. En las especies epífitas, el tallo casi se reduce a la superficie de inserción de las hojas.

La forma típica de las hojas de las bromeliáceas es la de una lámina de sable con borde dentado, sin peciolos, de las que la piña es el prototipo (Lámina VII, Figura Nº VII). Sin embargo, gran parte de las bromeliáceas tienen hojas pecioladas, su extremidad adherente es, al menos, sensiblemente estrecha; esta última disposición es, en particular, la de las *Pitcairnia,* con el limbo bastante ancho (Lámina VII, Figuras Nº II y 2).

En otras formas, por ejemplo ciertas *Cryptanthus* las hojas largamente pecioladas se unen a un tallo casi virtual. (Lámina VII, Figuras Nº 1 y 3). Ninguna bromeliácea con hojas pecioladas, sin importar la forma del limbo, puede convertirse en reservorio de agua y no se deben tomar en cuenta en este esbozo de morfología.

Con pocas excepciones, las hojas de las bromeliáceas epífitas son anchas, a veces gruesas, la parte próxima al limbo es mucho más ancha que la parte distal. Esta parte proximal forma ya sea cornetas que se encajan unas con otras (Lámina VII, Figuras Nº V y 5), o bien una ancha cavidad en forma de cuchara continuada por la parte estrecha del limbo, y a veces en forma de filamento (Lámina VII, Figuras Nº IX y 9). Se tienen, por supuesto, todas las formas intermedias entre estas formas extremas.

Desde el punto de vista de la estructura, una hoja de bromeliácea epífita típica (*Billbergia pyramidalis-croyana* por ejemplo) (Figura Nº 11) presenta entre las dos epidermis, dos partes bien diferenciadas: una superior con grandes células cúbicas, y paredes plegadas que constituyen el tejido acuífero y una parte inferior con células poliédricas irregulares formando un parénquima homogéneo, rico en cloroleucitos. En el seno de este parénquima se tienen manojos libero-lignosos acompañados con fibras de reforzamiento, manojos esclerenquimatosos y lagunas cavadas entre voluminosas células estrelladas, anastomosadas por sus puntas. En las *Aechmea* con hojas menos gruesas, el tejido acuífero se reduce un poco. En algunas *Tillandsia,* con hojas muy delgadas, se reduce a un solo asiento de células, mientras que el tejido lacunoso no está fraccionado y forma una capa continua.

Gracias a su forma de corneta o de cuchara y a su disposición relativa, estas hojas retienen constantemente gran cantidad de agua; retienen además y en abundancia detritus orgánicos.

Las hojas tienen un gran número de escamas dispuestas en forma variable, pero que constituyen órganos muy importantes y especiales en las bromeliáceas. Estas escamas tienen la forma de un escudete o de una sombrilla china; la forma más común es la que tienen gran cantidad de *Tillandsia,* tal es el caso de la escama representada por la Figura Nº 12.

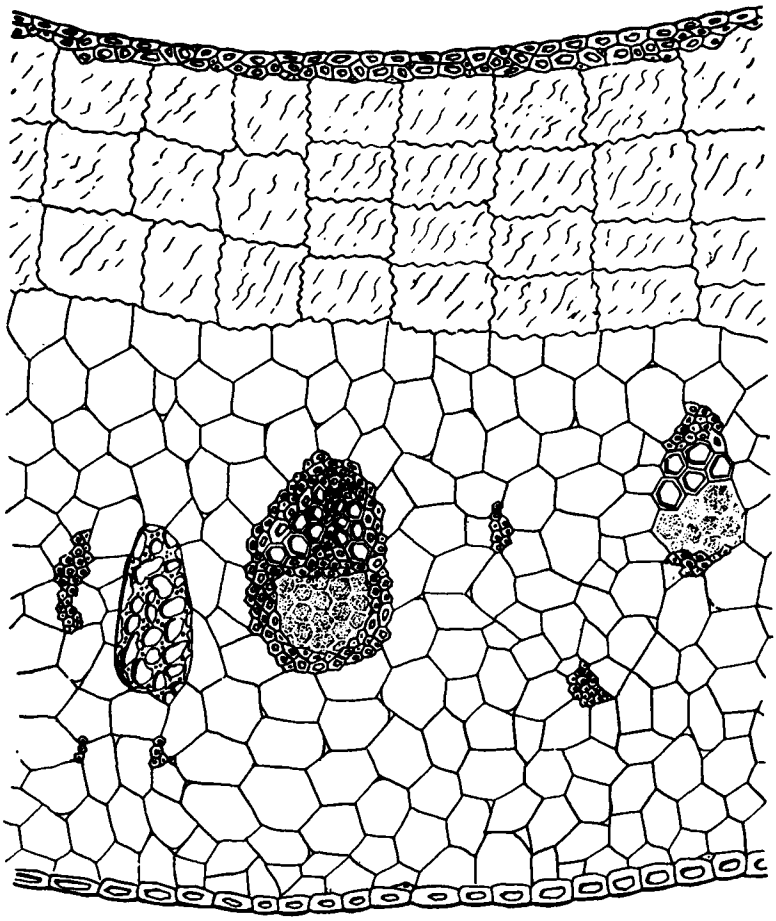


FIGURA Nº 11.-Corte transversal de una hoja de ***Billbergia pyramidalis-croyana.***

Su forma de distribución sobre la hoja está lejos de ser constante; estaría en relación estrecha con la facultad de retener el agua. Por su papel, se les considera ya sea protectoras, o bien absorbentes. Con respecto a esto Tietze (1906) formula las conclusiones siguientes:

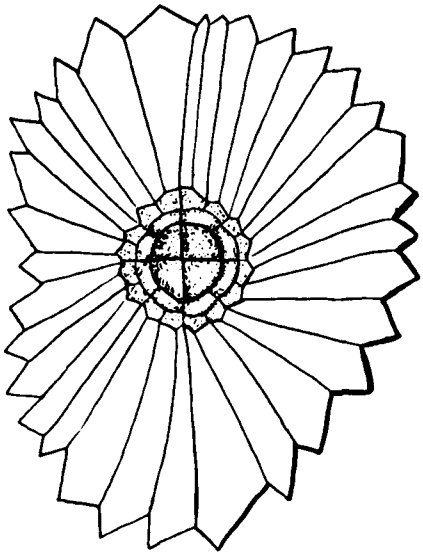


FIGURA Nº 12.–Escama típica de las hojas de las bromeliáceas. ***(Tillandsia)***

En las formas no especializadas, consideradas por él como primitivas, *Pitcairnia* por ejemplo, el papel de las escamas sería protector y no absorbente. En las bromeliáceas terrestres, que estarían más desarrolladas, *Bromelia, Ananas,* etc., las hojas comienzan a plegarse en canal; el agua puede ser retenida, aunque en proporciones ínfimas; en este caso las escamas serían primitivas, su papel sería protector, sin embargo serían absorbentes en cierta medida. Como la cantidad de agua retenida en las hojas de estas bromeliáceas es insignificante, la planta solo puede vivir con la condición de recibir agua de la tierra, sus manojos libero-lignosos están muy desarrollados, un hecho sencillo de constatar en las *Fascicularia, Deinacanthon, Cryptanthus, Bromelia, Greigia, Disteganthus,* etc. Sin embargo, los vasos libero-lignosos son muy reducidos en las plantas que retienen grandes cantidades de agua, como las *Aechmea, Androlepis, Canistrum, Vriesea, Billbergia, Guzmania, Catopsis, Tillandsia, Thecophyllum.* En estas plantas, el agua absorbida por las escamas pasa directamente al tejido acuífero de la hoja.

En las bromeliáceas epífitas consideradas por Tietze como primitivas, algunas *Bromeliae* y *Tillandsiae* capaces de desarrollarse indistintamente en el suelo, las rocas o la base de los árboles, las raíces están poco desarrolladas y las escamas recubren la totalidad de la parte inferior de las hojas.

En las bromeliáceas verdaderamente aéreas, algunas *Thecophyllum, Vriesea* y *Aechmea,* no hay raíces, y cuando ellas están presentes sus manojos conductores no existen, o aparecen esporádicamente. Las escamas sin embargo están bien desarrolladas y situadas en la aparte interna del limbo; se encuentran entonces sumergidas y su poder absorbente llega a su más alto grado de funcionamiento[6].

De esto se concluye, y es un punto esencial, que las *bromeliáceas epífitas solo poseen escamas efectivamente absorbentes.*

El fenómeno de absorción en las escamas en las bromeliáceas se presenta bajo dos aspectos diferentes: absorción de vapor de agua o de agua líquida.

La absorción de vapor de agua, que se encuentra en varias *Tillandsia,* y particularmente en *T. usneoides,* no es un hecho particular a las bromeliáceas. Varias plantas, quenopodias u otras, tienen en sus hojas pelos que absorben el agua atmosférica y la transmiten en seguida a un tejido de reserva parecido al tejido acuífero de las hojas de las bromeliáceas epífitas. Por el contrario, la absorción de agua líquida retenida entre las hojas parece más especializada en bromeliáceas epífitas; al menos, estas plantas serían las únicas que extraen todo el agua necesaria a su desarrollo de sus depósitos interfoliares.

Experimentos sencillos muestran en forma clara esta absorción. Si se corta una hoja de *Tillandsia,* por ejemplo, y se coloca en la cara inferior de ésta, lejos de la superficie de sección, un pedazo de papel secante empapado de una solución de eosina o de azul de metileno, el examen microscópico, practicado al cabo de algunas horas, muestra que la solución coloreada fue absorbida y se encuentra localizada en las escamas. De aquí pasa a las células más próximas de la escama. Pero para constatar el hecho, no basta practicar en la hoja cortes transversales, se debe quitar capa tras capa, partiendo de la cara superior de la hoja has-

ta la proximidad de la escama, teniendo cuidado de respetar las células próximas, pues si éstas se cortan, el colorante podría expanderse y la constatación no sería válida.

Los estudios de Schimper sobre la absorción en las bromeliáceas epífitas ponen en evidencia:

1. Que el agua retenida entre las hojas es absorbida, y que esta absorción es indispensable a la planta.
2. Que las sales disueltas en el agua son absorbidas por las hojas de las bromeliáceas epífitas.
3. Que son las escamas las que se encargan de esta absorción.

Los experimentos de Schimper, efectuados sobre *Brocchinia plumieri, Caraguata lingulata* y *Guzmania tricolor,* pueden resumirse en pocas palabras:

1. Si se vierte agua entre las hojas de una planta marchita, ésta se hincha.
2. Plantas, a las cuales se les corta las raíces y cuya superficie de sección ha sido introducida en bálsamo de Canadá, se dividen en dos lotes: en uno se priva a las plantas de agua; en el otro se vierte agua entre las hojas. Las plantas que encierran agua permanecieron muy bien sustentadas durante los tres meses que duró el experimento, mientras que las otras perecieron.
3. Se suministra agua a todas las plantas pero unas la reciben por las raíces, mientras que las otras la reciben por las hojas. Las primeras se marchitan, las otras continúan vegetando normalmente. Las plantas testigo, mantenidas en seco, mueren más rápidamente que las que reciben agua en sus raíces, lo que prueba que el agua es parcialmente absorbida por las raíces.

Estos experimentos muestran con evidencia que el agua retenida entre las hojas es necesaria a la planta.

Schimper observa que casi todas las bromeliáceas, a pesar de lo pequeño de su tallo, tienen un geotropismo negativo muy

marcado de donde resulta que los depósitos de agua pueden formarse entre sus hojas; sin embargo, algunas *Tillandsia* se entrecruzan en todas las direcciones: el agua entonces puede retenerse por capilaridad entre los pequeños espacios interfoliares.

Schimper muestra además que las soluciones minerales penetran a través de las escamas; el yoduro de potasio adicionado con yodo colorea las escamas y las células vecinas en amarillo oscuro al cabo de 24 horas. El cloruro de sodio contrae, *sin matarlo,* el protoplasma de las células subyacentes a la escama. El violeta de anilina y el verde de metilo colorean las escamas por donde penetran, y no el tejido epidérmico.

K. Aso últimamente ha retomado (1910) la cuestión de la absorción de las sales por las escamas de las bromeliáceas. El corta las hojas y después de untar con una masilla apropiada su superficie de sección, las pone en una solución de acetato de litio, de ferrocianuro de potasio, etc. Luego de un tiempo conveniente, busca por medio del análisis espectral o del análisis microquímico, estas sales en los tejidos de la hoja que no han estado en contacto directo con el líquido.

Estos experimentos le permitieron establecer que estas sales no son absorbidas por las escamas de las hojas de *Ananas* mientras que las mismas sustancias penetran fácilmente a través de las escamas de la *Tillandsia,* en las cuales las sustancias químicas llegan hasta las partes de la hoja más alejadas del líquido.

Estos hechos muestran una vez más que, solas, las escamas de las bromeliáceas epífitas tienen la propiedad de absorber las diferentes soluciones con las cuales ellas se encuentran en contacto.

C. NUEVAS INVESTIGACIONES SOBRE LOS FENOMENOS DE NUTRICION EN LAS BROMELIACEAS EPIFITAS

La existencia de estas escamas y su poder absorbente son de una importancia capital en la nutrición de las bromeliáceas epífitas; no es por sus raíces, ausentes o apenas desarrolladas, que los materiales nutritivos penetran en estas plantas. Fritz Müller, supuso, desde 1879, que las semillas y otras sustancias

caídas entre las hojas de las bromeliáceas contribuyen a su nutrición; Wercklé señala el hecho de que las bromeliáceas vegetan sin problema sobre los postes metálicos de los puentes. Así, estas plantas se nutren necesariamente del agua y de los depósitos situados entre sus hojas. Se debe entonces examinar con precisión el agua y los depósitos, examen despreciado por otros, incluso por Schimper, quien sin embargo constató la absorción de sustancias minerales por medio de las escamas de las hojas de las bromeliáceas epífitas y concluyó que, solamente esta agua y los detritus son suficientes para nutrir la planta.

Lo que inicialmente es interesante al examinar una bromeliácea epífita, es la pureza del agua que retiene. Este hecho sin embargo hasta ahora no había atraído la atención y esta agua nunca había sido analizada: los análisis efectuados a mi solicitud por el señor Michaud dieron 0,007 gramo de cenizas por litro. Están compuestas sobre todo por celulosa. Contienen además, 2,65% de una materia cerosa soluble en cloroformo y también cristales en muy baja cantidad como para poder ser analizados; las sales minerales que quedan en los detritus están representadas por cantidades insignificantes.

La sustancia cerosa encontrada por Michaud proviene sin duda de los pedazos de cutícula de las hojas caídas en la planta o de pedazos despegados de la hoja de la misma bromeliácea. En cuanto a los cristales, están constituidos muy posiblemente por oxalato de calcio, sales muy comunes en las hojas de las bromeliáceas.

El hecho de que los detritus solo contengan una cantidad insignificante de sales minerales me hizo pensar que es de los compuestos orgánicos ternarios y albuminoides, que la planta extrae las sustancias minerales y nitrogenadas indispensables a su nutrición.

Hice al respecto, el siguiente experimento:

Separé, en agosto de 1910, una gran *Aechmea* de aproximadamente un metro de diámetro, del árbol sobre el cual estaba. Transportada a un cuarto de habitación y fijada sobre una tabla, tuve cuidado de mantener agua entre sus hojas, sin adicionar nada a los detritus que contenía. Esta planta sin embargo

continúa viviendo; floreció y dio botones, como en las condiciones naturales. Hasta el momento, se encuentra en perfecto estado, a pesar de que desde hace tres años se encuentra en un lugar en donde ninguna sustancia mineral puede caer y acumularse entre sus hojas.

Los detritus orgánicos que recogió en la selva bastaron para nutrirla hasta el presente.

Estos detritus, formados sobre todo por estos vegetales, también encierran sustancias minerales: Schimper, Lutz, etc. en efecto han señalado la presencia de una gran cantidad de cadáveres de insectos entre los detritus retenidos por estas plantas.

Por mi parte, observé el siguiente fenómeno: en el momento en que las bromeliáceas epífitas van a florecer, se produce en la base de las hojas internas una secreción gomosa muy conocida entre los cultivadores de las bromeliáceas. León Duval (**Las bromeliáceas**, pág. 88), a propósito de la *Billbergia*, dice: "*Ciertas especies tienen también el inconveniente de atraer los pulgones, que descienden al interior del tubo formado por las hojas para succionar fácilmente la materia gomosa, ligeramente azucarada que secretan sus hojas. Estas salen ya invadidas por estos insectos*"

Además, si la planta se lastima, esta goma fluye abundantemente; luego se solidifica, hasta adquirir una consistencia gelatinosa.

Con frecuencia se encuentra, atrapados en esta goma, animales fitófagos (coleópteros, ácaros, larvas de hemípteros, etc.) y también otros animales no fitófagos, pero que viven normalmente en el agua de las bromeliáceas: culícidos, quironómidos, etc. Una vez atrapados, los animales quedan prisioneros y mueren; finalmente, llevados por la goma que los rodea, caen entre los detritus retenidos por la planta. Estos animales, así incluidos en una masa de goma recuerdan el aspecto de lo que se encuentra en el ámbar, con la diferencia de que la goma es un encierro temporal, pues se descompone rápidamente.

Esta descomposición de la goma no implica la putrefacción de los detritus animales. Pero si bien no hay putrefacción de detri-

tus, éstos sin embargo son sometidos a un trabajo de descomposición, puesto que pronto son reducidos a una especie de lodo celulósico, como en forma de una turba. En particular, de los insectos, solo quedan fragmentos de esqueletos quitinosos.

¿Contribuiría la goma a esta descomposición, provocando el desdoblamiento de sustancias orgánicas? o bien, ¿intervendrían sólo los microbios en este desdoblamiento?

Dilucidar esta pregunta nos lleva a investigar la causa por la cual el agua retenida entre las hojas de las bromeliáceas epífitas es tan pura y nos conduce, por consiguiente, a estudiar el procedimiento gracias al cual la planta usa los detritus orgánicos, vegetales o animales. Esto nos lleva, de manera general, a estudiar la nutrición de estas plantas. Las sustancias de origen mineral ¿le son necesarias? ¿Qué retiran ellas de los cadáveres de animales? ¿La misma planta juega un papel activo en estos fenómenos?

Para tratar de analizar los fenómenos relativos a la descomposición y a la absorción de los detritus, hice una serie de experimentos. Unos tuvieron por objetivo la absorción de las sustancias minerales, los otros la de sustancias orgánicas.

1.–Absorción de las sustancias minerales.–Los autores que se han ocupado de la absorción de las sustancias minerales por las escamas foliares de las bromeliáceas han utilizado a menudo, para estos experimentos, soluciones muy concentradas, hasta llegar a ser tóxicas para la planta. Ellos constatan así la penetración de sustancias minerales en las hojas, pero esto no prueba que exista un fenómeno normal de absorción, teniendo por efecto la nutrición de la planta.

Convendría retomar estos experimentos empleando soluciones diluidas en vez de soluciones concentradas y plantas enteras en buen estado en vez de hojas cortadas, como lo han practicado algunos científicos. Sin embargo, me ha preocupado poco la suerte posterior de las sustancias absorbidas por las plantas; más nos importa, en efecto, conocer las modificaciones del líquido interfoliar y de sus detritus que estudiar los fenómenos de orden puramente fisiológico, que ocurren en el seno de los tejidos de la planta.

Corto todas las raíces de una bromeliácea y unto las superficies de sección con parafina fundida, para eliminar completamente toda posible absorción por estas superficies.

Entre las hojas de la planta así preparada luego del lavado cuidadoso con agua destilada, pongo una cantidad conocida de una solución dada. Para activar la absorción del líquido, coloco la planta en una estufa seca a 32°C aproximadamente. Cada día, añado a la solución un poco de agua destilada, con el fin de mantener una cantidad de líquido mas o menos constante entre las hojas. La planta se coloca en un recipiente (Figura Nº 13) destinado a recoger el líquido que puede correr, para echarlo de nuevo entre las hojas de la planta en experimento y mantener así sin ninguna pérdida, el peso inicial de la sal.

Al cabo de cierto tiempo, retiro el líquido de entre las hojas, lo mido y busco en este líquido la sal que se disolvió; no lo considero como absorbido hasta tanto no encuentre *ninguna huella.*

Para hacer práctico el empleo de soluciones extremadamente diluidas, que no llegan inclusive a la concentración isotónica de las células de la bromeliácea, son necesarias varias precauciones: se ensaya, con reactivos preparados para las investigaciones subsecuentes, una solución del cuerpo en experimento; se diluye poco a poco esta solución hasta el momento en que la reacción característica se hace dudosa. Una vez conocido "este punto crítico", que varía siempre con la naturaleza de los reactivos, se prepara una solución a un grado de concentración al menos dos veces más elevado; es esta solución la que se emplea para el experimento. Se debe tener cuidado además que la cantidad **total** de líquido retirado de la bromeliácea al final del experimento no sea mucho mayor que la cantidad inicial.

Con el fin de saber si la sustancia química ha tenido transformaciones durante el experimento, no solamente se debe investigar esta sustancia, sino también los cuerpos a los cuales ella pudo haber dado nacimiento.

Siempre puse en la misma estufa un tubo de ensayo con cierta cantidad de la solución que fue vertida entre las hojas de la bromeliácea. En este tubo se pudieron seguir las diferentes alteraciones químicas que pudiera sufrir la solución empleada.

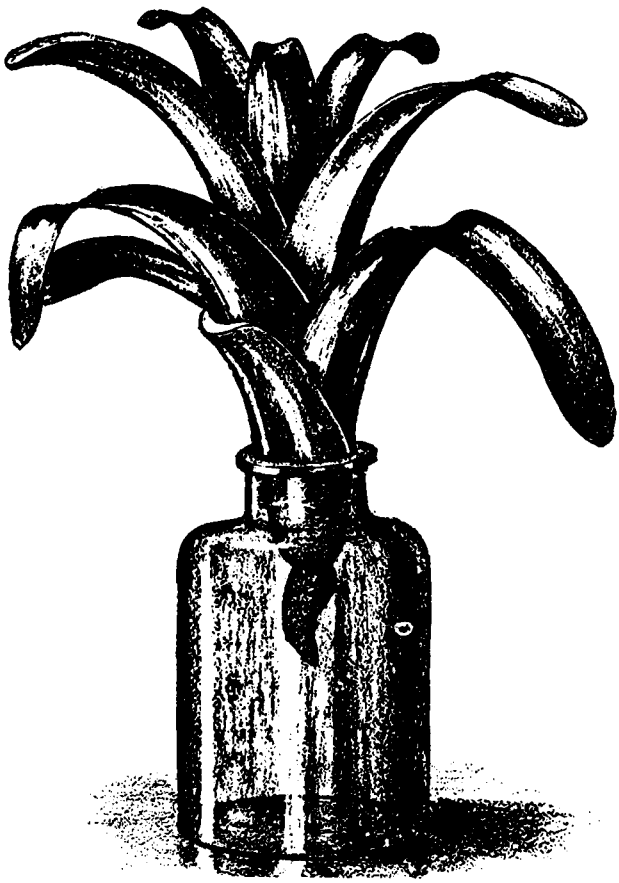


FIGURA Nº 13.–Dispositivo empleado para los experimentos de absorción en las bromeliáceas epífitas.

Si, en estas condiciones, no encuentro al final del experimento ni la sustancia que he empleado, ni ningún cuerpo que de ella pueda derivarse, concluyo que esta sustancia fue totalmente absorbida por la planta.

Este procedimiento de eliminación absoluta del cuerpo en experimento aleja todas las causas de error provenientes de la dosificación y permite emplear soluciones tan pequeñas que los fenómenos de absorción se aproximan en forma evidente a los que deben ocurrir en forma espontánea en las bromeliáceas en plena vegetación.

Que las bromeliáceas epífitas absorben las sustancias minerales, es un hecho adquirido, sin embargo queda por demostrar que esta absorción es el procedimiento virtual de nutrición de la planta.

Así, utilicé para mis experimentos, el líquido de Knop que es suficiente para nutrir la casi totalidad de las fanerógamas.

Inicialmente tomé una tras otra las diferentes sustancias que entran en la composición de este líquido para asegurarme que cada una de ellas podía ser absorbida por la planta en experimento y pude constatar esta absorción. No entraré en los detalles de estos experimentos parciales, contentándome solo con indicar el procedimiento aplicado, teniendo como ejemplo la solución de cloruro de potasio.

Se pone entre las hojas de una pequeña *Tillandsia,* preparada en la forma que anteriormente indiqué, 20 centímetros cúbicos de una solución de cloruro de potasio a 1/5000, es decir de una concentración doble a la que permite detectar la presencia de sal *con ayuda de mi reactivo,* sal que me daba, en efecto, un precipitado muy claro para una solución a 1/10000.

Se coloca la planta en la estufa seca, se retira lo que queda del líquido entre las hojas de la planta, se lavan estas hojas con agua destilada, se adiciona esta agua de lavado al líquido retirado hasta concurrencia de 20 centímetros cúbicos de líquido, es decir la cantidad inicial: *el líquido así obtenido no encierra ninguna huella de cloruro de potasio.*

Someto entonces el líquido a la evaporación y, cuando se reduce al cuarto de su volumen, adiciono de nuevo reactivo; ningún precipitado se produce. El cloruro de potasio ha sido totalmente absorbido.

El mismo procedimiento aplicado a las otras sales del líquido de Knop, me dio, en todos los casos, el mismo resultado.

2.–Absorción de sustancias orgánicas.–Puse en evidencia los siguientes hechos:

La goma proveniente del lavado de las jóvenes inflorescencias de *Tillandsia* posee un doble poder diastásico:

1. Transforma el engrudo de almidón en glucosa;
2. Transforma los albuminoides en peptonas y aminoácidos.

El análisis de esta goma que el Sr. Michaud tuvo la amabilidad de realizar a mi solicitud, muestra que está compuesta de:

Basorina 77%
Arabina y sustancias solubles varias 23%

La goma se infla considerablemente en el agua gracias a la basorina que encierra[7].

Para saber si la goma posee un poder amilolítico y un poder peptonisante, realicé los siguientes experimentos:

Para la búsqueda de la amilasa, utilicé engrudo de almidón líquido recién evaporado y agua del lavado de las inflorescencias; la adición de fluoruro de sodio evitaba toda posible acción microbiana. Busqué los azúcares por medio del licor de Fehling, el almidón y las dextrinas por medio del agua yodada.

Preparo una serie de cinco tubos:

A. Recibe 10 cm^3 del líquido a examinar adicionado de 1% de fluoruro de sodio; añadimos 20 gotas de engrudo de almidón líquido.
B. Iguales sustancias, más una gota de ácido clorhídrico.
C. Iguales sustancias más una gota de lejía de soda cáustica.
D. Recibe 10 cm^3 de agua cualquiera conteniendo numerosos microbios, más 20 gotas de engrudo de almidón líquido sin ninguna adición de fluoruro de sodio.
E. Recibe 10 cm^3 de agua destilada; 20 gotas de engrudo de almidón, una gota de ácido clorhídrico y 1% de fluoruro de sodio.

Estos tubos son colocados en la estufa a una temperatura de 40°C en promedio. Al cabo de 4 días, el análisis da para cada uno, los siguientes resultados:

A precipita por el licor de Fehling; con el yodo, da una coloración violeta.

B precipita por Fehling, pero más débilmente que A; el yodo lo colorea violeta.

C no da un precipitado por Fehling, el yodo lo colorea azul.

D no da precipitado por Fehling, el yodo lo colorea negro.

E no da precipitado por Fehling, el yodo lo colorea azul.

El tubo A es el que, por el licor de Fehling, precipita en mayor cantidad, lo que indica el sitio de una abundante formación de azúcar; el yodo lo colorea en violeta, lo que indica que el almidón que no fue transformado en azúcar se transformó en dextrinas. Para B es el mismo caso, salvo que la cantidad de azúcar es menor. C quedó intacto. En el tubo D, único en el que los microbios pudieron actuar, no hubo formación de azúcar ni de dextrinas, solamente una simple putrefacción. En el tubo E donde solo las sustancias químicas (ácido clorhídrico y fluoruro de sodio) podían estar activas, el engrudo de almidón quedó intacto, la formación de azúcar no se debía entonces ni a la acción microbiana ni a las sustancias químicas empleadas.

En un tubo con solo engrudo de almidón, y dejado en la estufa, no se produjo ninguna transformación en azúcar. El líquido gomoso calentado en baño maría durante 10 minutos a 70-75°C pierde la propiedad de transformar el engrudo de almidón en azúcar. Se sigue entonces que la goma de las bromeliáceas epífitas contiene una amilasa que puede actuar fuertemente en medio neutro y débilmente en medio ácido.

Para la búsqueda de una diastasa peptonisante, practiqué digestiones *in vitro* semejantes a las que acabo de indicar para la búsqueda de la amilasa.

Consideré como una digestión los desdoblamientos de una ovalbúmina hasta la formación de peptonas. Se sabe que cuando se hace una digestión *in vitro,* los desdoblamientos se producen lentamente; pero si estos desdoblamientos no llegan hasta las peptonas, es porque la digestión es incompleta; cuando se buscan las peptonas, se debe entonces eliminar previamente todos los cuerpos intermediarios entre la ovalbúmina y la peptona que se puede derivar.

Los cuerpos que se pueden formar en el transcurso de una digestión artificial son: albuminoides coagulables por el calor,

alcalialbúminas, acidalbúminas, albumosas y peptonas. Como la coexistencia de estos cuerpos es posible, se deben eliminar uno tras otro, cuando se desea buscar las peptonas en un líquido en digestión. Si, después de la eliminación consecutiva de los albuminoides coagulables, alcalialbúminas, acidalbúminas y albumosas, el líquido primitivo da las reacciones de los albuminoides es porque la digestión se produjo.

Efectué, por sugerencia del Dr. Emile Guyénot, las operaciones siguientes:

1. Se calienta el líquido a 100°C para coagular los albuminoides disueltos.
2. Se filtra y se neutraliza el líquido: las acidalbúminas y alcalialbúminas precipitan.
3. Se filtra y se satura en caliente con el sulfato de amonio, se filtra y se satura una vez más, después de haber acidulado el líquido, se filtra y se satura de nuevo luego de alcalinizar el líquido filtrado; las albumosas son así eliminadas.
4. Se buscan las peptonas, por medio de la reacción del biuret, en el líquido así depurado.

A este efecto, utilicé también series de cinco tubos:

A. Recibe 10 cm^3 de agua de lavado de las inflorescencias, 12 cm^3 de albúmina filtrada, ligeramente diluida en agua, más un 1% de fluoruro de sodio (12 centigramos).
B. Iguales sustancias que A, además, una gota de ácido clorhídrico diluido.
C. Iguales sustancias que A, además, una gota de lejía bajo en soda caústica.
D. Se reemplaza el líquido proveniente de las bromeliáceas por agua ordinaria, el resto como A.
E. Igual composición que A, pero se calienta el líquido en baño maría durante 10 minutos a una temperatura de 70 a 75°C.

Cuando los tubos han permanecido 48 horas en la estufa a 40°C el análisis da:

A. precipita por el calor y por el sulfato de amonio en medio neutro y alcalino; la reacción del biuret es positiva luego de filtración. Se tiene entonces en el tubo todos los estados de una digestión completa.

B. precipita también por el calor y el sulfato de amonio, la reacción del biuret también es positiva pero menos intensa.

C. no precipita ni por calor ni por sulfato de amonio en medio neutro ni ácido, pero sí por sulfato de amonio en medio alcalino; la reacción del biuret es al contrario muy clara; es decir que la reacción se produce mejor en medio alcalino.

Por el contrario, los tubos D y E no dan la reacción del biuret. Entonces la digestión no se efectuó.

Estos últimos resultados surgen de causas diferentes para cada tubo: el tubo D servía solamente para controlar el valor antiséptico del contenido; el tubo quedó intacto. En cuanto al tubo E, que había sido calentado a 70-75°C, la ausencia de digestión proviene de la destrucción de la diastasa por el calor. Me consideré autorizado a concluir que la goma de las bromeliáceas epífitas encierra una tripsina que actúa con intensidad en medio alcalino pero también, de manera menos intensa, en medio neutro o incluso débilmente ácido.

Este doble poder amilolítico y peptonisante de las gomas de las bromeliáceas no debe sorprendernos, pues tal es el caso de la mayoría de las gomas, de la goma arábiga en particular; y la goma de las bromeliáceas encierra casi un cuarto de arabina.

Era bueno sin embargo apoyar esta conclusión con varias investigaciones de control.

No pude lograr filtrar el líquido gomoso a través de un filtro de porcelana. Sin embargo, este fue el mejor medio de asegurarnos que las digestiones no resultan de la actividad microbiana sino que se deben a la diastasa de la misma goma.

En cuanto a la precipitación de las diastasas, no había ni que pensarlo.

Utilicé entonces, a sugerencia del Sr. G. Bertrand, otro procedimiento: seguir la formación de los aminoácidos en función del tiempo.

Si los aminoácidos aumentan en forma continua durante la digestión artificial, es por que ésta es realizada por los microbios,

los que se multiplican en forma continua. Si, por el contrario, la producción de estos ácidos disminuye, luego se detiene, es porque se trata de una diastasa soluble, pues los productos formados por la acción de una diastasa terminan por evitar esta acción, si no son eliminados en el transcurso de su producción. La dosificación de estos ácidos se hizo con el procedimiento de Sörensen.

He aquí como ejemplo una de las digestiones que seguí:

En un recipiente, vierto el líquido del lavado de las inflorescencias y de albúmina líquida, todo adicionado de un 1% de fluoruro de sodio. La mezcla se pone en baño maría en una estufa a 35°C en promedio; 48 horas más tarde, hago la dosificación de los aminoácidos formados. A este efecto, tomo 10 cm^3 de líquido de ensayo, adjunto un volumen igual de la mezcla habitual de alcohol, formol y ftaleína; es entonces necesario adjuntar, para obtener la coloración rosada, que indica el momento en que el líquido es neutro, 1 cm^3 de lejía de soda a 0,5%. La neutralización se obtiene con la misma cantidad de lejía, 24 horas más tarde. Si el líquido es abandonado a sí mismo durante tres días más, la neutralización se obtiene siempre en las mismas condiciones.

Al contrario, en el tubo testigo, que contiene el mismo líquido menos el fluoruro de sodio, la neutralización demanda cada vez una dosis más considerable de reactivo.

Podemos entonces concluir que la digestión, en las condiciones del experimento no tiene nada que ver con la actividad de los microbios vivos.

Pero una pregunta surge:

El poder diastásico ¿pertenece a la misma bromeliácea o, será tomado de las secreciones de los microbios que cultivan constantemente en las gomas?

Para dilucidar este punto, la mejor forma sería hacer germinar en medio estéril las semillas de estas plantas y cultivarlas en forma aséptica hasta la producción de la goma; pero tal cultivo, teniendo que durar al menos un año, encierra grandes dificultades.

Además, importa poco que la goma tome su poder diastásico de la planta o de los microbios, lo esencial es saber si los productos de desdoblamiento de las sustancias nitrogenadas, como los cadáveres de insectos u otros, caídos entre las hojas de

la planta, son digeridos o absorbidos por ésta. Una tercera pregunta surge entonces, la de saber bajo qué forma las bromeliáceas utilizan los productos de desdoblamiento de las sustancias orgánicas efectuados entre sus hojas.

Para contestar a esta pregunta, coloco entre las hojas de una bromeliácea, una solución de peptona, es decir uno de los productos posibles del desdoblamiento de los albuminoides. Haciendo comparativamente el análisis del líquido introducido en la bromeliácea y del líquido de la misma procedencia colocado en un tubo testigo se obtienen los resultados siguientes:

a) Al cabo de 48 horas, el tubo testigo presenta las reacciones características de las peptonas y encierra pocos amino-ácidos, mientras que el líquido retirado de la bromeliácea no tiene ninguna huella de peptona y, al contrario, el doble de aminoácidos que los del tubo testigo.
b) Al tercer día, los aminoácidos casi han desaparecido del agua de la planta, mientras que aumentan en el tubo testigo.
c) Al cuarto día, no se encuentra en el líquido de la planta ni aminoácidos ni ninguna otra sustancia nitrogenada.

Todo ha sido entonces absorbido, y es bajo la forma de aminoácidos que las sustancias proteicas pasan a las bromeliáceas epífitas.

Si recordamos que todas las plantas son capaces de absorber los compuestos orgánicos, ya sea por sus raíces o por las mismas hojas, concluiremos que el fenómeno presentado por las bromeliáceas no está en desacuerdo con los fenómenos manifestados por otros vegetales.

Es decir que cualquier hoja que se ponga en presencia de una solución de aminoácidos puede absorber una cierta cantidad de esta solución; pero lo que es particular a las bromeliáceas epífitas, es que la absorción de las diferentes sustancias retenidas por las hojas es su forma principal de nutrición.

Estas consideraciones nos llevan directamente a la pregunta de las plantas insectívoras, que hoy se cree asunto juzgado. Varios naturalistas dicen que no hay plantas insec-

tívoras, por la razón que si las plantas absorbieran sustancias nitrogenadas por las hojas, solo sería un modo accesorio de nutrición, pues extraen habitualmente del suelo, por sus raíces, las sustancias nitrogenadas necesarias a su desarrollo.

Recordemos, sin embargo, que los animales pertenecientes al grupo de carnívoros deberían, entonces, para ser considerados como tales, nutrirse exclusivamente de carne, mientras que para muchos de ellos, este régimen es en realidad secundario, sin que, por ello dejen de ser carnívoros.

La objeción no se aplicaría sin embargo, de manera directa, a las bromeliáceas epífitas, pues sus raíces no jugarían ningún papel absorbente ya que solo las hojas absorberían las sustancias nutritivas (Schimper).

Esta forma de funcionamiento de las hojas no constituye una excepción; se encuentran otros casos. Recordaré, por ejemplo, varias hidroptéridas que no tienen más raíces absorbentes que las hojas modificadas.

En todo caso, sería más legítimo considerar como insectívoras las bromeliáceas epífitas más que a otras plantas, que son actualmente consideradas como tales; tres razones nos refuerzan esta idea:

1. Un gran número de animales fitófagos que atacan a las bromeliáceas son aprisionados por la goma secretada por estas plantas y mueren, fenómeno que solo se produce excepcionalmente en otras plantas que se dicen insectívoras.
2. La secreción gomosa que posee propiedades diastásicas, digiere los cadáveres de los animales.
3. Mientras que los *Nepenthes, Sarracenia* y otras plantas ascidíferas solo poseen urnas en forma inconstante y por consiguiente no pueden subsistir por su único intermedio, las bromeliáceas epífitas, al contrario encierran de una forma constante entre sus hojas un depósito considerable de detritus que las mantienen vivas, sin ningún otro recurso, por un período que puede llegar hasta los diez años.

Esto no quiere decir que la única fuente de nitrógeno para estas plantas esté constituida por los detritus que retiene, y existen probablemente otros medios de absorción de las sustancias nitrogenadas como en cualquier otro vegetal.

NOTAS

4 Actualmente, la familia de las bromeliáceas se encuentra ubicada exclusivamente en el Continente Americano; las formas epífitas pertenecen a América Intertropical y particularmente a una zona comprendida entre el Ecuador y 10° de latitud norte. Las especies que se encuentran fuera de los trópicos difieren bastante de las bromeliáceas típicas: los *puya,* cuya área de dispersión llega hasta Chile, semejan, en efecto, por su porte más a una *yuca* o *dracoena* que a una bromeliácea típica.
A juzgar por los rastros encontrados por Heer en Suiza y llevados por él al género *Bromelia,* estas plantas tuvieron en otros tiempos un área de dispersión mayor que la actual.

5 Esta condensación se opera sobre todo al nivel del paso, y aquí también, aunque en forma menos intensa, las bromeliáceas epífitas se desarrollan. Sin embargo, la temperatura es muy baja y el agua recogida por las bromeliáceas se congela entre sus hojas por las noches (Wercklé).

6 Schimper ya había observado que, en las especies estrictamente epífitas, las raíces, cuando existen, son impermeables al agua, debido a sus vainas suberosas y esclerenquimatosas. Además muestra que, en las formas claramente divididas en dos partes, *Tillandsia bulbosa* por ejemplo, la parte distal flagelíforme tiene clorofila, pero no tiene tejido acuífero y escamas; éstas y el tejido acuífero están confinadas en su parte proximal dilatada en cuchara y en donde no hay clorofila.

7 Esta goma es capaz de fermentar y emite entonces un olor fuerte y agradable, debido a la presencia de éteres volátiles. Uno o varios ácidos se producen durante la fermentación y la goma se hace fuertemente antiséptica. El Sr. Michaud, quien hizo el experimento, no pudo determinar la naturaleza de estos ácidos, pues la cantidad de goma que le di era insuficiente. La goma fresca no da reacción ácida.

Capítulo III

EL MEDIO BROMELIANO

CONSTITUCION DEL MEDIO

Los hechos establecidos en el capítulo anterior nos permiten señalar los rasgos característicos de las bromeliáceas epífitas consideradas como un medio biológico.

Desde el punto de vista que aquí consideramos, una bromeliácea epífita puede compararse a dos conos ajustados uno dentro del otro: uno periférico, formado por hojas viejas mal ajustadas entre sí, y otro central, el corazón de los floricultores, formado por el conjunto de hojas vivas bien ajustadas. Sólo esta parte es capaz de retener agua (Figura Nº 14).

La parte externa no contiene agua, ya sea porque la deja escapar o porque la extremidad de las hojas centrales, que forman una especie de techo, ha impedido que el agua caiga.

En los viejos pies de las bromeliáceas, entre el cono central, *–el acuario–*, y la pared externa de la parte periférica, *–el terrario–*, no quedan hojas, sino la base de algunas de ellas, que no bastan para descomponer en compartimentos independientes la cubeta periférica.

Esta cubeta forma entonces un todo continuo. Se encuentra llena de sedimentos del agua retenida previamente en las hojas. A este depósito también se suman fragmentos de hojas muertas, que se acumulan en gran cantidad y no dejan pasar los rayos de luz. El conjunto conserva una humedad constante. Los materiales que constituyen el *terrario* se descomponen lentamente y terminan por formar una verdadera tierra negra.

El *acuario,* por el contrario, se fracciona en una serie de pequeños compartimentos secundarios, incomunicados entre sí,

de forma que el nivel del agua puede diferir en cada uno de ellos. Esta es la parte realmente viviente de la bromeliácea.

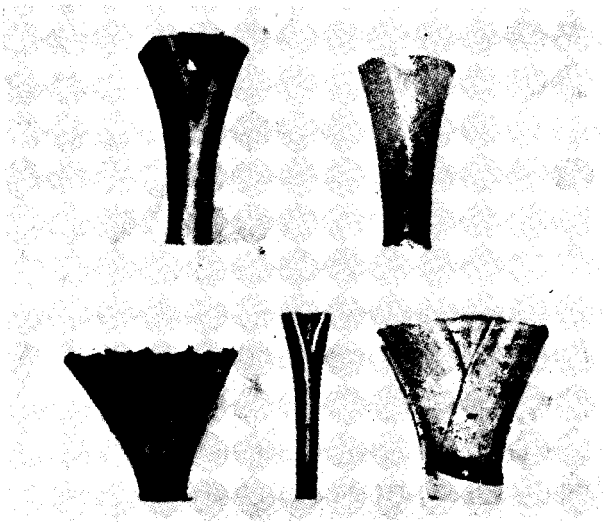


FIGURA Nº 14.–Bromeliáceas con hojas cortadas para mostrar la forma de vasos del acuario central.

El *terrario* y el *acuario* constituyen hábitats muy particulares[8]. Y es sobre este punto que debo insistir.

Las bromeliáceas epífitas en efecto, han sido consideradas hasta ahora, como simples recipientes que recogen agua de lluvia y polvo. Si tal fuese la naturaleza de los charcos que se forman entre las hojas de estas plantas, diferirían en forma sensible de los charcos terrestres, tanto por sus pequeñas dimensiones y la pureza de su agua como por su situación en las ramas, a más de 50 metros de altura, en condiciones de iluminación máxima. En efecto, una consecuencia de la vida epífita consiste en que se ubican en plena luz, plantas de pequeñas dimensiones.

Pero esto no es todo, se deben tomar en cuenta además ciertas condiciones, propias del medio, y que han sido hasta ahora desatendidas.

El agua recogida por estas plantas no solamente es de lluvia, es sobre todo agua proveniente de la condensación diaria

del agua atmósferica. Así, las bromeliáceas contienen agua, incluso, durante la estación seca, cuando los charcos terrestres ya se han secado. La cantidad de agua retenida entre las hojas de una de estas plantas puede alcanzar los veinte litros.

Los detritus que caen entre las hojas en cantidad considerable, no se pudren, pero al cabo de un cierto tiempo, los que no han sido absorbidos se transforman en una sustancia ligera, de color café, que recuerda la turba recién constituida.

Las nociones adquiridas en el capítulo anterior sobre el poder absorbente de las hojas de las bromeliáceas epífitas, sobre la digestión a la cual están sometidos los detritus retenidos en estas plantas y sobre la forma bajo la cual estos detritus son absorbidos, nos permiten explicar la ausencia de putrefacción en los charcos bromelianos: las hojas constituyen un dializador que deja pasar todos los productos que puedan perjudicar la pureza del agua. Recordaré que basta poner en un tarro una cantidad de detritus y agua proveniente de las mismas plantas para que la putrefacción se produzca rápidamente. Basta, sin embargo, para evitarla, sumergir en esta agua algunas hojas frescas de bromeliácea. Esto había sugerido a Lutz la idea de que estas plantas secretaban un ácido que se oponía a la putrefacción.

Traté en vano, de descubrir la presencia de ácidos en esta agua; sin embargo la idea de Lutz no es del todo inexacta, ya que cuando la goma secretada por estas plantas se encuentra *en estado de fermentación,* se vuelve, como ya lo mencioné, fuertemente antiséptica. *La putrefacción en los charcos bromelianos sólo se produce accidentalmente.*

Los fenómenos que se dan en el seno de las bromeliáceas, deben ser comparados a los que se dan en la formación de la turba, en lo que se refiere a la sustancia café de los charcos bromelianos, y a la formación del humus, en lo que se refiere a la descomposición de los detritus periféricos en el terrario.

La producción de la turba, en efecto, solo se lleva a cabo si la descomposición de los vegetales se produce muy lentamente y si se efectúa bajo agua renovada en forma constante y lenta; es así como en los terrenos impermeables, no existen turberas; sólo se encuentran en los terrenos muy permeables, que permiten un paso fácil del agua, la que conduce los productos solubles de

descomposición. Además, la turba sólo se puede dar en el agua muy limpia; las aguas fangosas, las aguas cargadas de calcáreo son impropias a la formación de la turba. A falta de un depósito de agua, una gran y constante humedad, lo mismo que una temperatura templada pueden ser suficientes a su formación.

Un conjunto muy similar de condiciones se presentan en las bromeliáceas epífitas: el clima donde crecen estas plantas es templado, el agua de sus charcos es muy pura, ya que todos los productos solubles se eliminan por absorción en forma lenta y constante, la descomposición de los detritus se realiza en condiciones similares a las que conducen a la formación de las turberas. En cuanto al humus, no resulta por lo general de una descomposición bajo el agua y puede constituirse sin que los productos de descomposición se hayan eliminado. En la parte periférica de una bromeliácea epífita, el *terrario,* se producen fenómenos semejantes, con la diferencia de que las sustancias que se localizan en el terrario están libres de sales y de algunas sustancias orgánicas absorbidas por las escamas de las hojas de la bromeliácea.

La Figura Nº 15 da una idea de la constitución del *terrario* y de los charcos en una bromeliácea.

El corte vertical (Figura Nº 15, parte B) muestra el *terrario* limitado por hojas periféricas muertas, que el dibujo muestra en blanco. La parte central, constituida por hojas vivas representadas en negro, muestra los diferentes depósitos de agua cuyo conjunto constituye el *acuario;* se observa que el nivel del agua en estos depósitos no es el mismo.

En el fondo de cada uno de los pliegues formados por las hojas se acumulan detritus variados.

El esquema A de la misma figura muestra, en proyección horizontal, la forma de fraccionamiento del *acuario:* la pared externa de cada pliegue está formada, invariablemente, por una sola hoja. Este mismo esquema muestra el *terrario* formando un anillo alrededor del *acuario* y encerrando las hojas viejas recién muertas.

Esta división tan clara en dos partes, la continuidad del *terrario* y el fraccionamiento del *acuario* corresponden al caso general. Pero puede suceder que las hojas periféricas no se disgreguen en forma completa, y el *terrario* entonces se fraccione,

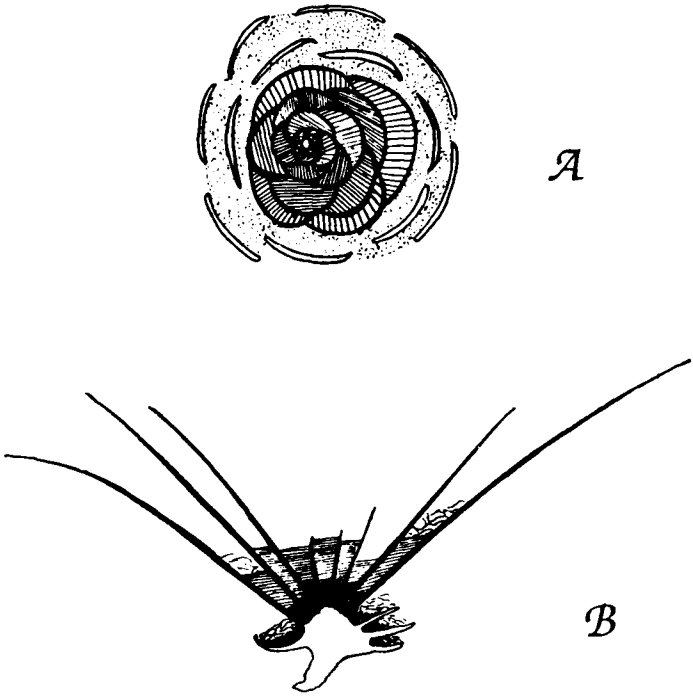


FIGURA Nº 15.–Constitución del medio bromeliano; A representa en proyección horizontal –y B en corte vertical–una bromeliácea epífita típica.

o bien que algunos pliegues se comuniquen entre sí. Pero, en principio, el *terrario* es continuo, el *acuario* está fraccionado. La continuidad como el fraccionamiento tienen una gran importancia desde el punto de vista del desplazamiento de los animales que pueblan las bromeliáceas epífitas.

Así, debido al conjunto de sus caracteres, las bromeliáceas epífitas se apartan completamente de todas las plantas-reservorio.

A excepción de las *Heliconia* y algunas otras plantas americanas, en donde las brácteas florales son capaces de almacenar en forma temporal cierta cantidad de agua, las únicas plantas de América comparables a las bromeliáceas epífitas por su forma son las bromeliáceas terrestres y las ágaves. Pero si bien es cierto que estas plantas son capaces de retener cierta cantidad de

agua, esta es ínfima; las hojas se encuentran muy separadas en su base, que a menudo es cilíndrica: las bromeliáceas terrestres y las ágaves no tienen hojas en forma de corneta.

En cuanto a las musáceas, capaces de retener grandes cantidades de agua, por estar su vaina foliar a varios metros de altura y por ser los espacios que las separan casi virtuales, el polvo que flota en el aire no es retenido por esta planta. Pero la presencia de detritus tiene una gran importancia; constituyen en efecto, el alimento de los organismos saprófagos, y es gracias a la presencia de estos últimos que se puede desarrollar la fauna tan variada de las bromeliáceas epífitas. La Figura Nº 16 da una idea de las principales hojas de las plantas-reservorio de América.

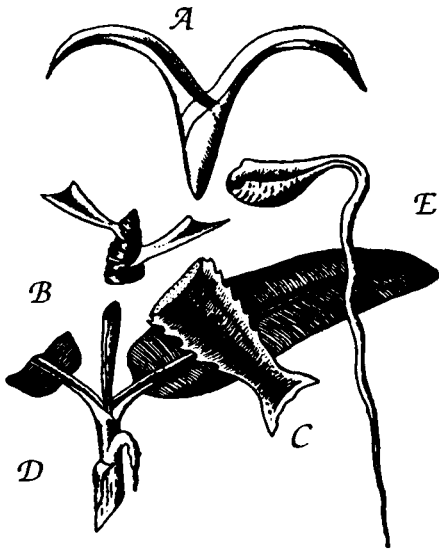


FIGURA Nº 16.–Principales disposiciones de las hojas de las plantas–reservorio de América:

A.–Bromeliáceas epífitas, hojas en forma de corneta;
B.–Bromeliáceas terrestres;
C.–Agaves;
D.–Musáceas;
E.–Bromeliáceas epífitas, hojas en forma de cuchara.

La constitución del lodo formado por los detritus caídos en los depósitos de agua de las bromeliáceas epífitas (celulosa casi pura), marca, por otro lado, una diferencia con los charcos terrestres en los cuales no se encuentra este lodo celulósico.

Si tomamos en cuenta la gran superficie que ocupan las selvas en la América intertropical y la gran cantidad de bromeliáceas que se fijan en los árboles, podremos concebir el conjunto de las

bromeliáceas epífitas como una inmensa ciénaga, una de las más grandes del mundo, pero una ciénaga fraccionada distribuida en los diversos puntos de esta región.

Además de las condiciones propias de los charcos, las bromeliáceas epífitas llenan condiciones de alimento, humedad, iluminación, que las hacen especiales y cuyo conjunto no existe en ninguna otra parte.

Es este conjunto de condiciones el que mantiene en estas plantas la fauna tal vez más variada en un medio bien determinado y un espacio tan reducido. En efecto aquí se encuentran: batracios anuros y urodelos - varios oligoquetos - hirudíneos - turbelarios - gasterópodos - onicóforos - ostrácodos - copépodos - isópodos - miriápodos - acáridos - arácnidos - falángidos - pseudoescorpiónidos - escorpiónidos - culícidos - quironómidos, tipúlidos y muchas otras larvas de dípteros - odonatos - lepidópteros - tricópteros - tisanópteros - forficúlidos - blátidos - mantidos - varios coleópteros - formícidos - hemípteros - tisanuros - rotíferos y varios protistas.

Vemos entonces que casi todos los grupos que viven en los charcos terrestres tienen representantes en la fauna bromelícola y que a este grupo se suma una gran cantidad de animales que no viven en los charcos, pero que encuentran condiciones favorables en las bromeliáceas epífitas.

Varias generaciones de animales pueden sucederse en una misma planta, sin que ninguno de los individuos que las componen salgan nunca de la bromeliácea; aquí encuentran todas las condiciones favorables a su desarrollo.

PRINCIPALES RELACIONES ENTRE LAS BROMELIACEAS Y SU FAUNA

Es conveniente investigar las relaciones esenciales que existen entre la fauna bromelícola y el medio bromeliano. Así, podremos comprender a la vez el papel de las bromeliáceas en la constitución de la fauna de una región dada, es decir su papel en la dispersión geográfica de las especies, así como las principales consecuencias que resultan para estos animales de su vida en estas plantas.

La primera pregunta que surge es sin duda alguna el papel que juegan las bromeliáceas epífitas en la dispersión geográfica de los animales.

Los charcos bromelianos, en efecto, ubicados en zonas e incluso en regiones relativamente vastas, desprovistas de charcos terrestres, llegan a reemplazar estos últimos. Los animales puramente acuáticos al hallar un medio favorable a su desarrollo, persisten y se multiplican en estas regiones en donde la ausencia de charcos no permitiría su desarrollo.

Así, por ejemplo, las ranas de zarzal encontrarían en las bromeliáceas, el agua necesaria al desarrollo de sus huevos. Lo mismo sucede a los insectos con larvas acuáticas. Otros animales son acuícolas durante toda su vida, como los copépodos, ostrácodos, hirudíneos, varios oligoquetos, rotíferos, planarias acuáticas, infusorios.

La permanencia de los charcos bromelianos durante todo el año, y durante estaciones en donde los charcos terrestres o sus análogos se secan, produce otra consecuencia.

Esta permanencia conduce, en efecto, para los animales con larvas acuáticas bromelícolas, a la supresión de una época determinada para la puesta, que existe normalmente en los animales que ponen en los charcos temporales y así, en las diferentes épocas del año, encontramos en los charcos bromelianos larvas de cualquier edad, por ejemplo larvas de culícidos, quironómidos, tipúlidos, odonatos y coleópteros. Se trata aquí, por supuesto, de una adaptación a las condiciones especiales de las bromeliáceas.

Se puede objetar a esta manera de ver las cosas, el hecho de que varios insectos tropicales con larvas acuáticas, jamás viven en las bromeliáceas, no tienen una época de puesta determinada y se reproducen durante todo el año. Para responder a esta objeción, bastará recordar que estos insectos tienen ciertas formas de adaptación a la sequía: es así como los culícidos y muchos dípteros ponen en cavidades completamente secas, pero que pueden eventualmente llenarse de agua: cavidades de troncos, brácteas de plantas, urnas de plantas ascidíferas, etc. Los huevos toleran la sequedad durante largos períodos, y se desarrollan tan pronto como la cavidad se llena de agua.

Los insectos que ponen en las cavidades de las ramas, urnas, etc. son animales minúsculos, cuyas larvas solo necesitan de poco espacio para desplazarse. Al mismo tiempo, son animales que no necesitan de grandes cantidades de alimento para subsistir. Pero no todas las larvas –y sobre todo las de los odonatos– pueden plegarse a tales condiciones y éstas necesitan de alimentación abundante.

La pureza del agua de los charcos bromelianos es de gran importancia desde el punto de vista de la constitución de la fauna bromelícola. Animales que no pueden vivir en pequeños charcos, en donde la putrefacción se introduce, se desarrollan normalmente en el agua de las bromeliáceas. Se debe notar que si se desea criar estos animales (larvas de quironómidos, ostrácodos, etc.) en un tarro, siempre se debe tomar la precaución de introducir en el agua algunas hojas de bromeliáceas.

Algunos animales bromelícolas no nadan, mientras que sus congéneres que viven en los charcos terrestres nadan muy bien. Es así como las larvas de quirónomidos no tienen el movimiento en S característico de estos insectos; los ostrácodos no nadan, como sucede también con una especie de planaria. Todos estos animales pueden, sin embargo, arrastrarse muy fácilmente en las hojas de las bromeliáceas. Es posible que este tipo de locomoción sea una adaptación a la vida bromelícola.

El fraccionamiento del *acuario* en pequeños depósitos, que no se comunican entre sí, constituye una condición muy especial a las bromeliáceas cuyas consecuencias no son despreciables para algunos animales: se sabe que entre las larvas de los culícidos, una gran parte de ellas se devoran mutuamente y sobre todo las larvas de los *Megarhinus*. Las bromeliáceas de Costa Rica a menudo contienen gran cantidad de larvas *Megarhinus superbus* Knab[9], su canibalismo es extremo y solo se puede tener una sola en cada tarro; cuando se meten varias larvas de estas en el mismo recipiente, se lanzan unas contra las otras; por lo general solo queda una viva, pero muere poco después, a raíz de las heridas recibidas.

Cuando se deshoja una bromeliácea que contiene varias de estas larvas, generalmente solo se encuentra en cada depósito formado por una hoja, una sola larva de *Megarhinus superbus*.

El fraccionamiento del *acuario* de las bromeliáceas permite a las larvas de *Megarhinus* desarrollarse en forma numerosa en un espacio reducido: pude extraer de una bromeliácea de cincuenta centímetros de diámetro, una docena de estas larvas. Nunca hubiéramos encontrado una cantidad semejante de larvas en un charco terrestre, pues se hubieran destruido entre sí.

Aunque acuáticas, las larvas de *Megarhinus* muestran una etología comparable a las de las larvas solitarias de *Olethreutes oblongana* Hw., *Myelois cribrella* Hb. (microlepidópteros), *Larinus vittatus* L., *Balaninus nucum* L. (coleópteros) que viven en las cabezuelas de varias plantas *(Dipsacus, Carlina,* etc.). El aislamiento de estas larvas, estudiado por Et. Rabaud (1911, 1912 y 1913) se debe sobre todo a "una separación secundaria", al no tener las larvas ningún instinto que determine el aislamiento, igual ocurre con las *Megarhinus*: es así que a veces se puede encontrar más de una larva por hoja; aislamiento secundario resultante del canibalismo.

Los árboles que contienen bromeliáceas están expuestos a los vientos más violentos, las bromeliáceas a menudo caen y por consecuencia quedan privadas de agua. Los animales bromelícolas toleran estas desecaciones momentáneas, que son relativas y de períodos cortos, gracias a una resistencia muy grande a la asfixia. Las desecaciones temporales pueden también ser provocadas por los animales fitófagos que penetran en las hojas y provocan el derramamiento del agua que retienen. H. Scott sostiene además que la fauna bromelícola es más o menos anfibia.

He practicado una serie de experimentos para darme cuenta en qué medida estos animales son capaces de resistir a la asfixia: la sanguijuela, que normalmente vive bajo el agua, puede vivir hasta cinco días en el aire, en una cámara húmeda. Un *Elpidium* resiste hasta cuatro días en las mismas condiciones y las larvas *Metriocnemus* pueden permanecer en parte seca durante una semana entera.

Las glándulas tegumentarias de la larva del *Mongoma* serían, según Keilin (1913), una adaptación a la sequedad.

Entre los animales bromelícolas, algunos tienen ventosas o medios equivalentes de fijación; se adhieren así a las hojas de la

bromeliácea y esta adherencia evita que se separen de la planta cuando ésta es sacudida por el viento.

Una larva de sírfido es muy notoria en este respecto. Se sabe que las larvas de *Blepharoceridae,* que también tienen ventosas, viven normalmente en los torrentes con fuertes corrientes. Se adhieren fuertemente a las piedras sumergidas gracias a sus ventosas centrales.

Las larvas con ventosas de los Syrphidae bromelícolas presentarían tal vez un caso de convergencia con las de las *Blepharoceridae* que viven en los torrentes; las dos resisten fuertes sacudidas.

Las bromeliáceas epífitas forman una cámara húmeda perfecta y los animales higrófilos se desarrollan en ella considerablemente.

Se sabe que las planarias terrestres toleran tan mal la desecación que si se pone una de ellas en un pedazo de madera seca no puede alejarse más de un metro del punto de partida; tal es el caso de las *Rhynchodemus bromelicola* De Beauchamp, especie muy común en casi todas las *Aechmea* y *Billbergia* del valle del Reventazón.

Estos animales viven normalmente entre las hojas muertas retenidas en los espacios interfoliares de las bromeliáceas; se les encuentra por centenas; ponen sobre las hojas vivas y sus huevos están dispuestos en forma de polígono, en un área cercana a la superficie del agua.

La oscuridad que reina en el terrario brinda una condición adecuada a los animales lucífugos. Los onicóforos, por ejemplo, a la vez son atraídos por la humedad y rechazan violentamente la luz. Viven normalmente en la madera podrida y bajo las hojas muertas; en el día se ocultan, en la noche, por el contrario, cazan los insectos de los cuales se alimentan. Precisamente encontré el *Peripatus biolleyi* Bouv. viviendo en el *terrario* de las bromeliáceas.

Un sapo arborícola, *Gastrotheca coronata* Stej, se oculta, bajo las hojas muertas retenidas entre las hojas de la bromeliácea durante todo el día; el mínimo rayo de luz que reciba lo hace huir en forma inmediata; en la noche, es muy activo, sus movimientos son ágiles y se dedica a la caza.

Los isópodos, que viven normalmente en los lugares húmedos y oscuros, encuentran también en el *terrario* bromeliano condiciones favorables y proliferan en muchas colonias. Lo mismo ocurre con varias larvas de insectos.

ORIGEN Y DISEMINACION DE LA FAUNA BROMELICOLA

No hay duda de que en efecto existe una fauna estrictamente bromelícola y no simplemente una fauna constituida por animales que se encuentran en la planta por accidente, ya sean animales sedentarios, insectos alados y otros animales más o menos vagabundos. Esto resulta en parte de los hechos expuestos en el párrafo anterior; también resulta de hechos de otra índole. Ya Müller (1879) consideraba el citérido descrito por él, y tan abundante en las bromeliáceas epífitas de Brasil, como un animal que pasa normalmente su vida en los charcos bromelianos; trató en vano de encontrar este ostrácodo en los charcos terrestres de las mismas localidades . Müller explicaba la presencia de este ostrácodo en varias plantas de la siguiente manera: los individuos jóvenes y muy pequeños (0,2 mm) se adherirían a los pelos de los coleópteros acuáticos y serían transportados de una planta a otra. El transporte sería tan constante y regular como "el polen en las flores".

Calvert (1910) considera también a las larvas de libélulas descubiertas por él en Costa Rica, como animales estrictamente bromelícolas; el autor explica el *habitat actual* de estas larvas de la siguiente manera: una gran cantidad de especies de *Mecistogaster* son oriundas de las orillas del Amazonas, en donde vegetan numerosas y grandes bromeliáceas epífitas. En el momento de las inundaciones periódicas del río, gran número de plantas epífitas se encuentran semi-sumergidas. En este momento, los odonatos, habituados a poner en el río, encontrarán entre las hojas, condiciones adecuadas para la puesta. De esta forma una asociación se habría establecido entre los *Mecistogaster* o sus ancestros y las plantas sumergidas. Esta asociación persistiría, según Calvert, una vez que el río volviera a su cauce

normal, a condición de que retuvieran agua en forma constante y que esta agua fuese regularmente renovada. Sólo las bromeliáceas ofrecen estas condiciones. Una vez que se establece la asociación, las libélulas pudieron penetrar en los bosques y en regiones donde no se dan inundaciones periódicas como en las del Amazonas. Calvert observó una gran cantidad de *Mecistogaster* volando a lo largo del río Reventazón; además constata que los *Mecistogaster, Megaloprepus, Microstigma, Pseudostigma,* y *Anomisma* tienen un área de dispersión que coincide con la de las Bromeliáceas epífitas. El autor sostiene que el largo y delgado abdomen característico de estos géneros es una adaptación a la vida bromelícola. El insecto podría así, en el momento de la puesta, alcanzar el agua de la bromeliácea situada a menudo en lugares profundos, entre las hojas estrechamente apretadas. Agrega, por ejemplo, que el abdomen de la larva de *Mecistogaster modestus* no es mayor que el de las larvas de agrionida: la longitud y la gracilidad del abdomen sería entonces una especialización sin interés para la larva.

Lutz (1908) admite también que entre los culícidos, al menos una quinta parte de las especies conocidas es exclusivamente bromelícola.

Scott (1912) sostiene igualmente la existencia de una fauna exclusivamente bromelícola, y cree que uno de sus caracteres es el ser más o menos anfibia.

Champion (1912), por su lado, considera que ciertos coleópteros son habitantes exclusivos de las bromeliáceas epífitas, incluso todas las especies de ciertos géneros.

Tales son las únicas indicaciones que pude recoger sobre la constitución de la fauna bromelícola en relación con su origen y su diseminación; otros autores sostienen solamente el paso accidental de animales terrestres a las bromeliáceas epífitas. Es así como L. Cognetti de Martiis supone que los *Andiodrilus* y *Pheretima,* hallados en las bromeliáceas por Biolley y Tristán provienen del desarrollo de huevos conducidos desde el suelo por las aves y dejados entre las hojas de estas plantas.

Yo traigo, en lo que a mí concierne, una cierta cantidad de datos que apoyan la idea de que existe verdaderamente una *fauna bromelícola,* claramente caracterizada como tal.

Cuando uno encuentra por azar un animal cualquiera en una planta, se puede atribuir su presencia a un accidente. Pero si uno encuentra una gran cantidad de animales pertenecientes a una especie determinada en esta planta, si se les encuentra en forma numerosa en los pies de un mismo tipo de planta, es necesario, para comprender su presencia, acudir a otro tipo de explicación. Si, en varias localidades, alejadas unas de otras, se encuentran animales de la misma especie en las plantas pertenecientes a un solo grupo o familia, no podría negarse que existe alguna relación entre la planta y el animal. Y si no se encuentran estos animales en ninguna otra planta, más que en las bromeliáceas uno está obligado a concluir que la especie considerada es estrictamente bromelícola.

Tal es el caso de gran cantidad de animales que he encontrado viviendo en estas plantas. Es así como en las diversas regiones de Costa Rica (vertientes Atlántica y Pacífica), en una altitud entre 200 y 2000 metros, encontré una gran cantidad de individuos de las mismas especies de animales en la casi totalidad de las bromeliáces. A título de ejemplo, citaré un ostrácodo perteneciente al mismo género, tal vez a la misma especie, que el hallado en las bromeliáceas del Brasil por Fritz Müller hace 34 años, así como dos insectos que están entre los animales bromelícolas de Costa Rica más constantes y característicos: una larva de coleóptero, *Scirtes championi* Picado, y una larva de típula, *Mongoma bromeliadicola* Alexander. Puedo asegurar que casi no existe una sola de las bromeliáceas grandes en el país que no esté poblada por una considerable cantidad de larvas de estas dos especies. También es el caso de muchos animales adultos: oligoquetos, turbelarias, etc.

Si fuese necesaria una nueva prueba, recordaré que algunos animales bromelícolas son acuáticos y que se les encuentra en lugares en donde no existe ningún otro depósito de agua.

Una vez que se ha establecido este punto, la pregunta sobre el origen de la fauna bromelícola surge: ¿provienen estos animales del suelo y de las ciénagas vecinas? ¿Cuál es entonces el camino seguido para llegar a las bromeliáceas?

Si suponemos que los animales bromelícolas sedentarios provienen de la llegada constante de animales terrestres a las

bromeliáceas, y si tomamos en cuenta la constancia de la fauna bromelícola, estamos obligados a admitir una serie de accidentes aislados, pero que se suceden sin interrupción, teniendo esto como consecuencia el poblamiento de las bromeliáceas. Habría que suponer así, que cada oligoqueto vendría de un huevo que, al adherirse a la pata de un ave, habría caído en una planta y que habría al menos un huevo en cada pie de bromeliácea, puesto que la misma especie de oligoqueto existe en casi todas las plantas de una zona. También habría que suponer que los ostrácodos, las planarias y las sanguijuelas fueron a su vez conducidos a las bromeliáceas, (al menos un par de cada especie en cada bromeliácea) luego de un viaje, a menudo de varios kilómetros.

Esta forma de ver las cosas es inadmisible. Recordemos, en efecto, que si se buscan las especies que viven en las bromeliáceas en el suelo y en las ciénagas vecinas no se les encuentra: Müller exploró en vano las ciénagas sin hallar en ellas el ostrácodo descubierto por él en las bromeliáceas. Yo también busqué en el suelo de varias localidades, sin hallar los oligoquetos que viven en abundancia en las bromeliáceas adheridas en los árboles de estas mismas localidades. Los animales que viven en las bromeliáceas solo pueden provenir de las mismas bromeliáceas; se debe entonces buscar por cuáles medios se efectúa el paso de una planta a otra.

Antes de tratar de dar una explicación al respecto, intentaré describir en qué forma se efectuó originalmente el poblamiento de las bromeliáceas. Las condiciones locales en las cuales las bromeliáceas se encuentran permitirían dilucidar esta pregunta.

Es evidente que las especies actualmente bromelícolas no siempre lo fueron; deben provenir del suelo, de las ciénagas o de algún otro lugar habitado por sus congéneres. Veremos luego que los procedimientos de paso son varios y que si uno conviene a una especie, no necesariamente conviene a otra. De una manera general, sin embargo, un animal cualquiera pudo haber llegado a las bromeliáceas de la siguiente forma: durante la estación de lluvias, grandes bloques de tierra son arrastrados por los torrentes temporales, tan frecuentes en los trópicos. A menudo, árboles enteros son desraizados y arrastrados. Estos torrentes, verdaderas avalanchas de agua y de lodo líquido, proyectan todo tipo de

productos del suelo a los árboles cuya cima a menudo se encuentra situada por debajo del nivel de donde cae el torrente. Una parte de los animales o de los huevos llevados por el agua lodosa caerá en las hojas de numerosas bromeliáceas epífitas, donde será retenida.

Dicho esto, y comprendida así la infestación, examinemos cómo los hechos relativos a estas plantas pueden explicar la diseminación ulterior de la fauna.

Las bromeliáceas epífitas se apilan muy a menudo alrededor de los troncos de los árboles. (Figuras Nº 17 y 18).

FIGURA Nº 17.–Tronco de árbol envainado por las bromeliáceas (Orosi).

Con frecuencia, un árbol se encuentra cubierto por las bromeliáceas al punto que su propio follaje desaparece, invadido por el de las bromeliáceas. Las Figuras Nº 17 y 18 dan una pequeña idea de este apilamiento y se comprende mejor cómo los animales pueden pasar fácilmente de una bromeliácea a otra; la diseminación entonces sería activa.

Pero no es la única forma posible; en otras ocasiones se daría diseminación pasiva. Es cierto, en efecto, que si una bromeliácea ya infestada se vuelca, cae o muere, los animales que contiene caerán y cierta cantidad de ellos serán retenidos por

*FIGURA Nº 18.–**Acnistus arborescens** que sirve de sostén a un gran número de **Tillandsia** (Orosi).*

las hojas de las plantas que se encuentran debajo. Además, las bromeliáceas adheridas a las lianas son llevadas por estas y pasan así fácilmente de un árbol a otro llevando los animales consigo. En cuanto a las bromeliáceas que se adhieren a las ramas jóvenes, en donde el crecimiento intercalado es suficientemente pronunciado, estas pueden ser desplazadas. También, el viento puede, en ciertas condiciones, ser el principal factor de la diseminación de las bromeliáceas y por ende de su fauna.

La *Tillandsia usneoides,* por ejemplo, se multiplica por un procedimiento particular, observado anteriormente por Schimper. La planta se agranda, y cuando sus filamentos alcanzan una gran longitud, el viento los desgarra y lleva consigo fragmentos; estos quedan en otros árboles, sobre los cuales se adhieren y vegetan (Figura Nº 19).

FIGURA Nº 19.–Un árbol completamente recubierto por ***Tillandsia usneoides.***
Se aprecian algunos pedazos adheridos a otro árbol y que comienzan a invadirlo.

La observación muestra efectivamente que esta *Tillandsia* se propaga siempre según la dirección del viento. Cuando se mira desde lo alto de una montaña, una región en que se desarrollan estas plantas, se aprecia como estelas, que contrastan por su coloración grisácea con el verde de los árboles, dando la apariencia de un verdadero camino: corresponde a la serie de árboles recubiertos por *Tillandsia usneoides.*

Otras bromeliáceas son igualmente diseminadas por el viento: con frecuencia grandes colgajos de corteza de los árboles recubiertos por las bromeliáceas u otras plantas epífitas se despegan y son transportados y se adhieren a las ramas de otro árbol, situado a veces a una distancia considerable.

Lo anterior nos llevaría a creer, sin duda, que el paso de una planta a otra se efectúa de arriba hacia abajo, siendo las bromeliáceas más cercanas del suelo las que contienen la fauna más abundante; y estamos más convencidos al saber que los pies de las bromeliáceas que surgen directamente de la semilla están ubicadas normalmente en un nivel inferior al pie del padre. La diseminación de las semillas, en efecto, se asegura por dos procedimientos diferentes. Si se encuentran desnudas (Figura Nº 20) son las aves las que se encargan; las *Tanagra, Ramphocoelus, Pyranga* y otros pájaros desgarran las frutas de ciertas bromeliáceas, tragan la pulpa y dejan caer las semillas. Es fácil constatar que sobre los troncos que tienen bastantes

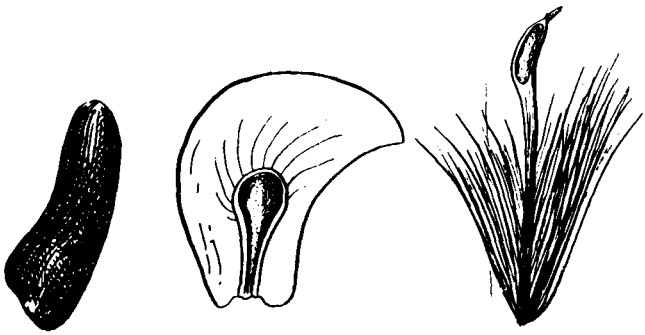


FIGURA Nº 20.–Semillas de las bromeliáceas epífitas: desnudas, aladas y dotadas de un copete.

bromeliáceas, los jóvenes pies *aislados,* provenientes de la germinación de las semillas, por lo general se encuentran a un nivel inferior al de los individuos viejos o nacidos de un botón.

En cuanto a las semillas aladas o dotadas de un copete, son diseminadas por el viento, pero su peso las conduce siempre hacia abajo.

Sin embargo, y a pesar de la apariencia, la fauna sube al menos tanto como ella desciende. Por esto la reproducción por medio de semillas no juega el papel esencial en estas plantas, como sí la multiplicación por botones. En estado salvaje, estos se forman entre las hojas[10] y, creciendo hacia arriba, una vez desarrollados, superan a la planta madre. Esta muere generalmente; su tallo sin hojas, persiste largo tiempo, ligando entre ellos los botones que se han desarrollado.

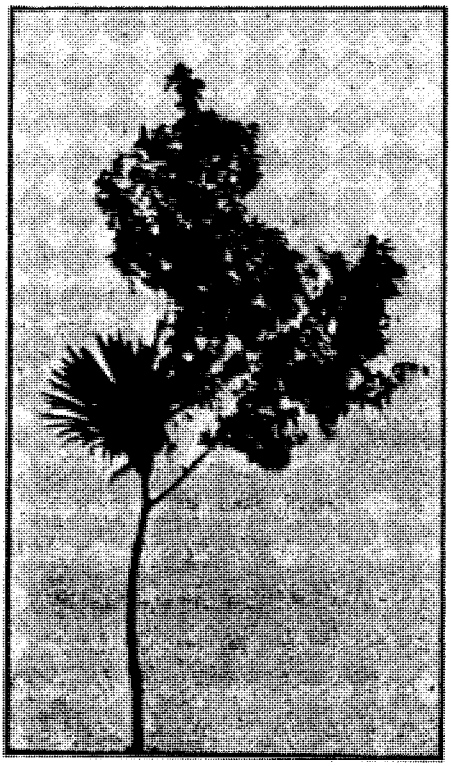


FIGURA Nº 21.–Una gran bromeliácea desarrollándose en una rama joven en vía de crecimiento (Orosi).

Esta multiplicación por botones es, sin duda, un factor de primera importancia en la diseminación de la fauna. Al crecer, los botones que nacen *bajo* la superficie del agua o de los detritus, capturarán, por así decirlo, muchos animales que viven en el pie padre. Así, varios pies, pronto independientes y más o menos alejados unos de otros, contendrán una fauna salida de una sola planta cepa.

La multiplicación por botones también tiene otra consecuencia,

en el sentido de que las generaciones de botones se suceden superponiéndose: resulta de esto una especie de movimiento de ascensión lento pero continuo. Es este movimiento, igual que la ascensión de los pies sostenidos por las ramas de los árboles en vías de crecimiento (Figura Nº 21), el que contribuye a neutralizar, en cierta medida, la caída continua de los animales liberados por las plantas viejas o que se caen debido a un accidente cualquiera.

Fuera de estos procedimientos generales, capaces de explicar en forma satisfactoria el origen y diseminación de la fauna, conviene examinar los medios de diseminación particulares en cada grupo, así como las diferentes causas que pueden atraer hacia las bromeliáceas a los animales venidos de otros hábitats.

Cuando se trata de insectos que vuelan o, de forma general, de animales que emigran fácilmente, es la alimentación, primero que todo, lo que los atrae, ya sea que atacan directamente a la misma bromeliácea, o que comen los detritus vegetales y los hongos que ahí se desarrollan, o, en fin, que ellos sean predadores y que lleguen atraídos por la presencia de otros animales, que son su presa.

Entre los animales que atacan a la bromeliácea, podemos citar a los coleópteros, los acáridos, los hemípteros, los ortópteros, larvas de lepidópteros, etc. Entre los animales saprófagos, capaces de emigrar, se tienen las cucarachas y las tijeretas que forman el contingente principal, lo mismo se puede decir de los isópodos, quilognatos y los pseudoescorpiones.

Entre los animales bromelícolas micófagos, se pueden citar algunas especies de hormigas del género *Odontomachus,* cuyo alimento habitual está constituido por hongos (Calvert).

La fauna predadora sobre todo está constituida por los *Peripatus,* las escolopendras, los batracios y una gran cantidad de arañas. Estas tejen a menudo una tela entre las hojas de la bromeliácea, precisamente sobre los depósitos de agua, lo que les permite atrapar los insectos alados a medida que brotan del huevo y que toman vuelo. Otras arañas cazan, al contrario, a campo abierto: los saltícidos bromelícolas son muy abundantes, incluso en los invernaderos de Europa. Las ranas y los sapos arborícolas, que visitan a las bromeliáceas o que las habitan, se dedican a la caza de insectos, sobre todo de cucarachas.

En cuanto a los animales cuyos hábitos migratorios no se conocen bien y en cuanto a las larvas bromelícolas de insectos alados, se debe investigar para cada caso en particular, tanto las causas que hubiesen podido determinar su hábitat como los medios probables de diseminación.

A. *Ostrácodos.*–Según Müller, serían normalmente transportados de una planta a otra por los insectos. Esta idea supone tal continuidad en el transporte, que me parece más natural pensar que el paso de una planta a otra se debe simplemente a la caída de las bromeliáceas, a la generación de botones, etc.

La comparación establecida por Müller entre la diseminación de estos animales y la polinización entomófila de las flores es muy inexacta; se sabe actualmente, en efecto, que esta polinización no es tan frecuente como se creía y que una gran cantidad de plantas se multiplican partenogenéticamente, sin la mínima ayuda de los insectos. Ahora bien, no existen razones para recurrir a la intervención constante de los insectos, en lo que concierne al transporte de animales de una planta a otra. En mi criterio, es mejor considerar la diseminación de los ostrácodos como estrictamente pasiva, es decir, debida a los procedimientos generales de caída, volcadura, etc, de las bromeliáceas.

B. *Copépodos, rotíferos, e infusorios.*–Los primeros son transportados por el viento en estado de huevos, los otros en estado de quistes mezclados con polvo. Una de las especies de coleópteros que encontré es, en efecto, cosmopolita, en el sentido más amplio de la palabra; para esta especie, se admite generalmente tal medio de diseminación, cuando se seca el charco en donde vive. También pueden caer en las hojas de los árboles, de donde serán llevados a los depósitos interfoliares, si es que los hay.

Para los rotíferos y los infusorios se tendría lo mismo: serían transportados bajo la forma de quistes mezclados con polvo de los charcos secos.

C. *Oligoquetos* y *gastéropodos.*–Los oligoquetos probablemente emigraron en forma activa hacia las bromeliáceas. Varios

hechos, ya conocidos, de la biología de estos animales pueden reforzarnos en esta idea; es así como se encontraron varias especies viviendo entre las hojas de las palmeras, otra en troncos de árboles llenos de agua. N. Annandale encontró en la India un *Perionyx* que vive en los huecos de troncos semi-llenos de agua y de hojas muertas. Estos animales, que parece ser no toleran ningún grado de sequedad, emigran durante la noche si sus condiciones de vida se vuelven precarias; a veces al sorprenderlos el día en su trayecto, mueren debido al calor o a la sequedad; otros llegan a un lugar propicio a su desarrollo y ahí forman una colonia.

Biolley y Tristán encontraron una lombriz de tierra, *Pheretima heterochoeta* Michlsn, en los detritus de las bromeliáceas y también *bajo la corteza de los árboles;* estos mismos naturalistas encontraron igualmente unos *Dichogaster* bajo la corteza de los árboles. Yo hallé varias especies de *Dichogaster* en los detritus de las bromeliáceas epífitas, así como lombrices pertenecientes al mismo género, bajo la corteza de los árboles.

Entonces, me parece evidente que la presencia de oligoquetos en las bromeliáceas epífitas se debe, al menos en gran parte, a la migración, ya sea que se trate de especies con un hábitat desconocido no bromelícola, o al contrario, de especies que se trasladan de una bromeliácea a otra y que aparentan ser estrictamente bromelícolas.

Lo que acabo de sostener a propósito de las lombrices de tierra se aplica también a los gasterópodos del género *Guppya,* de los cuales hallé gran cantidad en las bromeliáceas, y bajo la corteza de los árboles.

D. *Turbelarias.*–Las planarias terrestres solo pueden vivir en una atmósfera saturada de humedad; se arrastran bajo el musgo húmedo y se desplazan rápidamente por lo que se supone que emigran de una planta a otra en forma relativamente rápida. En cuanto a las especies acuáticas, su desplazamiento posiblemente se debe a los procedimientos generales arriba expuestos.

E. *Hirudíneos.*–De estos animales, no puedo decir gran cosa, al ignorar sus medios de nutrición. Si estas especies atacan a los batracios que vienen a cazar en las bromeliáceas y succio-

nan su sangre, es fácil comprender sobre su diseminación; si se alimentan de animales pequeños incapaces de transportarlos no puedo sino referir a los procedimientos generales.

Para terminar con lo que se relaciona con la presencia de animales en las bromeliáceas, falta solamente dar una explicación general relativa a la causa que atrae a los insectos alados, a las larvas acuáticas, o al menos higrófilas, hacia las bromeliáceas. Me parece que los ancestros de estos insectos al introducirse en los bosques y al no encontrar charcos fueron obligados a poner sus huevos en cualquier depósito de agua ya sea en una planta-reservorio –liliáceas, nepentes, musáceas, bromeliáceas u otras–, o bien en los depósitos de agua accidentales –bambúes, *Sarracenia,* huecos de árboles, etc.– Así, el hábito de poner de preferencia en ciertos lugares o plantas se pudo haber iniciado; es por esto que los mismos grupos de animales con larvas acuáticas ponen en varias de las plantas mencionadas anteriormente. Como ejemplo, citaré las agriónidas cuyas larvas viven en las bromeliáceas en América, las liliáceas en Oceanía, los bambúes en Asia, etc. Se debe observar que en todas las zonas en donde las agriónidas viven en depósitos de agua formados entre las hojas o tallos de estas plantas, no hay charcos o, para decirlo mejor, son regiones caracterizadas por la sequedad de su suelo. No es aventurado suponer que el medio de las plantas-reservorio pudo haber provocado tales adaptaciones en las larvas, y que ahora no podrían encontrar en los charcos y los riachuelos las condiciones necesarias a su desarrollo.

De lo que acabo de exponer, se desprende naturalmente que la fauna bromelícola, así como la fauna de otras plantas-reservorio, es una fauna en vías de formación y que los insectos con larvas acuáticas no bromelícolas presentes, por azar, en los bosques sin charcos, podrán poner en el agua retenida por las bromeliáceas: de esta forma una nueva adaptación puede comenzar. Más tarde no pondrán más sus huevos en los charcos terrestres. Lo mismo ocurriría con animales atraídos hasta las bromeliáceas u otras plantas semejantes, por alguna de las causas anteriormente expuestas.

CONSIDERACIONES SOBRE LA BIOLOGIA Y LA FAUNA DE OTRAS "PLANTAS-RESERVORIO"

Es interesante examinar comparativamente la fauna de las otras *"plantas-reservorio"* y la de las plantas que retienen el agua en forma accidental.

Entre estas últimas se debe primero mencionar a los bambúes. J. F. Leicester, en efecto, encontró en Malasia tallos de bambúes llenos de agua, –luego de diversos accidentes (huecos hechos por insectos fitófagos, ranuras efectuadas por el calor u otra causa, tallos quebrados, etc.)– que contenían ciertas larvas: culícidos, quironómidos, agriónidos y libelúlidos. F. Knab, por su lado, halló en los tallos de los bambúes llenos de agua, de América Central, cierta cantidad de larvas de dípteros, entre los cuales se encuentran los *Megharinus*.

Pero las condiciones en un tallo hueco de bambú, a veces muerto, lleno de agua en forma accidental, no serían comparables, para los animales, a las que se encuentran en las bromeliáceas epífitas; la fauna que allí se desarrolla sería solamente comparable a la fauna que se encuentra en las cavidades de los troncos de árboles, llena de agua en forma accidental.

En cuanto a las "plantas-reservorio" propiamente dichas, se deben dividir en dos categorías: las que contienen agua en forma temporal y las que la contienen permanentemente.

Entre las primeras se cuentan las *Sarracenia*. Estas plantas abrigan, en efecto, varios insectos en sus urnas; sin embargo estas se secan con frecuencia, contrariamente a lo que pasa con los depósitos de las bromeliáceas epífitas. F. Knab solo considera un quironómido, *Metriocnemus knabi* Coq. y un culícido, *Wyeomyia smithi* Coq. como huéspedes exclusivos de estas urnas.

Esto podría explicarse por el hecho de que *Wyeomyia smithi*, al menos, pone incluso en las urnas secas y que sus huevos se desarrollan una vez que éstas se llenan nuevamente de agua.

Las musáceas que retienen agua, ya sea en los estrechos espacios interfoliares (*Musa*), o bien en las brácteas florales en forma de cuchara (*Heliconia*), son también plantas que solo la retienen en forma temporal. Estas plantas sirven de anfitrionas a una cierta cantidad de larvas de insectos, particularmente de los culícidos;

presentarían, al igual que las *Sarracenia,* un carácter común con las bromeliáceas epífitas: las paredes de los depósitos están constituidos de tejidos vivos; pero también una gran diferencia: ausencia de abundantes detritus orgánicos.

Los *Nepenthes,* cuya fauna es bastante rica, presentan caracteres diferentes a los de las bromeliáceas. En estas plantas, recordemos, las urnas se llenan de un líquido secretado por la misma planta. Sus urnas pueden contener varias larvas de dípteros; de Meijere y Jensen han estudiado algunas de ellas: *Scutomyia treubi* De Meij., *Cyatomyia jenseni* De Meij., *Tiranotoenia ascidicola* De Meij., *Ficalbia tenax* De Meij., (Culícidos), *Aphiochaeta gregalis* De Meij., *Aphiochaeta decipiens* De Meij. (Fóridos) y *Phaonia nepenthicola* Stein (Anthomyinae).

Jensen supone que estas larvas son estrictamente nepentícolas y que secretan una antidiastasa para combatir la acción digestiva del líquido de las urnas. Esta hipótesis me parece absolutamente verbal; expresa la simple constatación de un hecho, sin explicarlo: *los animales vivos no son digeridos por el Nepenthes.* Los cadáveres lo serían, pero un cadáver no es un ser vivo, las afinidades de uno no son las del otro; una diastasa cualquiera no ataca todo, pues las condiciones no siempre son las mismas. El ácido sulfúrico que se combina caliente con el cobre, ¿se combina frío?, sin duda el cobre quedó comparable a sí mismo, pero las otras condiciones variaron. En cuanto a las adaptaciones de los otros animales nepentícolas no se sabe mucho: las larvas de tricópteros estarían protegidas por una quitina muy gruesa; sus tubos estarían construidos con la ayuda de partes quitinosas de insectos muertos en las urnas, con exclusión de cualquier otro material (Guenther, 1913).

Otras "plantas-reservorio" presentan posiblemente condiciones parecidas a las bromeliáceas; estas plantas reemplazarían en cierta forma a las bromeliáceas en las regiones en donde estas últimas escasean. Así, R.C.L. Perkins encontró, en efecto, larvas de agriónidos en los depósitos de agua retenidos por algunas liliáceas que crecen en los terrenos secos de las islas Hawai. Sin embargo, se sabe que ciertas liliáceas tienen escamas parecidas a las de las bromeliáceas epífitas. Si a la semejanza morfológica

corresponde un parecido fisiológico, y si estas escamas también absorben agua y sustancias que pudieran, al llegar a putrefacción, desnaturalizar el agua retenida de estas liliáceas, los agriónidos encontrarían condiciones semejantes a las de las bromeliáceas.

Otras plantas de las islas Hawai contienen también agua y sirven de anfitrionas a ciertos animales acuáticos: Lutz encontró, en una pandanácea, *Freycinetia arnotti,* una *Orchestia.* Según el autor, este animal sería el único habitante de los depósitos interfoliares de esta planta. Lutz encontró igualmente en una eriocaulácea, que crece en un charco: *Eriocaulon vaginatum,* una especie de Cyclopidae y cantidad de larvas de *Culex cingulatus* Fabr.; no pudo encontrar estos mismos animales en el charco en el cual el *Eriocaulon* se desarrollaba.

H. Scott encontró (1908-1909) cierta cantidad de animales viviendo en las hojas internas de algunas palmeras: *Stevensonia grandifolia, Verschaffeltia splendida, Lodoicea seychellarum* y en algunas Pandanáceas: *Pandanus seychelarum.* El suministra (1910) una lista de los animales palmícolas y pandanícolas hallados en las islas Seychelles; esta lista incluye lombrices de tierra, sanguijuelas, serpientes, cochinillas, larvas de dípteros: *(Eristalis* y otros), lepidópteros, *Disticidae* (*Copelatus,* forma propia de los *Pandanus*); una especie de blátido, ciertos coleópteros, larvas de culícidos y quironómidos. Para obtener estos animales, se corta el palmito de la palmera y se deshoja. Se debe tener cuidado de quitar una por una las bases de las hojas y examinar el *humus* retenido en ellas. De igual forma, se extrae la mayoría de los animales bromelícolas.

Solamente en las palmeras y las pandanáceas con grandes espacios foliares, en donde se puede formar humus, se tiene una fauna constante y tal vez *especial.* Otras palmeras, que crecen en las mismas zonas, como las *Roscheria,* no contienen sin embargo esta fauna, y se observa que estas plantas, con espacios interfoliares estrechos, son comparables a las musáceas de América. Si se compara la lista de los animales palmícolas y pandanícolas con la de los bromelícolas, uno se percata al instante de la gran semejanza que existe entre la composición de la primera y la de la

segunda; Scott observa, además, que el agua no debe faltar realmente en las pandanáceas.

H. Scott describe más tarde (1912) tres especies de coleópteros provenientes de estas plantas: *Oxyomus palmarum, Atoenius lodoiceoe* y *Copelatus pandanorum.* La primera de estas especies vive en las palmeras o en las pandanáceas, hecho que prueba que el insecto encuentra en unas y en otras, condiciones de medio más o menos parecidas. El *Copelatus* cumple probablemente, según Scott, todo su ciclo evolutivo en los depósitos de agua formados entre la base de las hojas de los *Pandanus;* el autor encontró allí, en efecto, una larva que considera como de *Copelatus.*

En otras plantas, se han encontrado otros animales más o menos acuícolas o humícolas, pero no se han analizado las condiciones biológicas a las cuales estos animales están sometidos. En cuanto a la constancia de esta fauna en una planta dada, a exclusión de cualquier otra, no se sabe gran cosa. Se ha supuesto, por ejemplo, que gran número de especies rotíferas están asociadas a un musgo determinado; pero las nuevas investigaciones han permitido constatar que esta asociación no existe y que dichos rotíferos se encuentran igualmente, en otros depósitos de agua.

Lo que se debe retener, es que:

- En todas las regiones posibles, existen ciertas plantas que juegan el papel de reservorios de agua;

- Estas plantas actúan como charcos en los lugares en que no existen pantanos terrestres; y

- Varios animales acuáticos sobre todo los insectos con larvas acuáticas, encuentran en estas *"plantas-reservorio"* el agua necesaria a su desarrollo.

A excepción de las bromeliáceas, no se puede decir nada en cuanto al papel activo probable de estas plantas con respecto a sus depósitos interfoliares de agua. Sin embargo, es cierto que

todas las hojas absorben los aminoácidos; el agua que retienen entonces se purifica, al menos de estos ácidos; en cuanto a las otras impurezas, no se sabe nada.

La mayor oscuridad reina también a propósito de los hechos que están en relación con el origen y la diseminación de la fauna de las *"plantas-reservorio"*. Sin embargo, es muy posible que estos hechos sean comparables a los que acabo de señalar a propósito del origen y la diseminación de la fauna bromelícola.

NOTAS

8 Lutz fue quien primero apreció esta doble constitución: acuario y terrario pero sin insistir mucho.

9 Esta larva fue descubierta por Knab en las bromeliáceas epífitas de Panamá.

10 Es interesante constatar que en las bromeliáceas cultivadas en recipientes, los botones se forman lateralmente, bajo tierra y no entre las hojas. Este fenómeno es fácil de comprender, pues los detritus nutritivos de las bromeliáceas salvajes se encuentran entre las hojas y, en las especies cultivadas en recipientes, se encuentran fuera de la planta.
Se trata de un fenómeno comparable al de la producción artificial de raíces adventicias gracias a un recipiente con tierra que rodea una rama.

Capítulo IV

BIOLOGIA Y MORFOLOGIA DE ALGUNOS ANIMALES BROMELICOLAS

1. Quironómidos

El interés que se atribuye al estudio biológico de las larvas de esta familia[11] se deriva de que tienen hábitats variados y de que esta diversidad debe ser considerada como verdaderamente secundaria; en efecto, todas, tanto aquellas que viven una vida aérea, como las que lo hacen en el interior de los tejidos vegetales, poseen el aspecto de las larvas acuáticas, y hay lugar para suponer que ellas se derivan de formas que viven libremente en las charcas terrestres.

Así encontramos un buen número que vive entre los musgos húmedos, otras excavan galerías en el espesor de las hojas; se encuentran también en el agua retenida por las hojas de las gramíneas, hecho particularmente importante de recordar, pues una gran parte de esta agua no es de origen atmosférico, sino el producto de exudación de la misma planta; igualmente el *Metriocnemus knabi* Coq. habita las urnas de *Sarracenia purpurea*. No hay realmente nada extraordinario en que las larvas de esta familia se encuentren en las charcas bromelícolas, en las que yo he recogido seis especies, pertecientes a géneros diferentes, uno de los cuales es nuevo.

La exploración metódica de las bromeliáceas epífitas en diversos países, de seguro llevará a agregar un gran número de nuevas formas a esta primera lista; la que doy incluye probablemente todas las especies que viven actualmente en las bromeliáceas de Costa Rica, al menos en el centro del país. Las encontramos de una manera muy constante; algunas parecen ser propias de ciertas localidades, mientras que otras parecen estar más relacionadas con un cierto tipo de bromeliáceas.

Hay que hacer notar que entre los quironómidos de las bromeliáceas, se encuentran los Ceratopogoninae, de los cuales algunas especies atacan al hombre.

Isoplastus. Skuse. Proc. Linn. Soc. N.S. Wales (2) Vol. 4, P. 279 (1889).

Ablabesmyia. Johannsen. Bull. New York State Museum. Vol. 86, P. 135 (1905).

Isoplastus (= Ablabesmyia) costarricensis n. sp.

Larva.–(Lámina IX, Figura Nº 5) Esta es fácilmente reconocible de una sola mirada, gracias a su coloración anaranjada y a su actitud habitual de contorsionarse en S. En efecto, el animal se pega por medio de sus falsas patas posteriores a una hoja y eleva la parte anterior de su cuerpo; éste es fuerte y rechoncho. Además, uno puede reconocerla por sus manchas oscuras, ubicadas detrás de los ojos visibles a simple vista; estas manchas no son nada más que el punto de inserción de los músculos que le sirven para retraer las antenas (Lámina XIV, Figura Nº 2); por lo tanto, éstas son retráctiles, carácter que tienen en común con las larvas del género *Ablabesmyia* (Johannsen).

El *labium* posee cinco dientes (Figura Nº 22 y Lámina XIV, Figura Nº 3). Este órgano presenta la curiosa particularidad de invertirse, de manera que muy frecuentemente los dientes están dirigidos hacia la parte posterior de la cabeza. Muy cerca de los dientes, observamos tres manchas oscuras, de forma lanceolada, situadas en el eje de cada uno de los tres dientes centrales.

Las *maxilas* son cónicas, alargadas, con un palpo enorme, al menos igualando un cuarto de la longitud de las antenas. El palpo termina en un número considerable de papilas sensoriales alargadas (Figura Nº 22 y Lámina XIV, Figura Nº 3). En la base del palpo, del lado interno, observamos un órgano en forma de laminilla (I, Figura Nº 22) que está recubierto por un gran número de finas cerdas sensoriales. Encontramos, además, dos pares de cerdas sensitivas, cónicas, gruesas y cortas, con lóbulo basal redondeado, sobre la cara inferior de las maxilas (vistas *a* y *b*, Figura Nº 22).

Las *mandíbulas* son simples, con bordes sin dentar, los contornos del borde interno son sinuosos (Lámina XIV, Figura Nº 3).

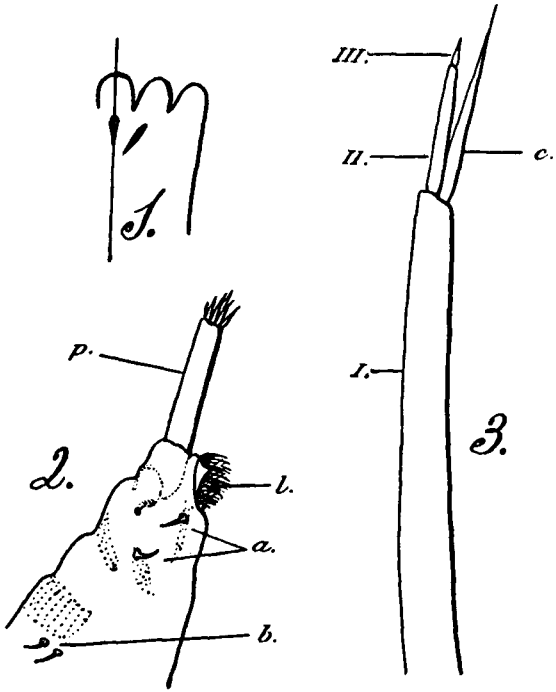


*FIGURA Nº 22.–**Isoplastus costarricensis.** 1. Mitad derecha del labium; 2. Maxila; 3. Antena.* p = *palpo maxilar;* l = *laminilla setígera;* a = *primer par de cerdas sensitivas;* b = *segundo par; I, II, III = 1°, 2° y 3° segmentos de la antena;* c = *cerda interna.*

Las *antenas* terminan en una horquilla en la cual la rama más interna es biarticulada, mientras que la externa es simple (Figura Nº 22).

Conviene señalar, por otro lado, dos órganos sensoriales, en forma de cono, sobrepuestos en una cerda larga, que se encuentra bajo el cuello, en el punto de articulación de la cabeza y el tórax (Lámina XIV, Figura Nº 5).

La *extremidad posterior* de la larva (Lámina XIV. Figura Nº 1) no presenta ninguna conformación particular; es del tipo *Ablabesmyia.* Hagamos notar, sin embargo, que las falsas patas posteriores están bien armadas y que en la base de las garras se encuentran, a menudo, otras uñas más pequeñas.

Ninfa (Lámina IX, Figura Nº 10 y Lámina XIV, Figuras Nº 4 y 6): presenta una coloración más oscura que la de la larva. Nada muy activamente, con un movimiento brusco, y se fija a las hojas de las bromeliáceas, mediante la parte terminal de su cuerpo. En un frasco, se fija igualmente bien sobre las paredes de vidrio pulido. Esta fijación se lleva a cabo gracias a la aleta caudal, doblemente lanceolada, y a las cerdas con que está provista.

Las ninfas mueren frecuentemente sin producir el adulto. Nunca pude descubrir la causa.

Adulto. Hembra (Lámina IX, Figura Nº 6).–Antenas con 12 segmentos, el último de ellos más largo que los dos precedentes juntos. El primer segmento es bastante grueso y redondeado. Palpos tan largos como las antenas. El cuarto segmento más delgado y largo que el tercero. Ojos reniformes. Tórax en forma de trompo, prolongándose sobre la cabeza. Color ocre-anaranjado con una línea oscura que recorre todo el largo en su parte mediana; dos líneas más, paralelas a esta última, se unen en la parte posterior. El tórax presenta así un aspecto cuadrilobulado. Su borde posterior es verde. Alas con pubescencia fina, sobretodo sobre las nervaduras. Vena postical con la segunda rama subsesil. Bordes alares adornados con cerdas.

Abdomen bastante grueso, verde. Cada anillo tiene una mancha que lo atraviesa de derecha a izquierda. Estas manchas son más fuertes hacia su extremidad, donde la coloración ya no es verde.

Patas largas. Tarsos tan largos como el resto de la pata: 1er segmento tan largo como la tibia; los cuatro últimos segmentos del tarso juntos tienen una longitud igual a la del primero.

Hábitat: La Estrella, 2 000 metros. Orosi, 1 200 metros. Peralta, 200 metros. Las larvas se encuentran en pequeña cantidad en las *Aechmea, Billbergia* y *Vriesea.* Siempre se encuentran las larvas de esta especie exclusivamente en bromelias de una cierta talla, provenientes del bosque, y nunca en aquellas de sitios descubiertos.

Notas: el género *Isoplastus* no ha sido todavía señalado en América. En el Nuevo Mundo parece que es reemplazado por el género *Ablabesmyia.*

Las características de la larva que acabo de describir concuerdan absolutamente con las de las larvas del género *Ablabesmyia,* mientras que las del adulto se alejan de este último género y se aproximan a *Isoplastus:* venación de las alas, antenas con 12 segmentos (los insectos descritos por Johannsen siempre tienen 15 segmentos).

El mismo Johannsen había sospechado que el género *Ablabesmyia,* cuyas larvas conocemos, es sinónimo de *Isoplastus,* cuyas larvas son desconocidas. De acuerdo con este autor, solamente el estudio de la larva podría dilucidar la incógnita.

El insecto que acabo de describir permite, pienso, afirmar que se trata, en efecto, de una sinonimia; siendo *Isoplastus* el nombre más antiguo, debe subsistir.

Metriocnemus Van der Wulp. Tydschr. V. Ent. Vol. 17. P. 136 (1874).

Metriocnemus abdomino-flavatus n. sp.

Larva.–De todas las larvas de los quironómidos bromelícolas, esta es la más abundante en todo el Valle de Cartago. Encontramos grandes cantidades en casi todas las *Tillandsia* epífitas del poró (*Erythrina* sp.). Habita también en otras bromelias, *Billbergia, Catopsis,* etc., pero aquí su presencia es más bien escasa. Mide de 10 a 11 milímetros, su color es amarillo limón intenso (Lámina IX, Figura Nº 5). Cuando joven, repta o nada con movimientos en S; más tarde deja de nadar y salta entonces, con una facilidad extrema, sobre la parte sumergida de las hojas.

Estas larvas resisten la desecación durante algunos días, entonces permanecen inmóviles; pero apenas entran en contacto con el agua, se activan.

La larva posee dos pares de ojos (Lámina XV, Figura Nº 1), carácter importante porque entre los quironómidos bromelícolas de Costa Rica, esta larva y la de un Ceratopogoninae, con la cual no puede confundirse, son las únicas que poseen dos pares.

El *labium* está compuesto de 12 dientes (Lámina XV, Figura Nº 2): los dos centrales son cortos y redondeados; los dos siguientes a derecha y a izquierda son muy grandes y fuertes,

sobrepasando la longitud de los otros; los demás son de un tamaño mediano y sensiblemente iguales (Figura Nº 23). En la base del labium encontramos cerdas sensitivas con bulbo basal.

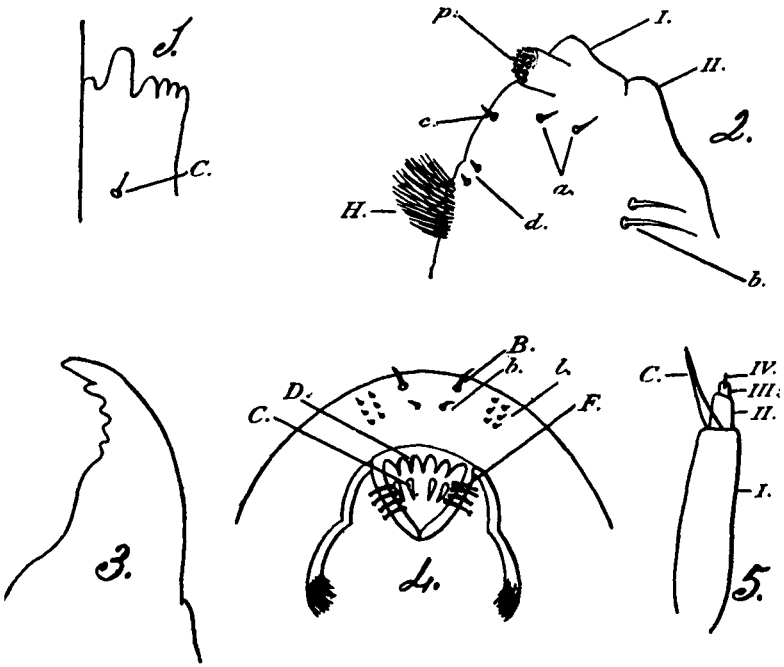


*FIGURA Nº 23.–**Metriocnemus abdomino-flavatus**. 1. mitad derecha del labium;* c *= cerda sensitiva labial. 2. maxila; p = palpo; H = mechón de cerdas;* a, b, c, d *= cerdas sensitivas I y II = lóbulos de la maxila. 3. mandíbula. 4. labrum; B,* b, l *= cerdas del labrum;* C *y* D *piezas basales del órgano enigmático; F=<varillas sensitivas. 5. antena; I, II, III y IV = segmentos de las antenas;* C *= cerda.*

Las *maxilas* (2, Figura Nº 23) son cortas y fuertes, con el palpo bien desarrollado el que presenta en su extremidad numerosas papilas. Podemos distinguir fácilmente dos lóbulos maxilares. En su cara ventral encontramos un cierto número de cerdas: en la base un mechón de cerdas finas (H); del lado externo, un par de cerdas gruesas, bastante largas (b) y otros dos pares (a y d) más

pequeñas; al otro lado una cerda aislada (c); esta última, al igual que las cerdas dispuestas en pares, posee un bulbo basal, contrariamente a las cerdas en mechón.

Las *mandíbulas* (3, Figura Nº 23) tienen el borde interno provisto de 5 dientes que aumentan de tamaño de la base a la extremidad de la mandíbula.

El *labrum* (4, Figura Nº 23) posee un cierto número de cerdas: un par relativamente largo, hacia el borde (B); otro par más interno de cerdas más pequeñas (b); al lado de cada una de estas últimas, una fila de tres pares de cerdas pequeñas (l).

El *órgano enigmático(*)* presenta un triángulo basal, cuyo lado externo tiene cinco dientes dirigidos hacia atrás (D). Rodeados por este triángulo basal se encuentran cuatro dientes aislados, dirigidos también hacia atrás (C) y dos hileras laterales compuestas cada una por cuatro varillas (F) que, a su vez, terminan en pequeñas cerdas. Los grandes apéndices del órgano enigmático terminan en finas cerdas que sobrepasan los dientes quitinosos.

Las *antenas* (5, Figura Nº 23), cuya longitud es sensiblemente igual a la de las mandíbulas, están compuestas por cuatro segmentos; el último es setiforme; en la base del segundo segmento encontramos otra rama setiforme (c) del lado interno.

La *extremidad posterior* de la larva presenta las características habituales del género: las cuatro branquias rectales y los conos setígeros (Lámina XV, Figuras Nº 3 y 4). Las falsas patas posteriores presentan un mechón de cerdas en el centro de la corona de garras, disposición poco común entre los quironómidos (Lámina XV, Figura Nº 5). No hay más que una corona de garras. Ellas son más o menos quitinizadas; su forma se muestra en la Figura Nº 6, Lámina XV.

La larva de *M. abdomino-flavatus* vive libremente; no se encierra en un tubo como acostumbran hacerlo las larvas de los *Metriocnemus*. Al cabo de cierto tiempo, que puede variar entre 3 y 5 semanas, sus segmentos torácicos se engruesan y algunos días después la ninfosis comienza.

(*) N. del T.: El órgano enigmático es conocido actualmente como la epifaringe.

La larva trepa, entonces, hasta la superficie del agua; ahí construye un tubo gelatinoso, en el cual muda y se transforma en ninfa. Hacemos notar que ese tubo es transparente, sin que ningún cuerpo extraño se le agregue.

Ninfa (Lámina IX, Figura Nº 3 y Lámina XV, Figura Nº 7). Presenta la forma típica de las ninfas de *Metriocnemus:* carece de cuernos protorácicos; de cada lado del abdomen se percibe una almohadilla que lo recorre longitudinalmente. La extremidad caudal tiene forma de trapecio. Un escote ventral del penúltimo segmento, visible en la Figura Nº 7 (Lámina XV), está fuertemente quitinisado y presenta una serie de pequeños dientes dirigidos hacia atrás.

La ninfa se mantiene cerca de la superficie del agua, rodeada por su tubo gelatinoso. Si ella es excitada, desciende dentro de su tubo, para volver a subir después; esta locomoción se efectúa gracias a las ondulaciones serpentiformes del animal.

En el momento en que la ninfosis se produce en el fondo de un recipiente de cría, las ninfas, condenadas a morir de asfixia si no vuelven a entrar en contacto con el aire, dan bruscas sacudidas y golpean el fondo del recipiente; agitando así llegan a veces a desprenderse del fondo para subir a la superficie, luego son rechazadas contra la pared del frasco y la eclosión puede producirse.

Los hongos acuáticos, saprolegniáceos u otros, se desarrollan encima de la cubierta gelatinosa de la ninfa y a veces atacan a esta última, la que puede sucumbir; en otros casos el adulto eclosiona a pesar de la infección de la piel ninfal.

La ninfosis dura de cinco a ocho días.

Adulto: a) Hembra (Lámina IX, Figura Nº 1). Palpos con cuatro segmentos; el primero es el más corto y el tercero, el más largo. Trompa de una longitud mediana. El primer segmento antenal es más grueso que los otros. Ojos medianos, separados, redondos.

Tórax pardo anaranjado, con dos líneas que se unen hacia el centro en una sola línea mediana, lo que le da el aspecto de una Y. De cada lado de ésta vemos dos líneas cruzadas, de concavidad externa. Todas estas líneas son de color pardo.

Alas ligeramente ahumadas, con pubescencia fina. Radius en S; vena discoidal del mismo grosor que el radius antes de llegar a la transversal; más delgada después. Ramas de la vena postical delgadas; una vez unidas, del mismo grueso que las otras venas. Bordes inferiores de las alas adornados con cerdas más largas que aquellas que recubren el ala.

Patas muy largas, bastante peludas; amarillas, con la extremidad más encendida.

Abdomen amarillo, con pelos cortos.–Longitud de 3,5 a 4 mm.

b) Macho (Lámina IX, Figura Nº 4). Su coloración es la misma que la de la hembra, pero mucho más encendida, de tal forma que parece negro. El abdomen es más delgado que el de la hembra. La pubescencia de todo el cuerpo es mucho más larga que la de aquella.

Los machos son mucho menos abundantes que las hembras. Aparte de los individuos de talla normal de la especie, a veces encontramos otros más pequeños, cuya coloración amarilla es muy viva; los dibujos del tórax no son tan marcados en ellos como en los individuos de tamaño normal.

Estas generaciones enanas provienen, al menos en cierto número de casos, de hembras infecundas, que mantenidas en ayunas ponen en el mismo frasco. Ahí los huevos se desarrollan partenogenéticamente.

Chirocladius pedipalpus n. gen., n. sp.

Larva.–(Lámina XV, Figuras Nº 8 y 9 y Lámina IX, Figura Nº 5). Esta larva recuerda a la vez aquellas de los *Chironomus,* de los *Orthocladius* y la de los *Metriocnemus.* Mide un centímetro más o menos, su coloración es de un rojo carmín intenso. Carece de los apéndices respiratorios del penúltimo segmento, carácter que comparte con otras larvas de *Chironomus.* Su cabeza (Lámina XV, Figura Nº 8) recuerda mucho la de la larva de *Chironomus flavus* Johannsen. (Las ninfas y el adulto de esas dos especies difieren de una manera absoluta).

El *labium* (Figura Nº 8, Lámina XV y Figura Nº 24) presenta 14 dientes; cada lado, a partir de la línea media, comprende 1) un

diente largo; 2) un diente corto; 3) un diente tan largo como el primero; 4) una serie de dientes tan pequeños como el segundo.

Las *maxilas*, cortas y gruesas, poseen un palpo de dimensiones medianas que tiene las papilas sensoriales habituales con dos pares de cerdas sensitivas cortas (a y b, Figura Nº 24).

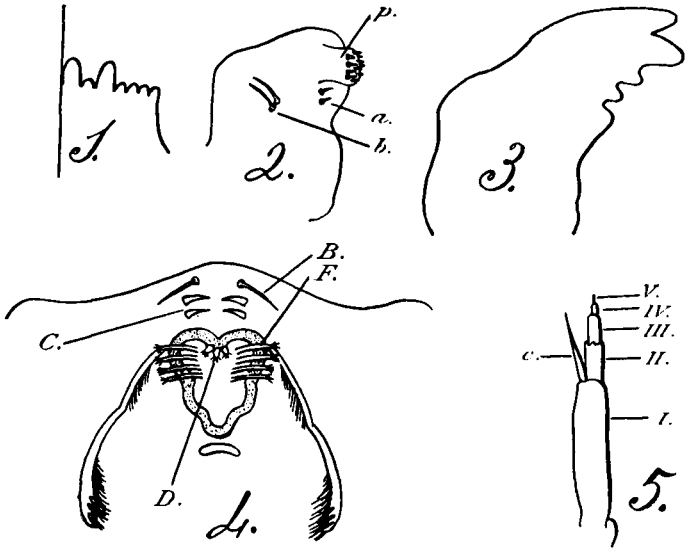


*FIGURA Nº 24.–**Chirocladius pedipalpus**. 1. Mitad derecha del labium; 2. Maxila;* a *y* b *= cerdas sensitivas;* p *= palpo; 3. Mandíbula; 4. Labrum; B = cerdas del labrum; C = dientes labiales; D = bastoncillos sensitivos basales del órgano enigmático; F = varillas sensitivas. 5. Antena I, II, III, IV y IV = segmentos antenales; C = cerdas.*

Las *mandíbulas* terminan en una horquilla compuesta por dos dientes casi iguales; encontramos, además, tres dientes más pequeños (3, Figura Nº 24).

El *labrum* (4, Figura Nº 24) presenta un solo par de cerdas sensitivas en su borde (B) y dos pares de dientes (C) dirigidos hacia la línea sagital.

El *órgano enigmático* presenta una base en forma de corazón; esta base posee tres bastoncillos sensitivos (D), que terminan en algunas cerdas; las cuatro varillas (F) también terminan en cerdas.

Percibimos, además, detrás de esta base, un cuerpo en forma de media luna, con la concavidad dirigida hacia atrás. Los grandes apéndices del órgano poseen cerdas basales y cerdas distales, además de los dientes quitinosos habituales.

Las *antenas* están compuestas por cinco segmentos (I a V, Figura Nº 24) siendo el último setiforme. Encontramos también una rama interna (C) en la base del segundo segmento. Las antenas son relativamente pequeñas.

La *extremidad posterior* de la larva (Lámina XV, Figura Nº 9) está constituida por un segmento muy largo que lleva las branquias anales. El penúltimo segmento presenta un cono setígero, completamente reducido, en forma de pezón, coronado por un mechón de cerdas finas y abundantes.

La larva fabrica un tubo gelatinoso que ella recubre de toda clase de detritos; la vida larvaria dura varios meses.

Es de hacer notar que estas larvas han sido encontradas exclusivamente en La Estrella –donde son muy abundantes– y en Peralta.

Ninfa.–Esta presenta la forma típica de las ninfas de *Chironomus* con sus cuernos protorácicos ramificados y su aleta caudal con cerdas largas (Lámina XV, Figura Nº 10).

Esta ninfa, libre, en forma de media luna, se mueve de la misma forma que las ninfas de *Chironomus,* gracias a la contracción de su cara ventral. Encontramos muy fácilmente estas ninfas en las grandes bromeliáceas de La Estrella, donde este quironómido es extremadamente abundante.

DIAGNOSIS

Chirocladius n. gen.

A los géneros provenientes del desmembramiento del antiguo género *Orthocladius,* agregaría el género *Chirocladius* que constituye un lazo de unión morfológico entre los *Chironomus* y los *Orthocladius* actuales; el insecto posee, en efecto, un cierto número de características de cada uno de los géneros precitados.

El género *Chirocladius* tiene las siguientes características: alas largas, lampiñas, manchadas, con venas que se unen solamente en la base del ala, salvo la postical, que se bifurca hacia la mitad del ala. Alas de dos lóbulos basales, cuyo proximal solamente presenta cerdas. El lóbulo distal, sinuoso, es menos pronunciado. Patas anteriores profundamente modificadas, al punto de ser inútiles para la marcha; están siempre levantadas a la manera de antenas. Tibia como en los *Orthocladius*. Los segmentos tarsales del primer par de patas son largos y delgados; disminuyen de tamaño hacia la extremidad; el último segmento es delgado y puntiagudo. El tórax presenta dos lóbulos poslaterales al lado del escutelo y detrás del punto de inserción de las alas. Los otros dos pares son patas cortas y cubiertas de pelos. Antenas con los segmentos en forma de esfera sobre un cilindro.

Este insecto presenta una semejanza notable con los cecidomídeos del género *Joannisia* de Kieffer, particularmente con los de las islas Seychelles, recogidos durante la expedición de Percy. La disposición de la venación y la forma de las antenas es, en efecto, casi idéntica entre estos dos insectos (Lámina XV, Figuras Nº 11 y 12).

Las tibias, bastante largas en relación con el primer segmento tarsal, presentan la constitución de la de los *Orthocladius*.

Las patas anteriores son igualmente palpiformes, pero en un menor grado entre algunos *Chironomus*. Su larva presenta las características de los *Orthocladius* y su ninfa las de los *Chironomus*.

Chirocladius pedipalpus n. sp.

Además de las características presentadas para el género, esta especie presenta las siguientes:

Hembra (Lámina IX, Figura Nº 2).–Palpos con cuatro segmentos, de los cuales el primero es muy corto. Antenas con seis segmentos; el primero es grueso, hinchado, cupuliforme; el segundo en forma de cono invertido; del tercero al sexto, esféricos, llevando cada uno de ellos un pedículo cilíndrico. El sexto segmento termina en un mechón de cerdas. Ojos reniformes. Tórax

pardo, piriforme. Una línea estrecha, oscura, le recorre longitudinalmente; otras dos líneas del mismo color se encuentran hacia los lados, siendo menos marcadas que la central. Escutelo grande, con un surco mediano. Alas muy largas, hialinas, ligeramente ahumadas, con manchas violeta dispuestas de la siguiente manera: una entre el radio y la costa y dos entre cada una de las células siguientes, es decir, dos entre el radio y la vena discoidal; dos entre las venas discoidal y postical; dos entre las dos ramas de la postical; y dos entre la postical y el borde inferior del ala.

Los dos últimos pares de patas son cortas, amarillentas y cubiertas por cerdas fuertes. La articulación tibiotarsal del tercer par está marcada por una pequeña mancha negra.

El abdomen ovoide, es muy grueso para un quironómido; su color es pardo oscuro; cada anillo abdominal presenta en su borde posterior una coloración más clara, amarillenta. De esta manera, hace el efecto de ser anillado. Cerdas esparcidas, no muy finas, son visibles sobre el abdomen.

El insecto es estrictamente nocturno.

El estudio de los diversos estados de este insecto nos muestra una vez más la gran importancia del conocimiento de las formas larvarias: si viéramos el insecto adulto solamente, se estaría en un aprieto para establecer su lugar dentro de la clasificación; no podemos considerarlo como un *Orthocladius* porque su ninfa presenta cuernos protorácicos ramificados como los de los *Chironomus;* no podemos tampoco considerarlo un *Metriocnemus* por la misma razón; en fin, no es un *Chironomus* porque sus patas no presentan ninguna característica de la constitución de las de los insectos de este género. Agregamos que las facies del animal son totalmente diferentes de las de los quironómidos típicos; su larva y su ninfa, sin embargo, presentan la forma más típica de las de la familia.

Chironomus. Meigen. Ill. Mag. f. Ins. Vol. 2. P. 260 (1803).

Chironomus sp.

Larva.–Entre las larvas de los quironómidos bromelícolas de Costa Rica, ésta es la más grande; mide hasta 20 milímetros.

Su primer segmento torácico es muy pequeño, si lo comparamos con otros segmentos de la larva (Lámina XVI, Figura Nº 2 y Lámina IX, Figura Nº 5). La cabeza (Lámina XVI, Figura Nº 3) también es pequeña.

El *labium* (Figura Nº 25) posee 15 dientes: uno central grande, 1° lateral pequeño, 2° lateral tan grande como el central y le siguen 5 dientes subiguales, un poco más pequeños que el primero lateral.

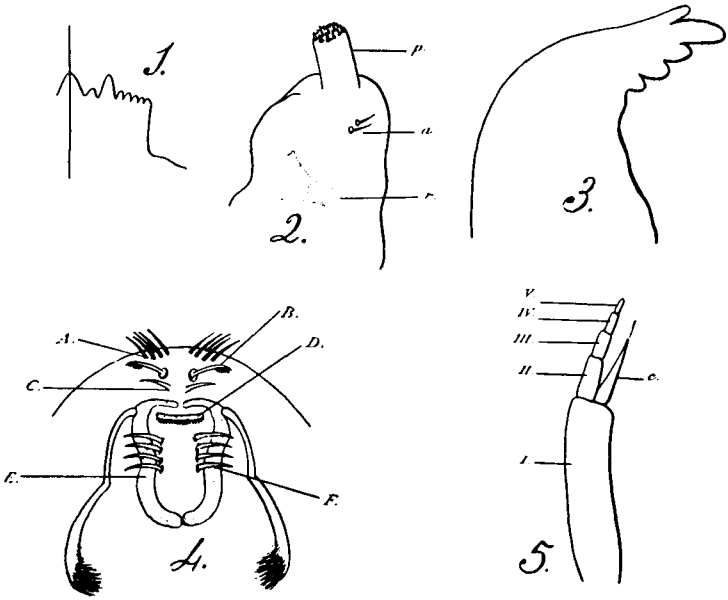


*FIGURA Nº 25.–**Chironomus** sp. 1. mitad derecha del labium; 2. maxila; a = cerdas sensitivas; p = palpo; r = refuerzos quitinosos; 3. mandíbula; 4. labrum; A = cerdas de labrum; B = órgano en peine; C = dientes labiales; D = peine de la base del órgano enigmático; E = pieza lateral de esta base; F = varillas sensoriales; 5. antena. I, II, III, IV y V = segmentos antenales; c = cerdas.*

Las *maxilas* (2, Figura Nº 25) son bastante largas; presentan un espesamiento quitinoso (*r*) y un solo par de cerdas sensoriales (*a*); el palpo es medianamente largo con las papilas sensoriales habituales.

Las *mandíbulas* (3, Figura Nº 25) presentan una ligera curvatura en S dirigida hacia la parte anterior, debido al segundo diente que está ubicado en la extremidad. Poseen 5 dientes, siendo el segundo el más fuerte.

El *labrum* (4, Figura Nº 25) tiene dos manojos anteriores de cerdas fuertes, sin bulbo basal (A), compuestos, cada uno, por 5 cerdas; dos órganos sensoriales (B), compuestos por un bulbo basal y una varilla que porta cerdas sensoriales en su extremidad; estas cerdas están dispuestas en peine y dirigidas hacia atrás; además, un par de cerdas cónicas sin bulbo basal (C).

El *órgano enigmático* está formado por dos piezas quitinosas representando la base (E), cada una en forma de media luna, tocándose solamente por las extremidades posteriores y con las anteriores separadas por un espacio estrecho. Entre estas dos piezas en media luna, ligeramente debajo del espacio libre que dejan las extremidades anteriores, se encuentra un órgano formado por una lámina transversa (D) que lleva una serie de dientes dirigidos hacia atrás. Debajo, siempre dentro de las piezas basales en media luna, vemos dos hileras de cerdas con bulbo basal y extremidad puntiaguda (F); cada hilera está compuesta por cuatro cerdas, que corresponden a las varillas setígeras de los otros quironómidos. Los apéndices libres presentan solamente dos cerdas en la extremidad, entre los dientes quitinosos.

Las *antenas* (5, Figura Nº 25) están compuestas por cinco segmentos bien diferenciados, el último similando la forma de una cerda; en la base del segundo segmento percibimos un apéndice setiforme (C).

La *extremidad posterior* de la larva (Lámina XVI, Figura Nº 1) presenta cuatro branquias anales en el primer segmento. El antepenúltimo segmento muestra dos pares de apéndices branquiales y un par de pequeños mechones de cerdas; el segmento que precede al antepenúltimo tiene, también, un par de tubos branquiales mucho más pequeños que los otros.

Estas larvas fueron encontradas en Orosi y sus alrededores, en las *Aechmea*. Ellas fabrican un tubo gelatinoso, recubierto por los detritus de las bromelias; una vez en el interior de este tubo, la larva es animada por movimientos ondulatorios, que establecen una corriente que atraviesa el tubo. Encontramos estas larvas

principalmente en lugares descubiertos y en las bromelias expuestas al sol, no en pleno bosque.

Ninfa: no presenta nada característico; es una ninfa típica de *Chironomus*; la Figura Nº 4 (Lámina XVI) muestra su porción terminal.

Adulto.–El insecto presenta una coloración pálida, el abdomen es, a menudo, verduzco; las alas son lechosas, su venación tiene la disposición que muestra la Figura Nº 5 (Lámina XVI). Este insecto es vecino, quizás, del *Chironomus dorsalis* Meigen.

LARVA DE UN CERATOPOGONINAE

Esta larva es la más constante de las que viven en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica; desafortunadamente no he podido obtener el adulto, aunque he guardado muchos individuos en buen estado durante un año entero. La ninfa me es igualmente desconocida.

La larva es blanca con la cabeza pardo amarillenta; presenta la forma de un nemátodo, forma muy común entre los Ceratopogoninae (Lámina XVI, Figura Nº 8 y 9).

La cabeza alargada (Lámina XVI, Figura Nº 10 y Figura Nº 26) presenta dos pares de ojos bien separados. El primer segmento torácico muestra una especie de almohadilla en la base de la cabeza.

El *labium* (Lámina XVI, Figura Nº 10) tiene la forma característica del grupo; la hipofaringe subyacente presenta un borde finamente dentado.

Las *maxilas* (2, Figura Nº 26) son trilobuladas; el palpo es corto y en su extremidad se encuentran las papilas, único órgano sensorial que he visto sobre las maxilas.

Las *mandíbulas* (3, Figura Nº 26) tienen forma de cono muy encorvado, de punta redondeada; no son dentadas.

El *labrum* (4, Figura Nº 26) posee dos mamelones (*a*) que presentan, cada uno, cuatro cerdas con bulbo basal. Debajo de estos lóbulos vemos un par de cerdas (*b*) y más abajo otros dos pares (*c*). Estas últimas son de tamaños diferentes; las cerdas más internas son las más pequeñas. Todas ellas poseen un bulbo basal.

El *órgano enigmático* está representado por dos piezas con la extremidad bifurcada (*d*), sin ninguna otra diferenciación.

Las *antenas* (5, Figura Nº 26), situadas entre el primer par de ojos, son biarticuladas; los segmentos basales, grandes y encorvados, se fusionan sobre la línea mediana (1, Figura Nº 26); los segmentos terminales son en forma de bola (m, Figura Nº 26).

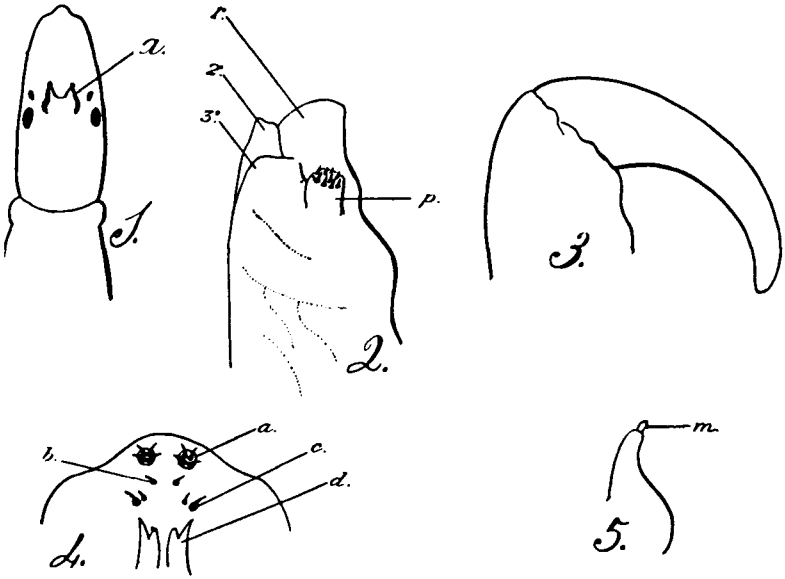


FIGURA Nº 26.–Larva de un Ceratopogoninae. 1. Cabeza; a = *Antenas; 2. Maxilas; 1°, 2°, 3° = lóbulos maxilares; p = palpo. 3. Mandíbula. 4. Labrum;* a, b, c, = *cerdas sensitivas;* d = *órgano enigmático. 5. Antena derecha;* m = *mamelón terminal.*

La *extremidad posterior* de la larva (Lámina XVI, Figuras Nº 9 y 12) está provista de seis pares de cerdas, de las cuales 8 son grandes y 4 pequeñas. Hay que hacer notar que la disposición de las cerdas es idéntica del lado dorsal y del lado ventral, de tal forma que, si se observa la extremidad posterior de la larva, no sabemos nunca cuál es el lado ventral y cuál es el dorsal (Lámina XVI, Figura Nº 12). Estas cerdas están dispuestas de la siguiente manera: un par dorsal de cerdas largas; un par laterodorsal formado por cerdas más largas; un par de cerdas muy pequeñas insertadas sobre la misma línea que aquellas del primer par y más abajo

que las del segundo par. Los otros tres pares pertenecen a la cara ventral y están dispuestos simétricamente respecto a los pares dorsales.

El interés de esta descripción reside en el hecho de que muchas especies silvícolas de Ceratopogoninae, capaces de extraer sangre del hombre, son seguramente bromelícolas y este hábitat explica la extrema abundancia de estos insectos en los bosques de la América Tropical.

2. ***Megarhinus superbus*** D. y K. (*Culicidae*)

Las larvas de *Megarhinus* de América, comparativamente con las de *Toxorhynchites* del Viejo Mundo, son, posiblemente, las larvas más voraces, entre las larvas predadoras de los culícidos.

Son animales silvícolas típicos; algunos pasan su vida larvaria en los árboles huecos, en los bambúes quebrados que se llenan de agua; en las bromeliáceas epífitas; M. F. Knab me escribe, en efecto, que las larvas de las especies *trinidadensis, septentrionalis, moctezuma* y *portorricensis* (= *haitiensis* D. y K.) viven en los huecos llenos de agua de los árboles; que aquella de *M. hypoptes* fue encontrada en el agua retenida por un bambú quebrado. En cuanto a las especies bromelícolas, se incluirá posteriormente la lista.

La larva de *Megarhinus superbus* D. y K. fue descubierta por Knab en las bromeliáceas epífitas de Panamá. Yo la he encontrado en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica, donde ella es muy abundante; numerosos individuos viven simultáneamente en una sola planta.

La voracidad de las larvas de *M. superbus* es tal que se destruyen mutuamente; es por esta razón que ellas se encuentran generalmente aisladas de otras larvas de la misma especie. Este es un hecho que parece generalizado entre los *Megarhinus* bromelícolas a juzgar por las observaciones de Lutz en Brasil.

Cuando estas larvas se encuentran distantes de la superficie del agua, nadan lentamente, mediante movimientos de golpeteo con su parte terminal. A menudo se mantienen cerca de la superficie del agua, la que les sirve como punto de apoyo; su sifón

respiratorio está entonces en contacto con el aire y, en esta posición, el eje mayor de la larva se encuentra con la normal en un ángulo aproximado de 45°. Ellas no permanecen constantemente fijas en el mismo punto y pueden desplazarse mediante un mecanismo de locomoción muy particular: mientras la parte anterior de su cuerpo permanece fija, el sifón abandona la superficie del agua, el cuerpo se dobla de tal manera que se forma una curvatura con la concavidad en posición dorsal, luego se endereza y el sifón se coloca nuevamente en la superficie. En ese momento el eje longitudinal de la larva se aproxima a la normal; pero, poco a poco vuelve a su posición oblicua de 45°, mediante un movimiento pasivo; la posición oblicua del eje corresponde a la posición de reposo de la larva. Podría decirse, entonces, que la larva avanza de un paso; marcha, de alguna manera, la cabeza baja y los pies en el techo. Ese método de progresión no es ni rápido ni frecuente; la larva descansa, casi inmóvil, durante horas. Es suficiente, sin embargo, que otra larva pase a su lado para que se encorve bruscamente y la atrape. Permanece, entonces, tranquila, siendo el único movimiento perceptible el de sus piezas bucales. Puede así devorar, durante el espacio de 24 horas, y sin cambiar de lugar, un número considerable de larvas, sobretodo de culícidos.

A juzgar por las cicatrices que las larvas a menudo presentan, los huevos no son puestos en forma aislada, ellos deben formar un montón, de la misma forma que la postura de *Megarhinus separatus* Arrib, como lo describe Goeldi. Los insectos, una vez que salen del huevo, probablemente se baten a muerte, de manera que queda solamente una larva viviente. Cuando se da una batalla entre larvas jóvenes, la superioridad de una de ellas se hace pronto sentir, pues sabemos que los animales jóvenes crecen en función de la alimentación que pueden obtener. Para las larvas viejas puestas en contacto, los resultados son otros; la primera vez que colecté larvas en bromeliáceas epífitas, con la intención de criarlas, coloqué seis en un mismo frasco; pocos instantes después asistí a un combate general: las larvas habían formado una cadena, cada una había cogido otra, pero ella, a su vez, estaba cogida y así sucesivamente. De hecho, nunca pude criar más de una larva por frasco, aún cuando se encontraban suficientes larvas de otras especies de culícidos. En el capítulo precedente

hemos discutido cómo la disposición del acuario bromeliano permite el desarrollo simultáneo de varias larvas de *Megarhinus.*

Descripción de la larva

Tiene una longitud de 15 milímetros, aproximadamente. Su cuerpo es grueso y rechoncho; sus cerdas, cortas. Se perciben, sobre todo su cuerpo, pequeñas manchas violáceas, más grandes sobre el primer segmento torácico; en las articulaciones intersegmentarias, se notan, sobre la línea dorsal, manchas negras más o menos redondas (Figura Nº 5, Lámina XVII).

La *cabeza* (Figura Nº 27) es gruesa, fuertemente quitinizada; las caras dorsal y ventral son aplanadas; su grosor, sin embargo, es considerablemente mayor al de la mayoría de los culícidos. A nivel de su articulación con el tórax, la cabeza presenta una especie de collar más quitinizado.

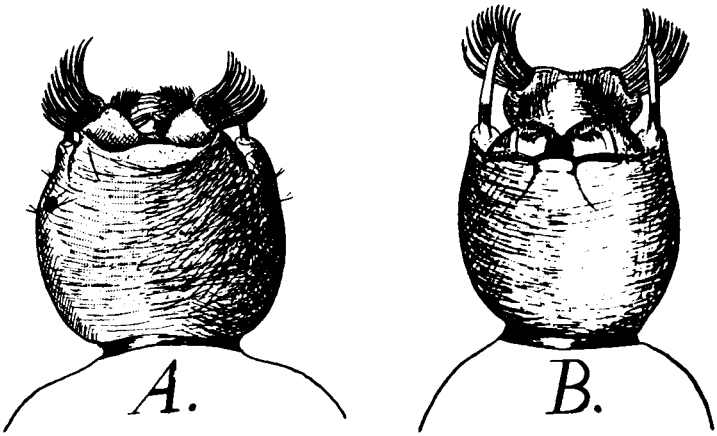


FIGURA Nº 27.–Cabeza de la larva de Megarhinus superbus; A = cara dorsal; B = cara ventral.

El *labium* (Lámina XVII, Figura Nº 1) está constituido por 17 dientes; uno central muy grande, flanqueado, a cada lado, por 8 dientes: 1 pequeño, 4 subiguales más grandes que el primero lateral, y otros 3 mucho más cortos, estando el último de ellos, que es el más pequeño, ausente en las larvas jóvenes.

Las *maxilas,* muy aplastadas, se sitúan a cada lado del labio; son muy pequeñas, en relación con la cabeza; están compuestas (Lámina XVII, Figura Nº 2) por tres pequeños lóbulos, cada uno portando un gran número de cerdas pequeñas y gruesas. El palpo maxilar, muy grande en relación con las maxilas, termina en tres papilas sensitivas, altas, cilíndricas, coronadas por una pequeña cerda cónica; encontramos, además, una cerda muy larga y otras más pequeñas. En el cuerpo de la maxila se perciben líneas oscuras que corresponden a los refuerzos quitinosos.

Las *mandíbulas* (Lámina XVII, Figura Nº 3) son muy grandes y fuertes; poseen, en su parte distal, seis dientes dispuestos en dos planos superpuestos: el primero comprende dos dientes y el segundo, cuatro. El espesor de las mandíbulas es considerable. Muy cerca de los dientes del primer plano se encuentra una fila de cerdas bastante fuertes; otras cerdas, más finas, se encuentran en la base de la mandíbula (lado interno). El resto es lampiño.

El *labrum* (Figura N° 27), muy alto, lleva en la superficie anterior, convexa, un gran número de cerdas muy finas y, además, dos líneas laterales de cerdas, compuestas cada una, por doce cerdas fuertes, encorvadas, de color ambarino. Estas cerdas se insertan en una protuberancia móvil, situada en la cara dorsal del labio superior.

Las *antenas* (a, Figura Nº 28) son, más bien, cortas; se insertan sobre un tubérculo de la cabeza y terminan en dos papilas cilíndricas y algunas cerdas. Otras cerdas se encuentran a lo largo de la antena. En su base se percibe una mancha difusa.

Cerdas y ornamentos: la cabeza no tiene más que algunas cerdas. El cuerpo, por el contrario, posee cerdas de cinco diferentes tipos (Lámina XVII, Figura Nº 7): 1° cerdas simples (S); 2° cerdas espinosas (R); 3° cerdas en penacho (Ai); 4° cerdas en mechón (H); 5° de cerdas en mechón ramificado (sobre el sifón respiratorio).

Las cerdas simples pueden tener diferentes espesores y tallas. Las espinosas o ramificadas son generalmente largas y gruesas, de color claro; las cerdas en penacho ofrecen diferentes ramificaciones y son flexibles; aquellas en mechón son pequeñas, negras, rígidas.

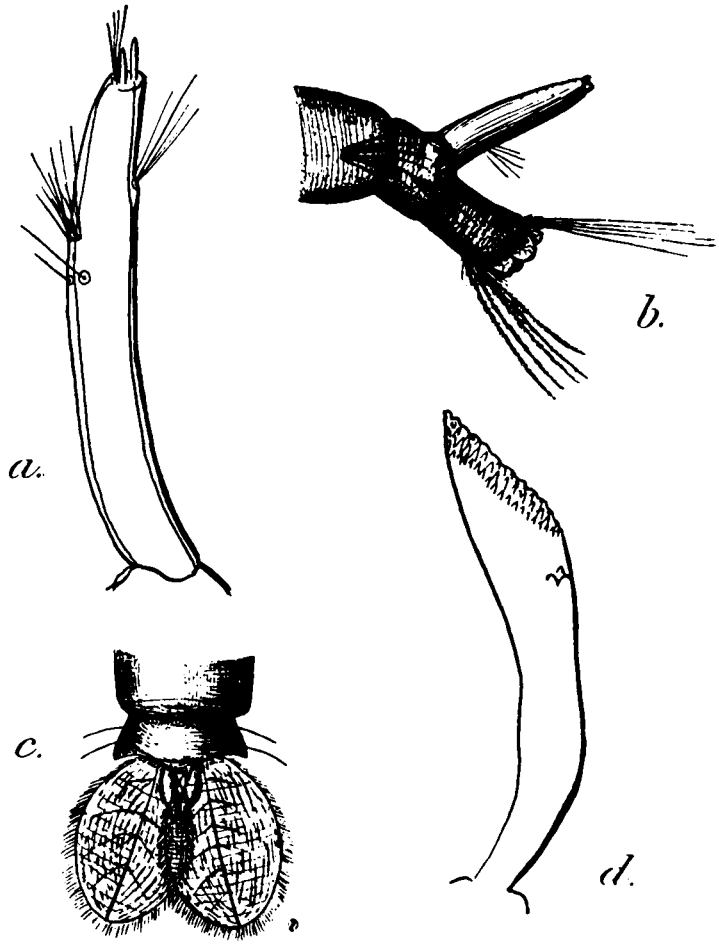


*FIGURA Nº 28.–**Megarhinus superbus**.* a = *Antena larvaria;* b = *Extremidad caudal de la larva;* c = *Extremidad caudal de la ninfa;* d = *Cuerno respiratorio de la ninfa.*

La Figura Nº 5 (Lámina XVII) nos indica la posición de las cerdas sobre la parte anterior del cuerpo.

Las cerdas simples se encuentran sobre la cabeza, sobre las antenas y en la parte dorsal de la extremidad posterior del cuerpo. Las cerdas ventrales de la parte posterior del cuerpo, que son en penacho, forman en su inserción el dibujo que se presenta

en la Figura Nº 6 (Lámina XVII). De cada lado de este dibujo parte una línea de escamas que se dirige hacia la parte dorsal y posterior; en el centro de cada una de estas líneas laterales se observa una cerda. Las escamas que forman estas líneas posteriores son de dos tipos: largas y pequeñas; una escama larga alterna, regularmente, con una pequeña (Lámina XVII, Figura Nº 8).

Algunas cerdas en penacho se insertan sobre una plúmula, a la manera de las cerdas en mechón; éstas se encuentran sobre el sifón respiratorio.

Sifón respiratorio y branquias: el sifón respiratorio (*b*, Figura Nº 28) está ligeramente encorvado hacia atrás. Su forma es la de un cono truncado. En su primer tercio lleva cerdas en penacho, reunidas en mechón. La extremidad del sifón (Lámina XVII, Figura Nº 4) está formada por una roseta de cinco lóbulos; uno dorsal muy fino, dos laterodorsales y dos ventrales.

Los lóbulos laterodorsales están compuestos de dos partes: una basal de bordes lisos, la otra distal de bordes recortados; al nivel de la línea de separación de estas dos partes, del lado externo, nace una cerda. Los lóbulos ventrales, o posteriores, son de borde liso; llevan en las extremidades tres papilas sensitivas, más algunas cerdas.

Las branquias están representadas, como en las otras larvas de *Megarhinus*, por cuatro apéndices muy cortos.

Ninfa.–La ninfa se sostiene, como la larva, casi todo el tiempo en la superficie del agua. Sus movimientos natatorios son mucho más activos que los de la larva. Los cuernos respiratorios son largos, en forma de cono truncado y encorvados (*d*, Figura Nº 28).

Las aletas son redondeadas (*c*, Figura Nº 28).

Las larvas y las ninfas de *Megarhinus* han sido hasta ahora descritas de una manera muy superficial. Por ejemplo, la larva de *Megarhinus separatus* Arrib, descrita por Goeldi (*Os mosquitos do Para*, pág. 126), que es la mejor descrita, si se juzga por los dibujos, a mi juicio, podría confundirse con la de *M. superbus* ; en efecto, el autor presenta una figura del labium que coincide, exactamente, con una placa labial de una larva joven de *M. superbus.* La larva vieja tendría, como la mía, 17 dientes labiales; las maxilas no fueron descritas. Las mandíbulas son similares, al igual que las antenas y

la extremidad posterior, salvo, quizás, las escamas del último segmento abdominal. Los detalles de la ninfa se pueden también confundir. Por lo tanto, hay que examinar las larvas de *Megarhinus* más detenidamente de lo que se ha hecho hasta ahora, si se quiere llegar a caracterizar bien las diversas especies.

Además, la clasificación de los adultos se basa en la coloración de las escamas y uno se puede preguntar cuál es el valor exacto de esta característica.

Las escamas de los *Culex*, en efecto, al igual que las escamas de las mariposas, cambian de color bajo la influencia de causas externas y se conocen variedades estacionales. ¿No sucedería lo mismo para las de *Megarhinus*? Para poder relacionar cada larva con el adulto correspondiente, habrá que considerar no únicamente la coloración, sino también las características morfológicas propiamente dichas. Es por esta razón que voy a presentar una descripción morfológica del adulto.

Adulto.–*Antenas* con segmentos basales cortos. Los del centro son largos. En el macho, los segmentos antenales son más cortos y en forma de vértebras bicóncavas (Lámina XVIII, Figura Nº 1).

Palpos completamente recubiertos de escamas, entre las cuales se perciben numerosas cerdas, unas finas, otras más gruesas. Las cerdas se aglomeran al final del segundo segmento palpal. El último segmento palpal del macho es puntiagudo, ligeramente encorvado hacia lo alto. En la hembra, la extremidad del palpo, desnuda y brillante, en forma de esfera, lleva numerosas cerdas entre las cuales se distinguen tres mucho más fuertes (Lámina XVIII, Figuras Nº 2 y 3).

Tórax: entre las escamas del tórax encontramos todas las intermediarias entre la forma "de estandarte" y la forma "de pala".

En la base de cada ala observamos un mechón de cerdas.

En la parte anterior del tórax, sobre los tubérculos de inserción del primer par de patas, encontramos una línea de cerdas fuertes (Lámina XVIII, Figura Nº 5).

Alas: las escamas de las venas tienen la misma forma que las del tórax. Estas recubren toda la venación cuando el insecto acaba de eclosionar; caen inmediatamente, de manera que los insectos que han volado un cierto tiempo poseen escamas únicamente sobre algunas venas.

El borde del ala (Lámina XVIII, Figura Nº 4) posee escamas largas y curvas que alternan irregularmente con otras más pequeñas. Las grandes se insertan sobre pequeños tubérculos setígeros.

Patas: están recubiertas de escamas, a tal punto que hay que retirarlas para observar las cerdas que se encuentran diseminadas, sin orden aparente, sobre todos los segmentos.

La extremidad de los fémures (Lámina XVIII, Figura Nº 7) presenta una línea de cerdas fuertes, mucho más grandes que las otras. Están insertadas en receptáculos cupuliformes, los cuales poseen dos lengüetas que abrazan la cerda (Lámina XVIII, Figura Nº 8).

Las cerdas caen muy a menudo, pero podemos encontrar su lugar gracias a los receptáculos.

La forma de las tibias es diferente en cada par de patas (Lámina XVIII, Figura Nº 6): las del primer par son encorvadas en la parte distal; las del segundo par son encorvadas en la parte basal; las del tercer par son rectas y terminan en clava.

Los *tarsos* están recubiertos por numerosas cerdas, sobre todo los del tercer par.

La hembra posee un mechón caudal bastante pequeño, de color rojo brillante al centro y amarillo dorado a los lados. La *armadura genital* del macho es muy característica (Lámina XVIII, Figuras Nº 9 y 10).

En cuanto a los colores, los reproduzco en la Figura Nº 3 (Lámina X).

3. ***Leptostylia gibbifera,*** n. sp. (*Hemiptera, Tingitidae)*

A menudo se encuentra, en las grandes *Aechmea* del Valle del Orosi, un número considerable de individuos, larvas y adultos, que pertenecen a este insecto.

Las larvas son fitófagas. Introducen sus estiletes bucales en los tejidos foliares de las bromeliáceas. Se mantienen inmóviles durante horas enteras, pero, como las bromelias secretan una goma, frecuentemente sucede que el insecto queda pegado a la hoja, con una fuerza tal que si uno intenta retirarlo con unas

pinzas, generalmente pierde sus patas; los insectos adultos, aunque con menor frecuencia, también quedan aprisionados así. Tuve la ocasión de observar otras larvas de Tingitidae, parásitos de euforbiáceas del género *Croton*; estas larvas provocan la secreción de una goma-resina, particular de estas plantas; esta secreción, al igual que la goma de las bromeliáceas, pega el insecto a la planta.

El hecho de que los insectos fitófagos queden así pegados a la planta en que se nutren, al punto de no poder liberarse, parece una paradoja puesto que es el mismo insecto el que provoca la secreción del líquido. El aprisionamiento no es, sin embargo, definitivo; es temporal y se debe simplemente a la desecación de la goma secretada por las hojas de las *Aechmea,* a raíz de los piquetes ocasionados por el insecto, antes que haya cambiado de lugar. La desecación de la goma solamente se efectúa en las horas del sol intenso; con sólo que caiga sobre ella la mínima cantidad de agua, el insecto queda en libertad. Ahora bien, yo ya he comentado sobre las nieblas cotidianas, que aportan la mayor parte del agua de las bromeliáceas; estas nieblas se encargan, casi siempre, de liberar al hemíptero. Es cierto, sin embargo, que un buen número de estos insectos mueren englobados por la goma, así como muchos otros animales bromelícolas.

Hay, de todas maneras, un período durante el cual los hemípteros permanecen casi inmóviles, período que puede durar, tal vez, medio día. Durante este tiempo los insectos se encuentran a merced de sus enemigos. Ahora bien, para cualquiera que se deje guiar por un punto de vista finalista, el animal deberá poseer un medio de defensa para oponer a sus enemigos durante el período de cautividad. Este hemíptero, que está armado con 33 espinas ramificadas y un cierto número de espinas simples, es el tipo de animal capaz de defenderse sin manifestar ninguna actividad, es decir, es el tipo de animal ideal para pasar medio día pegado a una hoja sin riesgo del menor ataque.

Sin embargo, eso no es suficiente.

Las 33 impresionantes espinas con múltiples puntas; ¡no finalizan en alguna punta que pueda ser vista mediante un examen meticuloso! Estas espinas poseen, en efecto, a manera de punta, una vesícula transparente, de paredes muy delgadas (C, Figura

Nº 29). Espinas semejantes, con vesículas terminales, se encuentran también entre las larvas de otros insectos. Su papel no es bien conocido; pero, en vista de lo delicado de su pared, es de suponer que su función sea respiratoria.

Las larvas de *Leptostyla gibbifera* son parasitadas, a menudo, por otros insectos (bracónidos, muy probablemente); uno encuentra, en efecto, los restos de estas larvas, pegadas todavía a las hojas de las bromeliáceas, con el agujero de salida de su parásito. Las espinas ramificadas son del todo insuficientes para proteger la larva contra sus enemigos naturales.

Descripción de la larva.–*La larva* (Figura Nº 29) es de color amarillo más o menos grisáceo. Sólo los ojos son pardos.

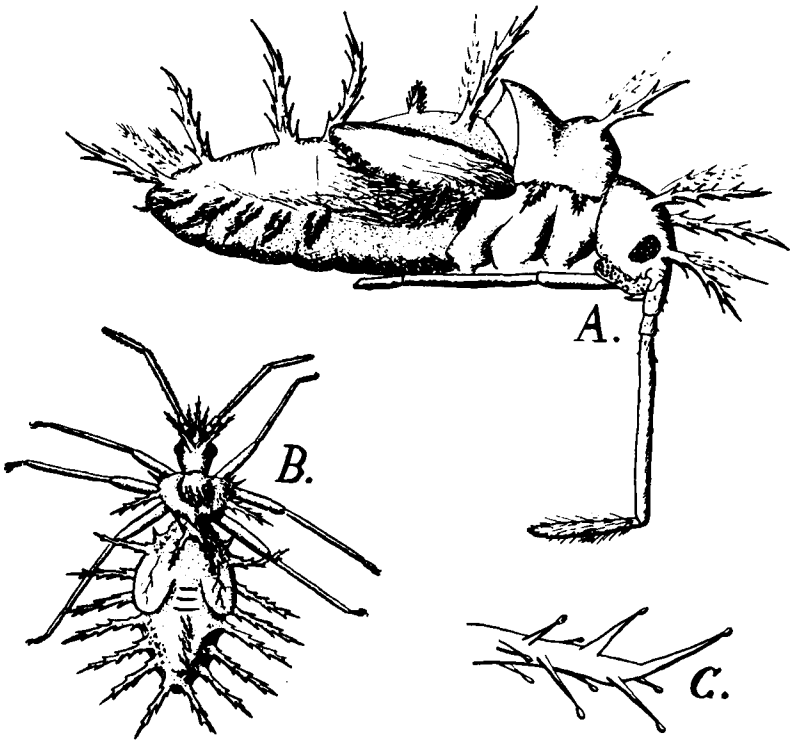


*FIGURA Nº 29.–**Leptostyla gibbifera**. A = larva de perfil; B = larva vista dorsalmente; C = una de las espinas de la larva.*

Las antenas, el rostro y las patas son largos. El último segmento antenal es peludo; una pubescencia muy fina y clara recubre, además, los otros segmentos antenales y la extremidad de las patas. El hecho más importante de anotar es la presencia de un gran número de espinas sobre todo el cuerpo de la larva. Estas espinas tienen a su vez otras espinas secundarias.

La disposición de estas espinas ramificadas es la siguiente: cabeza, 5 espinas (dos anteriores, dos posteriores y una central); tórax, 6 espinas sobre el caparazón torácico (dos dorsales anteriores y dos a cada lado); el borde del mismo tiene, además, otras pequeñas espinas no ramificadas; abdomen, 18 espinas (dos dorsales anteriores formando un par, más una pequeña espina, muy corta, central, también dorsal; una serie de tres espinas dorsales, grandes, colocadas sobre la línea media. Las otras espinas son laterales y en número de seis de cada lado); primordios alares, 4 espinas (dos de cada lado). Los bordes laterales de los primordios alares poseen otras pequeñas espinas similares a las que señalé para los bordes laterales del tórax.

Hay en total 33 espinas ramificadas sobre el cuerpo de la larva, de las cuales 5 son dorsales e impares.

Es notable que las espinas ramificadas pueden estar representadas por espinas simples en los individuos muy jóvenes; es así que la larva que yo presenté vista dorsalmente posee nada más una espina ramificada en cada uno de los primordios alares; la otra espina es simple; uno puede notar, de un solo vistazo, que esta larva es más joven que la que se ve de perfil, gracias a los primordios alares mucho menos diferenciados.

Adulto.–*Leptostyla,* Stal, Enum. Hemip. III, pp. 120-125 (1873).

Champion, Biol. Centr. Am. Rhynchota, II, pp. 11 (1897).

Leptostyla gibbifera n. sp. Figura Nº 30 y Lámina XIII, Figura Nº 5.–Alargada, ensanchada en la parte posterior, cuerpo rojizo. Membrana de los élitros, hialina. Pronoto ocráceo. Patas testáceas, fémures oscuros. Antenas con el cuarto segmento negro, excepto la extremidad que es más pálida. –Venación del pronoto negra; la de los élitros, roja ocre.– Alas negras hialinas.

Antenas con pubescencia fina sobre los tres primeros segmentos; el cuarto con pubescencia más fuerte.– El resto del cuerpo glabro. Antenas bastante largas, delgadas; primer segmento dos veces más largo que el segundo y el cuarto 2/3 del tercero, aproximadamente.

La cabeza con dos espinas dirigidas hacia adelante y una cresta central dirigida hacia la base y simulando una tercera espina frontal.

Expansiones laterales del pronoto redondeadas, levantadas en forma de teja (B, Figura Nº 30), reticulación fuerte.

Cofia en forma de casco globoso, la punta hacia adelante.– Las tres crestas del pronoto, foliáceas; aquella del medio más alta.

Rostro ocupando casi todo el largo del surco rostral.

Parte posterior del pronoto triangular con reticulación fina. Reticulaciones de las expansiones laterales, biseriadas.

Hemiélitros de forma ovoide, *más o menos alargados.*–Area discoidal fusiforme, levantada, llegando casi a la mitad del élitro. Su parte central está compuesta por cuatro filas de finas areolas (C, Figura Nº 30).

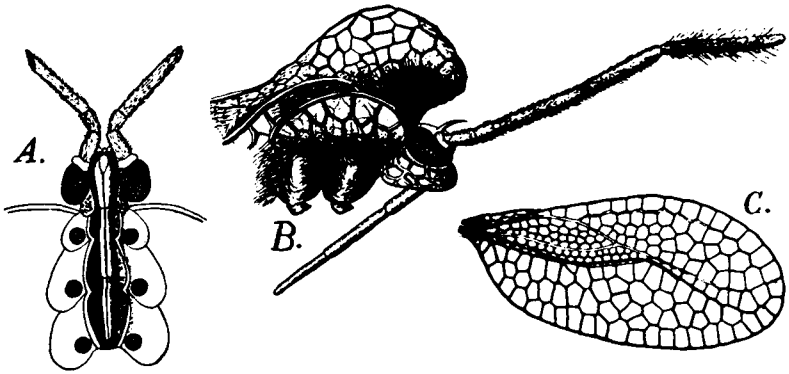


*FIGURA Nº 30.–**Leptostyla gibbifera** (Adulto).* A = *Rostro y surco rostral;* B = *Parte anterior del cuerpo vista de perfil;* C = *Elitro.*

Area subcostal estrecha, biseriada.–Area costal con cinco filas de areolas hacia el centro. Areolas del área sutural, numerosas, subiguales.

Longitud, 4 mm; ancho 2,5 mm.

Tipo en el Laboratorio de Evolución en París; paratipo en el Museo Británico.

Habitat: Orosi, 1 200 m de altitud; en las bromeliáceas epífitas del género *Aechmea.*

G. C. Champion ha tenido la bondad de comprobar esta descripción y de comparar esta especie con aquellas descritas por él en la **Biología-Centrall-Americana.** De acuerdo con él, esta especie es absolutamente diferente; la más próxima sería, quizás, *Leptostyla dilaticollis* Camp. de Guatemala. Esta última es, por otra parte, mucho más ancha.

4. *Scirtes championi Picado* (Coleóptero dascilideo)

Entre las diversas larvas de coleópteros que habitan las bromeliáceas, las más características son las larvas de Dascillidae (Helodinae).

En 1883 Friedenreich describió *Pentameria bromeliarum* que no es otra cosa que un Helodinae, aunque el autor lo clasifica como un Halticidae, que sería aberrante al no presentar ninguna de las características de la familia: según la descripción que da de la larva y del adulto, sin peligro a engañarse, se trata de un Dascillidae[12].

Calvert (1909) encontró, en Juan Viñas (Costa Rica), algunas larvas de Helodinae; por mi parte encontré (1910) larvas aparentemente del género *Scirtes*, en la casi totalidad de las grandes bromelias de Costa Rica; presenté una descripción preliminar tanto de ellas como de sus crías (enero de 1913). H. Scott ha encontrado en las bromeliáceas de las islas de Trinidad y de la Dominica, otra larva de Helodinae[13]: se trata de una especie diferente, vecina a la mía, sobre la cual daré algunos detalles más adelante. J. Knab la ha encontrado, también, en las bromeliáceas de México.

Las larvas de *Scirtes championi* constituyen colonias numerosas, principalmente en las *Aechmea* y *Billbergia*, con las

que comparten el área de dispersión. Yo he encontrado esta larva en las cercanías de las costas del Atlántico, a una altitud de 200 metros aproximadamente, en la Meseta Central (1 500 m de altitud), en las montañas que se elevan a 2 500 m y en las costas del Pacífico, a 300 m de altitud máximo. Entre los insectos bromelícolas, esta especie es la que posee el mayor número de individuos, encontrándose de todas las edades, en todas las épocas del año.

Las larvas muy jóvenes son transparentes, con muy pocas espinas, pero con cerdas muy largas. A través de los tegumentos uno aprecia las tráqueas que forman una especie de fino encaje. Las larvas viejas son, por el contrario, opacas; sus patas poseen un gran número de espinas y las cerdas de su cuerpo son más cortas, en relación con la talla del animal. A menudo se encuentran estas larvas, principalmente durante el período que precede a la ninfosis, envueltas en una bola de espuma; ellas no nadan, pero trepan fácilmente por las hojas de las bromelias; sus cuerpos aplastados pueden ser, según Calvert, una adaptación a la vida bromelícola; este aplastamiento corresponde a la estrechez de los espacios interfoliares de la planta. Gracias a las branquias rectales, estas larvas pueden permanecer largo tiempo bajo el agua. Ellas pueden, por otra parte, soportar una gran desecación. Los movimientos de estas larvas recuerdan los de ciertos isópodos.

Descripción de la larva vieja

La larva es larga, ancha y muy aplastada (Lámina XIX, Figura Nº 1), midiendo 6 mm de largo y de 2 a 2,5 mm de ancho, mientras que su grosor no sobrepasa 1 mm. Su color es amarillo, con tonos que varían del amarillo claro al oscuro; cada segmento, a partir del mesotórax, presenta una banda transversal de un color más oscuro (Lámina XIX, Figura Nº 1); esta banda está ausente en el octavo segmento abdominal. Los bordes laterales están provistos, desde la cabeza, hasta la extremidad posterior, por numerosas cerdas.

La cabeza semeja la forma de un disco casi completo cuando las maxilas no están separadas (Lámina XIX, Figura Nº 2). Los ojos, muy visibles, son de forma irregular y las antenas tienen la

misma longitud que el cuerpo y están compuestas por un gran número de segmentos minúsculos, cuyo diámetro disminuye a medida que se alejan de la base. La base de las antenas es gruesa y corta (Figura Nº 31); presenta algunas cerdas fuertes y cortas, generalmente en número de tres. Estas cerdas poseen un bulbo basal.

El segundo segmento de la antena es más grueso que el primero, su largo sobrepasa el doble del primero, y presenta cerdas delgadas y sin bulbo basal.

Entre el primero y segundo segmento se encuentra un rodete más o menos diferenciado. Los siguientes segmentos, en número de varias decenas, son casi tan largos como anchos; sus dimensiones son casi la sexta parte de la del segundo. La antena está atravesada, a todo lo largo, por un eje de diferente color, quizás una tráquea.

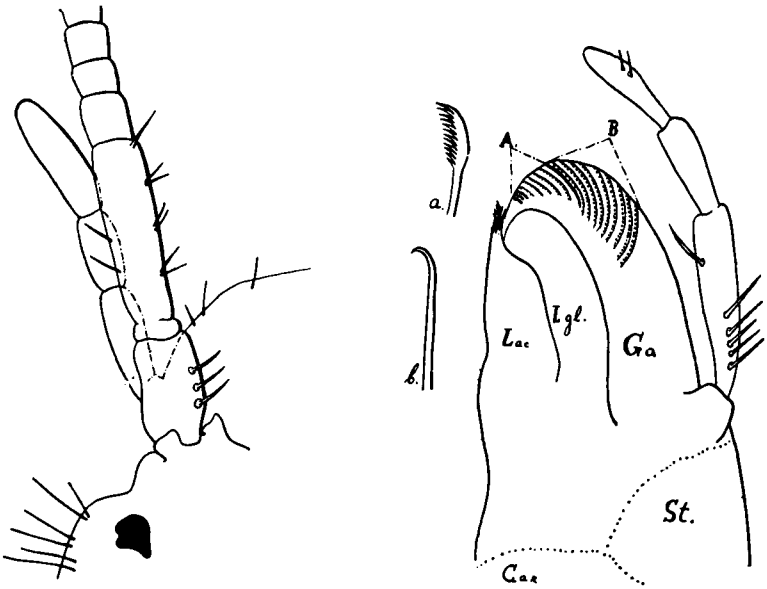


*FIGURA Nº 31.–**Scirtes championi** (larva). Antena y palpo maxilar (a la izquierda). Maxila (a la derecha);* A = *región con cerdas en gancho;* a = *extremidad de una de esas cerdas;* B = *región con cerdas en gancho;* b = *extremidad de una de ellas;* Car = *Cardo;* St = *Estipes;* G = *Galea;* Lac = *Lacinia;* Lgl = *lóbulo galeolacíneo.*

Las piezas bucales de la larva de *Scirtes championi* presentan una disposición particular. Dentro de la casi totalidad de larvas de coleópteros, lo mismo que de otros insectos, las piezas bucales están armadas en la parte distal de su borde interno; la larva que nos ocupa tiene una conformación totalmente diferente: las partes distales de las piezas bucales son inermes, más o menos redondeadas y provistas de cerdas sensitivas; la porción proximal está, por el contrario, armada y es la porción masticadora. Cuando uno observa la larva con un aumento débil, se nota, justamente adelante del frente, una especie de W muy negra (Lámina XIX, Figura Nº 2) constituida por el conjunto de estas piezas masticadoras, sobre las cuales ya tendremos ocasión de volver.

El *labium* (Lámina XX, Figura Nº 4) que tiene la forma de una delgada y extensa lámina cuadrangular, ocupa casi todo el largo de la cara ventral de la cabeza. Posee, al medio del borde anterior, un bulbo setígero (*Bs*, Figura Nº 32) que lleva cuatro cerdas dentadas (*S*). Todo el borde anterior del labium tiene numerosas cerdas muy cortas y finas; en cada uno de los ángulos anteriores se observa un palpo (*P*) compuesto por dos segmentos.

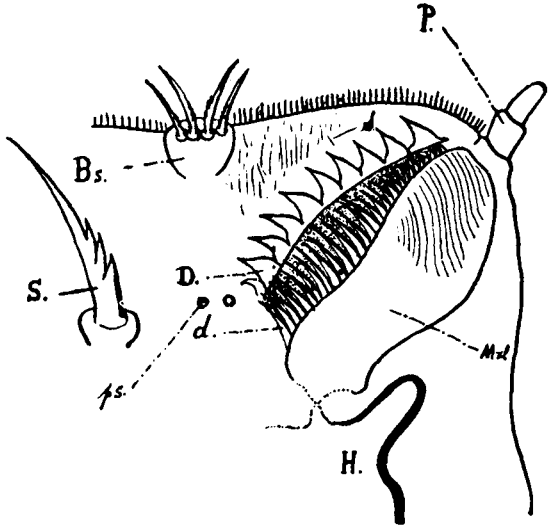


*FIGURA Nº 32.–**Scirtes championi** (larva). Detalle del labium;* P = *palpo labial;* Bs = *bulbo setígero;* s = *una cerda de ese bulbo;* D = *dientes labiales;* i = *cerdas del labium;* ps, *papilas sensitivas;* H = *hipofaringe;* mxl = *órgano masticador;* d = *dientes maxilares.*

De la base del palpo, al centro del labium y de cada lado, se extiende una línea de diez dientes (*D*) en forma de espina de rosal. Entre esas dos filas de dientes se encuentran dos papilas sensitivas (*ps*, Figura Nº 32). Adelante de los dientes labiales se encuentran esparcidas algunas cerdas muy delgadas (*s*, Figura Nº 32). Los cuerpos masticadores (Mxl) son alargados; poseen una fila de dientes (*d*) muy numerosos, largos y puntiagudos, los que son poco visibles, lo mismo que los detalles de la hipofaringe (*H*); todas las suturas del labio inferior son, en general, muy transparentes y, por lo tanto, poco nítidas. El labio presenta un talón quitinoso dirigido hacia adelante.

Las *maxilas* (Lámina XX, Figura Nº 1 y Figura Nº 31) tienen un borde redondeado, su *cardo* y *estipes* (*Car* y *St* de la Figura Nº 31) no están bien delimitados. La Galea (*Ga*) presenta en su parte distal cerdas de dos tipos, unas en gancho (*b*) y otras en peine (*a*); las primeras recubren toda la superficie setígera, mientras que las segundas se limitan a la extremidad (*A*). La Lacinia (*Lac*) finaliza en una punta en forma de peine, muy transparente, difícil de ver y en algunas cerdas.

Entre la Galea y la Lacinia se encuentra un lóbulo (*Lgl.*).

El palpo maxilar, triarticulado, presenta algunas cerdas. El sobrepasa los dos primeros artículos antenales (Figura Nº 31).

Las *mandíbulas* (Lámina XX, Figura Nº 2) son menos largas y más anchas que las maxilas; están constituidas por dos lóbulos separados por un surco. En la base de la mandíbula existe un grupo de cerdas fuertes y cortas; su borde externo tiene cerdas largas y gruesas, mientras que su lóbulo distal interno está provisto de numerosas cerdas largas y finas. En su base y en su parte interna se aprecian dos mazas quitinosas.

El *labrum* (Lámina XX, Figura Nº 3), mucho más pequeño que el *labium*, es muy escotado. Los lóbulos del borde distal están adornados por cerdas; entre éstas y en cada lóbulo; se aprecian dos más grandes. El fondo del escote está bordeado por una fila de papilas sensitivas; algunas de estas papilas se encuentran también sobre los mismos lóbulos. El labrum posee una maza masticadora, dirigida hacia adelante. Muy cerca de dicha maza y adelante de ella, se encuentra una fila de seis papilas sensitivas

Tórax: examinados por su lado superior, los tres segmentos torácicos tienen la forma indicada en la Figura Nº 1, Lámina XIX. Examinados por su lado ventral, semejan la forma representada por la Figura Nº 6, Lámina XX.

Las patas se insertan en un canal oblongo, cavado oblicuamente, de adentro a afuera, en la pared del segmento torácico correspondiente. La extremidad posterior del canal toca la línea media del cuerpo y se pone en contacto con su simétrico.

A menudo, las patas se desprenden por autotomía a la mitad de su segundo segmento, tal como están representadas en el lado izquierdo del dibujo (Lámina XX, Figura Nº 6); (en la Figura Nº 7, Lámina XX, he sombreado la porción que se desprende después de la autoamputación), este segmento constituye la porción basal libre de la pata, pues el primer segmento está soldado en el fondo del canal. Las patas del primer par (Lámina XX, Figura Nº 7) están formadas por:

1) dos placas basales (Lámina XX, Figura Nº 5), agujereadas por una abertura que representa, quizás, un estigma protorácico;
2) cinco segmentos que constituyen la verdadera pata.

El primero de esos segmentos es el más largo, lleva cerdas simples en su borde externo y también siguiendo una línea que se encuentra sobre la cara ventral; muy cerca de su articulación con el segundo segmento, posee dos espinas cortas y puntiagudas. El segundo segmento, muy corto, es inerme; el tercero casi tan largo como el primero, es aplastado, su borde anterior está inerme, pero la segunda mitad de su borde posterior está, al contrario, armada por una fila de puntas claviformes; el cuarto segmento, más pequeño que el tercero, presenta un gran número de espinas con rodete basal, las unas resguardando el borde posterior, las otras, sin formar una línea, se encuentran distribuidas en la cara ventral del segmento, por lo que, probablemente, juegan un papel importante en la locomoción; el quinto segmento es pequeño, puntiagudo, encorvado hacia atrás y presenta una espina del lado ventral, parecida a aquellas del segmento precedente.

Las patas del segundo y tercer par presentan la misma conformación que las del primero, pero las placas basales están ausentes.

El *abdomen* está formado por los ocho segmentos habituales; ellos no presentan nada particularmente interesante, excepto el hecho que los tegumentos de un segmento cualquiera se prolongan sobre el segmento siguiente, traslapándolo parcialmente; estos pliegues (que se encuentran también en los dos últimos segmentos torácicos) forman las bandas transversales más oscuras que atraviesan cada segmento de derecha a izquierda, que ya fueron mencionadas. Cada uno de los segmentos abdominales, al igual que todos los otros segmentos del cuerpo, están adornados por numerosas y largas cerdas laterales.

La extremidad del cuerpo presenta una conformación particular; vista del lado ventral (Lámina XX, Figura Nº 8) presenta una lámina redondeada, que termina en una especie de disco; es esta lámina la que da paso a las numerosas branquias rectales. Debajo de esta lámina (punteado en la Figura Nº 9, Lámina XX) se ven dos láminas laterales, plegadas sobre sí mismas (representadas en la misma figura por las porciones cubiertas con rayado). La parte dorsal de la extremidad del cuerpo está representada por una lámina redondeada (aquella que quedó en blanco en nuestro esquema).

La conformación característica de la extremidad abdominal juega, posiblemente, un papel importante en la formación de las bolas de espuma en las cuales la larva se envuelve.

Anatomía de la larva

Aparato digestivo: la armadura masticadora está compuesta:

1) por la maza quitinosa del labio superior (*L*, Figura Nº 33); ésta presenta un rodete muy saliente, muy quitinizado, con surcos transversos; su forma es la de un triángulo con el vértice redondeado, dirigido hacia adelante; además posee una base alargada con dos pequeños lóbulos laterales.

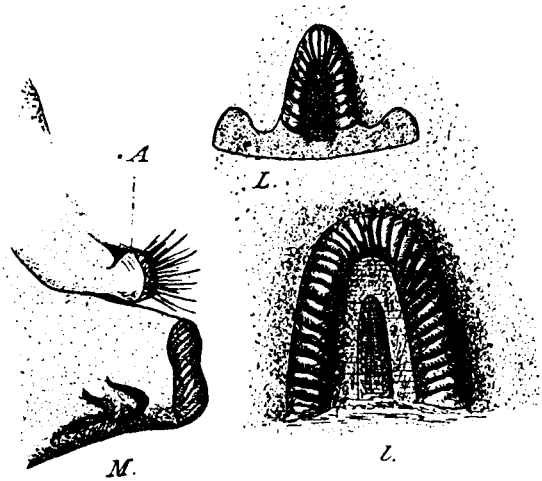


FIGURA Nº 33.–***Scirtes championi.*** *Aparato masticador de la larva.* M = *mazas mandibulares;* A = *maza setígera;* L = *diente del labrum;* I = *diente del labium.*

2) Por la maza quitinosa del labio inferior (I), que también está constituida por un rodete estriado en forma de U, con la abertura dirigida hacia atrás; entre las ramas de esta U se aprecia un diente quitinoso. La superficie de la maza masticadora del labio inferior es aproximadamente cuatro veces más grande que aquella de la maza del labio superior;
3) Por la doble maza quitinosa de la mandíbula; la maza mandibular más externa no está fuertemente quitinizada, posee cerdas tiesas y cortas, dirigidas hacia adentro; representa el proceso en peine de otras larvas de Helodinae; la maza posterior, más próxima a la línea media, está fuertemente quitinizada y presenta surcos transversales semejantes a aquellos de las mazas labiales; es lampiña.

Las mazas quitinosas de los dos labios, situadas cara a cara, dejan entre ellas un espacio sumamente estrecho (Lámina XXI, Figura Nº 2); las mazas basales de las mandíbulas se encuentran entre las dos mazas de los labios; casi se tocan cuando las mandíbulas están cerradas y se rozan al mismo tiempo contra las mazas quitinosas labiales. El mecanismo de masticación es

probablemente el siguiente: cuando las mandíbulas están abiertas, las cerdas de la maza anterior divergen; pero una vez que las mandíbulas se cierran, las cerdas sufren un movimiento en arco. Gracias a este movimiento, las cerdas atraerían las partículas alimenticias –los detritus vegetales retenidos por las bromelias– y las impulsarían entre las mazas mandibulares basales; éstas, al aproximarse, aplastarían los detritus y la trituración habría terminado al momento de su pasaje entre las dos mazas labiales; en resumen, los detritus que entren en la armadura masticadora sufrirían los mismos efectos que los granos de café en un molino. En efecto, en el tubo digestivo de la larva, lo que se observa es una especie de polvo muy fino.

El *esófago* es corto y muy estrecho y se termina casi inmediatamente después de su pasaje a través de los ganglios nerviosos. La válvula esofágica (Lámina XXI, Figura Nº 2 *Oe*) es relativamente pequeña. El intestino medio, casi tan largo como la larva, es recto y dilatado en su extremidad (Lámina XXI, Figura Nº 5 e *Im*, Figura Nº 7). Este se estrecha para formar un cono con el vértice dirigido hacia atrás (Lámina XXI, Figura Nº 6); es en este cono que desembocan los tubos de Malpighi. El intestino terminal (Lámina XXI, Figura Nº 7, *It*) tiene la misma longitud, más o menos, que el intestino medio; se repliega en S en su extremidad (Lámina XXI, Figura Nº 5). Este intestino tiene un número considerable de invaginaciones que no son otra cosa que las branquias rectales (Lámina XXI, Figura Nº 7, *Br*).

Las únicas glándulas que pude encontrar en esta larva son las glándulas salivales; que se encuentran incluidas en el labium (Lámina XXI, *G*, Figuras Nº 2 y Nº 7); los canales excretores siguen los bordes posteriores del labium y vienen a desembocar exactamente detrás de la armadura masticadora.

El *sistema nervioso* (Lámina XXI, Figura Nº 1) está constituido por una gruesa masa ganglionar cefálica, dentro de la cual se aprecian dos dilataciones supraesofágicas correspondientes a los ganglios cerebroides y dos dilataciones que corresponden a los ganglios subesofágicos. Estos cuatro ganglios están muy bien soldados y no se puede apreciar una comisura periesofagiana; esta conformación debe ser debida al aplastamiento general de la larva.

Los ganglios torácicos son gruesos, cada uno muy nítidamente separado de su simétrico, y colocados en el 1°, 2° y 3er segmentos torácicos, respectivamente; ellos se unen entre sí lo mismo que a los ganglios subesofágicos y a los abdominales, mediante comisuras filiformes.

Los ganglios abdominales, en número de siete, están dispuestos de la siguiente manera: el primero está situado en el metatórax, gracias a un acortamiento de las comisuras toraxoabdominales; se observa muy nítidamente, todavía, la soldadura de los dos ganglios laterales que lo constituyen. El segundo ganglio abdominal está separado del precedente por dos comisuras cortas, de manera que se viene a colocar justamente al centro del primer segmento abdominal. Como las otras comisuras tienen más o menos el largo de un segmento abdominal, el desplazamiento que han sufrido los dos primeros ganglios abdominales se traduce en un desplazamiento total de la cadena nerviosa abdominal. El sétimo y último ganglio abdominal es más grande que los otros y está formado, probablemente, por la soldadura de los ganglios abdominales de los dos últimos segmentos; él envía numerosos filetes nerviosos dirigidos hacia atrás.

Los *tubos de Malpighi*, en número de tres pares (Lámina XXI, Figura Nº 7, *TM*), desembocan en el cono terminal del intestino medio. El primer par desemboca en la base del cono, los otros dos pares en su vértice. La curvatura en S del intestino terminal tiene como consecuencia una disposición muy complicada de los tubos de Malpighi: en efecto, cuando se hace un corte involucrando los seis tubos de Malpighi (Lámina XXI, Figura Nº 4) se aprecian, entre las tres secciones del tubo digestivo (*Td*), solamente 5 tubos de Malpighi; para observar el sexto, es necesario buscar del otro lado (6°), entre las células del tejido adiposo. El hecho de que uno encuentre 5 tubos de Malpighi de un mismo lado y que esos tubos nazcan en pares simétricos, hace ver que dos de esos tubos se originan del otro costado del tubo digestivo (lado derecho) y que pasan secundariamente al lado izquierdo, para reunirse con los tres tubos de ese costado. La disección de la porción posterior del tubo digestivo muestra de qué manera ellos están dispuestos (Lámina XXI, Figura Nº 6). El segundo y tercer tubos del lado derecho se encorvan hacia atrás, después se dirigen hacia adelante,

pasan por encima del primer arco del intestino terminal y vienen a colocarse sobre los tres tubos del lado izquierdo (Lámina XXI, Figuras Nº 5 y 6). Se ve, por lo tanto, que es necesario seguir cada uno de los tubos de Malpighi hasta su punto de origen para saber cuál es su simétrico y de qué par forma parte [14].

Las *glándulas genitales* (*Gg.*, Figura Nº 3, Lámina XXI) están constituidas por un cierto número de masas que salen de un punto central hacia todas direcciones, como si ellas fueran los radios de una esfera. Están situadas en el tercer segmento abdominal).

El estudio morfológico que he hecho es el primero que trata con larvas del género *Scirtes*; esta larva está muy emparentada con la de *Helodes*; ya indiqué, en una nota anterior, las principales diferencias que uno encuentra entre las larvas de *Scirtes championi* y de *Helodes minuta*. En cuanto a la anatomía de otras larvas de *Helodinae,* jamás ha sido descrita.

Ninfa

En el momento de la ninfosis, la larva sale del agua y remonta una hoja. Ella morará en las inmediaciones de la superficie. En ese momento, secreta una abundante espuma que se acumula a su alrededor, dejando una cavidad relativamente grande. Una vez que la bola de espuma se ha formado, se puede constatar que el animal que está en su interior no toca, de ningún modo, sus paredes; ahí se efectúa la última muda larvaria.

Las ninfas no se liberan de la última membrana larvaria; al contrario, ellas permanecen adheridas a esta última, gracias a su último segmento abdominal que gira, en la forma de un broche, en la piel larvaria; ésta descansa sobre el piso de la cavidad interna de la bola de espuma y juega el papel de una barquilla que sostiene la ninfa. Es así como ésta es mantenida alejada de las paredes de espuma de la cripta donde se realiza la ninfosis. (Lámina XIX, Figura Nº 4).

La ninfa (Lámina XIX, Figura Nº 3) posee una fina pubescencia sobre el tórax. Las patas están plegadas sobre ellas mismas, particularmente las del tercer par. El último segmento abdominal

presenta un surco en cintura, que forma el broche que ata la ninfa a la piel de la larva[15].

Adulto.–*Scirtes* Illiger, *Mag.* VI, pág. 301 (1807); Champion, **Biol Centr. Amer.** Coleopt. III, p. 606 (1897).

Scirtes championi Picado (Lámina XII, Figura Nº 3).

Hembra: forma elíptica, convexidad poco pronunciada (Lámina XIX, Figuras Nº 5 y 9), testácea, color ocre quemado; toda la parte superior del cuerpo presenta un punteado fino y tupido, que es más fuerte sobre los élitros que sobre la cabeza y el tórax. Una pubescencia más clara recubre la parte superior del insecto (Lámina XIX, Figura Nº 5). Ojos bastante gruesos.

Antenas (Lámina XIX, Figura Nº 7): primer segmento grande y más grueso que los otros; segundo segmento más corto y en forma de barril; tercer segmento más delgado y un poco más corto que el segundo; cuarto segmento tan largo como los dos precedentes juntos; segmentos 4 a 10 subiguales; décimo primer segmento un poco más largo que el décimo. Las antenas no sobrepasan la mitad del cuerpo y son, más bien, delgadas (Lámina XIX, Figura Nº 5).

Palpos maxilares con 4 segmentos: primero y tercero pequeños; segundo y cuarto, al menos dos veces igual de largos que aquel que les precede; cuarto segmento con su extremidad redondeada.

Tórax muy corto, con bordes ligeramente agudos al igual que los élitros. Se estrecha bruscamente hacia adelante. Se inclina hacia abajo, igual que la cabeza.

Patas posteriores con coxa fuerte. Tibia con una ligera curvatura hacia arriba (Lámina XIX, Figura Nº 6): su cara interna es plana, mientras que la externa es convexa (Lámina XIX, Figura Nº 8). Espina tibial superior al menos tan larga como 2/3 del primer segmento del tarso.

Longitud: 3 milímetros; ancho 2 milímetros.

Localidad: Costa Rica.

Una hembra en el Museo Británico y otra en el Laboratorio de Evolución en París.

Scirtes championi es probablemente una especie vecina de *S. pulicarius* descrito por Champion en **Biologia Centr. Amer.**

(*l.c.* p. 606-617). Difiere de la anterior por su gran talla y su forma menos larga y por el punteado de la superficie superior que es más tupido.

Scirtes insularis Champ. (***Tr. Ent. Soc.*** London, 1897, p. 292), de las Antillas, tiene una cabeza y un tórax más anchos; los ojos son más gruesos y su cuerpo menos convexo.

S. championi presenta el aspecto de un *Cyphon.*

Los insectos adultos que se encuentran entre las hojas de las bromelias son muy difíciles de capturar, porque tan pronto como se toca la planta, se escapan a una velocidad extrema, gracias a la rapidez de sus saltos.

La cría de las larvas es bastante difícil y yo sólo pude obtener la eclosión de las dos hembras que sirvieron de tipos para describir esta especie.

Hechos relativos a la larva de Scott

La larva de Helodinae encontrada por H. Scott en las bromeliáceas epífitas de la Trinidad y la Dominica es más larga y menos aplastada que la de *Scirtes championi.* Las antenas son sensiblemente más largas. Las patas no tienen el primer segmento soldado a la cavidad articular.

Las piezas bucales presentan también un cierto número de características diferenciales: el labium es más quitinizado, las suturas son más visibles y la hipofaringe tiene una forma diferente de la de mi larva. Al lado del bulbo setígero y hacia adelante de los dientes labiales, entre las cerdas de esta región percibimos algunas que sobrepasan las otras y que poseen un bulbo basal; estas cerdas no existen en la larva de *S. championi.* Los dientes labiales no tienen la forma de espinas de rosal, sino que son más rectos. Los dientes maxilares son mucho más largos. Las dos papilas sensitivas intermaxilares de la larva de *S. championi* faltan en la larva de Scott. El diente masticador es más fuerte que el de mi larva y tiene una forma diferente. Las maxilas son similares en las dos larvas, solamente, la larva de Scott posee un peine laciniano mucho más visible y fuerte que el de mi larva; las cerdas del palpo maxilar son, además, más finas que las de *S. championi.*

Las mandíbulas presentan un proceso en peine que está ausente en mi larva.

El labrum es muy escotado. No se ven en él los dos pares de cerdas largas que existen en la larva de *S. championi*, pero sí 5 cerdas largas y muy visibles. En el fondo del escote del labio percibimos numerosas cerdas largas con bulbo basal; estas cerdas están representadas en mi larva por una fila de papilas que bordean el escote del labrum. Las seis papilas sensitivas del centro del labrum son mucho más marcadas que en mi larva.

El insecto en cuestión es probablemente otro *Scirtes* o, tal vez, un *Ora*, género muy próximo. Su conformación se parece mucho más a la de la larva de *S. championi* que a la de *Helodes;* este género no se encuentra, según G. C. Champion, en las islas donde Scott encontró sus larvas.

Es de hacer notar que un gran número de papilas sensitivas de las piezas bucales de la larva de *S. championi* están representadas por cerdas con bulbo basal en la larva de H. Scott. Este fenómeno de reemplazo de cerdas sensitivas por papilas, que observamos cuando se pasa de una especie a otra, fue también observado por D. Keilin (1911) entre las larvas de dos especies de dípteros que pertenecen al género *Phora.*

5. ***Andiodrilus biolleyi*** Cogn. de Mart. (Lámina VIII, Figura Nº 5) Gusano oligoqueto

Entre los diversos oligoquetos que habitan en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica, de los cuales presento la lista más adelante, una de las especies más constante y extendida en todo el país es *Andiodrilus biolleyi* Cogn.; es la más numerosa de todas. El oligoqueto habita el terrario bromeliano y no penetra jamás en el centro de la bromelia.

La característica más llamativa de este gusano es su trompa exértil (Figura Nº 34); cuando el animal se traslada, proyecta su trompa, con intervalos regulares, en la forma en que las serpientes proyectan su lengua; palpa con ella de un lado a otro, como para guiarse en su marcha.

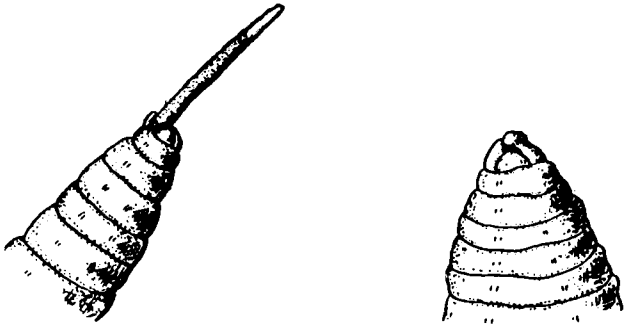


FIGURA Nº 34.–***Andiodrilus biolleyi.*** *Trompa evaginada y lóbulos peristómicos.*

La presencia de una trompa exértil no es una característica única de *Andiodrilus biolleyi*: otros oligoquetos poseen una trompa similar, tales como algunas especies que pertenecen a los géneros *Onychochoeta, Hesperoscolex* y *Periscolex*; además, por supuesto, las otras especies del género *Andiodrilus.*

El estudio de estas lombrices me ha mostrado que un buen número de particularidades anatómicas no han sido señaladas por Cognetti de Martiis en el momento en que describió esta especie[16].

Andiodrilus biolleyi alcanza a menudo una longitud de 12 a 14 centímetros; su coloración es pardo rojiza, con el clitelum coloreado más fuertemente (Lámina VIII, Figura Nº 5). La trompa es del mismo color que el resto del cuerpo, su extremidad es blanca.

La *trompa* puede alargarse hasta un centímetro. Cuando está invaginada, se pueden percibir, aún a simple vista, los cuatro lóbulos peristomiales (Figura Nº 34); pero si el animal es bruscamente excitado, los lóbulos pueden también invaginarse.

Un corte sagital, pasando por la trompa (Lámina XXII, Figura Nº 1 *T.*), muestra que ésta está a la vez retractada e invaginada. Los haces musculares que nacen, en diversos niveles, de los músculos longitudinales que duplican la pared del cuerpo (Lámina XXII, Figura Nº 1 *M.*), atraviesan la cavidad general, penetran en la trompa y se fijan en diversos puntos de su pared. Estos haces musculares son visibles en una simple disección. Su función está

limitada a la retracción de la trompa; en cuanto a su proyección, es debida al líquido de la cavidad general que, al penetrar en la trompa luego de una compresión, provoca la turgencia de esta última.

Los tegumentos de la trompa no son más que la continuación directa de los del cuerpo; solamente, el espesor de la capa dérmica es menor y las glándulas mucosas se encuentran en pequeño número (Lámina XXII, Figura Nº 3).

Aparato digestivo: el buche muestra una cutícula que se vuelve más gruesa a medida que se aleja de la parte anterior (Figura Nº 35).

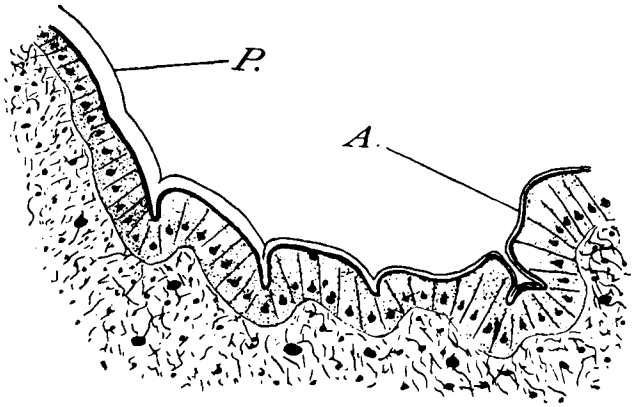


FIGURA Nº 35.–Cutícula del buche. A = parte anterior; P = parte posterior.

La parte del buche donde se encuentra esta cutícula gruesa posee numerosos ciegos ramificados (Lámina XXII, Figura Nº 1, *R*), cuyo conjunto está recubierto por una capa muscular. La función de esta cutícula gruesa es, probablemente, dividir los detritus de las bromelias, de los que el animal se alimenta; ahí sufren una especie de masticación. Me parece interesante señalar la presencia de un hongo con micelio tabicado, en la porción anterior del tubo digestivo. Es muy posible que se trate de una especie asociada al gusano, puesto que la encontré en numerosos individuos. Los filamentos micelianos no se introducen jamás entre las células de la pared del tubo digestivo, gracias, tal vez, al espesor de la cutícula, que ellos perforan algunas veces.

Las glándulas de Morren, en número de tres pares, son alargadas. Sus tabiques son muy numerosos.

Aparato genital: de acuerdo con Cognetti de Martiis, el clitelum está formado por los segmentos 16 a 26. Las cerdas copulatrices pertenecen a los segmentos 20 a 25. Las aberturas de los canales masculinos se encuentran en la segunda mitad del segmento 21; presentan la forma de fisuras sobre los *tubercula pubertatis.* Los canales femeninos desembocan en el segmento 18, pero la abertura es microscópica. No hay más que un par de testículos y dos pares de vesículas seminales (en el décimo segmento). Los ovarios se encuentran en el segmento 13. Los receptáculos seminales (espermatecas) desembocan entre los segmentos 6 a7, 7 a 8, 8 a 9. Cognetti de Martiis señala, además, la presencia de tres pares de grupos glandulares en los segmentos 7, 8 y 9. Estos grupos envuelven a las cerdas modificadas de la misma manera que a las cerdas copulatrices.

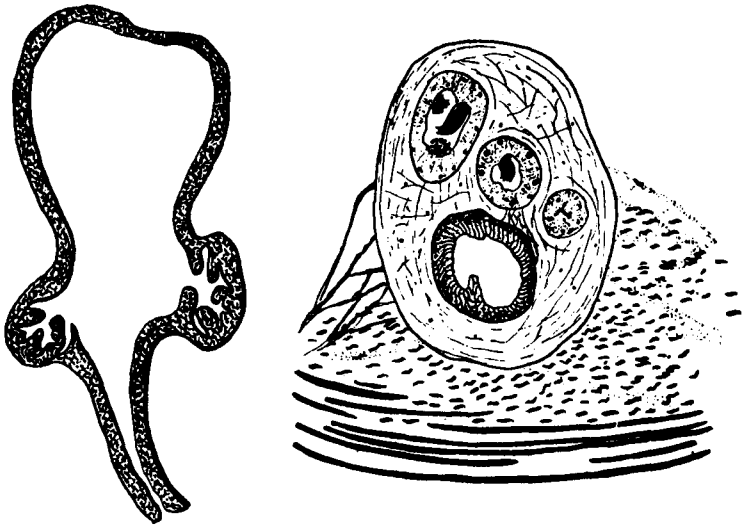


*FIGURA Nº 36.-**Andiodrilus blolleyi.** Receptáculos seminales. A la izquierda, corte total del receptáculo; a la derecha, corte de una expansión (un canal y tres ampollas).*

Las espermatecas (receptáculos seminales) presentan muy claramente las proyecciones características de *Andiodrilus (Andiodrilus.* Michaelsen. W. 1900).

El estudio de cortes me permitió observar la constitución de los testículos, de los receptáculos seminales y de los grupos glandulares señalados por Cognetti.

Los testículos se presentan, en un corte transversal, bajo la forma de espirales enrolladas en sentido contrario y unidas entre sí de una manera tal que podría ser representada por una S, en la cual los extremos se enrollaran muchas veces. Entre las múltiples espiras se encuentran numerosos espermatozoides.

Los receptáculos seminales, cuyo aspecto se presenta en una figura en la descripción hecha por Cognetti de Martiis, pueden representarse según nuestro esquema (Figura Nº 36), si se supone un corte que pasara a la vez por dos de las proyecciones de sus paredes.

Estas proyecciones están constituidas por engrosamientos de la pared del receptáculo, agujereadas por canales que se abren en la cavidad del receptáculo y terminan, del otro lado, en ampollas incluidas en el espesor del tejido de las proyecciones.

Las ampollas ofrecen una constitución diferente de la de los canales: la Figura Nº 36 muestra tres ampollas y un canal cortados transversalmente; la Figura Nº 37 muestra una de estas ampollas en un corte sagital. El epitelio que tapiza la cavidad de las ampollas está compuesto por células de membrana fina, en las que la cara libre es plana; las células que forman el epitelio de los canales tienen, por el contrario, una membrana fuerte y la cara libre de cada una de las células de este epitelio es fuertemente convexa (Figura Nº 37).

Cognetti ha hecho notar que la gran cavidad del receptáculo no encierra espermatozoides y que, por lo contrario, éstos vienen a fijarse sobre las paredes de la ampolla. En efecto, es cierto que los espermatozoides, que poseen una cola, sólo se encuentran fijos en las paredes de las ampollas (Figura Nº 37) y nunca en las paredes de los canales de las proyecciones, ni en las paredes de la cavidad principal del receptáculo seminal. Además, tuve la oportunidad de encontrar, en varias repeticiones, en los canales, al igual que en la gran cavidad del receptáculo seminal, un gran

*FIGURA Nº 37.–**Andiodrilus bioileyi.** Corte longitudinal de una ampolla de los receptáculos seminales. A la derecha, epitelio de un canal de la ampolla.*

número de espermatozoides reducidos a la cabeza, enredados de tal manera que formaban una especie de fieltro espeso. Es de suponer que los espermatozoides llegan primero a las ampollas; ahí se fijan al epitelio delgado; más tarde perderían la cola y finalmenmente caerían en la luz de los canales de los engrosamientos y de ahí pasarían a la gran cavidad donde formarían el fieltro que indiqué. Todos estos hechos son muy importantes de señalar, ya que pueden estar relacionados con la formación de los espermatóforos.

Las glándulas de los segmentos 7, 8 y 9, que envuelven las vainas de las cerdas ventrales modificadas, presentan una forma más o menos redondeada; su color es blancuzco; ellas están ubicadas en el espacio comprendido entre el sistema nervioso y los receptáculos seminales. En un corte transversal muestran el aspecto de nuestra Figura Nº 38. Observamos un gran número de lóbulos (*L*) formados cada uno por numerosas células grandes, de forma irregular, conteniendo numerosas inclusiones y, a veces, vacuolas (Figura Nº 39). Estas diversas células, unidas entre sí, constituyen los lóbulos de la glándula; éstos están también unidos entre sí, al igual que a la pared del cuerpo, por numerosos filamentos. El pie de la glándula está formado por músculos (Figura Nº 38, *M*), por largas células de sostén (*C*) que se introducen entre los

músculos; y, finalmente, por la vaina de la cerda. La base de la cerda (*S*), también incluida en esta glándula, recuerda el tallo de una gramínea a causa de los estrangulamientos sucesivos que ella presenta y que simulan nudos.

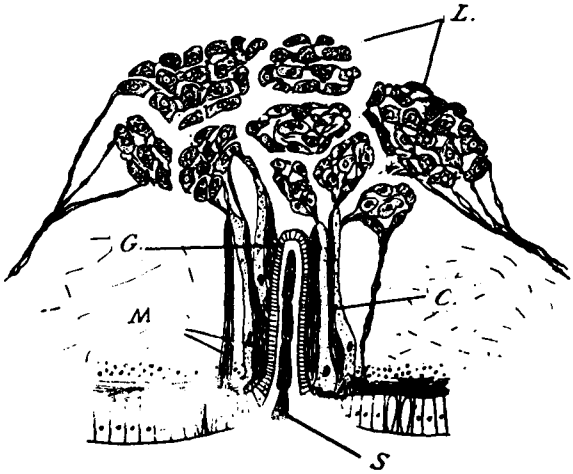


*FIGURA Nº 38.–**Andiodrilus biolleyi.** Corte de una glándula setígera.*
L = *lóbulos de la glándula;* G = *vaina de la cerda;* S = *cerda;*
M = *músculos;* C = *células de sostén.*

La función de estas glándulas no ha sido aún establecida; pero, conociendo que ellas acompañan los receptáculos seminales, que están en igual número que ellos, que además están situadas en los mismos segmentos, cada glándula al lado de cada receptáculo, y que las cerdas que ellas engloban son modificadas de la misma manera que las cerdas copulatrices, parece que estas glándulas juegan un papel importante ya sea en la génesis de los espermatóforos ya en la copulación.

Sistema nervioso: cuando se examina un corte sagital de la trompa, observamos, entre los filamentos musculares, numerosos cordones nerviosos (Lámina XXII, Figura Nº 1, *N*) que llegan hasta su extremidad; ahí inervan las células del tegumento, más intensamente en esta parte que en el resto del órgano. Un corte transversal de la trompa, (Lámina XXII, Figura Nº 3) muestra numerosos conjuntos musculares longitudinales *M*, vasos *V* y seis

gruesos cordones nerviosos *N*. Además, encontramos pequeñas ramas laterales de estos cordones.

El estudio de cortes seriados hace ver que los diversos cordones nerviosos se reúnen finalmente en dos troncos únicos, seguidos directamente por ganglios cerebroides. En la Figura Nº 5 (Lámina XXII) se muestran esos dos troncos primitivos *N* comprendidos entre los músculos de la base de la trompa *T*. En la misma figura, se ven los ganglios cerebroides *C* con dos prolongaciones que corresponden a la base de estos mismos troncos.

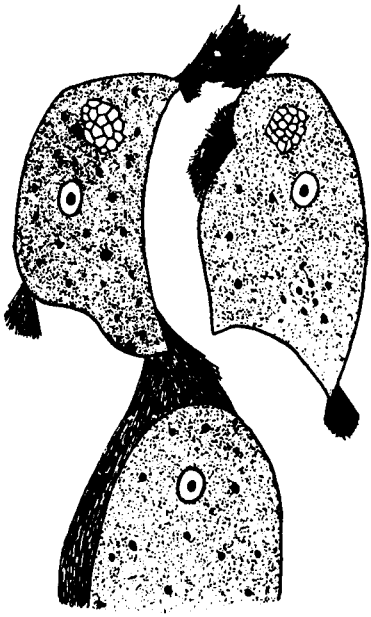


FIGURA Nº 39.–Células de la glándula setígera.

Un corte practicado en una región posterior (Lámina XXII, Figura Nº 2), muestra también la base de la trompa con sus músculos retractores, los dos troncos nerviosos basales de la probóscide, en el punto de su nacimiento y, por otro lado, otro par de cordones nerviosos, mucho más finos, que vienen a inervar la base de la trompa.

La faringe está inervada directamente por el cerebro; la Figura Nº 5 (Lámina XXII) nos muestra la faringe *Ph* con sus nervios *n*. Los cordones nerviosos de la faringe forman un pequeño ganglio situado entre la trompa y el tubo digestivo. La Figura Nº 40 y la Lámina XXII (Figura Nº 4) muestran la disposición de la parte anterior del sistema nervioso en este interesante oligoqueto. Es de hacer notar que las bifurcaciones de los cordones nerviosos no son simétricas, de tal forma que a veces encontramos, en un corte transversal de la trompa, solamente 5 cordones nerviosos; esta característica de asimetría se observa en la Figura Nº 4 (Lámina XXII).

*FIGURA Nº 40.–**Andiodrilus biolleyi.** Reconstrucción de la parte anterior del sistema nervioso.*

La rica inervación de la probóscide nos da una idea de la extrema sensibilidad de este órgano; no sería muy arriesgado pensar que esta trompa sea no solamente un delicado órgano táctil, sino también el centro de otras funciones sensitivas más especializadas. Sería deseable realizar experimentos fisiológicos sobre este tema que podrían informarnos sobre las funciones de este órgano. Sería muy interesante saber si existe, entre los oligoquetos que poseen una trompa exértil, una inervación tan completa de este órgano. A mi saber, una inervación tal no ha sido nunca señalada en ningún otro gusano.

Capítulo V.

CONCLUSIONES

1. En los bosques tropicales las charcas son, de hecho, reemplazadas por las "plantas reservorio"; en particular, en la América intertropical, por las bromeliáceas epífitas.

2. Estas plantas, en efecto, retienen entre las hojas una gran cantidad de agua y toda clase de detritus; por lo tanto, forman verdaderas charcas aéreas.

3. El medio constituido por estas charcas no es idéntico al constituido por los pantanos terrestres; las charcas bromelianas constituyen un medio biológico especial.

4. El **"medio bromeliano"** puede ser definido de la siguiente manera:

   "Ciénaga permanente, fraccionada, elevada del suelo, donde el agua proviene de la condensación cotidiana y en lugar del agua atmosférica; con lodo celulósico imputrescible bajo las condiciones normales"

5. La ausencia de putrefacción en las charcas bromelianas se debe a la actividad propia de la planta.

6. Las bromeliáceas epífitas secretan, en efecto, una goma que ejerce una doble acción diastásica, que proviene ya de la misma planta, ya de microorganismos.

7. Las enzimas amilolíticas y trípticas, provenientes de esta goma, digieren, al menos en parte, los detritus animales y

vegetales que caen entre las hojas de las bromeliáceas epífitas.

8. Estas plantas absorben, gracias a las escamas foliares, no solamente sales minerales, sino también sustancias ternarias y proteicas, provenientes del desdoblamiento de los detritus retenidos entre las hojas.

9. Las bromeliáceas epífitas son las únicas plantas que se nutren *normalmente* a expensas de esos detritus.

10. Ellas constituyen un verdadero dializador, que elimina constantemente de las charcas formadas entre sus hojas, todos los productos capaces de alterar la pureza de su agua.

11. Las bromeliáceas epífitas están pobladas por una fauna muy numerosa, comprendiendo representantes de casi todos los grupos, desde los batracios hasta los protistas.

12. La fauna de las bromeliáceas epífitas puede ser dividida en dos grandes categorías:

    1. Animales exclusivamente bromelícolas;
    2. Animales que habitan también otros medios.

    Estos últimos son todos de respiración aérea y se encuentran en la periferia, entre las hojas muertas caídas en las bromeliáceas.

13. La parte periférica de una bromelia constituye una clase de terrario formado por las antiguas charcas que perdieron su agua.

14. La vida bromelícola presenta un cierto número de condiciones particulares que provocan, o *hacen posible*, ciertas adaptaciones.

15. Las principales consecuencias de la vida bromelícola influyen:

1. Sobre la zoogeografía;
2. Sobre la época de postura;
3. Sobre la locomoción;
4. Sobre el aislamiento de algunos animales;
5. Sobre la vida anfibia de algunas especies.

16. Las especies actualmente bromelícolas pudieron llegar hasta estas plantas ya sea por medios particulares de cada grupo, ya sea por causas generales: inundaciones, derrumbes, etc.

17. La diseminación de la fauna bromelícola es consecuencia de la biología de las bromeliáceas epífitas. Esta diseminación es, en general, pasiva para los animales sedentarios y activa para los insectos alados y para los animales predadores.

18. La fauna bromelícola, antes de mis investigaciones, comprendía más o menos una centena de especies. Ahora yo puedo presentar una lista que comprende aproximadamente 250 especies, de las cuales 49 son completamente nuevas.

19. La fauna bromelícola no es más que una parte de la gran fauna, casi desconocida, que habita las **"plantas-reservorio"** diseminadas en todas las regiones del globo y presenta en todas partes una notable homogeneidad.

20. El conocimiento de la fauna bromelícola explica la existencia de ciertas enfermedades infecciosas (paludismo, filariasis, etc.) en las regiones de América desprovistas de pantanos terrestres. Las charcas bromelianas abrigan los hospederos intermediarios (culícidos, copépodos, etc.) de los parásitos cuyo ciclo evolutivo termina en el hombre y en algunos animales silvícolas, monos u otros. Es así que estas enfermedades persisten, a pesar de la ausencia de los hombres, a pesar de la ausencia de las charcas terrestres.

INDICE BIBLIOGRAFICO

Alexander, Chas. P.–*Bromeliad-Inhabiting Crane-fly (Tipulidœ, Dipt.).* **Entomological News**, vol. XXIII, p. 415 à 417. 1912.

Annandale, N.–*Peculiar habit of an earthworm.* **Rec. Indian Museum,** vol. I, p. 83. 1907.

Aso, K.–*Können Bromeliaceen durch die Schuppen der Blätter Salze aufnehmen?* **Flora**, vol. 100, p. 447 à 450. 1910.

Beauchamp, P. M. de.–*Planaires Terrestres des Broméliacées de Costa-Rica recueillies par M. C. Picado.* **Archives de Zoologie expérimentale et générale** [5], tome X, Notes et Revue, n° 1, p. 1 à 10. 1912.

Beauchamp, P. M. de.–*Planaires des Broméliacées de Costa-Rica recueillies par M. C. Picado.* **Archives de Zool. expér. et gén.,** tome 51, Notes et Revue, n° 2, p. 41 à 52. 1913.

Borelli, A.–*Specie nuove di Dermatteri di Costa-Rica.* **Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della R. Universita de Torino**, N° 644, vol. XXVI, p. 1 à 10. 1911.

Bouvier, E. L.–*Monographie des Onychophores.* **Annales des Sciences Naturelles**, tome II, p. 42 et p. 321 à 326. 1905.

Calvert, P. P.–a) *Plant-dwelling Odonate Larvae.* **Entomological News**, vol. XXI, p. 264. 1910.

Calvert, P. P.–b) *Plant-dwelling Odonate Larvae.* **l. c.**, p. 365-366. 1910.

Calvert, P. P.–*Zoological Researches in Costa-Rica.* **Old Penn.**, vol. IX, p. 165 à 170. 1911.

Calvert, P. P.–*Studies on Costa-Rican Odonata, II and III. The Habits, Structure and Transformation of the Plant-dwelling larva of* ***Mecistogaster modestus.*** **Entomological News**, vol. XXII, n°s 9 and 10, p. 402 à 411 et p. 449 à 460. 1911.

Carpenter, G. H. and Mac Dowell, M. C.–*The Mouth parts of some Beetle Larvae.* **Quarterly journal of microscopical science**, vol. LVII, part. 4, p. 373-381. 1912.

Cognetti de Martiis, L.–*Oligocheti di Costa Rica.* **Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia comparata della Reale Universita di Torino,** vol. XIX, n° 462, p. 4 à 10. 1904.

Cognetti de Martiis, L.–*Nuovo contributo alla conoscenza della Drilofauna neotropicale.* **Atti della R. Accademia delle Scienze, Torino**, vol. XLII, Disp. 11ª, p. 799. 1906-1907.

Champion, G. C.–*Coleoptera, etc., in Bromeliads.* **The Entomologist's Monthly Magazine**, Second series, vol. XXIV (vol. XLIX), p. 2 à 7. 1913.

Distant, W. L.–*Hemiptera.* ***Microvelia insignis*** (In H. Scott, **Fauna of Bromeliaceae**, p. 437). 1912.

Dyar, H.–*The Larvae of* ***Megarhinus rutilus*** *Coq. and* ***M. portoricensis*** Roed. **Proc. Entom. Soc. Washington.** 1904.

Friedenreich, G. W.–***Pentamerla bromellarum,*** *eine pentamere Halticidæ.* **Ent. Zeitung, Stettin**, 44 Jahrg, 140 à 144. 1883.

Goeldi, A. E.–*Os mosquitos no Pará.* **Memorias do Museu Goeldi,** vol. IV, p. 1 à 154. 1905.

Guenther, K.–*Die lebenden bewohner der kannen der insektenfressenden Pflanze.* ***Nepenthes destillatoria*** *auf Ceylon.* **Zeits. für wissenschaf. Insektenbiol.** Heft. I, p. 125. 1913.

Jensen, H.–*Nepenthes-Tiere. II. Biologische Notizen.* **Ann Jardin Bot. Buitenzorg**, 3ᵉ suppl. (2ᵉ partie), p. 941-946. 1910.

Johannsen, O. A.–*Aquatic Nematocerous Diptera. II. Chironomidæ.* **Bulletin New-York State Museum**, p. 76 à 316. 1905.

Keilin, D.–*Recherches sur la morphologie larvaire des Diptères du genre* ***Phora.*** **Bull. Scient. de la France et Belg.**, 7ᵉ série, tome XLIV, fascicule 1, p. 27 à 88. 1911.

Keilin, D.–*Sur diverses glandes des larves de Diptères.* **Archives de Zool. expér. et gén.**, tome 52, Notes et Revue, n° 1 p. 1 à 8. 1913.

Kieffer, J. J.–*Chironomidæ.* **Genera Insectorum**. 1906.

Kirby, F. W.–**Handbook of Lepidoptera**, vol. III (p. 35). 1897.

Knab, F.– A *Chironomid inhabitant of* ***Sarracenia purpurea.*** **Journ. N. York. Entom. Soc.**, vol. XIII, p. 69 à 73. 1905.

Knab, F.–*New species of Anisopidæ (Rhyphidæ) from tropical America (Diptera: Nemocera).* **Proceedings of the Biological Society of Washington**, vol. XXV, p. 111 et 112. 1912.

Knab, F. and Malloch, J. R.–*A Borborid from an epiphytic Bromeliad (Diptera; fam. Borboridæ).* **Entomological News**, vol. XXIII, p. 413 à 415. 1912.

Knab, F.–*Some neotropical Syrphidæ (Diptera).* **Insecutor Inscitiae Menstruus**, vol. I, n° 2 (p. 14 et 15). L. c., p. 17. 1913.

Knab, F.–*Larvae of Cyphonidæ (Coleopt.) in Bromeliaceæ.* **The Entomologist's Monthly Magazine**, vol. XXIV; 2nd serie, p. 54 à 55. 1913.

Knab, F.–*A new bromelicolous* ***Megarhinus*** *(Diptera; Culicidæ).* **Insecutor Inscitiae Menstruus**, vol. I, n° 3, p. 35 à 36. 1913.

Leicester, G. F.–*A breeding Place of Certain Forest Mosquitoes in Malaya.* **Journ. Trop. Med.**, vol. VI, p. 291 à 292. 1903.

Licent, P. E.–*Recherches d'Anat. et de Phys. comparées sur le tube digestif des Homoptères supérieurs.* **La Cellule**, tome XXVIII (p. 54). 1912.

Lutz, A.–*Waldmosquitos und Waldmalaria.* **Centralbl. f. Bakter,** etc., Abt. I, vol. XXXIII, p. 282-292. 1903.

Meijere, J. C. H. de.–*Nepenthes-Tiere. I. Systematik.* **Ann. Jardin. Bot. Buitenzorg,** 3e suppl., 2e partie, p. 917 à 940. 1910.

Mez, C.–**Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik**, Bol XL, Heft 2. 1904.

Michaelsen, W.–***Andiodrilus.*** **Archiv. fur Naturg.**, vol. LXVI, Hft. I. p. 250 à 259 (cité par Cognetti de Martiis). 1900.

Michaelsen, W.–*Ueber einige zentralamerikanische Oligochäten.* **Archiv. fur Naturgeschichte**, 78 Jahrg. Abteilung, A. Heft. 9, p. 112 à 129. 1912.

Müller, F.–*Waserthiere in den Wipfeln des Waldes.* ***Kosmos*** (Leipzig), vol. IV, p. 390 à 392. 1879.

Müller, F.–*Descripçao do* ***Elpidium bromeliarum.*** *Crustaceo da familia dos Cytherideos.* **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, vol. IV, p. 27 à 34. 1879.

Müller, F.–*Wasserthiere in Baumwipfeln.* ***Elpidium bromeliarum.*** **Kosmos**, vol. XVI, p. 386 à 388. 1880.

Ohaus.–**Entom. Zeitung, Stettin**, vol. LXI, p. 211 à 212. l. c., 1909 p. 26 (cité par H. Scott). 1900.

Perkins, R. C. L.–«**Fauna Hawaiiensis**» (cité por Calvert). 1899.

Picado, C.–*Les Broméliacées Epiphytes comme milieu biologique.* **Comptes Rendus de l'Acad. des Sci.**, tome 153, p. 960. 1911.

Picado, C.–*Sur la nutrition chez les Broméliacées Epiphytes.* **Comptes Rendus de l'Acad. des Sci.**, tome 154, p. 607. 1912.

Picado, C.–*Les Mares aériennes de la Forêt vierge americaine. Les Broméliacées.* **Biologica**, 2ᵉ année n° 16, p. 110 à 115. 1912.

Picado, C.–*La larve du genre Scirtes.* **Bulletin de la Soc. Zool. de France**, tome XXXVII, N° 10, p. 315 à 319. 1913.

Rabaud, Et.–*Le Déterminisme de l'Isolement des larves solitaires.* **Comptes Rendus de l'Acad. de Sci.**, tome 153, p. 1091. 1911.

Rabaud, Et.–*Ethologie et Comportement de diverses larves endophytes.* ***I. Olethreutes oblongana.*** **Bull. Scient. de la France et Belg.**, tome XLVI, p. 1 à 28. 1912.

Rabaud, Et.–*L' «instinct de l'isolement» chez les insectes.* **Année Psychologique**, T. XIX. 1913.

Richardson, H.–*Terrestrial Isopods collected in Costa Rica by Mr. Picado, with the description of a new genus and species.* – **Proceeding of the U. S. National Museum**, n° 1954, vol. 44, p. 337 à 340. 1913.

Shelford, R.–*Blattidæ.* ***Homalopteryx scottl.*** (In H. Scott. **Fauna of Bromeliaceæ**, p. 431). 1912.

Scott, H.–*Eight months entomological collecting in the Seychelles Islands (Percy Expedition).* **Trans. Linn. Soc. London**, Ser. 2, Zool, Vol. XIV, p. 24 à 25. 1910.

Scott, H.–*Coleoptera Lamellicornia and Adephaga (Percy Expedition).* **Trans. Linn. Soc. London**, Ser. 2, Zool, Vol. XV, p. 218, 225, 226, 259 et 260. 1912.

Scott, H.–*A contribution to the knowledge of the fauna of Bromeliaceæ.* **Annals and Magazine of Natural History**, Ser. 8, vol. X, p. 424 à 431. L. c., p. 433 à 437. 1912.

Stejneger, L.–*Descriptions of three new Batrachians from Costa-Rica and Panama.* **Proceedings of the United States National Museum**, n° 1857, vol. 41, p. 285 à 288. 1911.

Stichel, H.–*Ueber die Lebensweise der Castnia-Raupen.* **Berl. Ent. Zeitschr.**, vol. 53, p. 207 à 208. 1908.

Walsingham.–***Valentinla bromeliæ.*** – *Lepidoptera.* **Biol. Centrali-Americana**, part. 4, p. 149. 1912.

Wercklé, C.–**La subregión fitogeográfica costarricense.** Tipografía Nacional. San-José. Costa-Rica. 1909.

APENDICE

LISTA DE LOS ANIMALES BROMELICOLAS ACTUALMENTE CONOCIDOS

1. ROTIFEROS

Monostyla sp.

Orosi, 1 200 metros.

P.M de Beauchamp, quien hizo el examen de los detritus de las bromeliáceas, ha encontrado también un Bdelloide, pero ya muerto y, por lo tanto, indeterminable. De otros detritus, recogidos posteriormente, no se encontró ningún rotífero vivo.

2. OLIGOQUETOS

Naididae

Aulophorus superterrenus Michlsn.

Oricuajo, 200 metros, julio.

Esta especie, que es muy abundante en las *Vriesea* de la localidad, no ha sido jamás encontrada en ningún otro sitio. El animal no construye tubos, pero traza surcos en el barro que permanece adherido a las hojas de las bromeliáceas. Los gusanos se aglomeran al punto que no es difícil encontrar una centena sobre una sola hoja.

Enchytraeidae

Fridericia striata (Levius).

Pitahaya, 1 400 metros, octubre. Orosi, 1 200 metros, diciembre.

Este oligoqueto, difícil de ver en los detritus de las bromeliáceas epífitas, se confunde fácilmente con las larvas de Ceratopogoninae, que viven en las mismas plantas.

Megascolecidae (Trigastrinae).

Dichogaster sporadonephra Cogn.

Oricuajo, 200 metros, junio.

Este gusano ha sido encontrado, no sólo en las bromeliáceas epífitas de esta localidad, sino también en la corteza de los árboles.

Dichogaster picadoi Michlsn. (Lámina VIII, Figura Nº 2)

La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre; Plantón 2 500 a 3 000 metros, mayo.

Esta especie, de un bello color verde, irisado, es la más constante, quizás, en las bromeliáceas de las altas montañas: en Plantón, los individuos son más grandes; habitan, medio sumergidos, en el agua retenida por las *Thecophyllum* de talla bastante mediocre.

Ellos se encuentran, a veces, amontonados en la misma planta en número de algunas decenas. El animal parece adaptado a los lugares más fríos, donde la temperatura desciende habitualmente, durante las noches, cerca del grado de congelación del agua. Los individuos que se encuentran en La Estrella son de talla más pequeña y mucho menos numerosos.

Dichogaster pitahayana Michlsn.

Pitahaya, 1 400 metros, noviembre.

Este *Dichogaster* es más pequeño, de color pardo oscuro y más irisado que *D. picadoi.* No es muy abundante.

Glossoscolecidae (Glossoscolecinae).

Andiodrilus biolleyi Cogn. (Lámina VIII, Figura Nº 5).

Habitat: Bromeliáceas de Costa Rica.

El animal ha sido encontrado en las bromeliáceas por Biolley y Tristán, por Calvert y por mí. He encontrado algunas variedades de esta especie. El gusano se encuentra distribuido en todo el país.

Andiodrilus orosiensis Michlsn.

Orosi, 1 200 metros, febrero.

Los individuos que han servido para la descripción de esta especie provienen solamente de Orosi. Algunos entre ellos fueron recogidos en las *Aechmea* que crecen exclusivamente en los setos formados por *Erythrina*. Estos setos han estado separados absolutamente de cualquier otro árbol grande por algunas decenas de metros y durante largo tiempo. Se puede entonces suponer que esta especie no es más que una modificación, establecida en el lugar, de los antiguos *Andiodrilus* que llegaron a las *Aechmea*.

3. HIRUDINEOS

Clepsine bioculata (citado por Müller).

Yo encontré una pequeña sanguijuela, posiblemente una *Clepsine*, en las bromelias de La Estrella. El animal lleva sus embriones en el vientre. Encontré también, en las bromelias de la misma localidad, otra sanguijuela más larga, cilíndrica, de respiración aérea.

4. PLANARIAS

Geoplana picadoi de Beauchamp.

La Estrella, 2 000 metros, mayo.

La coloración de la parte dorsal de esta especie es variable; un individuo presenta un fino jaspeado gris sobre un fondo amarillento, que da al animal, cuando vivo, el aspecto de un pedazo de pizarra mojado. Otro animal presenta el lomo amarillento, con una banda dorsal y dos laterales más claras; la banda dorsal lleva una raya sagital pardo oscura. El estudio del aparato genital muestra que se trata de una sola especie. Las otras características son, también, concordantes para los dos individuos, a saber: posición marginal de los ojos, localización de la boca y del orificio genital. Otras planarias que encontré también en las bromelias de Costa Rica y cuya talla y forma son más o menos las mismas que las de *G. picadoi*, presentan otras coloraciones: amarillo liso, amarillo con bandas pardas, etc. Es muy posible que estos individuos pertenezcan a la misma especie.

Rhynchodemus bromelicola de Bchmp.

La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre. Orosi, 1 200 metros, abril, etc.

Esta especie, en la que la coloración es extremadamente variable, y tal vez más viva, (bandas rojas ladrillo, negro, gris y amarillo, combinados de diferente manera) es la más constante en las bromeliáceas de Costa Rica. Si uno encuentra un individuo casi totalmente negro, al lado de otro individuo casi completamente rojo, podría creer que se trata de especies totalmente diferentes; su estudio anatómico muestra, sin embargo, que sólo son variedades de una misma especie. El cuerpo de *R. bromelicola* es, a veces, casi cilíndrico y, a veces, bastante aplastado.

Es muy importante hacer notar que esta especie desova sobre las hojas de las bromeliáceas; su postura presenta el aspecto de un polígono, y está compuesta por 12 a 15 huevos independientes.

Yo he encontrado planarias similares a *R. bromelicola* en las bromelias terrestres de Orosi, localidad donde esta especie es la más abundante.

Rhynchodemus costarricensis de Beauchamp.

Cartago, 1 500 metros, octubre. Orosi, 1 200 metros, enero.

Prorhynchus metameroides de Beauchamp (*Rhabdocoele*). (Figura Nº 41)

La Estrella, 2 000 metros. Cartago 1 500 metros. Orosi, 1 200 metros. Todo el año.

Este pequeño gusano se tiende sobre el agua; los individuos guardados en un frasco no salen jamás. Su locomoción es extremadamente interesante: marcha fijando la parte anterior de su cuerpo, que juega el papel de una verdadera ventosa, luego se desliza y se contrae, de manera que aproxima las extremidades de su cuerpo, después avanza la mitad anterior para fijarla de nuevo. Esta marcha se efectúa con una velocidad extrema. Se adhiere fuertemente a los sustratos.

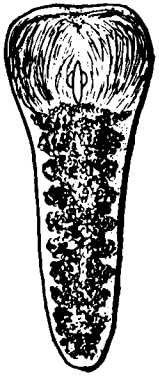


*FIGURA Nº 41.–**Prorhynchus metameroides**. Aspecto del animal vivo. Se perciben los músculos de la parte anterior (adhesiva) y los lóbulos de las glándulas genitales.*

5. OSTRACODOS

Elpidium bromeliarum F. Müller.

Este ostrácodo presenta un gran interés, pues es el primer Cytheridae de agua dulce señalado en América, en una época en que se conocía una media docena en el mundo entero. La forma de este crustáceo corresponde, según F. Müller, "a la reducción a 1/5 de un Cytheridae fósil, *Elpe pinguis* de Silurien de Bohemia". F. Müller compara la forma de este animal con la de un grano de

café, más ancho que alto. Una curiosa pigmentación recubre su carapacho. El autor presenta varias figuras de este animal.

Habitat: Bromeliáceas epífitas de Brasil.

El género *Elpidium* es, según G. W. Müller, sinónimo de *Metacypris.*

Metacypris (Elpidium) sp. (Figura Nº 42, B).

La Mica, 1 500 metros.

Este crustáceo es, según G. W. Müller, una especie muy próxima de *Elpidium bromeliarum.*

Cuando el crustáceo está vivo, presenta una pigmentación diferente de aquella descrita por Fritz Müller; el crustáceo presenta, en efecto, tres manchas ovales blancas, yuxtapuestas, al centro de cada valva, mientras que la especie encontrada por Fritz Müller no posee tales manchas.

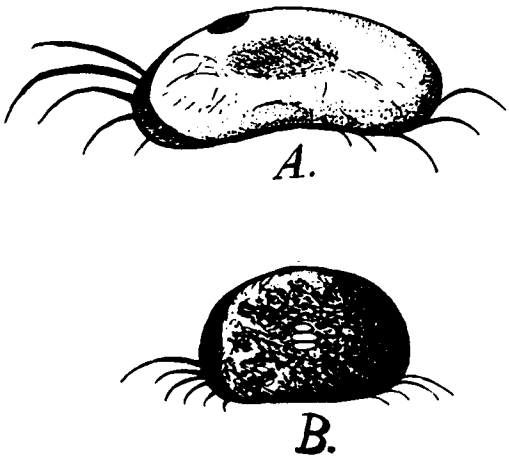


*FIGURA Nº 42.–*A ***Cadona*** *sp.;* B, ***Metacypris*** *sp.*

Cadona sp. (Figura Nº 42, A).

Pequeño ostrácodo con carapacho blanco, hialino, sin ninguna pigmentación. Este animal es, en Costa Rica, mucho

más abundante que la especie precedente; esta es la primera vez que se cita una especie de este género habitando las bromeliáceas epífitas.

Habitat: La Estrella, 2 000 metros. Orosi, 1 200 metros. La Mica, 1 500 metros.

Estos animales son difíciles de percibir cuando uno examina los detritus de las bromelias que quedan adheridos a las hojas de la planta; ellos permanecen, entonces, inmóviles y se confunden, igualmente que los *Metacypris*, con los pequeños granos que han caído entre las hojas de las bromeliáceas.

6. COPEPODOS

Cyclops phaleratus Koch.

Cartago, 1 500 metros.

Esta especie, examinada por C. D. Marsh, tiene una dispersión mundial. Yo encontré, además de esta especie, otros copépodos mucho más grandes, con uno o dos sacos ovígeros, en las bromeliáceas epífitas de las florestas de La Estrella. Estos animales son fáciles de distinguir: cuando uno deshoja una bromelia, ellos comienzan a arrastrarse con una velocidad relativamente grande, a lo largo de las hojas. Este movmiento les vuelve visibles, de otra forma pasarían desapercibidos, ya que ellos son, en realidad, transparentes. Sus *Nauplius* ofrecen las características ordinarias; ellos son muy vivos y poseen un ojo extremadamente rojo.

7. ISOPODOS

Alloniscus sp.

Cartago, 1 500 metros. La Estrella, 2 000 metros. Orosi, 1 200 metros. Marzo a diciembre.

Philoscia muscorum (Scopoli).

Cartago, 1 500 metros. La Estrella, 2 000 metros. Orosi, 1200 metros. Marzo a diciembre. Irazú (Reventado) colectado por Tristán.

Pentoniscus pruinosus Richardson.

Común en toda parte durante todo el año.

J. F. Tristán me ha dicho haber encontrado en las bromeliáceas las siguientes especies:

Coxopodias tristani Richardson.

Juan Viñas, Reventazón y Turrialba. Especie que también vive en el suelo.

Porcellionides pruinosus (Brandt).

Costa Rica, Turrubares. En los troncos podridos y en las bromeliáceas.

8. ONICOFOROS

Peripatus sp.

Encontrada por Ohaus, citado por H. Scott.

Peripatus biolleyi Bouv.

La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Esta especie de *Peripatus* ha sido colectada por P. Biolley bajo las piedras de las orillas del Río Surubres; otros ejemplares han sido encontrados bajo troncos podridos. Yo encontré este animal en una gran *Aechmea* a 3 metros, más o menos, sobre el suelo. El único *Peripatus biolleyi* que encontré presenta una coloración rojo carmín, muy intensa, de manera que el lomo del animal queda casi negro; ésta es una hembra; los *Peripatus* son bastante raros en las bromeliáceas; el hecho de que hayan sido encontrados también en las bromeliáceas epífitas de Brasil muestra, sin embargo, que no son, para estas plantas, huéspedes accidentales y que les habitan un poco, dondequiera que ellas se encuentren, probablemente atraídos por el gran número de insectos que encierran las bromeliáceas.

9. MIRIAPODOS

A. Quilópodos

Dicellophilus sp.

La Mica, 1 500 metros, enero. En las bromelias del género *Bilbergia.*

Otocryptops ferrugineus L.

La Mica, 1 500 metros, enero. La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Lithobius sp.

La Mica, 1 500 metros, enero. La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Scutigera linceci Wood.

La Estrella, 2 000 metros, mayo. Orosi, 1 200 metros, julio.

Se encuentran muy a menudo los *Scutigera* en las *Aechmea* y *Vriesa;* son, sin embargo, muy difíciles de capturar, pues apenas se toca la planta, parten con una extrema velocidad y se pierden entre las hojas muertas.

Newportia monticola Pocook.

La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Orphnaeus brevilobatus New.

Oricuajo, 200 metros, julio

B. DIPLOPODOS

Aphelidesmus sp.

La Mica, 1 500 metros, febrero. Peralta, 300 metros, abril.

Cyrtodesmus sp
La Mica, 1 500 metros, enero. La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Bactrodesmus sp
La Mica, 1 500 metros, enero.

Stemmatoiulus sp.
La Mica, 1 500 metros, enero. La Estrella 2 000 metros, mayo. Plantón, 2 500 metros.

Las especies pertenecientes a este género son las más comunes en las bromeliáceas de Costa Rica; se les encuentra, en efecto, en las localidades que no presentan las mismas condiciones climatológicas. Unas provienen de lugares donde la temperatura normal es de 12 - 16°C., otras habitan sitios donde la temperatura desciende, cada noche, a cerca de 0°C.

Rhinocricus sp
Cartago, 1 500 metros.

Este miriápodo es muy abundante en las *Aechmea* que viven sobre los *Erythrina* en los alrededores de Cartago. Se encuentran en todas las épocas.

Epinannolene sp.
La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Orthomorpha sp.
La Estrella 2 000 metros, setiembre.

Cleidogona sp.
La Estrella 2 000 metros, mayo, setiembre.

Cryptogonodesmus sp.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Para no alargar sin tasa esta lista, yo he reunido las diferentes especies en un mismo nombre genérico, como si se

tratara de una sola especie. El género *Stemmatoiulus,* por ejemplo, incluye dos especies, probablemente nuevas, pero conozco solamente las hembras. En cuanto a los otros géneros, de los cuales he presentado dos localidades o más, es de suponer que se trata de especies diferentes.

10. ACAROS

Macrocheles n. sp. (Lámina XI, Figura Nº 7).
La Estrella, 2 000 metros, setiembre; sobre las hojas. Especie muy abundante en casi todas las bromeliáceas.

Gamasus sp. (Lámina XI, Figura Nº 2).
Cartago, 1 500 metros, octubre.

Gamasus sp.
Macho encontrado en Orosi en el mes de noviembre. La Estrella, 2 000 metros, octubre.

Scirus n. sp. (Lámina XI, Figura Nº 3).
Orosi, 1 200 metros, noviembre.

Celoenopsis n. sp. (Lámina XI, Figura Nº 6).
Orosi, 1 200 metros, octubre, sobre los coleópteros bromelícolas.

Uropoda n. sp. (Lámina XI, Figura Nº 8).
La Estrella, 2 000 metros, octubre, sobre las patas de los Calandridae.

Epicrius n. sp.
Orosi, 1 200 metros, noviembre.

Tyroglyphus n. sp.
San José, 1 200 metros, diciembre.

Este animal fue encontrado sobre los cadáveres de los culícidos que flotan sobre el agua retenida por las bromelias.

Calvert había ya encontrado un *Celoenopsis* sobre las hojas de bromeliáceas y un *Uropoda* parásito de un coleóptero: *Metamasius dimidiatipennis.*

11. FALANGIDOS

Metergimus signatus B.K.S.
Señalado por Calvert.

Cynorta sp.
Señalado por Calvert.

Cynorta n. sp.
La Mica, 1 300 metros, febrero (Lámina XI, Figura Nº 1 y Figura Nº 43).

Esta especie es muy común; yo encontré los falangídeos, que supuse eran los mismos, en un gran número de localidades bastante separadas entre sí.

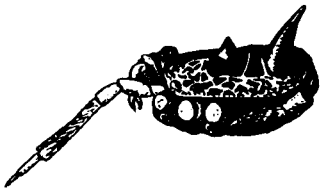


*FIGURA Nº 43.–**Cynorta** n. sp.*

12. PSEUDOESCORPIONIDOS

Chelanops sp.
Costa Rica. Señalado por Calvert.

Chthonius n. sp. (?) (Figura Nº 44, A).
La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

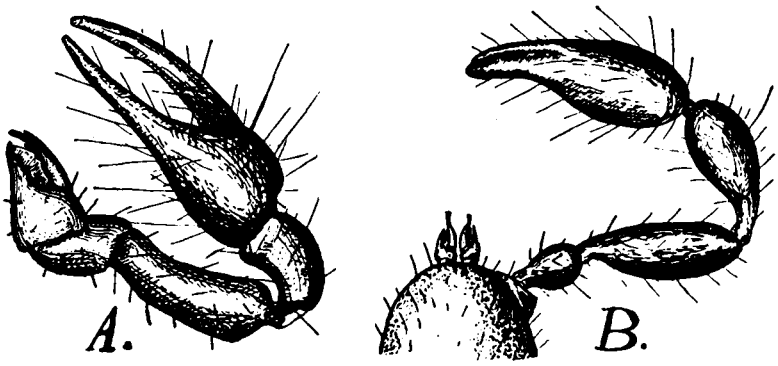


FIGURA Nº 44.–A. ***Chtonius*** *n. sp.;* B. ***Chelanops macrochelatus*** *Tom.*

Chelanops macrochelatus Tom (Figura Nº 44, B).
Cartago, 1 500 metros, octubre. En las *Aechmea.*

Chelifer sp.
La Mica, 1 300 metros, febrero.

13. ESCORPIONIDOS

Centrurus margaritatus Gerv.
Costa Rica. Señalado por Calvert.

Según las observaciones de varios naturalistas, se encuentran en las bromeliáceas epífitas, un buen número de escorpiones; yo jamás encontré alguno.

14. ARANEIDOS

Cupiennus griseus Cb.
La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Cyrene sp.
La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Clubiona sp.
Orosi, 1 200 metros, octubre.

Megalostrata sp.
Orosi, 1 200 metros, octubre.

Ctenus sinuatipes (?) Cb.
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Selenops mexicanus (?) Keys.
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Scytodes longipes Lucas
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Gayenna sp.
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Wulfia n. sp (?).
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Theridium sp.
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Yo he colectado araneidos en diversas localidades; pero ellos no han sido aún determinados. Entre estas especies hay una, proveniente de Orosi y de La Estrella, particularmente interesante; se trata, en efecto, de una especie que marcha sobre el agua, adaptación similar a aquella de algunas especies que habitan las orillas de los ríos.

15. GASTEROPODOS

Helicina funcki Pfr. (Figura Nº 45, d, d').
Orosi, 1 200 metros, octubre.

El caracol presenta un tono general verde y su talla es mediana. Un solo ejemplar; el animal estaba muerto.

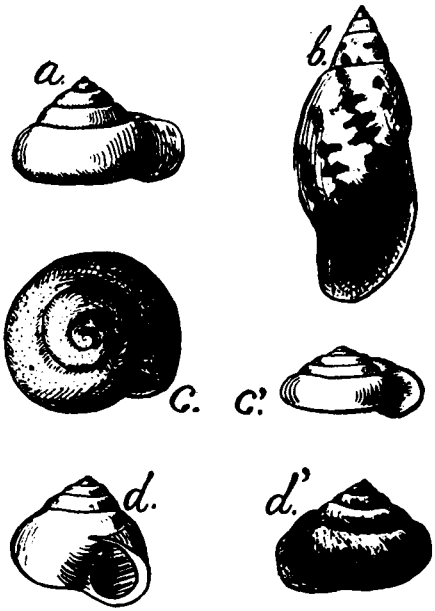


FIGURA Nº 45. a. ***Guppya*** *sp.*– b. ***Drymaeus attenuatus*** *Pfr. c, c'* ***Hyalinia stolli*** *von Mart.*–d, d' ***Helicina funcki*** *Pfr.*

Drymaeus attenuatus Pfr. (Figura Nº 45, b.)

Orosi, 1 200 metros, octubre.

Esta especie es muy común en todos los lugares húmedos y sombreados; los individuos suben sobre los muros y sobre los árboles. Su coloración es muy variable; se encuentran algunos con el caracol casi negro y otros que son albinos. En las bromelias son muy abundantes.

Hyalinia stolli von Mart. (Figura Nº 45, c, c').

La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Especie que se encuentra también en Cartago, 1 500 metros y en Orosi, 1 200 metros.

Guppya sp. (Figura Nº 45, a).

Orosi, 1 200 metros, octubre. La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre. Cartago, 1 500 metros, octubre. Orosi, 1 200 metros, enero. Peralta, 200 metros, abril.

Entre los diversos moluscos que se encuentran en las bromeliáceas, el género *Guppya* es el más abundante. Se encuentran, a veces, en la misma bromelia, un número considerable

de individuos. Es muy probable que varias especies sean estrictamente bromelícolas.

16. BATRACIOS

Spelerpes picadoi Stejneger. (Lámina VIII, Figura Nº 4).
La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Yo encontré un solo individuo de esta especie de salamandra; la guardé en cautiverio entre las hojas separadas de una bromelia. El animal vive sobre las hojas muertas y los diversos detritus, de manera de humedecerse un poco. Es un animal diurno.

Gastrotheca coronata Stej. (Lámina XII, Figura Nº 1).
Palomo, 1 200 metros, abril.

Este sapo arborícola posee una cresta craneana huesosa, recubierta por los tegumentos y prolongada en la forma de espinas. Su coloración es, también, muy característica: sobre el fondo pardo, se ven manchas negras bordeadas de blanco. El animal es nocturno; durante el día se esconde en la parte más sombreada de la bromelia, debajo del montón de hojas muertas retenidas por la planta; durante el día es incapaz de desplazarse; si se le transporta de un lugar a otro, se agarra fuertemente a las paredes del soporte, formando una clase de bola, de manera que cubra sus ojos. En la noche, por lo contrario, se encuentra muy activo.

Elentherodactylus (Hylodes) brocchi Boulenger. (Lámina VIII, Figura Nº 3).
Palomo, 1 300 metros, abril. Orosi, 1 200 metros, marzo.
La Mica, enero.

Esta rana es muy común en las bromelias de los alrededores del valle de Orosi; por lo contrario, es muy escasa en otras localidades que he explorado; tan es así, por ejemplo, que en La Estrella yo no logré encontrar ni un solo ejemplar.

La coloración varía del gris oscuro al verde y al amarillento. Los individuos jóvenes presentan la parte anterior del cuerpo coloreada en verde y la parte posterior en pardo; es muy posible que esta especie de rana sea aquella que Wercklé encontró en las bromeliáceas.

El animal caza insectos con una gran vivacidad. Cuando se cae en el agua, sale rápidamente y se coloca sobre las hojas, saltando de una a otra. Estas ranas dan, a menudo, un grito fuerte y agudo, que no está, de ningún modo, en relación con su pequeña talla.

Elentherodactylus diastema? Cope. (Lámina XII, Figura Nº 3)
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

El individuo que capturé es muy joven para que la determinación específica pueda ser hecha con seguridad. El animal proviene de una bromelia situada a 30 metros aproximadamente sobre el suelo.

Hyla phoeota Cope (Lámina XII, Figuras Nº 4 y 5).
La Estrella, 2 000 metros, junio.

Dos machos, cuya coloración es enteramente diferente. Estos dos individuos difieren, además, en su talla y también, un poco, en su forma. Sus características anatómicas, sin embargo, concuerdan.

Hylella fleishmanni Bottger. (Lámina XII, Figura Nº 2).
La Estrella, 2 000 metros, junio.

Esta minúscula ranita ha sido encontrada en una *Tillandsia* que vegetaba sobre un viejo tronco muerto a dos metros del suelo.

Es notable que yo no haya encontrado ninguna postura de batracios ni ningún renacuajo en el agua de las bromeliáceas. Ohaus asegura, sin embargo, que en las selvas del Brasil los sapos bromelícolas efectúan su postura en el agua retenida por las hojas de las bromelias y considera esta agua como el medio

normal de desarrollo de estos batracios. Es preciso, sin embargo, tener en cuenta que los huevos de muchos de los batracios arborícolas se desarrollan fuera del agua y que es muy posible que, entre esos batracios, se encuentren algunas especies que vienen a visitar las bromelias para cazar ahí, pero no para poner. F. Müller considera el agua de las bromeliáceas como el habitat normal de los renacuajos de las especies bromelícolas; cita, sin embargo, una rana bromelícola que lleva sus huevos sobre la espalda.

17. TISANOPTEROS

Eupathithrips sp.
Islas de la Trinidad. Citado por H. Scott.

18. TISANUROS

Machilis sp. (?).
Orosi, 1 200 metros, mayo.

19. ORTOPTEROS

Grillidae

Orocharis sp.
Palomo, 1 300 metros, abril.

Tettigonidae (Pseudophyllinae).

Cocconotus sp.
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Lichenocrus sp.?
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Los pseudophyllinae son muy abundantes en las *Aechmea* de los alrededores de Cartago y, en general, en las grandes bromeliáceas de las localidades calientes o templadas. Los individuos que yo capturé son todos jóvenes; es pues probable que las bromeliáceas sean el habitat de las larvas y no el de los adultos.

Liparoscelis pallidispina Stäl.
Thehuacán, México, encontrado por L. Diguet.

Esta especie habita, según Diguet, en pares, en las *Tillandsia plumosa* epífitas de los cactus.

Mantidae

Pseudomiopteryx infuscata Sauss y Zehnt.
La Mica, 1 400 metros, febrero.

Un solo individuo en una *Vriesea* situada a 1,50 m sobre el suelo.

Blattidae

Anaplecta azteca Sauss.
Orosi, 1 200 metros.

Anaplecta sp.
Plantón, 2 500 metros, mayo.

Pseudomops laticornis Perty.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Blattella sp.
La Mica, 1 300 metros, febrero.

Blattella nahua (Sauss).
La Mica, 1 300 metros, febrero.

Blattella chichimeca Sauss y Zehnt.
Orosi, 1 200 metros, enero.

Especie muy común en las bromelias de todo Costa Rica.

Homalopteryx scotti Shelford.
Isla de la Trinidad. Citado por Scott.

Según Shelford, esta especie se ha adaptado a la vida semiacuática, gracias a sus largos tubos respiratorios.

Epilampra conspersa Burm.
Isla de la Dominica. Citado por H. Scott.

Varias especies de *Epilampra* son anfibias, según H. Scott; agrega que esta especie posee tubos respiratorios tan largos como los de *Homalopteryx scotti.*

Epilampra maya Rehn.
La Mica, 1 300 metros, febrero. La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Eurycotis carbonaria Rehn.
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre.

Se encuentra en las grandes bromelias de todas las localidades templadas; un buen número de individuos de esta especie tienen un olor repugnante.

Rhicnoda sp.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Pycnoscelus surinamensis (L.).
Oricuajo, 200 metros, julio.

Forficulidae

Ancistrogaster alfari Borelli.
La Estrella, 2 000 metros, mayo, octubre.

Ancistrogaster sp.
La Mica, 1 300 metros, enero.

Ancistrogaster mixta Borelli.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Carcinophora robusta Smdd.
La Mica, 1 300 metros, enero. Palomo, 1 250 metros, mayo. Orosi, 1 200 metros, marzo, octubre.

Forficula lugubris (Dohrn.).
Pitahaya, 1 400 metros, setiembre. Palomo, 1 250 metros, mayo.

Labia annulata (Fabr.) (?).
Costa Rica. Citado por Calvert.

Labia arcuata Smdd.
Orosi, 1 200 metros, noviembre.

Labia sp.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Labia biolleyi Borelli.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Labia cyanescens Borelli.
Palomo, 1 250 metros, mayo.

Labia conspicua Borelli.
Orosi, 1 200 metros, marzo.

Leptisolabis aliena Borelli.
La Mica, 1 300 metros, ènero.

Neolobophora insolita Borelli.
Plantón 2 500 metros, mayo.

Neolobophora ruficeps (Burm.).
Pitahaya, 1 400 metros setiembre, noviembre. Coris, 1 500 metros. Orosi, 1 200 metros, noviembre. Palomo, 1 250 metros, mayo. La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre. Plantón, 2 500 metros, mayo, etc.

Entre las forfículas que se encuentran en las bromeliáceas de Costa Rica, esta especie es la más abundante. Se encuentra, además, por todo lado: sobre la corteza de los árboles, en las hojas muertas, vástagos del banano, frutos del cafeto, etc., etc. Se encuentran, sin importar la época, la postura, larvas de toda edad y adultos sobre las hojas de las bromelias.

Pseudochelidura biolleyi Borelli.
Coris, 1 500 metros, setiembre. Palomo, 1 250 metros, mayo. La Mica, 1 300 metros, enero.

Psalis americana ? (Beauv.).
Isla de la Trinidad. Citado por H. Scott.

Psalis gagatina (Klug).
La Mica, 1 300 metros, enero.

Psalis pulebra Rehn,
La Mica, 1 300 metros, enero.

Parasparatta picadoi Borelli. .
Orosi, 1 200 metros, diciembre. La Mica, 1 300 metros, enero. Palomo, 1 250 metros, mayo. Tejar de Cartago (Recogida por J. F. Tristán).

Praos perditus Borelli.
Plantón, 2 500 metros, mayo.

Praos robustus Borelli.
Plantón, 2 500 metros, mayo.

Sparatta calverti Borelli
Peralta, 200 metros, abril.

Sparatta sp.
Larvas provenientes de Orosi, 1 200 metros. Palomo, 1 250 metros, etc., etc.

J. F. Tristán me dijo haber encontrado en las bromeliáceas epífitas de Costa Rica las siguientes especies:

Tristanella inermis Borelli.
Sabanilla, Reventado, cerca del volcán Irazú.

Ancistrogaster impennis Burm.
Tierra Blanca, 2 100 metros, julio.

Forficula lugubris Dohrn.
Turrialba, 600 metros.

Neolobophora ruficeps (Burm.).
Tablazo, 1 800 metros. Tejar de Cartago, 1 300 metros. Santa María de Dota, 1 600 metros. Copey, 1 700 metros.

Pyragropsis tristani Borelli.
Turrialba, 600 metros, junio.

20. PLECOPTEROS

Perla sp.
Orosi, 1 200 metros, mayo.

21. ODONATOS

Mecistogaster modestus Selys. (Lámina VIII, Figura Nº 1 y Figura Nº 46)

Córdoba, México, encontrado por F. Knab. Juan Viñas, Costa Rica, encontrado por P. P. Calvert.

Encontré estas larvas en las *Aechmea* de La Mica, 1 300 metros, enero; en Peralta, 200 metros, abril; en Orosi, 1 400 metros, marzo.

Es muy importante notar que, sobre las costas del Pacífico, casi no se encuentran bromeliáceas y que aquellas que examiné no presentan larvas de este insecto; nosotros, Tristán y yo, hemos capturado un gran número de *Mecistogaster modestus* adultos en las mismas localidades. Supongo que las larvas se desarrollan entre las hojas de las numerosas palmeras, *Acrocomia vinifera* u otras, que a veces forman las verdaderas florestas de esas localidades.

Larvas muy jóvenes provenientes de La Mica presentan un color amarillo pálido, que comienza a oscurecerse con la edad; las ninfas son casi negras. Se encuentra, a veces, un gran número de estas lar-

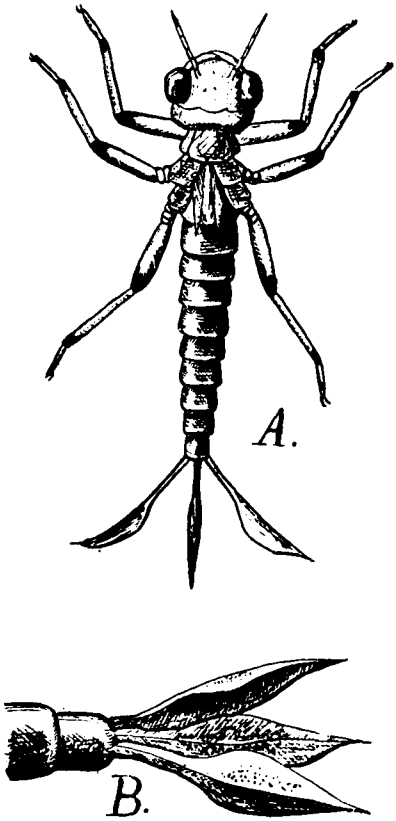


*FIGURA Nº 46.–**Mecistogaster modestus** Selys.* A. *Larva. entera..* B. *Aletas caudales de la larva.*

vas en una sola bromeliácea. A menudo, ellas salen del agua y se pasean largo tiempo sobre las hojas. Es difícil su cría en un frasco; logré, de muy bellas muestras, hacer la cría en una bromelia. Algún tiempo antes de la eclosión, el color negro de los ojos de las ninfas se transforma en verde claro y se ve, por otro lado, una mancha blanca, en forma de X, sobre el tórax. Entonces, las ninfas salen del agua y se colocan, generalmente, sobre las hojas.

Calvert señala, como denotando una posible adaptación de estas larvas a su medio, las espinas ramificadas del tarso y de la extremidad de la tibia, así como el gancho puntiagudo de la extremidad de los tarsos. Estos órganos facilitarían su locomoción sobre las hojas lisas y casi verticales de las bromelias. El mismo autor añade que, entre las larvas del grupo, esta es, probablemente, la que soporta mejor la pérdida de las branquias caudales, que faltan, en efecto, muy a menudo en un gran número de individuos.

Los adultos de esta especie vuelan lentamente; generalmente, ellos están sobre las ramas de los árboles a una cierta altura. Según la observación de Calvert, cuando son molestados, vuelan siempre hacia lo alto.

Es muy interesante notar que en La Estrella no encontré, jamás, ni una sola larva de esta libélula; sin embargo, encontré un adulto. Las condiciones climatológicas de La Estrella no son muy diferentes de aquellas de La Mica, donde estas larvas son muy abundantes; notemos que La Mica está más cerca del Reventazón, cuyo valle es el sitio más frecuentado por los *Mecistogaster.*

22. HEMIPTEROS

Chlaenocoris dissimilis Dist.
Juan Viñas, Costa Rica, encontrado por Calvert.

Belminus rugolusus Stal.?
Juan Viñas, encontrado por Calvert.

Una ninfa probablemente perteneciente a esa especie: su cuerpo es deprimido y Calvert considera esta particularidad como una adaptación a la locomoción entre las hojas apretadas de las bromelias.

Microvelia insignis Dist.
Isla de la Trinidad y Dominica. Encontrado por H. Scott.

Pamera alboannulata Champ.
Orosi, 1 200 metros, marzo.

Hemicocephalus angustatus Champ (?)
Orosi, 1 200 metros, mayo.

Bathriocera tinealis Klug.
Orosi, 1 200 metros, mayo.

Leptostyla gibbifera Picado (Lámina XIII, Figura Nº 5)
Orosi, 1 200 metros (Ver p. 125).

Leptobyrsa sp.
Me parece que este insecto, determinado como un *Leptobyrsa* por Otto Heidemann, no es otra cosa que mi *Leptostyla gibbifera*. Ambos provienen de la misma planta.

23. LEPIDOPTEROS

Valentinia bromeliae Walsing
Córdoba, México. Proveniente de las crías efectuadas por F. Knab.

Acrolophus pallidus Moschler (Lámina VIII, Figura Nº 6).
Costa Rica. Común en todas partes.

Las orugas viven en las *Aechmea* y otras grandes bromeliáceas; son muy abundantes. La coloración del adulto

varía mucho de un individuo a otro. El modelo que ha servido para la acuarela era mucho más oscuro que aquel que envié al Museo Británico.

P.P Calvert encontró en Costa Rica una oruga que habita, también, en las bromelias; Dyar la determinó como un Hepialidae.

24. HIMENOPTEROS

Apterostigma sp
Juan Viñas, Costa Rica; encontrado por Calvert.

Estas hormigas que se nutren habitualmente de hongos que se desarrollan sobre los excrementos de los gusanos, encuentran, según Calvert, su alimento en los hongos que se desarrollan sobre el excremento de los gusanos bromelícolas.

Odontomachus hastatus Fbr.
Alto de Serra, São Paulo, Brasil; recogido sobre las bromeliáceas epífitas por von Ihering.

P.P. Calvert, quien hizo esta indicación, encontró esta misma especie en las bromeliáceas de Juan Viñas. Esta especie es una hormiga negra, con quijadas tan poderosas que es audible el ruido que producen al cerrarse. Yo encontré, repetidamente, esta hormiga y muchas otras especies, en las bromeliáceas epífitas. Se cree, sin embargo, que estas hormigas anidan en las bromelias como en cualquier otro sitio: troncos huecos, frutas vacías, etc., etc.

25. COLEOPTEROS

Pentameria bromeliarum Friedenreich.
Bromeliáceas epífitas de Brasil

Este coleóptero proviene de la cría de una larva que Friedenreich considera la de un *Agabus.* La larva es muy aplastada y presenta branquias rectales. Lo anterior muestra que se trata de un Halticidae aberrante, cuyo imago posee los tarsos con cinco segmentos, organización de hecho excepcional en la familia. En consideración a la constitución de los tarsos de este insecto, al mismo tiempo que de su habitat, el autor lo denomina *Pentameria bromeliarum.* Me parece que este coleóptero, colocado arbitrariamente en la familia, no es otra cosa que un Helodinae, probablemente un *Scirtes* (Ver p. 130).

Onthostygnus fasciatus Sharp.
México; encontrado por J. Flohr en las bromeliáceas epífitas.

Aphengium seminudum Bates.
Brasil, encontrado por Ohaus (citado por H. Scott.).

Aglymbus bromeliarum Scott.
Isla de la Trinidad, en una *Tillandsia,* encontrado por H. Scott.

Cyclonotum urichi Scott.
Isla de la Trinidad, en una *Tillandsia,* encontrado por H. Scott.

Trichopteryx sp.
Isla de la Trinidad, encontrado por H. Scott.

Metamasius dimidiatipennis Jekel.
Juan Viñas, Costa Rica, encontrado por Calvert. Orosi, 1200 metros, marzo.

Metamasius cincinnatus Champ.
Orosi, 1 200 metros, marzo.

Metamasius ochreofasciatus Champ.
Orosi, 1 200 metros, marzo.

Metamasius bromeliadicola Champ.
La Estrella, 2 000 metros, mayo.

Metamasius hebetatus Gyll.
Orosi, 1 200 metros, marzo.

Alegoria dilatata Castelnau.
Juan Viñas, encontrado por Calvert.

Cryptobium n. sp.
Juan Viñas, encontrado por Calvert.

Trochoïdeus americanus Buquet.
Juan Viñas, encontrado por Calvert.

Trochoïdeus goudoti Guér.
Juan Viñas, encontrado por Calvert.

Phoenonotum tarsale Sharp.
Juan Viñas, encontrado por Calvert.

Philonthus ochromerus Sharp.
Orosi, 1 200 metros, marzo.

Musicoderus spinicornis Champ.
Pitahaya, 1 400 metros, octubre. Orosi, 1200 metros, marzo. Peralta, 200 metros, abril. La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre.

Este Staphylinidae es uno de los coleópteros bromelícolas más característico; se le encuentra en todas partes y en gran número.

Stamnoderus n. sp. (vecina de *St optatus* Sharp).
Dominica, encontrado por H. Scott.

Colpodes purpuratus Reiche.
Costa Rica.–Se le encuentra en gran número en todas las localidades. La coloración metálica de este Carabidae presenta un gran número de variaciones.

Ophiomedon stipes Sharp.
Orosi, 1 200 metros, enero.

Colastus ater Murray.
Orosi, 1 200 metros, enero.

Scaphidium variabile Matth.
Orosi, 1 200 metros.

Thallisella crotchi Gorham.
Juan Viñas, encontrado por Calvert. Pitahaya, 1 400 metros.

Scirtes championi Picado.
Costa Rica. La larva de esta especie, descrita en las páginas 130 a 143, se encuentra en todas partes en las grandes bromelias.
Además de esos coleópteros, se puede citar un cierto número de larvas: *Griburius* sp., encontrado en Córdoba, México, por F. Knab.–*Semiotus* ?, *Dolopius* ? y *Photuris* ?, encontrados en Juan Viñas por P.P. Calvert.

Yo he encontrado, de tiempo en tiempo, grandes larvas planas de Elateridae y Lampyridae y, a menudo, de Staphylinidae y Tenebrionidae (?). Una larva examinada por M.P. Peyerimhoff es de un tipo notable y poco común. Según él, ella pertenece a los Dascillidae o a los Chelonariidae; las otras larvas que él tuvo a bien determinar pertenecen a los Staphylinini y Poderini. Otra larva, examinada por G.C. Champion, es vecina de aquellas del género *Psephenus*.

26. DIPTEROS

Culícidos (Lista comunicada por M.F. Knab.)

A. Especies obtenidas por Busck, Jennings, Knab y Urich y determinadas por Dyar y Knab.

Wyeomyia (Phoniomyia) trinidadenis Theobald
La Trinidad (especie considerada por Dyar y Knab como diferente de *W. longirostris*)

Wyeomyia conchita D. y K.
Pazos, Cuba; larva en *Tillandsia* sp

Wyeomyia vanduzeei D. y K.
Florida meridional.

Wyeomyia sororcula D. y K.
Santo Domingo.

Wyeomyia chrysomus D. y K.
Panamá.

Wyeomyia abascanta D. y K.
Trinidad. Larva en las bromeliáceas terrestres.

Wyeomyia mitchelli Theob. (Sinónimo = *W. ochrura* D. y K.)
Jamaica; Santo Domingo; Cuba.

Wyeomyia antoinetta D. y K.
S.O. de Florida; Cuba

Wyeomyia philophone D. y K.
Panamá.

Wyeomyia matoea D. y K.
S.O. de México a Panamá.

Wyeomyia ablabes D. y K.
México meridional.

Wyeomyia labesba (H.D. y K., Mss.)
Panamá. Larva en las "piñas del bosque".

Wyeomyia abebela D. y K.
México meridional.

Wyeomyia autocratica D. y K.
Trinidad.

Wyeomyia glaucocephala D. y K.
Santo Domingo.

Wyeomyia telestica D. y K.
Trinidad.

Wyeomyia chresta D. y K.
Panamá.

Wyeomyia abrachys D. y K.
Panamá.

Wyeomyia simmsi D. y K.
Panamá.

Wyeomyia leucopisthepus D. y K.
Panamá.

Wyeomyia circumcincta D. y K. (Sinónimo = *W. macrotus* D. y K.; *W. andropus* D. y K.)
Panamá.

Wyeomyia hapla D. y K.
Panamá.

Wyeomyia scrotinomus D. y K. (Sinónimos = *W. dymodera*.)
Panamá.

Lesticocampa rapax D. y K.–Larva predadora.
Trinidad.

Culex stenolepis D. y K.
México meridional.

Culex bisulcatus Coq.
Antillas.–Su larva se encuentra, a veces, en las bromeliáceas terrestres.

Culex imitator Theob. (Sinónimos = *C. daumasturus* D. y K. = *C. vector* D. y K. = *Microculex argenteoumbrosus* Theob. = *Culex confirmatus* Goeldi, no Arribálzaga).
De Trinidad a Brasil.

Culex daumastocampa D. y K.
Panamá.

Culex pleuristriatus D. y K.
Trinidad; Brasil.

Culex consolator D. y K.
Trinidad.

Culex rejector D. y K.
México meridional.

Culex jenningsi D. y K. (Sinónimo = *C. gandeator* D. y K.)
Panamá.

Culex ocellatus Theob.
De Trinidad a Brasil.

Culex gravitator D. y K.
México meridional.

Culex inimitabilis D. y K.
Trinidad.

Culex azymus D. y K.
Trinidad.

Aedes calopus Meigen.
Cosmopolita, accidentalmente bromelícola.

Aedes (Howardina) walkeri Theob.
Jamaica.

Aedes quadrivittatus Coq.
Guatemala.

Aedes aurostriata Grabh.
Jamaica.

Bancroftia phyllozoa D. y K.
Panamá.–Costa Rica.

Megarhinus superbus D. y K.
México meridional a Trinidad.–Cuba.

Megarhinus guadeloupensis D. y K.
Guadalupe.

Megarhinus iris Knab.
Trinidad.

Anopheles boliviensis. Theob. (Sinónimos = *A. lutzii* Theob. no Cruz; *A. cruzii* D. y K.
Brasil; Bolivia; Perú.

Anopheles bellator D. y K.
Trinidad.

Anopheles neivai H. D. y K. Mss.
Panamá.

B. Especies de la América del Sur, señaladas como bromelícolas por Lutz, Bourroul y Peryassú.

Wyeomyia (Phoniomyia) longirostris Theob.

Wyeomyia (Dendromyia) medioalbipes Lutz.

Wyeomyia (Dendromyia) bourrouli Lutz.

Wyeomyia (Dendromyia) personata Lutz.

Culex (?) *albipes* Bourroul.

Megarhinus violaceus (Wiedemann).

Megarhinus solstitialis Bourroul (principalmente en *Aechmea tinctoria).*

Megarhinus ferox Bourroul. (determinación falsa).

Ankylorhynchus neglectus Bourroul.

Ankylorhynchus purpureus (Theob.). (Sinónimos = *A. violaceus* Theo. *Megarhinus purpureus* Theo. *M. violaceus* Lutz.

Ankylorhynohus trichopygus Wied.

A esta lista, que debo a la cortesía de F. Knab, pude agregar la publicada por Lutz (1908). Este autor considera como puramente bromelícolas las especies de los géneros *Wyeomyia, Sabethes, Trichoprosopon* y, quizás, *Limatus;* además, *Megarhinus violaceus* Hfmnsg, *Wyeomyia luteoventralis, Wyeomyia longirostris, Culex imitator, Culex ocellatus,* y, acaso, *Ianthinosoma musica* e *Ianthinosoma lutzii.*

Colecté, en las bromeliáceas de Costa Rica, además de un *Culex* indeterminado (Figura Nº 49), las siguientes especies:

Aedes quadrivittatus Coq. (Lámina X, Figura Nº 1 y Lámina XXIII).

La Pitahaya, 1 400 metros, octubre, noviembre.

Bancroftia phyllozoa D. y K. (Figura Nº 47 y Lámina X, Figura Nº 2).

Orosi, 1 200 metros, enero, noviembre, diciembre.

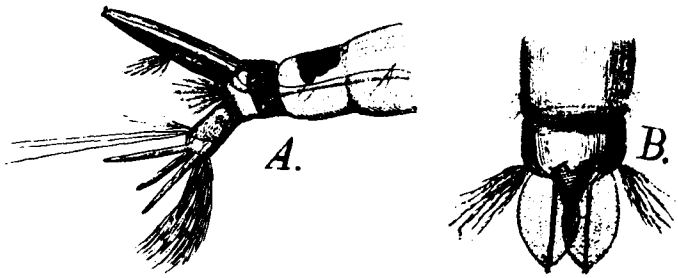


*FIGURA Nº 47.–**Bancroftia phyllozoa** D. y K.–A, extremidad caudal de la larva;* B, *aleta caudal de la ninfa.*

Megarhinus superbus D. y K. (Lámina X, Figura Nº 3).
Costa Rica, diversas épocas y localidades.

Sus características morfológicas y las de su larva han sido estudiadas en páginas precedentes (p. 118).

Wyeomyia sp. (Lámina XI, Figura Nº 4 y Lámina XXIV).
Orosi, 1 200 metros, enero, noviembre, diciembre; La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

Culex rejector D. y K. (?) (Lámina XI, Figura Nº 5 y Figura Nº 48).
Orosi, 1 200 metros, noviembre; San José, febrero.

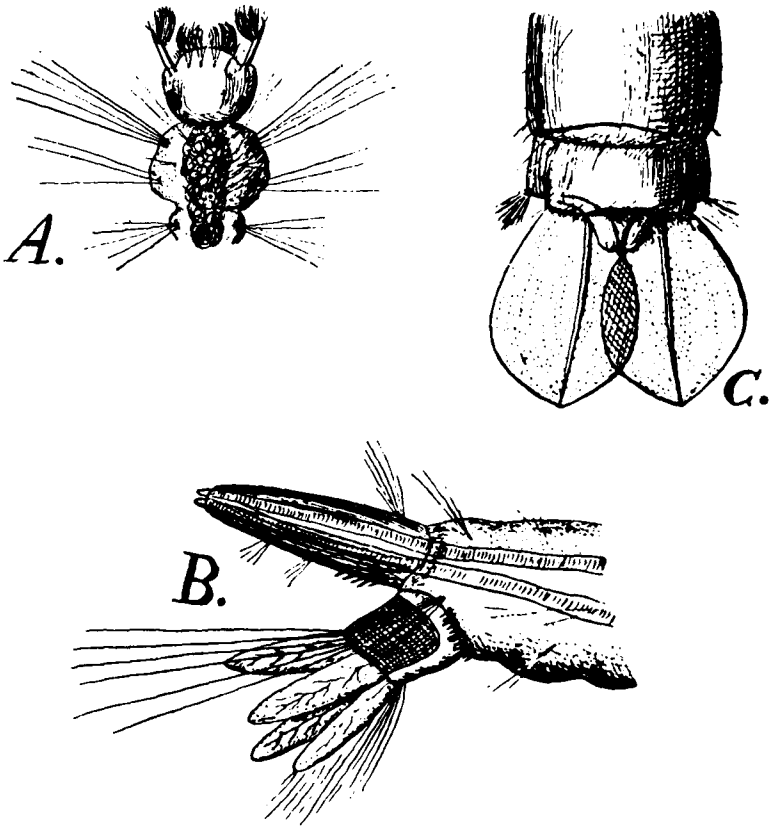


FIGURA Nº 48.–***Culex rejector*** *D. y K. (?).* A, *extremidad anterior de la larva.* B, *extremidad caudal de la larva*; C, *aleta caudal de la ninfa.*

Habría aún que añadir que Surcouf y González Rincones, en su enumeración de los dípteros picadores de América del Sur, señalan, como bromelícola, la larva de *Megarhinus purpureus* Theob., colectada por Lutz; solamente que esta especie sería, según Knab, un sinónimo de *Ankylorhynchus purpureus* (Theob.).

Según F. Knab, serían incorrectas las siguientes observaciones de Peryassú:

1. Las larvas de *Ankylorhynchus neglectus,* se desarrollan y llegan a eclosionar en los boquetes de los troncos del mango (*Mangifera* sp.),
2. La larva de *Megarhinus fluminensis* "es bromelícola a pesar de que se le encuentra, a veces, fuera de las bromeliáceas"

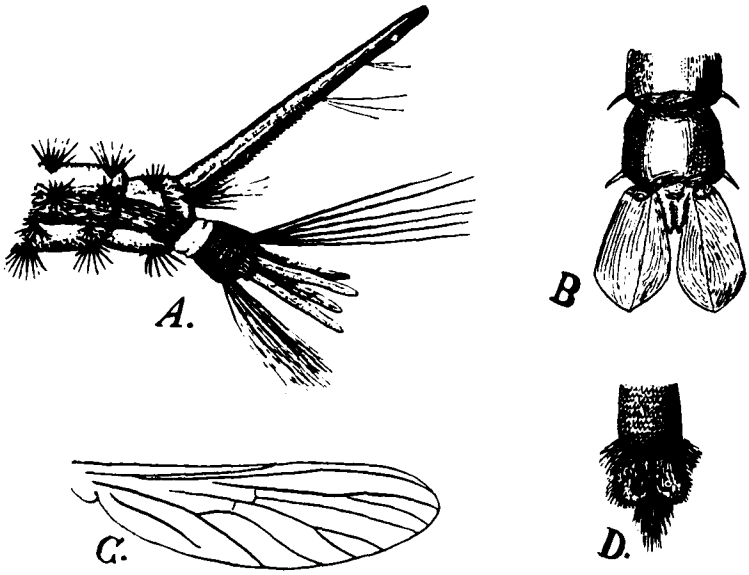


*FIGURA Nº 49.–**Culex** sp.* A, *extremidad caudal de la larva;* B, *aleta caudal de la ninfa;* C, *ala;* D, *armadura genital del macho.*

QUIRONOMIDOS

Chironomus sp.

Orosi, 1 200 metros, enero, marzo, setiembre.

Orthocladius sp.
La Estrella, 200 metros, setiembre.

Metriocnemus abdominoflavatus Picado (véase pág.105).
Cartago, 1 500 metros, enero a diciembre; La Estrella, 2000 metros; Orosi 1 200 metros, etc. Particularmente en las *Tillandsia*.

Isoplastus (Ablabesmyia) costarricensis Picado (Véase p. 102).
La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre; Orosi, 1 200 metros, enero a setiembre.

Chirocladius pedipalpus Picado (Véase p.109).
La Estrella, 2 000 metros, mayo, setiembre; Peralta 200 metros, abril.

Ceratopogoninae
La Estrella, 2 000 metros, setiembre-mayo; Peralta, 200 metros, abril; Orosi, 1 200 metros, enero, etc.

Larvas de quironómidos han sido colectadas por H. Scott en las bromeliáceas de Dominica y por J. Knab en las bromeliáceas de Córdoba, México. Este último ha obtenido crías, pero los insectos no han sido aún descritos.

TIPULIDOS

Mongoma bromeliadicola Alexander. (Figura Nº 50 y Lámina XIII, Figuras Nº 1 a 4).
Cartago, 1 500 metros; La Estrella, 2 000 metros; Orosi, 1 200 metros; Peralta, 200 metros; Oricuajo, 200 etc.

Se encuentran las larvas de esta interesante especie en todas las épocas del año y en todas partes.

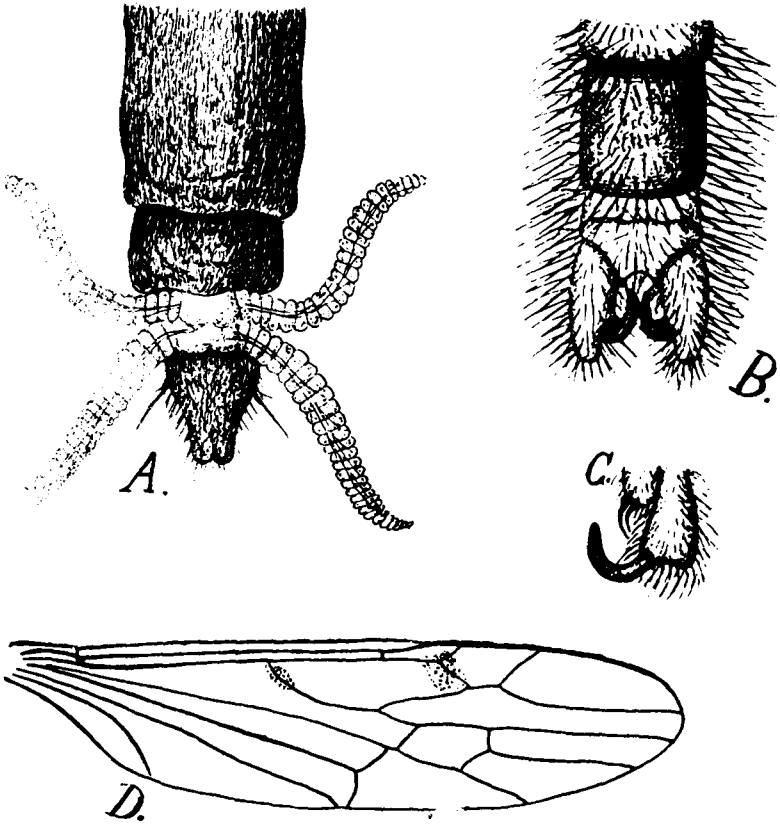


*FIGURA Nº 50.–**Mongoma bromeliadicola** Alexander.* A, *extremidad caudal de la larva vista ventralmente;* B, *extremidad caudal del macho;* C, *un gancho;* D, *Ala.*

ANISOPIDAE (RHYPHIDAE)

Anisopus (Rhyphus) picturatus Knab (Lámina IX, Figuras Nº 7 a 9 y Figura Nº 52).

Cartago, 1 500 metros, setiembre, octubre.

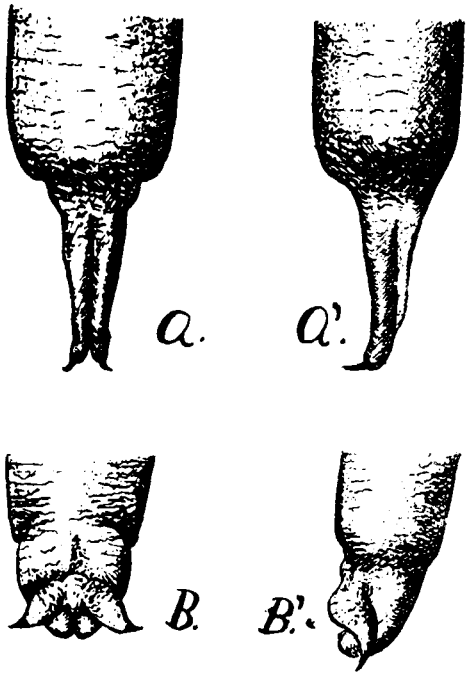


*FIGURA Nº 51.–**Mongoma bromeliadicola** Alexander (extremidad caudal de la ninfa)* a, a', *hembra;* B, B', *macho.*

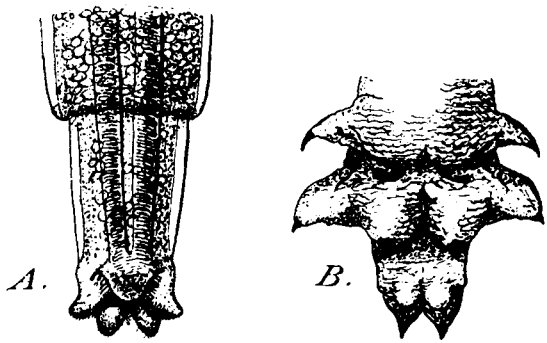


*FIGURA Nº 52.–**Anisopus (Rhyphus) picturatus** Knab.* A, *extremidad de la larva.* B, *extremidad de la ninfa.*

BORBORIDAE

Limosina bromeliarum K. y M.

La larva ha sido encontrada por F. Knab en las bromeliáceas epífitas de Córdoba, México.

ANTHOMYIDAE

Coenosia sp.

Cartago, 1 500 metros, en una *Aechmea.*

Las larvas de este género son, según Keilin, predadoras; por esta razón ellas son particularmente interesantes.

SYRPHIDAE

Quichuana picadoi Knab (Lámina X, Figura Nº 4 y Figuras Nº 53 a 54)

Orosi, 1 200 metros, noviembre, enero; Cartago, 1 500 metros; La Estrella, 2 000 metros, setiembre.

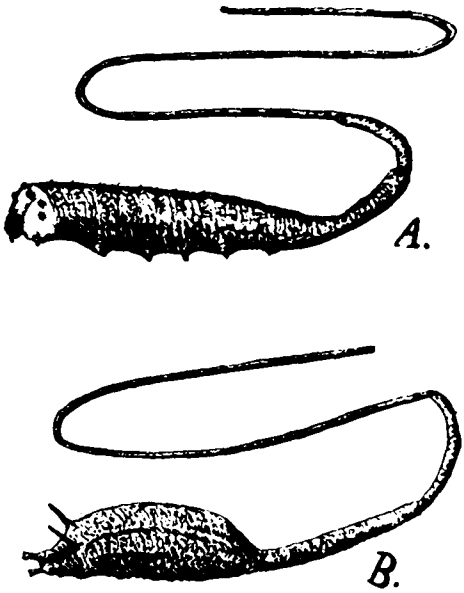


*FIGURA Nº 53.–**Quichuana picadoi** Knab.* A, *larva;* B, *ninfa.*

El insecto (una hembra) pertenece a un género que no está aún descrito.

F. Knab indica que ha encontrado, en las bromeliáceas epífitas de México, un cierto número de larvas de dípteros y un Eristalinae que cree son del género *Quichuana*. Me escribe que ha encontrado también larvas de Quironómidos, psicódidos, de

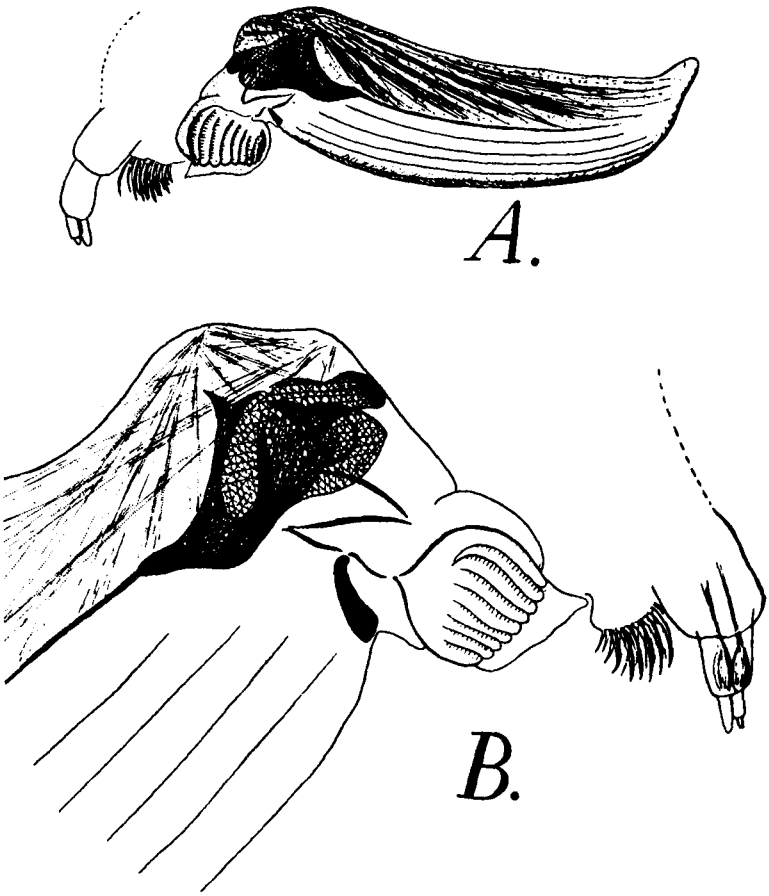


*FIGURA Nº 54.–**Quichuana picadoi** Knab. Armadura bucal de la larva.* A. *Faringe entera con el palpo bucal y las cerdas prebucales;* B, *detalle de la parte anterior de la faringe.*

Tipúlidos y de Stratiomyidae. Larvas de esta última familia han sido también encontradas por Calvert en las bromeliáceas de Costa Rica. Knab posee, también, larvas de Psicódidos bromelícolas provenientes de Panamá y de Cuba.

Yo he colectado un cierto número de larvas de dípteros, diferentes a las de las especies citadas.

Dos larvas de Syrphidae, muy diferentes de aquellas de *Quichuana,* una con un sifón respiratorio corto y no telescópico, un poco más grande que la de *Quichuana,* y aún otra larva muy interesante, que posee ventosas ventrales. Esta larva, la más pequeña de esas tres Syrphidae, posee también un sifón corto y no telescópico; encontré esta larva solamente en La Estrella y jamás en otra parte; no es muy abundante, aún en esta localidad; su ninfa carece de cuernos protorácicos como las de *Quichuana;* el adulto es una mosca alargada, con cabeza esférica y abdomen largo con estrías amarillas y pardas. Yo no pude hacer determinar este interesante díptero, pues el único ejemplar que logré hacer eclosionar fue devorado por las hormigas. Las larvas de Stratiomyidae son muy abundantes en las bromelias de Costa Rica; las de Psicódidos se encuentran ocasionalmente. Las larvas de Tabanidae también son muy abundantes; yo guardé algunas durante un período de más de un año, sin que llegaran a eclosionar; igual ha sido para las de Stratiomyidae.

Hagamos notar que esta lista sólo presenta una ligera idea del gran número de larvas de dípteros bromelícolas.

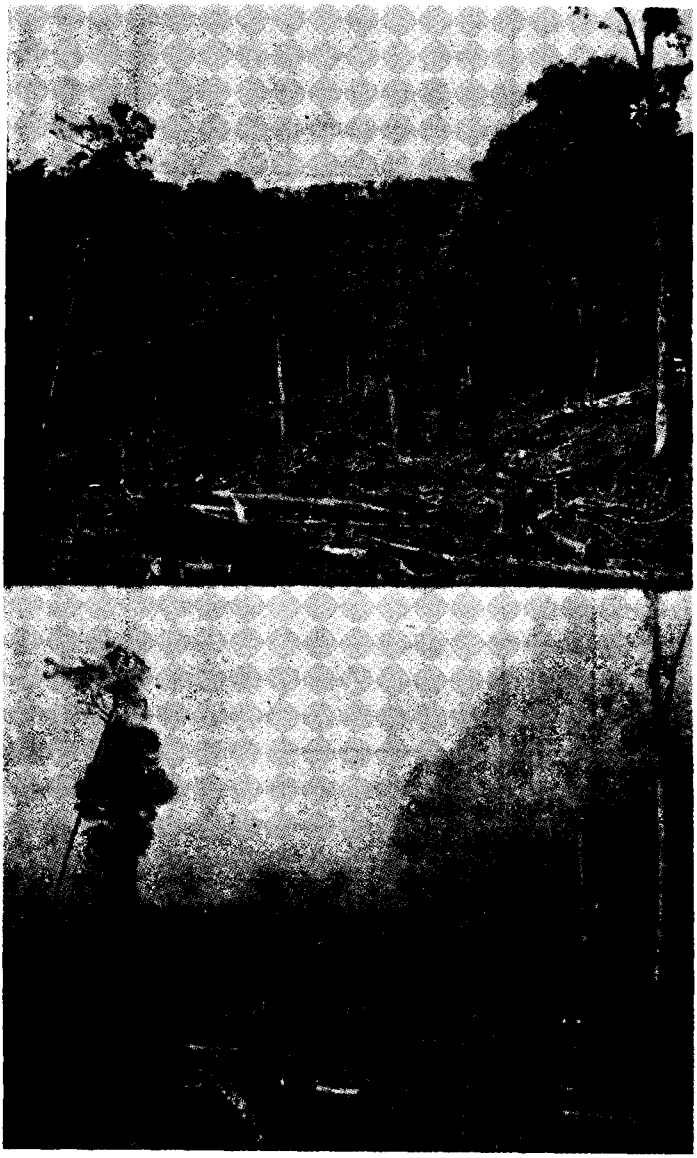
NOTA

1 M. L. Chopard, quien tuvo la bondad de corregir esta lista, me indicó los siguientes sinónimos: Tettigonidae = Phasgonuridae.–***Blattella* = *Phyllodromia*.–*Pycnoscelus* = *Leucophaea*.–*Ancistrogaster mixta*** *Borelli* = A. ***falcifer*** *Rehn.*–***Carcinophora robusta*** Smdd = ***Psalis gagatina*** *(Klug).*–***Labia annulata*** *(Fabr.)* = ***L. arcuata*** *Smdd.*–***Forficula* = *Skalistes*.–*Pseudochelidura* = *Anechura*.** *Aprovecho la ocasión para agradecerle coordialmente.*

Lámina VI.

BOSQUES DE "LA ESTRELLA"

Las fotografías corresponden al mismo sitio, una en la mañana, la otra después del medio día. Esta última muestra la gran neblina que cae sobre el bosque y que constituye la principal fuente de agua para las bromeliáceas epífitas.

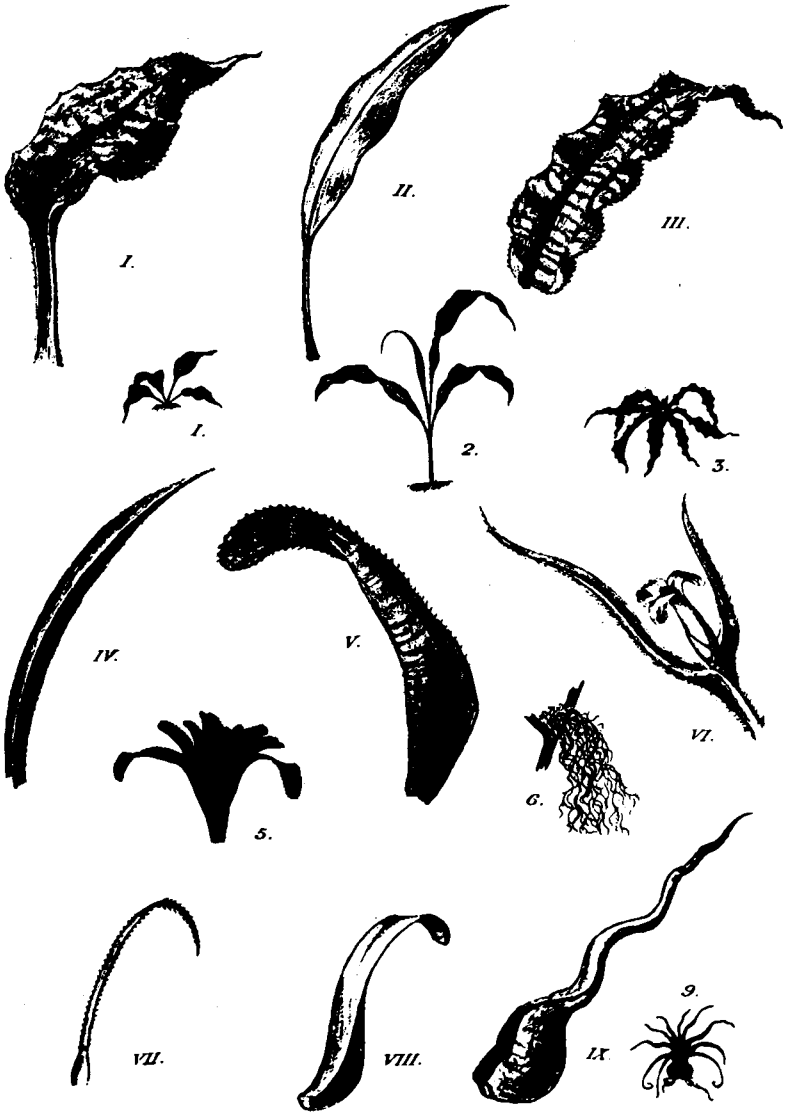


Fauna bromelícola

Lámina VII

Principales tipos de bromeliáceas

I; 1. *Cryptanthus,* hojas pecioladas
II; 2. *Pitcairnia,* con tallo de palmera.
III; 3. *Cryptanthus,* hojas sésiles.
IV; *Tillandsia,* hojas largas, acanaladas, inermes.
V; 5. *Aechmea,* hojas en corneta.
VI; 6. *Tillandsia usneoides,* hojas y tallos filamentosos.
VII; *Bromelia,* hojas largas, acanaladas, espinosas.
VIII; *Nidularium,* hojas con concavidad basal.
IX; 9. *Tillandsia bulbosa,* hojas en cuchara.



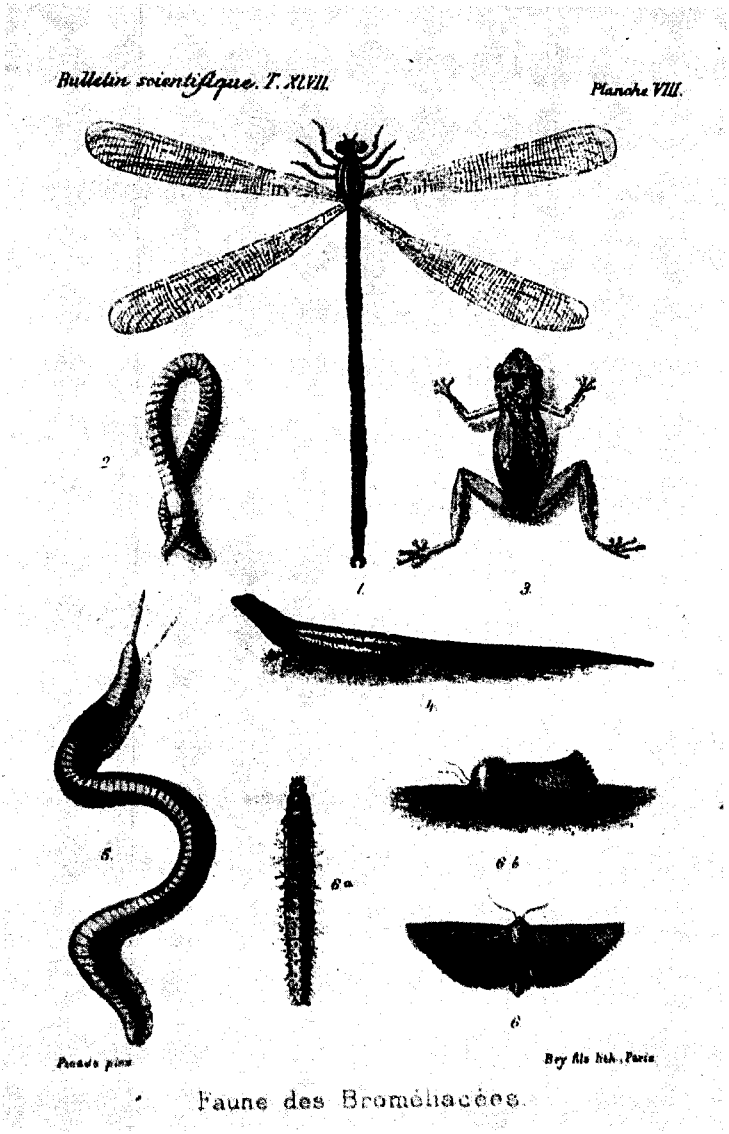
J. M. Caballero del.

Fauna bromelícola

Lámina VIII

Fauna bromelícola

1. *Mecistogaster modestus*, Selys.
2. *Dichogaster picadoi*, Michaelsen.
3. *Elentherodactylus brocchi*, (Boulenger).
4. *Spelerpes picadoi*, Stejneger.
5. *Andiodrilus biolleyi*, Cognetti de Martiis
6. *Acrolophus pallidus*, Moschler.
   6ª. Larva.
   6ᵇ. Adulto en reposo



Fauna bromelícola

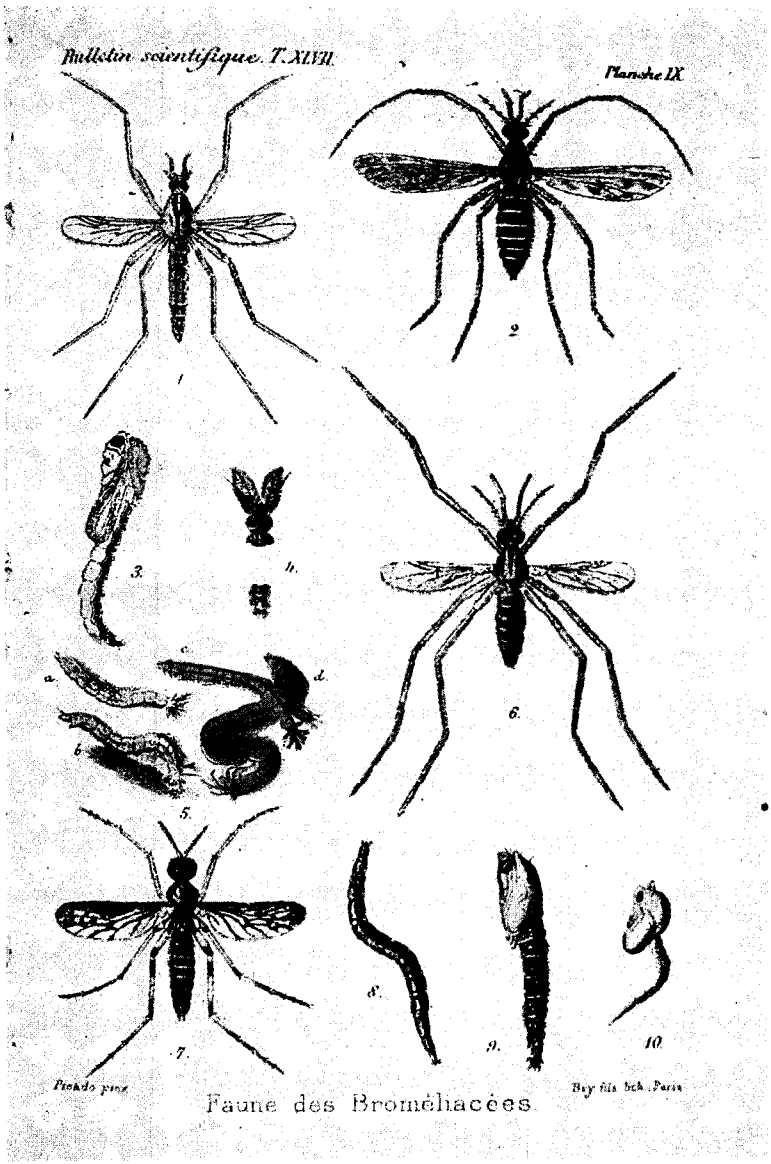
Lámina IX

Fauna bromelícola

1. *Metriocnemus abdominoflavatus,* Picado.
2. *Chirocladius pedipalpus,* Picado.
3. *Metriocnemus abdominoflavatus* (Ninfa).
4. *Metriocnemus abdominoflavatus* (Cabeza y extremidad abdominal del macho).
5. Larvas de quironómidos bromelícolas.
   a. *Metriocnemus abdominoflavatus.*
   b. *Isoplastus costarricensis.*
   c. *Chirocladius pedipalpus.*
   d. *Chironomus* sp.
6. *Isoplastus (Ablabesmyia) costarricensis,* Picado.

7, 8 y 9. *Anisopus (Rhyphus) picturatus,* Knab.

10. *Isoplastus costarricensis* (ninfa).

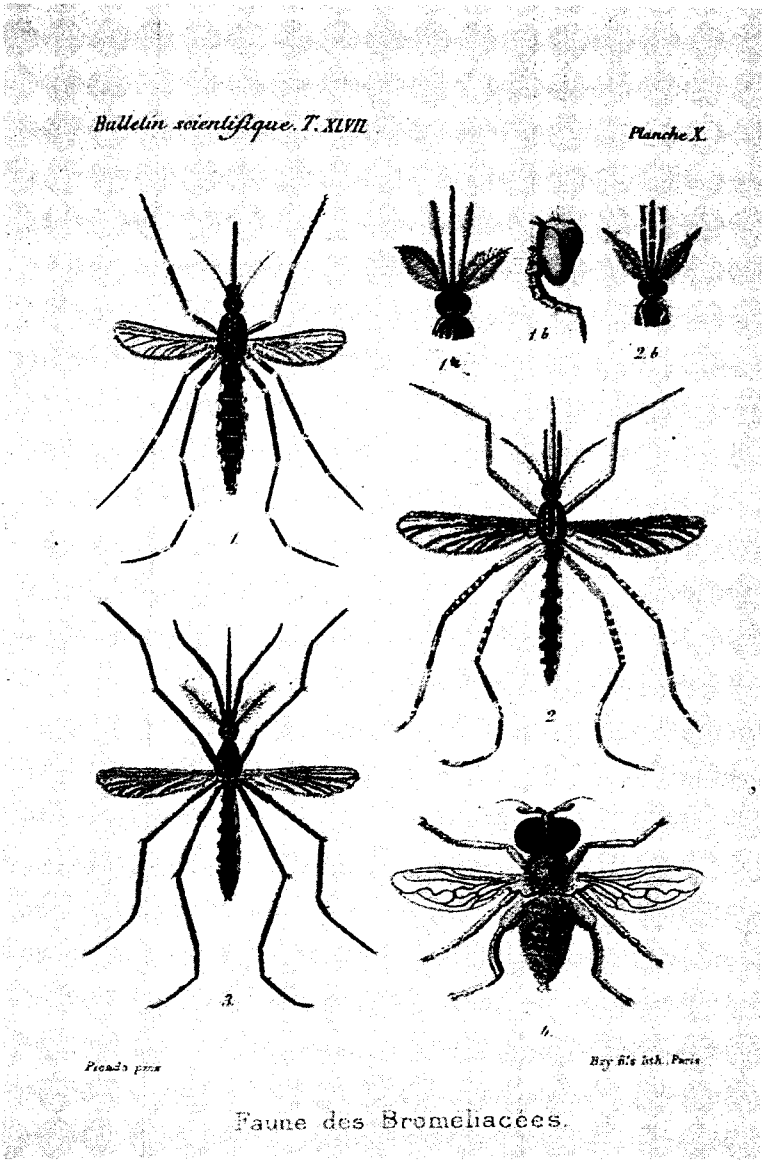


Fauna bromelícola

Lámina X

Fauna bromelícola

1. *Aedes quadrivittatus,* Coq hembra
1[a]. *Aedes quadrivittatus,* macho
1[b]. *Aedes quadrivittatus* (ninfa).
2. *Bancroftia phyllozoa,* D. y K. hembra
2[b]. *Bancroftia phyllozoa,* macho
3. *Megarhinus superbus,* D. y K.
4. *Quichuana picadoi,* Knab.

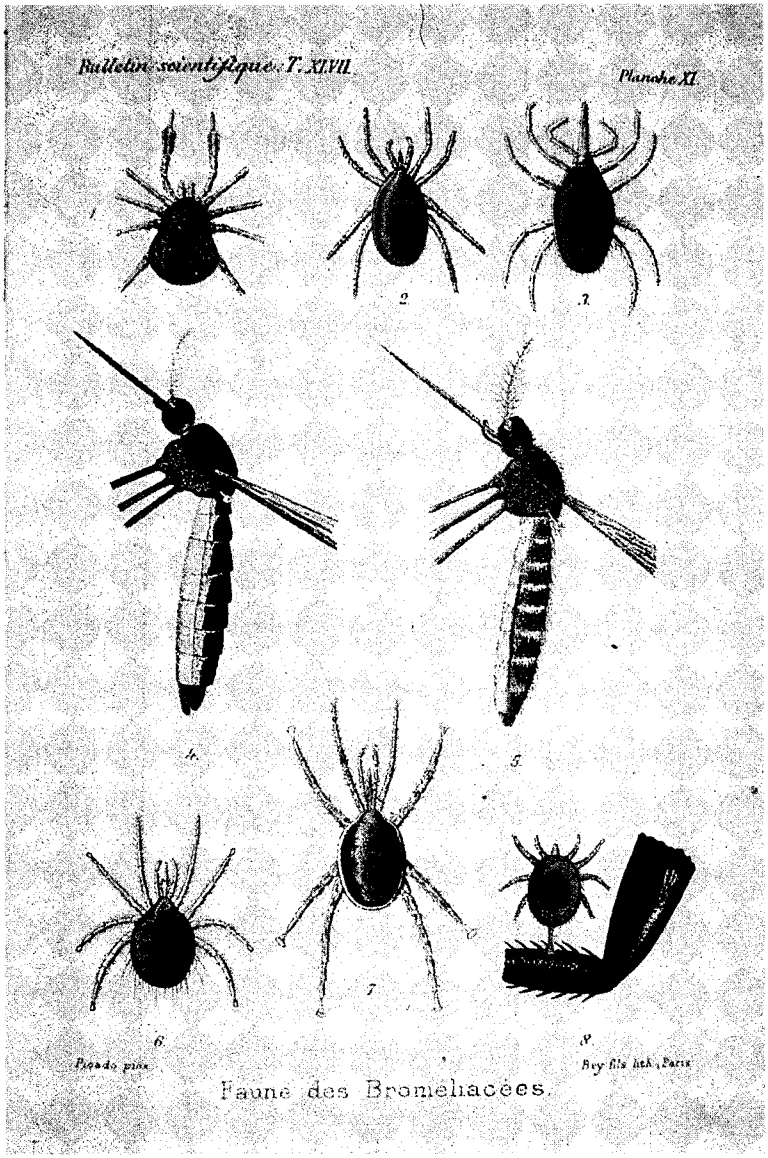


Fauna bromelícola

Lámina XI

Fauna bromelícola

1. *Cynorta*, n. sp.
2. *Gamasus*, sp.
3. *Scirus*, n. sp.
4. *Wyeomyia*, sp.
5. *Culex rejector*, D. y K. (?)
6. *Celoenopsis*, n. sp.
7. *Macrocheles*, n. sp.
8. *Uropoda*, n. sp.



Fauna bromelícola

Lámina XII

Fauna bromelícola

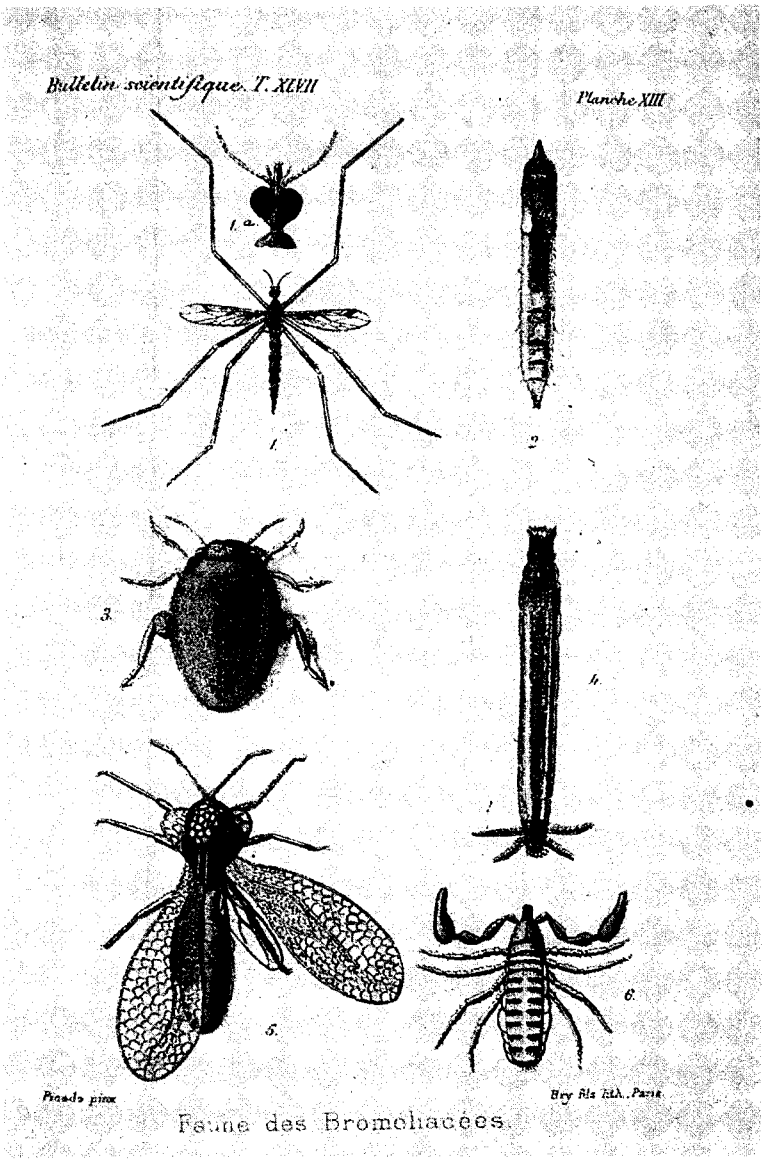
1. *Gastrotheca coronata,* Stej.
2. *Hylella fleischmanni,* Bottger.
3. *Elentherodactylus diastema,* Cope
4 y 5. *Hyla phoeota,* Cope.

Fauna bromelícola

Lámina XIII

Fauna bromelícola

1. 1ª, 2 y 4. *Mongoma bromeliadicola,* Alexander.
3. *Scirtes championi,* Picado (Pintado por Caballero)
5. *Leptostyla gibbifera,* Picado
6. *Chelanopus macrochelatus,* Töm.

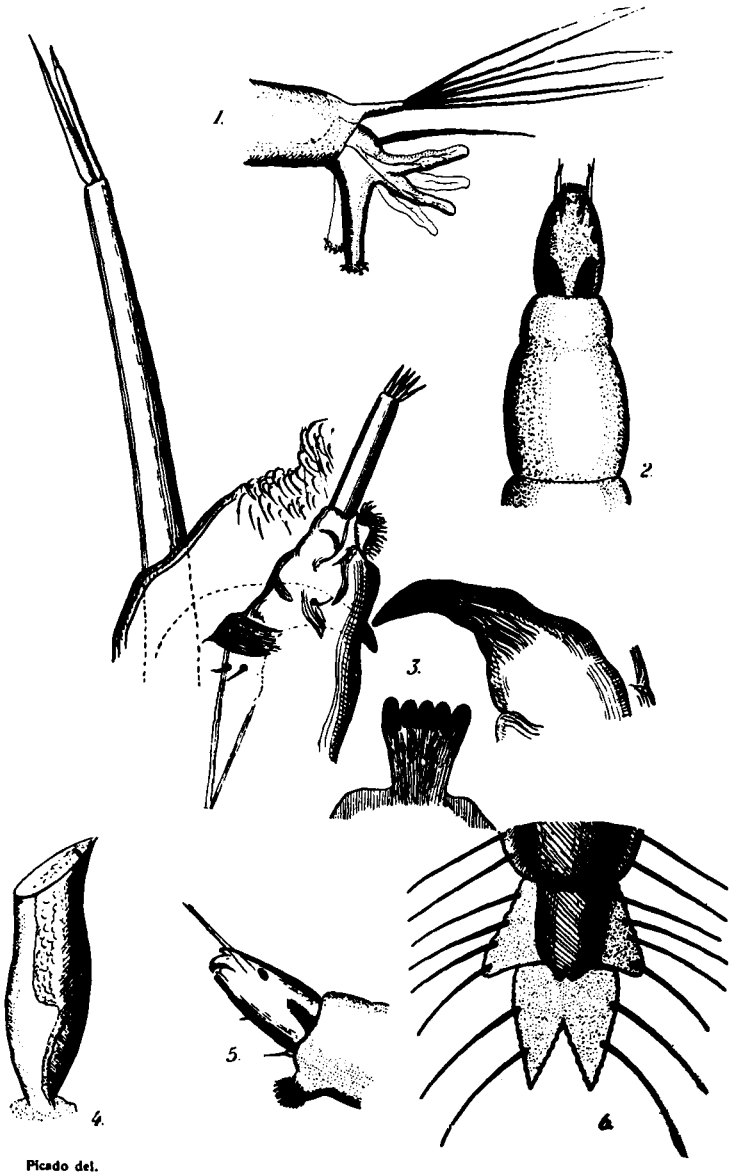


Fauna bromelícola

Lámina XIV

Isoplastus (Ablabesmyia) costarricensis *n. sp.*

1. Extremidad posterior de la larva; vista de perfil
2. Cabeza y primeros segmentos torácicos de la larva.
3. Piezas bucales de la larva.
4. Cuerno protorácico de la ninfa.
5. Cabeza de la larva vista de perfil (Papila sensitiva de la garganta).
6. Extremidad caudal de la ninfa.



Picado del.

Fauna bromelícola

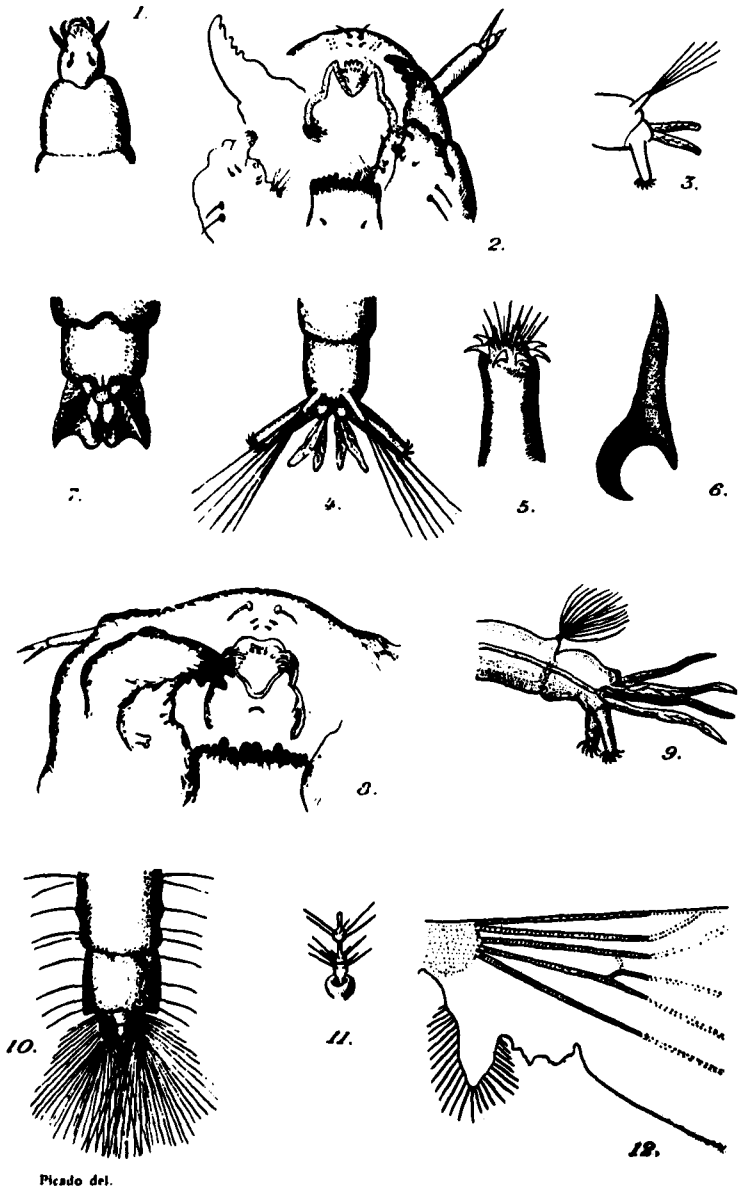
Lámina XV

Metriocnemus abdominoflavatus n. sp.

1. Cabeza y principio del tórax de la larva.
2. Piezas bucales de la larva.
3. Extremidad posterior de la larva vista de perfil.
4. Extremidad posterior de la larva vista dorsalmente.
5. Falsa pata posterior.
6. Gancho de una falsa pata posterior.
7. Extremidad caudal de la ninfa vista ventralmente.

Chirocladius pedipalpus n. gen. n. sp.

8. Piezas bucales de la larva.
9. Extremidad posterior de la larva vista de perfil.
10. Extremidad caudal de la ninfa.
11. Los 4 segmentos basales de una antena del adulto.
12. Base del ala.



Fauna bromelícola

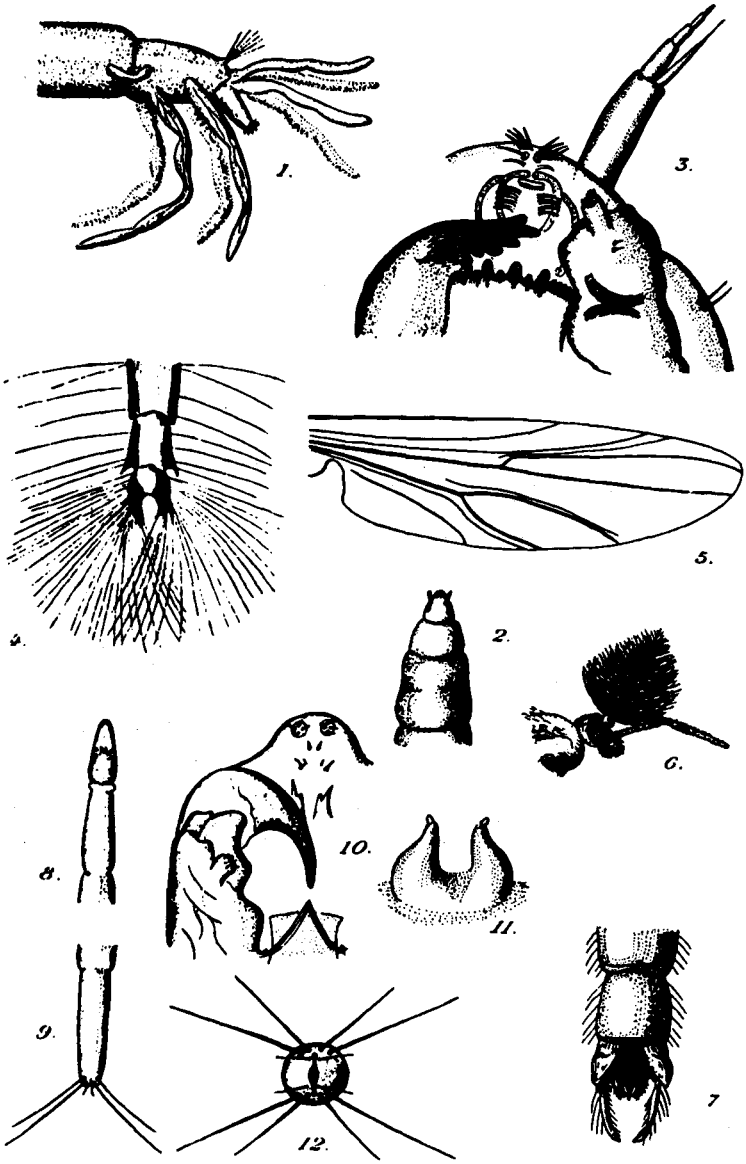
Lámina XVI

Chironomus sp.

1. Extremidad posterior de la larva vista de perfil.
2. Cabeza y tórax de la larva.
3. Piezas bucales de la larva.
4. Extremidad caudal de la ninfa.
5. Ala.
6. Cabeza del adulto.
7. Extremidad abdominal del macho.

Ceratopogoninae (larva).

8. Extremidad anterior de la larva.
9. Extremidad posterior.
10. Piezas bucales.
11. Antenas de la larva.
12. Extremidad posterior de la larva.

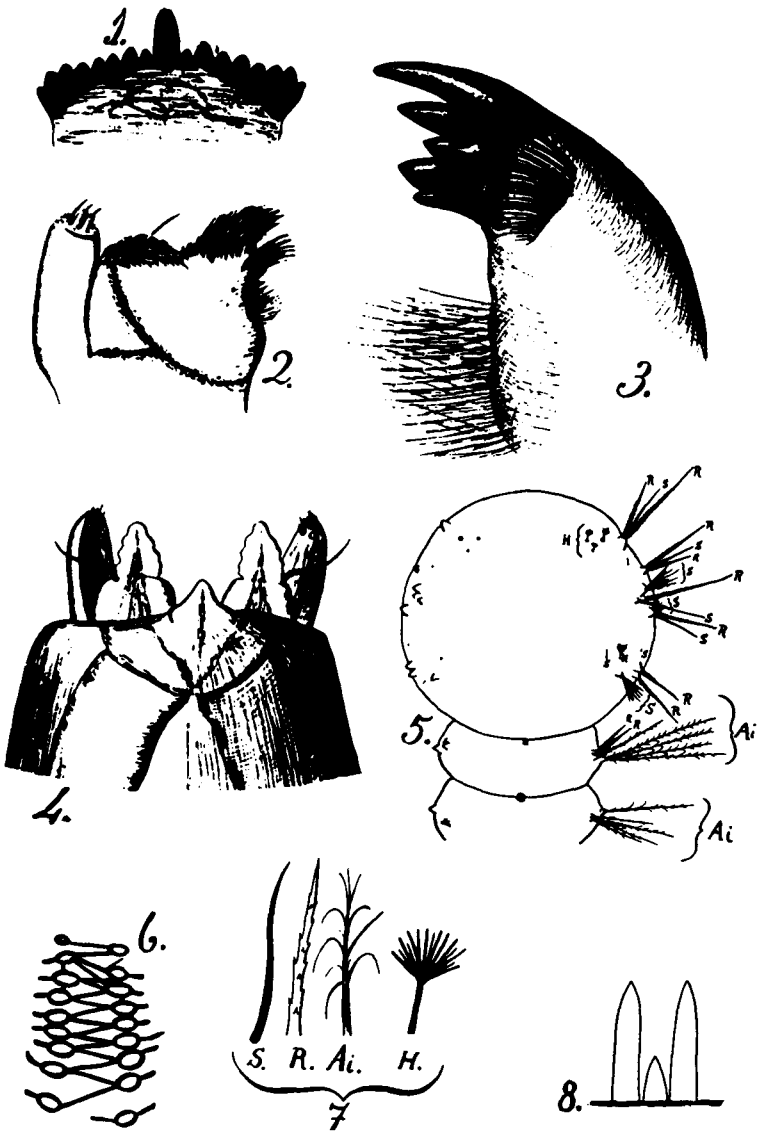


Fauna bromelícola

Lámina XVII

Megarhinus superbus D. y K. (larva)

1. Labium.
2. Maxila.
3. Mandíbula (vista ventralmente).
4. Extremidad del sifón respiratorio visto dorsalmente.
5. Cerdas de la parte anterior del cuerpo (visto dorsalmente).
6. Diseño basal de las cerdas ventrales caudales.
7. Diversos tipos de cerdas.
8. Escamas del segmento caudal.

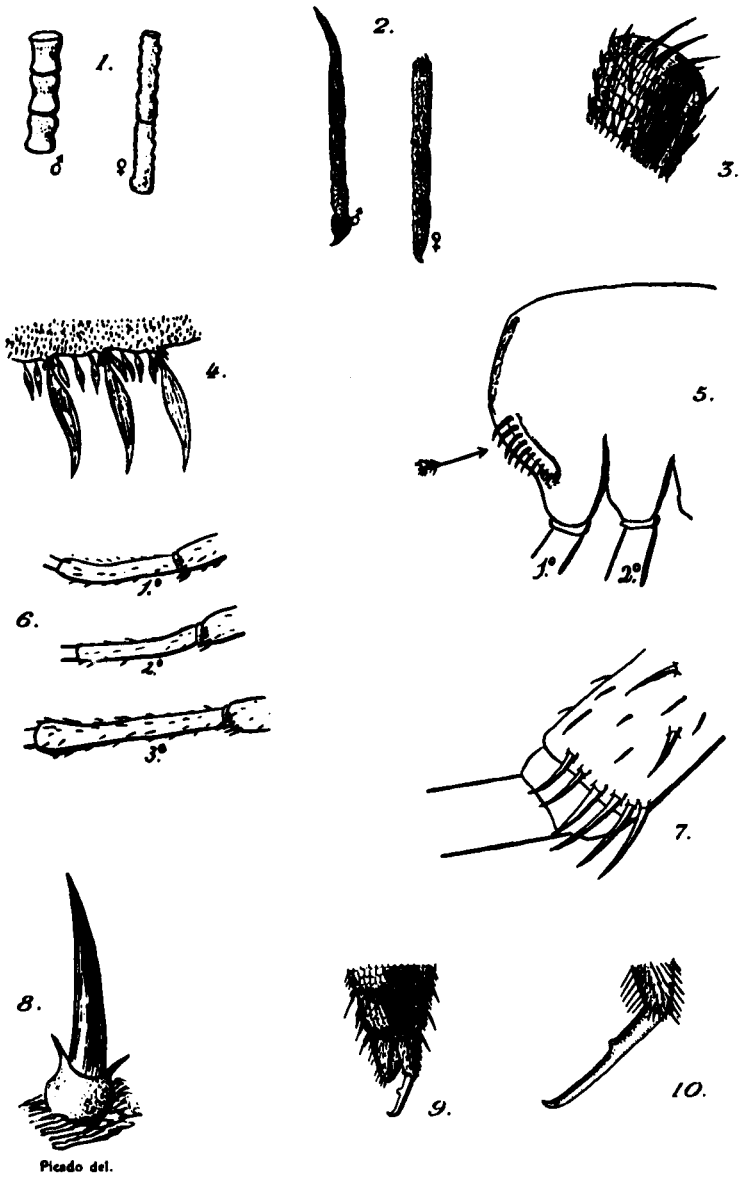


Fauna bromelícola

Lámina XVIII

Megarhinus superbus D. y K. (adulto)

1. Segmentos antenales (macho y hembra).
2. Palpos (macho y hembra)
3. Extremidad del palpo de la hembra.
4. Escamas del borde del ala.
5. Espinas torácicas (indicadas por la flecha).
6. Tibia de los tres pares de patas.
7. Espinas del fémur.
8. Una de esas espinas.
9. Armadura genital del macho.
10. Uno de los ganchos genitales.

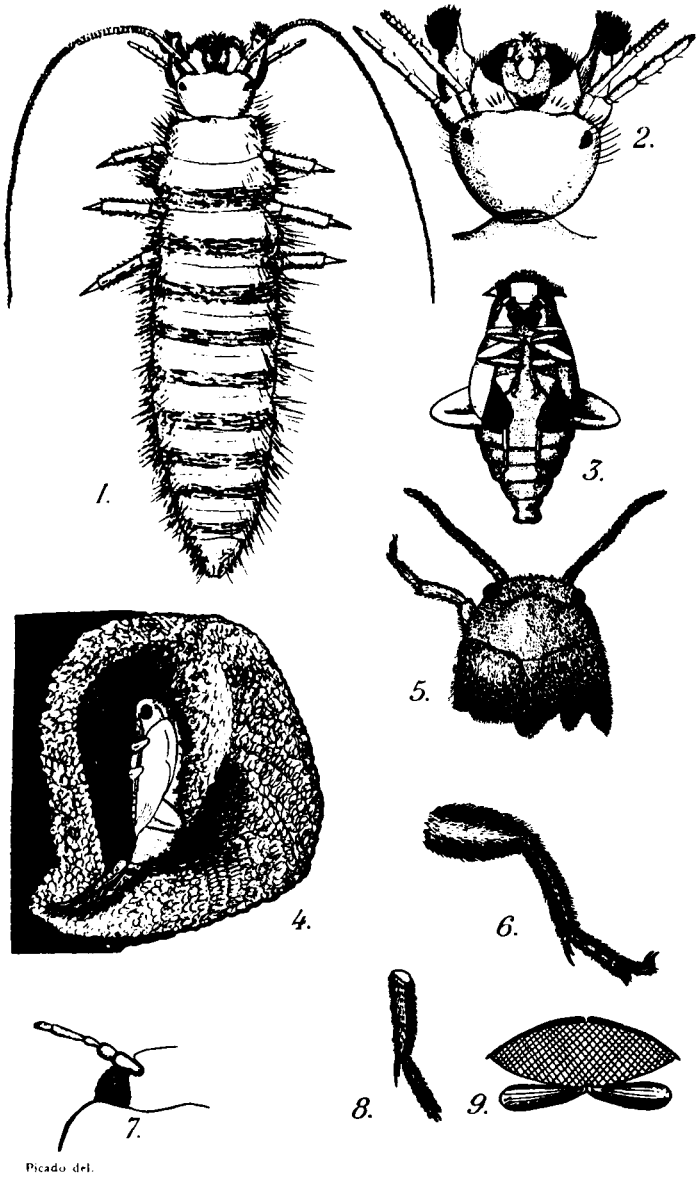


Fauna bromelícola

Lámina XIX

Scirtes championi Picado

1. Larva vista dorsalmente.
2. Cabeza vista dorsalmente.
3. Ninfa aislada.
4. Ninfa englobada en la bola de espuma (sólo se ve la mitad de esta última).
5. Parte anterior del adulto.
6. Pata posterior del adulto.
7. Base de la antena del adulto.
8. Tibia y tarso de la pata posterior del adulto.
9. Corte teórico del adulto al nivel de la articulación del 3er par de patas.

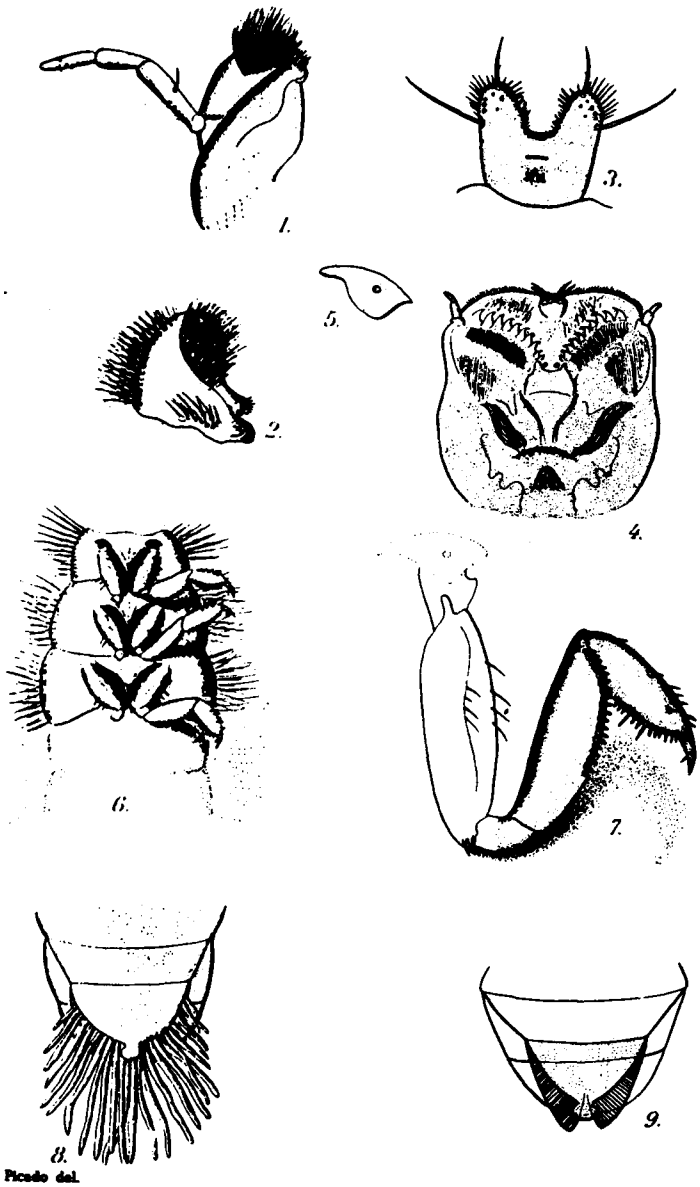


Fauna bromelícola

Lámina XX

Scirtes championi Picado (larva).

1. Maxila.
2. Mandíbula
3. Labio superior.
4. Labio inferior.
5. Placa protorácica.
6. Tórax visto ventralmente.
7. Pata protorácica (la placa en punteado).
8. Branquias rectales.
9. Extremidad caudal vista ventralmente.



Fauna bromelícola

Lámina XXI

Scirtes championi Picado (Anatomía de la larva).

1. Sistema nervioso.

2. Corte sagital de la cabeza.
   M. = Mandíbula.
   m. = Maxila.
   L. = Labrum.
   l. = Labium
   G. = Glándula salival.
   T. = Maza masticadora.
   Sn. = Ganglios nerviosos.
   O.e. = Válvula esofágica.

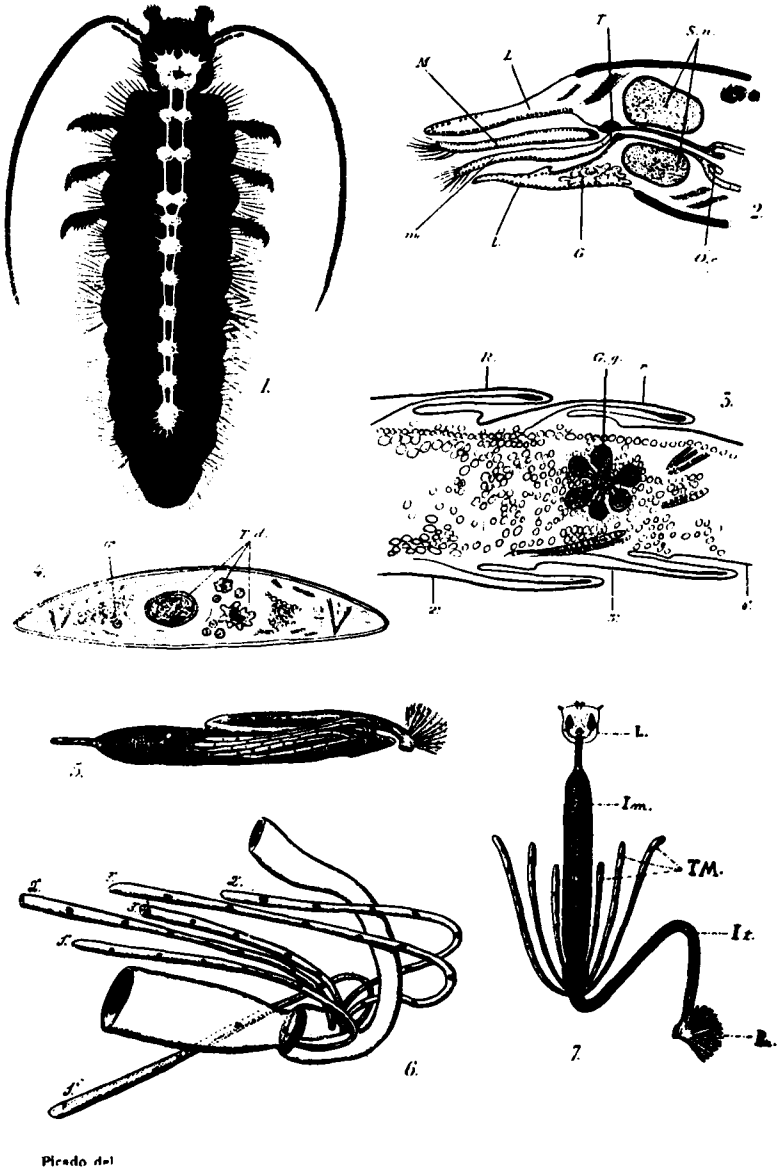
3. Corte sagital interesando una glándula genital.
   R. y r. = Repliegues quitinosos.
   G. g. = Dibujo de las glándulas genitales.

4. Corte transversal del abdomen
   6° = 6° tubo de Malpighi.

5. Tubo digestivo y tubos de Malpighi en su lugar.

6. Parte basal de los tubos de Malpighi.

7. Tubo digestivo y tubos de Malpighi desplegados.
   L. = Labium con las glándulas salivares.
   Im. = Intestino medio.
   TM. = Tubos de Malpighi.
   It. = Intestino terminal.
   Br. = Branquias rectales.



Picado del

Fauna bromelícola

Lámina XXII

Andiodrilus biolleyi Cogn. de Mar.

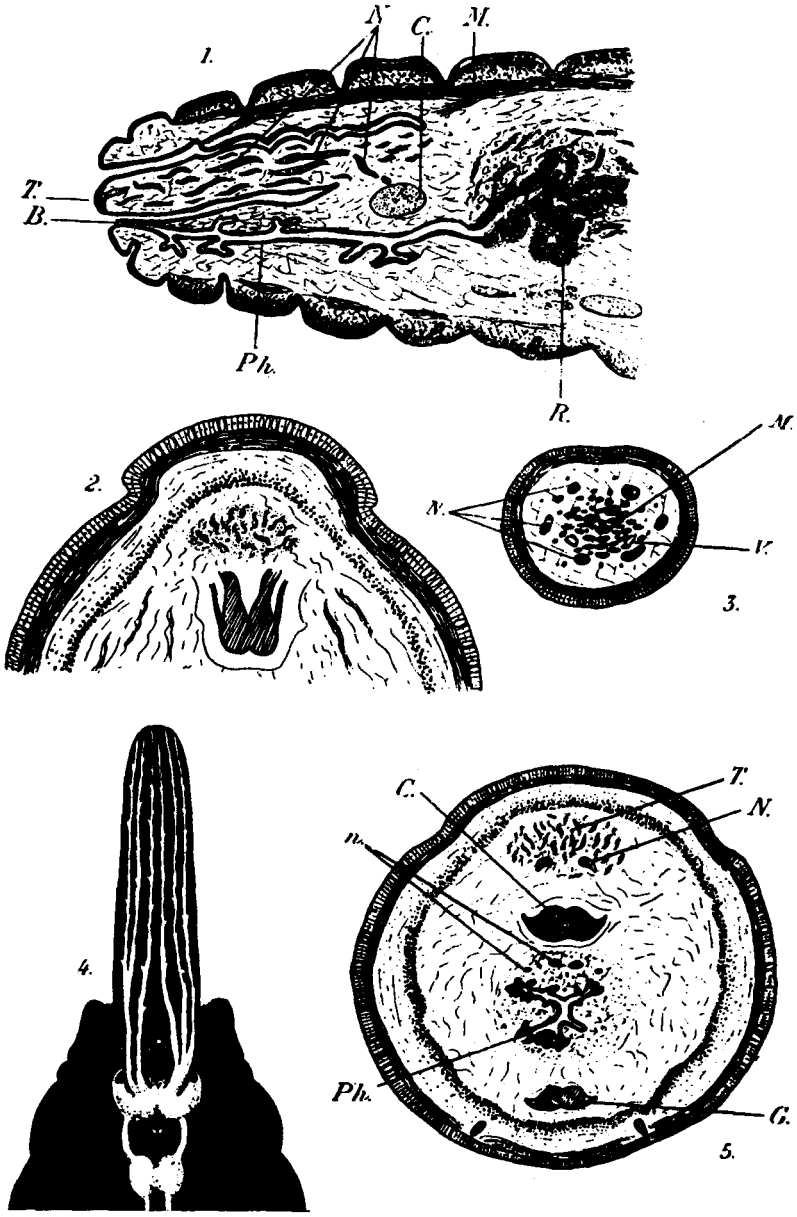
1. Corte sagital de la parte anterior.
   - T = Trompa retráctil.
   - B = Buche.
   - Ph = Faringe
   - R = Repliegues de la faringe.
   - N = Nervios de la trompa.
   - C = Gànglio cerebroide.
   - M = Músculos longitudinales que dan los filamentos para la trompa.

2. Corte transversal que muestra la base de la trompa con sus músculos y el ganglio cerebroide del que salen dos pares de cordones nerviosos que inervan la trompa.

3. Corte transversal de la trompa.
   - N = Nervios.
   - M = Músculos (en negro).
   - V = Vasos

4. Reconstrucción de la parte anterior del sistema nervioso visto dorsalmente.

5. Corte transversal anterior a aquel de la Figura Nº 2.
   - C = Ganglios cerebroides con la base de los dos cordones nerviosos de la trompa.
   - n = Nervios de la faringe.
   - T = Base de la trompa.
   - N = Cordones nerviosos primitivos de la trompa.
   - Ph = Faringe.
   - G = Ganglios subesofágicos.

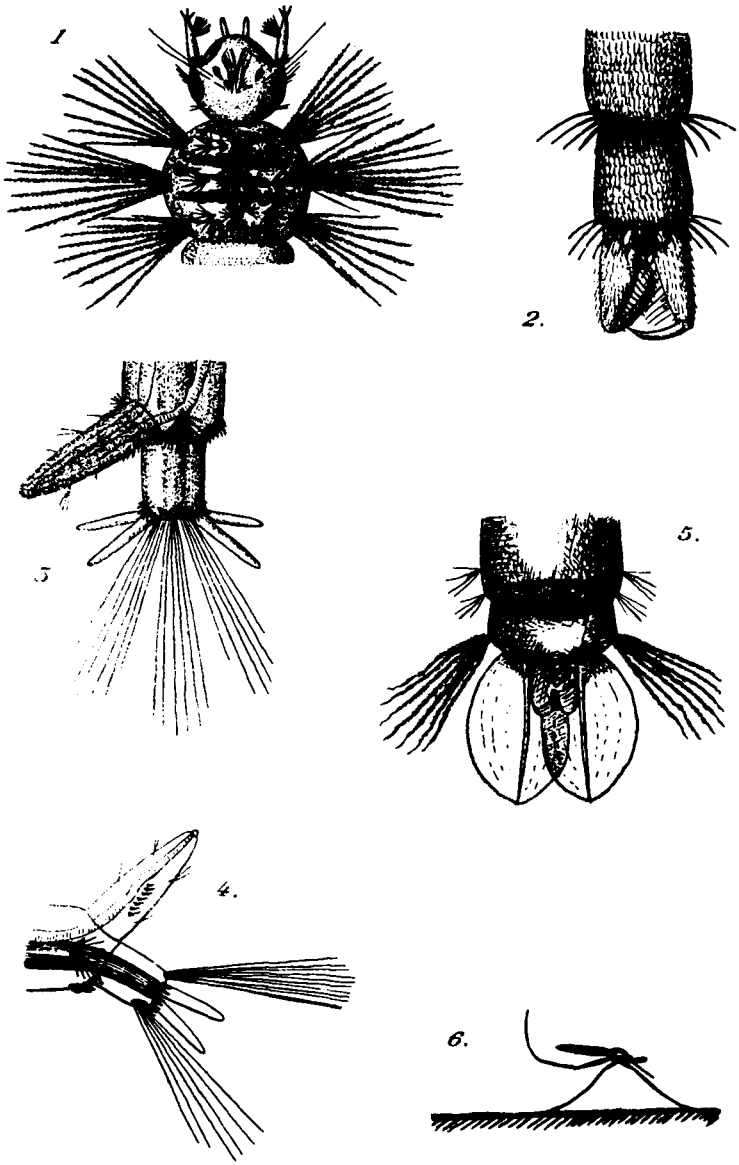


Fauna bromelícola

Lámina XXIII

Aedes quadrivittatus Coq.

1. Parte anterior de la larva.
2. Extremidad abdominal del macho (adulto)
3. Extremidad caudal de la larva vista dorsalmente.
4. Extremidad caudal vista de perfil.
5. Extremidad caudal de la ninfa.
6. Adulto (posición de reposo)



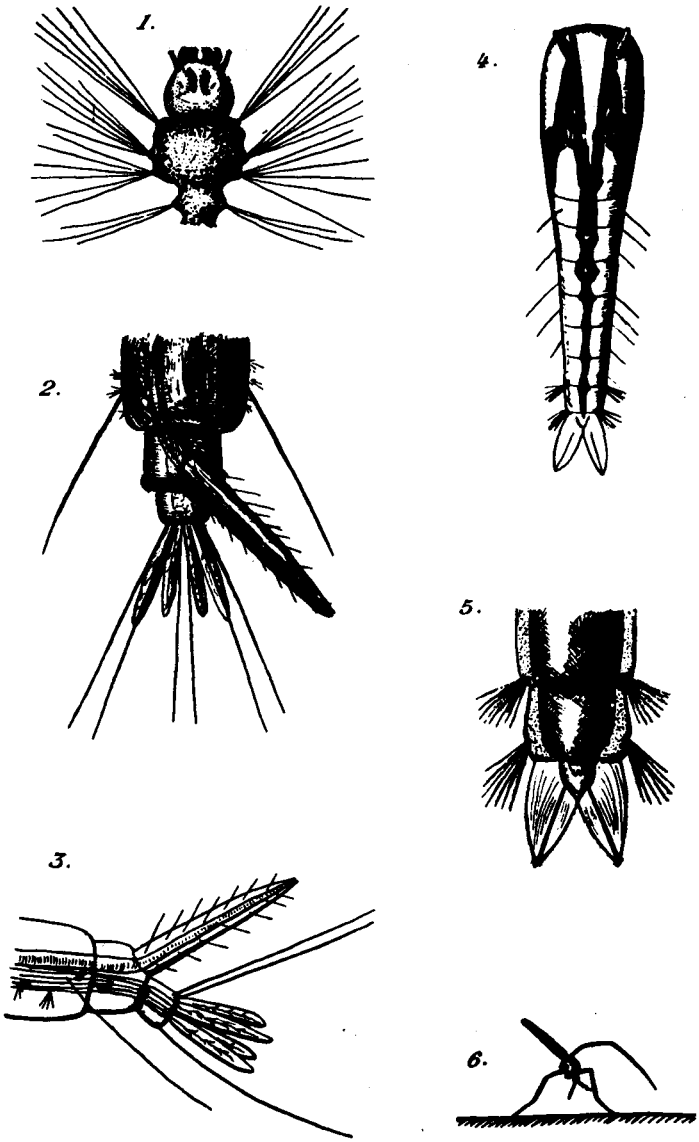
Picado del.

Fauna bromelícola

Lámina XXIV

Wyeomyia sp.

1. Parte anterior de la larva.
2. Extremidad posterior vista dorsalmente.
3. Extremidad posterior vista de perfil.
4. Ninfa vista dorsalmente.
5. Extremidad caudal de la ninfa.
6. Imago (posición de reposo).



Fauna bromelícola

PASTEUR Y METCHNIKOFF

Primera edición
Repertorio Americano 1921

Segunda edición
Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1988

A mi querido maestro el Dr. GUSTAVO MICHAUD.

C. Picado T.

CONTENIDO

INTRODUCCION 251

PRIMERA PARTE: El medio 255
Infancia 255
El deseo de ciencia 257
Suerte de los primeros descubrimientos 259
Fundación de hogar 261

SEGUNDA PARTE: Convergencia 265
Dos viajes científicos 265
Fermentaciones industriales y fementaciones intestinales 267
La infección microbiana 271
Defensa del organismo 275

TERCERA PARTE: Análisis y síntesis 281
Trabajo de análisis 281
Trabajo de síntesis 283

CUARTA PARTE: Los últimos tiempos 291
Los jubileos 291
La muerte 302

INTRODUCCION

"Cuando se estudia bien se llega a la fe del campesino bretón. Si yo hubiera estudiado todavía más, tendría la fe de la campesina bretona".

PASTEUR.

"Si es verdad, como se afirma frecuentemente, que es imposible vivir sin fe, ésta no podrá ser sino la fe en el poder de la ciencia".

METCHNIKOFF.

La lluvia que refresca y humedece la tierra y el sol que la calienta y seca, contribuyen por igual al mantenimiento de la vida. Los grandes espíritus, ya sean optimistas, plácidos y serenos, o ya pesimistas, escépticos o atormentados, por más que sean opuestos, forman un complejo cuyo conocimiento es tan útil al desarrollo intelectual de los que los suceden, como son útiles a la vida el agua y el sol.

Pasteur y Metchnikoff pueden tomarse como ejemplos de cada una de estas modalidades espirituales.

Pasteur crece como un árbol vigoroso y sano que da sus retoños y sus flores en primavera y en otoño, sus frutos. Es cierto que el rayo lo hiere, pero después de crecer lozano, normal, tranquilo. Metchnikoff, es como esos árboles de los páramos, azotados por el viento desde que nacen: su vigor vence y los hace crecer, pero sus ramas estarán siempre dirigidas todas hacia un mismo lado, como brazos que perpetuamente imploran.

Estos dos genios a quienes separan hondas diferencias y cuyos trabajos siguen vías distintas, convergen frecuentemente a lo largo de su transcurso, tocando a veces un mismo tema y pareciendo entonces que un genio único los inspirara.

Así como el Tigris y el Eufrates nacen el uno junto al otro, corren luego paralelos, se acercan hasta unirse casi, toman nue-

vamente direcciones divergentes, convergen luego hasta juntar sus aguas y desembocan al fin siendo un solo río: así Pasteur y Metchnikoff encauzan sus estudios por sendas que alternativamente se acercan y se alejan, hasta llegar por último a juntarse. Los ríos gemelos de la Mesopotamia engarzan esta tierra como si fuese una esmeralda entre dos hilos de platino. Los trabajos de Pasteur y Metchnikoff forman como una tenaza entre cuyos brazos brilla aprisionada la candente brasa que se llama enfermedad.

El uno descubre los agentes infecciosos; el otro esclarece con brillante luz el mecanismo de la inmunidad. Los dos grandes descubrimientos se complementan de manera tan perfecta como podrá juzgarse por los párrafos siguientes:

> *«Si es terrible pensar que la vida pueda estar a merced de la multiplicación de los infinitamente pequeños, es consolador también esperar que la ciencia no permanecerá siempre impotente ante tales enemigos».*
>
> *«El parásito ataca secretando sustancias tóxicas o disolventes y se defiende paralizando la acción digestiva o expulsiva de su huésped. Este ejerce una acción nociva sobre el agresor, digiriéndolo o eliminándolo de su cuerpo y se defiende por medio de secreciones».*

Estas frases que van entre comillas por ser textuates, no son, como pudiera creerse, del mismo autor: la primera parte es de Pasteur, la segunda, de Metchnikoff.

Pasteur comienza por investigaciones químicas, hasta el día en que el estudio de la fermentación láctica lo coloca en el terreno de la biología. Metchnikoff comienza por estudios embriológicos hasta que el estudio de la digestión intracelular lo lleva al campo de la patología.

Pasteur es un espíritu analítico, mientras que Metchnikoff es un espíritu sintético. Del estudio general de las fermentaciones, Pasteur llega, poco a poco, y restringiendo el campo, al estudio de los gérmenes patógenos; Metchnikoff, por el contra-

rio, de estudios concretos sobre la digestión intracelular a través de la serie animal, llega a la concepción de su bella teoría fagocitaria.

Pasteur estudia las fermentaciones naturales, Metchnikoff estudia las fermentaciones intestinales. Pasteur aumenta el rendimiento de las fábricas por medio de fermentos puros. Metchnikoff también, por medio de fermentos puros, pone trabas a la vejez precoz.

Pasteur estudia las llamadas generaciones espontáneas, es decir, la aurora de la vida. Metchnikoff emprende el estudio de su ocaso: la muerte.

Estos espíritus parecen, pues, hermanos en todo lo que a ciencia pura se refiere. El arte fue para ellos campo no desconocido: Pasteur fue un amateur de la pintura y aún quedan varios retratos con su firma. Metchnikoff tenía tal sentimiento por la música de sus autores predilectos, que el escucharla lo hacía llorar de emoción.

En cuanto a creencias religiosas se refiere, la disparidad es completa. El concepto mismo de la vida fue para ellos diametralmente opuesto. Pasteur habla en uno de sus discursos del *«encanto y pasión»* de su vida. Para Metchnikoff el hombre actual no es otra cosa que un caso *«del dominio de la patología»* y si le sobra pasión, en cambio le falta el encanto. Pasteur establece una familia y sus hijos alegran su vejez. Metchnikoff se priva voluntariamente de esta dicha, pues para él un hombre conciente de la vida, que tenga hijos, es un criminal. Tal es su triste concepto de la vida.

Pasteur muere con el fervor de un creyente y sostenido por sus creencias religiosas que le hablan de una vida de ultratumba; Metchnikoff piensa que el hombre lleva en sí un instinto latente que hace sentir una verdadera necesidad de desaparecer completamente, de ser... nada; cree que el hombre, cuando llegue a la vejez natural, sentirá al fin un dulce deseo de morir, como sentimos actualmente tras un día de fatiga la necesidad del sueño.

Cuando Metchnikoff se prepara a morir, encarga a su amigo Salimbeni que haga el estudio de su cadáver. En tono de broma pide que lo quemen luego en el horno del Instituto que

sirve para quemar los animales de experiencia... Añadamos que esta era la tercera vez que se hallaba en trance de muerte, pues anteriormente había intentado suicidarse dos veces con intervalo de varios años.

Hoy día en el Instituto Pasteur se guardan los restos de los dos hombres de genio: hay una tumba en una capilla cristiana, en la cual manos piadosas conservan siempre la lámpara encendida como símbolo de fe; allí reposa Luis Pasteur. Un vaso guardado en la biblioteca del Instituto, contiene las cenizas de Elías Metchnikoff, recordando al visitante que somos polvo y al polvo volveremos.

San José de Costa Rica, IX, 1921.

Primera Parte: EL MEDIO

INFANCIA

El padre de Pasteur fue condecorado en los campos de batalla por Napoleón; a su vuelta todos sus haberes consistían en la condecoración y ya no encontró siquiera su antiguo hogar; vióse entonces obligado a ganarse la vida como curtidor. Una joven de valiente corazón, llena de entusiasmo, fue la esposa del obrero tenaz. De este joven matrimonio, el primogénito fue el niño Luis, que nació en 1822, trayendo a sus padres la alegría.

Como todos los obreros laboriosos y honrados, el curtidor quería para su hijo algo mejor que el duro oficio con el cual ganaba él su vida. La madre tenía para su Luisito sueños ambiciosos, pero de una ambición bien moderada, por cierto. Sus padres querían con orgullo dar al niño una bella instrucción.

En cuanto fue un escolar, su padre solícitamente le ayudaba a repasar sus lecciones. Poco más crecido ya, no hacía sus tareas escolares sino en el mínimum de tiempo para irse a casa de los vecinos a pintar retratos al pastel. En todas las casas lo recibían con regocijo y le daban el mote de «el artista».

Días más tarde, el joven se da cuenta de los sacrificios que se imponían sus padres para costearle su educación y entonces resuelve recompensar estos sacrificios distinguiéndose en el estudio. Abandona sus pasteles, no sin antes haber ejecutado el retrato de su madre, a quien quería con acendrada ternura.

Es en este momento, y cediendo a los consejos de su padre, cuando el joven Luis adquiere el gusto del estudio y la tenacidad en el trabajo que fueron la norma constante de su vida.

Para continuar sus estudios tuvo necesidad de dejar la tenería de Arbois donde pasó su infancia para ir a Besanzón.

—Si Luisito llegara a ser profesor en el colegio de Arbois, yo sería el hombre más feliz de la tierra, decía con frecuencia su padre.

Un militar de gustos epicurianos, amigo del juego y de disipar el dinero, perteneciente a la guardia imperial de San Petersburgo, fundó su hogar con la hermana de uno de sus camaradas de regimiento. Mujer espléndida, de rara belleza, de carácter alegre y vivo, muy inteligente y de corazón generoso; en ruso la llamaban «Milotchka», que significa encantadora.

Al cabo de algunos años de vida holgada y dispendiosa y sin nunca haber pensado en el porvenir, notaron que la fortuna de la esposa había sido ya totalmente disipada.

Lo peor era que tres hijos requerían que se pensara en su porvenir.

Decidieron entonces irse al campo a una vieja heredad del oficial. Este viaje no se decidió sino gracias a la tenacidad y energía de la esposa, que buscaba en el campo un refugio para sus hijos.

Junto con el matrimonio va una tía y un hermano del jefe de familia. Ya en el campo nace un cuarto hijo: Nicolás; dos años después, en 1845 y a pesar del deseo de no tener más descendencia, viene al mundo el último hijo: Elías Metchnikoff.

A medida que los niños crecían, sus relaciones con el padre eran cada vez menores; en cambio, con la madre eran estrechas y cordiales.

Los últimos dos niños: Nicolás y Elías, no se parecían; el primero era de movimientos lentos y graves. Elías, por el contrario, era tan nervioso, colérico y turbulento, que lo apodaron «Azogue».

La tía-abuela tenía predilección marcada por Nicolás, la cual desesperaba al pobre Elías. Cada vez que servían un pollo a la mesa, este seguía con angustia el plato, hasta que veía con dolor que la tía-abuela daba indefectiblemente a su hermano Nicolás los trozos que él deseaba para sí.

El niño no perdonaba a la tía esta predilección injusta en contra suya y en sus plegarias nocturnas pedía a Dios protección para todos, salvo para su tía-abuela.

Otra impresión dolorosa fue el ataque por campesinos ebrios que sufrió en un viaje su familia, a vista del niño. Este recuerdo se grabó en su espíritu de manera indeleble y siempre tuvo horror a las turbas y a la fuerza bruta.

Siendo como era, el más joven, no tomaba parte en los ejercicios físicos y juegos a que se entregaban su hermano mayor y camaradas, pues como era el más débil, salía siempre derrotado y esto hería su amor propio. Así, entonces, el niño bullicioso y alegre, «Azogue», en una palabra fue aislándose poco a poco, y por vía de eliminación, del medio que le tocó en suerte.

EL DESEO DE CIENCIA

Inmediatamente después de haber obtenido el título de bachiller en letras, Pasteur es nombrado ayudante en el mismo establecimiento. Comenzó entonces a preparar sus exámenes de Ciencias para ingresar a la Escuela Normal. Ya en ésta, empezó a sentir gran pasión por la química y como a su profesor le pareciesen molestas las continuas preguntas del joven estudiante vióse obligado a recurrir a los conocimientos de un farmacéutico de Besanzón que en otra ocasión había publicado un trabajo en los «Anales de Química y Física». Consiguió con este farmacéutico que le diese, a escondidas, algunas clases particulares de química.

En los exámenes de la Escuela Normal fue admitido, apenas, como «pasable»; no siendo esto de su agrado y aunque no contaba sino con 14 años de edad, resolvió trabajar un año más para obtener su título con una nota de más mérito. Así lo consiguió al año siguiente en París, donde fue a pasar su último año de estudios. De esta vez, Pasteur obtuvo ya el 4º lugar entre sus compañeros.

Pudo entonces seguir a su gusto los cursos de química de la Escuela Normal y a la vez los de la Sorbona, que tenía a Dumas como profesor de esta ciencia. Pasteur iba a pasar los

domingos a casa del preparador de Dumas. Su sueño dorado eran entonces las manipulaciones químicas; queriendo obtener fósforo, compró huesos que pulverizó y calcinó y que redujo con un calentamiento constante al horno desde las 4 de la mañana hasta las 9 de la noche. Esta era la primera vez que en la Escuela Normal se practicaban estas largas y pacientes manipulaciones.

Ya en el laboratorio, ya en la biblioteca, el joven Pasteur nutría su espíritu ávido siempre de conocimientos nuevos.

Cuando Elías Metchnikoff contaba solamente con seis años de edad vino al campo uno de sus hermanos mayores, que atacado de parálisis no pudo continuar sus estudios en la capital. Para que no perdiera el tiempo, los Metchnikoff trajeron a su casa de campo un preceptor: Hodunoff. Hacía con su alumno excursiones al campo, con objeto de estudiar la flora local. El niño Elías los acompañaba por vía de paseo, pero pronto se despertó en él tal interés por la botánica, que interesó vivamente al inteligente preceptor, quien tomó en serio al niño, y éste pronto conoció la flora de los alrededores.

Se despertó en él el deseo de enseñar, y para obtener alumnos daba a los demás niños todo el dinero que conseguía con tal de que vinieran a escuchar sus lecciones de botánica. A los 8 años su vocación estaba decidida.

Un día de su santo y a los 11 años de edad, estaba recogiendo animalillos en un estanque; cayó al agua y con grandes dificultades le salvaron la vida. Esa misma noche un incendio se declara en el pabellón de los niños y Elías es salvado por una ventana.

Siendo alumno de un liceo, aprendió el alemán para leer las obras escritas en esta lengua. A los 15 años cayó entre sus manos una obra de ciencias naturales ilustrada con láminas de seres microscópicos que lo impresionaron tan profundamente, que decidió dedicarse a su estudio.

Lleno de fervor científico, fue a visitar al profesor de anatomía comparada de Kharkoff, que era el lugar en que estaba

Elías. Para no parecer muy joven, se cambió su uniforme de liceísta por un vestido civil. Metchnikoff quería que en la universidad le permitieran estudiar el protoplasma. El profesor lo recibió fríamente y lo mandó a... continuar sus estudios de liceísta.

Metchnikoff, sin embargo, seguía con la pasión por los estudios de ciencias biológicas. Un día, en la lección de catecismo, el profesor notó que estaba embebido en la lectura y queriendo saber en qué se distraía, le quitó el libro; éste trataba de *«los cristales de las sustancias proteicas»*. El profesor de catecismo nada dijo, devolvió el libro y nunca más se inquietó por saber en qué se ocupaba Metchnikoff durante sus lecciones.

En este tiempo había obtenido un microscopio en calidad de préstamo; estudió los infusorios y creyó haber hecho descubrimientos sobre el desarrollo de estos animales. Redactó entonces una memoria que mandó al «Boletín de la Sociedad de Naturalistas de Moscou». Fue aceptada la memoria, pero pronto el mismo Metchnikoff constató que se había equivocado tomando fenómenos de degeneración por fenómenos de desarrollo; inmediatamente mandó suspender la publicación, mostrando así su gran respeto por la ciencia y por la verdad.

SUERTE DE LOS PRIMEROS DESCUBRIMIENTOS

El primer descubrimiento notable de Pasteur pertenece a las ciencias físicas. Acababan de describirse dos sales que a pesar de tener una misma fórmula química y arreglo parecido de sus átomos, actuaban diferentemente sobre la luz: una desviaba el plan de polarización a la derecha, la otra era neutra. Pasteur emprende el estudio de la cristalización de estas dos sales y llega a la teoría de la **disimetría molecular**, es decir que dos cuerpos químicos de igual fórmula y de igual arreglo de átomos pueden ser derechos o izquierdos, que *«pueden oponerse y no superponerse como las dos manos»*; la sal neutra estaba formada por cristales derechos y por cristales izquierdos.

El día de este descubrimiento decía Pasteur: *«Estoy tan feliz, que siento un temblor nervioso que me impide mirar nuevamente en el polarímetro»*.

El físico Biot se encargó de dar cuenta a la Academia de Ciencias del descubrimiento de Pasteur, pero antes lo había llamado a su casa y allí, en la cocina, hizo a Pasteur preparar sus sales de polarización diferente. Después de comprobar el éxito, Biot exclama: *«Mi querido hijo, tanto he amado las ciencias en mi vida, que esto me hace palpitar el corazón».*

Pasteur continúa sus trabajos sobre la cristalización; Biot presenta una comunicación a la Academia; felicita a Pasteur con tanto entusiasmo, que la esposa de Biot dice a Pasteur: *«Va a enfermar, no le hable más de sus trabajos, pues ya no vive desde que está Ud. descubriendo tan bellas cosas».*

A indicación de Arago, que en la Academia de Ciencias comparte el entusiasmo de Biot, la comunicación presentada se publica en una compilación de trabajos de la Academia, lo cual constituía un honor excepcional.

A Pasteur se le recibe en el mundo científico con los brazos abiertos y sus primeros encuentros son los de almas grandes y generosas.

Metchnikoff se dio cuenta de que la enseñanza en Rusia era deficiente y que era imposible hacer allí trabajos de laboratorio. Deseoso de continuar sus estudios, convence a sus padres de la necesidad de partir al extranjero. Se dirige a Alemania, pero, para desgracia suya, llega justamente cuando estaban en vacaciones. Busca la compañía de los estudiantes compatriotas suyos, pero estos lo reciben con tal frialdad y desconfianza, que Metchnikoff retorna violentamente a su país.

Allí continúa sus estudios en la universidad; para preparar su tesis de licencia, partió a Heligoland. Deseando asistir a un Congreso de naturalistas que debía llevarse a cabo pocos días más tarde, y careciendo de recursos, resolvió economizar en su comida lo necesario para alargar su permanencia y asistir al Congreso. En este Congreso conoció a Leuckart, que encantó a Metchnikoff, quien resolvió irse a trabajar bajo su dirección. Con este propósito consiguió una beca del Ministerio Ruso de Instrucción Pública.

Leuckart le permitió que trabajara solo en el laboratorio durante las vacaciones. Este tiempo lo empleó Metchnikoff en el estudio del grupo de gusanos llamados nemátodos. Descubre entonces un hecho de sumo interés, y absolutamente inesperado: ciertos gusanos de esta clase viven un tiempo libres y otro como parásitos; ahora bien, cuando son parásitos son hermafroditas y cuando libres, bisexuados, alternando siempre estas dos generaciones.

Cuando Metchnikoff, feliz con su descubrimiento, da cuenta de él a Leuckart, éste no le da crédito, pero al fin tiene que rendirse a la evidencia cuando le muestra todos los estados intermediarios. Sin embargo, era notorio que el reputado sabio alemán estaba visiblemente contrariado porque este descubrimiento se hubiera hecho en ausencia de él y sin estar bajo su dependencia.

Leuckart propone entonces al joven ruso hacer un trabajo de elaboración y publicarlo juntos. Para Metchnikoff fue esto una gran alegría y trabajó con tanto ardor, que fatigó en demasía la vista, viéndose obligado a suspender el trabajo. El mismo Leuckart le aconsejó que descansara algún tiempo. En efecto, fue a reunirse con uno de sus hermanos en Ginebra y allí pasó algún tiempo de descanso. A su vuelta al laboratorio, y de paso por Heildelberg, tropezó en la biblioteca con una memoria sobre los nemátodos, publicada por Leuckart, quien tranquilamente se apropiaba los descubrimientos de Metchnikoff.

El zoólogo Clauss le dijo que ésta era ya una vieja costumbre de Leuckart y lo instó a publicar una protesta, como efectivamente lo hizo.

Sin decir adiós, parte Metchnikoff saboreando el desengaño, la injusticia y la traición.

FUNDACION DE HOGAR

Pasteur fue nombrado profesor suplente de química en la Universidad de Estrasburgo. Este hecho tiene gran importancia en su vida, no por el profesorado mismo, sino porque allí, al cabo de algún tiempo, contrae matrimonio con María Laurent, hija del Rector de la Academia.

«Esta mujer distinguidísima ha tenido un papel importante en su existencia, una existencia de trabajo, de pensamiento y de lucha; afectuosa y abnegada, ha sido su apoyo en todos los momentos; y en su modesta casa, el maestro ha encontrado siempre la alegría que repara las fuerzas, realza el ánimo y preserva del enervamiento».

Su mujer y sus hijos, lo mismo que más tarde su yerno, fueron para él confidentes de sus penas, de los progresos de sus trabajos y de sus descubrimientos inmortales.

Metchnikoff, al llegar a Rusia fue nombrado profesor en Odesa, donde, como es de suponerse, tuvo un éxito enorme. Al fin de 1867 debía tener lugar en San Petersburgo un Congreso de naturalistas. Metchnikoff quiso que lo enviaran como delegado de la Universidad, pero su jefe, aunque no tenía allí ningún interés científico, se empeñó en que lo enviasen a él. Este egoísmo injustificado exaltó a Metchnikoff, que delató el hecho ante sus alumnos; éstos, que lo querían mucho, hicieron una manifestación en contra del viejo profesor.

Metchnikoff fue al fin al Congreso y allí sus trabajos llamaron suficientemente la atención para que le fuera ofrecido un puesto de profesor agregado en San Petersburgo.

Una vez en este lugar, conoció a Lussia Federovitch, con la cual contrajo matrimonio.

De una carta de Metchnikoff a su madre tomamos los siguientes párrafos que se refieren a su prometida y a su matrimonio.

«El hecho es que cuando yo tenía cualquier disgusto, ella lo calmaba con su actitud hacia mí».

«Aunque con previsiones sombrías para el porvenir (tú sabes que mi carácter no es para ver la vida color de rosa), no puedo dejar de creer que viviendo con Lussia tendré más calma, al menos por un tiempo bastante largo».

«Dejaré de sufrir de la misantropía que me ha invadido en estos últimos tiempos, y esto ya es mucho».

«Cuento con no tener hijos (es un embriólogo quien te habla)».

«Alégrate porque soy feliz ahora y desea que esto dure».

Desgraciadamente, esto no duró, pues su esposa estaba tuberculosa, no podía sufrir los inviernos de Rusia y Metchnikoff se vio a menudo obligado a enviarla a climas benévolos mientras él ganaba la vida de ambos.

Después de una ruda lucha con la muerte, la esposa de Metchnikoff murió, teniendo a éste a su lado.

Queda solo, con deudas, lleno de desaliento y sin esperanzas para el porvenir, gravemente enfermo de la vista y con la ceguera en perspectiva; no pudiendo encontrar consuelo en religiones que no siente, resuelve morir. Toma una gran cantidad de morfina, pero no sabiendo que las grandes dosis provocan náuseas, no muere, debido justamente a la gran dosis de veneno.

El interés de la ciencia lo concilia nuevamente con la vida, continúa sus trabajos y pasado el tiempo, une su vida a la joven que lo acompañó el resto de sus días, y que fue quien le sirvió de sostén material y moral en sus últimos años hasta su muerte; ella es quien nos hace el gran servicio de relatarnos la vida de su marido.

En las líneas que anteceden, hemos podido darnos cuenta de los medios tan diferentes en los cuales fueron iniciados Pasteur y Metchnikoff. El primero alentado al principio por sus padres, trabajando luego en la Escuela Normal y la Sorbona bajo el consejo de sabios ilustres; recibiendo sus primeros trabajos el aplauso y el apoyo moral que son en realidad los que deciden el porvenir, la mayoría de las veces, de las jóvenes inteligencias, que son naturalmente, en un principio, medrosas, susceptibles y sin la resistencia a los choques morales que sólo con los años se adquiere.

Añadamos a esto la tranquilidad del hogar, donde rodeado de esposa e hijos, puede confortarse y mirar tranquilo el porvenir, en el cual no se ha presentado aún ningún amago de tempestad.

En los tiempos en que Pasteur se iniciaba en las ciencias, tocaba a Francia pasar por un período de grandeza simbolizado en los nombres de Hugo, Cuvier, Lamartine, Arago, Balzac, Geoffroy Saint-Hilaire, etc., etc.

Todo esto debía repercutir en el alma de Pasteur, que debe haber tenido al principio y en su despertar intelectual, las ideas de paz, de tranquilidad y armonía en el universo.

Para Metchnikoff todo se pasó de manera diferente: lejos, solo, viviendo en una Rusia de amos y siervos, sin recursos materiales y sin apoyo moral, no encontrando en su país ni un laboratorio donde trabajar, teniendo que emigrar al extranjero donde le roban sus trabajos, sin nadie que le aliente en sus estudios, casado con una mujer enferma que pronto se muere. Todo parece conjurarse a su rededor para impedir que surja. Tanto es así, que él mismo supone que su amor a la ciencia no puede ser otra cosa que la herencia atávica de uno de sus antecesores.

Fácil es comprender que en estas circunstancias, el espíritu de Metchnikoff, chocando siempre contra los obstáculos del camino, viendo por todas partes desacuerdos, observando la tristeza y miseria de los habitantes de las estepas, viera en el primer relieve de la vida una gran desarmonía, que fue la que modeló para siempre su espíritu triste y mortificado. En su última conferencia nos decía Metchnikoff: *«A mí me ayudaron, es cierto, pero ya tarde y cuando mi cerebro no tenía su elasticidad primitiva».*

A pesar de la falta de recursos, de los continuos contratiempos y cuando todo parecía tocar a su fin, cantaba en el alma de Metchnikoff un fénix científico y de nuevo renacía a la vida.

Segunda Parte: CONVERGENCIA

DOS VIAJES CIENTIFICOS

El ácido racémico que había servido a Pasteur para sus descubrimientos sobre la disimetría de los cristales había sido obtenido por casualidad hacía tiempos y después ya nadie más lo obtenía; con gran disgusto de Pasteur, este cuerpo químico llevaba trazas de convertirse en un cuerpo de leyenda. Mas en una comida que reunía varios sabios alemanes y franceses, sabe Pasteur que un fabricante de ácido tartárico de Alemania, obtiene nuevamente el tan deseado ácido. Decide entonces ponerse a la pista del cuerpo químico, cueste lo que cueste. *«Iré hasta el fin del mundo, decía; es necesario que descubra la fuente del ácido racémico y que siga los tartaratos hasta su origen»*. Rogó a Biot y a Dumas que obtuvieran para él una misión del Ministerio de Instrucción Pública o de la Academia para investigar el origen del ácido; en su impaciencia quería dirigirse directamente al Presidente de la República, pues según él *«era cuestión de honor para Francia el que fuese resuelta por uno de sus hijos»*. Biot esperaba que la Academia diese a Pasteur dos mil o tres mil francos para estos gastos de investigación, pero Pasteur en cuanto recibió una carta de recomendación para el fabricante alemán, no quiso esperar más y parte en una frenética persecución del ácido racémico.

Una vez en la fábrica, sabe que allí reciben tártaros ya tratados y que no obtienen ácido racémico sino en cantidades insignificantes; pasa luego por varias ciudades, hasta que en Viena encuentra una fábrica en que trabajan con los productos brutos y allí encuentra el ácido codiciado en las aguas madres.

Un químico de Praga le anuncia que él fabrica el ácido racémico con ácido tartárico. Pasteur lo felicita, pero no cree en tal descubrimiento. Luego se convence de que el químico alemán estaba errado y que empleaba ácido tartárico impuro.

Un periódico de la época, relatando el viaje de Pasteur en busca de su ácido, decía:

«Jamás tesoro, jamás belleza adorada, fue perseguida a través de más caminos y con más ardor».

Todo el mundo estaba contento con los resultados obtenidos por Pasteur, menos Pasteur mismo, que no descansó hasta lograr obtener el ácido racémico, partiendo del ácido tartárico.

En este tiempo, Pasteur emprende investigaciones sobre el crecimiento de las plantas superiores sujetas a condiciones artificiales, pero no obtiene ningún resultado.

Si las plantas superiores fueron ingratas con Pasteur, no así las inferiores. Un hongo, el moho verdoso corriente, vino a instalarse en la serie de ácidos tartáricos del sabio y le ayudaba a transformarlos. Así, cuando crecía sobre el ácido paratartárico, se veía aparecer el ácido tartárico izquierdo.

Es este el día en que trabaron conocimiento Pasteur y los microorganismos.

Después de la muerte de su esposa, solamente el trabajo podía alentar a Metchnikoff. No pudiendo trabajar al microscopio a causa de su vista enferma, resuelve pedir una misión antropológica a la Sociedad de Geografía de Petersburgo.

Acostumbrado como estaba a establecer las relaciones de los diversos grupos de animales, de acuerdo con las relaciones de las larvas, le parecía a Metchnikoff que en el estudio de las diversas razas humanas debieran también establecerse sus relaciones con las diferentes edades del individuo. El quería así estudiar los samoyedos, que son los aborígenes más antiguos de Rusia. No pudiendo realizar esta expedición, tuvo que contentarse con otra hecha de cuenta propia a los kalmukos de Astrakán, raza también primitiva y de origen mongólico.

A Metchnikoff lo guiaba un cosaco que para procurarse caballos de repuesto, en cuanto se los negaban, mostraba a los campesinos un látigo de varias correas y los amenazaba. Entonces los caballos aparecían. Tal sistema contrariaba al principio a Metchnikoff, pero como no había otro, hubo de aceptarlo. Además le fue necesario soportar un gran desaseo, mala comida, hedionda a sebo, y un continuo aullar de perros. Metchnikoff encontró que los mongoles guardaban en su edad adulta las mismas proporciones del cuerpo que los niños de raza caucásica y que había en ellos un retardo de desarrollo. Volvió a Odesa, pero no pudiendo aún continuar sus estudios microscópicos, regresa a las estepas. Durante su permanencia con los kalmukos, notó la apatía e indolencia de que eran víctimas, debido a un envenenamiento crónico producido por la leche alcohólica fermentada que continuamente consumen. Los nuevos estudios justifican la correlación establecida por él entre la edad adulta de la raza mongólica y la infancia de la raza caucásica. Estos estudios llevaron a Metchnikoff al estudio del niño por una parte, y por otra, se aparece ante él por vez primera una raza atacada de envenenamiento crónico. Los estudios de estos envenenamientos lo llevaron más tarde al estudio de la vejez prematura.

FERMENTACIONES INDUSTRIALES Y FERMENTACIONES INTESTINALES

Hacía poco tiempo que Pasteur había sido nombrado decano de la facultad de Lila, cuando se presentó en esta ciudad una serie de desarreglos, de origen desconocido, en la fermentación alcohólica de la remolacha. Pasteur fue consultado y entonces comenzó el estudio de las fermentaciones. Lo primero que notó es que los «glóbulos» eran redondos cuando la fermentación seguía su curso normal, pero en cuanto comenzaban a producirse las alteraciones, aparecían unos bastoncillos en el mosto. Pasteur sabía que el físico Cagnard-Latour, en 1836, había notado que la levadura de cerveza está compuesta por células *«susceptibles de reproducirse por retoños y actuando probablemente sobre el azúcar por algún efecto de su ve-*

getación». Estas ideas fueron perdidas y en la época suponían que se trataba de formas que simulaban la vida, o ya que las levaduras no actuaban, sino comenzando por descomponerse a sí mismas, y luego arrastrando en su descomposición el resto de la masa en fermentación, es decir, que el concepto de vida no entraba para nada en estas teorías que eran, sin embargo, las sustentadas por hombres de ciencia de la talla del químico sueco Berzelius y del químico alemán Liebig.

Pasteur comienza el estudio de las fermentaciones con la leche agria; en ella encuentra unos corpúsculos, dotados de vida, que sembrados en otros líquidos podrían provocar su fermentación. Da cuenta primero a la Sociedad de Ciencias de Lila y después a la Academia de Ciencias de París de su descubrimiento, que establece la teoría vital de las fermentaciones.

Pasteur es nombrado Administrador de la Escuela Normal de París que necesitaba de un espíritu hábil para que la decadencia no la llevara a la muerte.

Es en esta Escuela, situada en un barrio pobre de París y en un pésimo edificio, donde Pasteur arregla para laboratorio dos piezas desocupadas e incómodas; en este lugar continúa sus estudios sobre la fermentación alcohólica; encuentra que ésta debe reunirse con la fermentación láctica, pues ellas *«se aclaran y completan mutuamente»*; *«el desdoblamiento del azúcar en alcohol y anhídrido carbónico es un acto correlativo a un fenómeno vital, de una organización de glóbulos»*.

Al estudio de la fermentación alcohólica era natural que siguiera el estudio de la fermentación acética. Pasteur descubre el microorganismo que viviendo sobre el vino y otros líquidos alcohólicos, fija el oxígeno del aire sobre el alcohol y lo transforma en vinagre. Determina las condiciones de su vida y perfecciona los métodos de obtención del vinagre, prestando así un gran servicio a la industria.

La última faz de las fermentaciones era la putrefacción y Pasteur emprende también su estudio. Cuando estudiaba la fermentación láctica, halló otro microbio que transformaba el ácido láctico, produciendo ácido butírico. –El nuevo ser se diferenciaba de los demás en que para vivir, debía permanecer alejado del aire. Pasteur había, pues, descubierto los microbios anae-

robios y conocido su papel en una faz de las fermentaciones. Su espíritu analítico concibió inmediatamente las putrefacciones como el efecto de la vida de los infinitamente pequeños, sucediéndose unas generaciones a otras. Los aerobios comenzaban la tarea, para ser luego sucedidos en su constante trabajo de descomposición, por otras especies hasta llegar a los anaerobios.

Metchnikoff sabía que el intestino del hombre alberga y sirve de medio de cultivo a una infinidad de especies microbianas; allí se lleva a cabo una serie de fermentaciones. ¿Son estas útiles? ¿Son nocivas? Ya Pasteur había propuesto el problema: ¿Podría un animal vivir al abrigo de los microbios? *«Yo emprendería este estudio dice, con el pensamiento preconcebido, de que la vida en estas condiciones se volvería imposible».*

Metchnikoff, en su calidad de zoólogo, pasa en revista la serie animal para buscar un buen tema de estudio; piensa en las rusetas, grandes murciélagos frugívoros cuyo tubo digestivo no tiene depósitos para retener los alimentos y en los cuales las materias ingeridas son expulsadas una hora después. En ellos no hay, pues, tiempo de que las fermentaciones microbianas se lleven a cabo; su flora intestinal es muy pobre, casi nula. Estos animales, como lo había supuesto Metchnikoff, alcanzan una gran longevidad; sin el concurso de los microbios pueden digerir todos sus alimentos, incluso la celulosa. Una vez convencido de que los microbios no son indispensables a la digestión, estudia su papel en el organismo. Sabido es que la ingestión de productos putrefactos es venenosa; Metchnikoff encuentra en el intestino varias especies de microbios putrificantes que elaboran productos muy tóxicos. Si a un animal en buena salud se le administran estos productos, pronto se ve aparecer en él la arterio-esclerosis, o sea el endurecimiento de las arterias que transforman sus paredes elásticas en paredes quebradizas. Se producen también otras degeneraciones orgánicas de la misma clase que las que produce la vejez. Los microbios del intestino nos pagan la hospitalidad que les ofrece nuestro tubo digestivo, envenenándonos lentamente.

Metchnikoff se propuso encontrar el modo de impedir que estos microbios vivan en nuestro intestino. Como las especies putrificantes necesitan para vivir un medio alcalino, pensó que si encontraba el modo de acidificar el intestino sin perjudicar el organismo, se obtendría la desaparición de las especies nocivas. Inmediatamente le viene a la memoria la leche agria. Todo el mundo sabe que en vez de podrirse, como la sangre, por ejemplo, la leche abandonada al aire lo que hace es agriarse; los microbios de la fermentación láctica son antagonistas de los de la putrefacción. Concluyó, que la ingestión de leche agria, conteniendo microbios productores de ácido, era útil al organismo, pues una vez en el intestino, impedirían el desarrollo de las especies nocivas que necesitan un medio alcalino.

Esta hipótesis parecía confirmarse por el hecho de que muchos pueblos que consumen gran cantidad de leche cuajada, están compuestos por individuos que alcanzan una gran longevidad: tal es el caso en Bulgaria. Metchnikoff comenzó a probar en sí mismo y en las personas que quisieron imitarlo, el efecto de la leche agria: los resultados fueron excelentes, muchos médicos comenzaron a recomendarla, hasta el punto de que se establecieron pronto fábricas de leche agria, preparada con los bacilos búlgaros, que parecieron los mejores. Hoy en día se encuentran en el comercio hasta cultivos de estos bacilos para preparar en la casa una buena leche agria. Metchnikoff establece así la bacterio-terapia.

Para él, acostumbrado a ver por todas partes desacuerdos de la naturaleza, el intestino grueso, que no digiere, pero que sí absorbe los venenos que se forman en él, es no solamente inútil sino perjudicial. Muchas estadísticas quirúrgicas muestran gran cantidad de casos en que sin intestino grueso funcional, la persona continúa viviendo perfectamente. Metchnikoff supone que nuestro intestino grueso es una *«herencia inútil legada por nuestros antecesores animales»*, *«se concibe cómo un órgano que se ha vuelto inútil contribuye a abreviar nuestra existencia»*. Hace poco tiempo se estableció en Estados Unidos una clínica en la cual se dedicaban a retirar de los pacientes unos cuantos centímetros, a veces decímetros, de intestino, con el objeto, según decían, de curar la epilepsia. Metchnikoff nunca aconsejó esta clase de poda, pero sí nos enseñó a modificar la flora intestinal.

LA INFECCION MICROBIANA

Roberto Bayle, físico inglés del siglo XVII, había escrito estas palabras proféticas:

> *«El que pueda sondear hasta el fondo la naturaleza de los fermentos y las fermentaciones, será sin duda más capaz que otro cualquiera de dar una explicación de los diversos fenómenos mórbidos, tanto de las fiebres como de otras afecciones. Estos fenómenos no son jamás bien comprendidos sin un conocimiento profundo de la teoría de las fermentaciones».*

El que pudo *«sondear hasta el fondo la naturaleza de las fermentaciones»* aparece un siglo más tarde y se llama Luis Pasteur.

La primera enfermedad de origen microbiano estudiada por él, es la del gusano de seda, causada por un protozoario y de carácter hereditario. El nombre más conocido de esta enfermedad es el de pebrina (de pebré, que significa pimienta en el dialecto del Languedoc). Todo mundo sabía que las orugas, ninfas y adultos, presentaban estas manchas oscuras parecidas a polvo de pimienta, pero antes de Pasteur nadie había creído que las manchas fueran microorganismos y mucho menos que fuesen ellos la causa de la enfermedad. Él pudo demostrar cómo se contagiaban las orugas lesionándose unas a otras con las patas y también cómo se producía el contagio por medio de los alimentos ensuciados con excrementos de gusanos enfermos. Durante sus estudios sobre la pebrina, Pasteur tropieza con otra enfermedad de los gusanos causada por bacterias.

El método de examen microscópico, preconizado por Pasteur para saber si los huevos estaban infectados o no, tuvo muchos detractores; ya en ese tiempo no faltó quien compadeciera al Estado que gastaba sus dineros encargando a «un químico» de cosas que no entendía y que deberían estar en manos de zoólogos y médicos. Hubo quien habló de que Pasteur fue obligado a abandonar el campo de sus trabajos apedreado por las gentes...

Todo esto no era más que los primeros ruidos que anunciaban una tempestad lejana que más tarde desencadenaría toda su furia, cuando Pasteur tratase de la patología humana y los gérmenes infecciosos.

Para darnos cuenta de la significación de la intervención de las doctrinas microbianas en patología humana, nada mejor que considerar las creencias sustentadas en medicina antes de Pasteur.

La doctrina «del contagio» sostenida durante algún tiempo por el mundo médico, había cedido su lugar, en Francia, a la teoría de «la infección». El secretario perpetuo de la Academia de Medicina de París, decía en 1895 que esta teoría de «la infección» era *«una de las más profundas de la patología contemporánea, basada en hechos fuera de duda»*.

Según esta teoría, las diversas enfermedades pueden nacer de pronto, bajo condiciones locales insalubres, tales como putrefacciones animales o vegetales, aglomeración de enfermos o individuos sanos sometidos a fatigas exageradas, alimentación defectuosa, etc. Según los lugares, climas y estaciones, las mismas causas pueden engendrar las más diferentes especies morbosas: fiebre amarilla, tifus, cólera, y luego extenderse con tanta rapidez que dan la ilusión del contagio. Las enfermedades podían ir fuera de su lugar de origen, por medio de «miasmas» exhalados por los enfermos. «La presencia de un enfermo atacado del cólera, se decía en la Academia de Medicina, no es de ninguna manera necesaria a la propagación del cólera y nada añade a su poder de expansión».

El muermo era el tipo de la enfermedad que se podía hacer nacer espontáneamente en los caballos por la sola miseria fisiológica. Fue en vano que Rayer mostrase en 1837 que el muermo del caballo fuese trasmisible al hombre y viceversa. El presidente de la Academia defendía las ideas de Rayer, pero un colega lo desafió a que le permitiese someter a un trabajo forzado su hermoso tronco de caballos para verlos enfermar de muermo. Cuando al presidente de la Academia se le habló de poner a prueba los caballos de su propiedad, prefirió renunciar a seguir sosteniendo la contagiosidad del muermo.

La rabia y el carbón eran espontáneos. La sífilis provenía del abuso sexual. Se había pretendido inocular la sífilis sistemáticamente a todos los niños como si se tratase de vacunarlos, y con el objeto de prevenir la enfermedad; así por medio de una sifilización artificial y universal, ¡se acabaría con la sífilis en el mundo!

Ya en 1863, Davaine, leyendo una nota de Pasteur sobre el fermento butírico, tiene la clarividencia de que los agentes del carbón son los «bastoncillos» que él en compañía de Rayer habían visto en la sangre de los animales atacados de carbón.

En 1867, Lister, el célebre cirujano inglés, después de meditar sobre la teoría de los gérmenes de Pasteur, establece la antisepsia en sus operaciones quirúrgicas.

En Francia, en los hospitales de los heridos y amputados de la guerra de 1870, *«el pus parecía germinar por todas partes, como si hubiese sido sembrado por el cirujano»*.

Pasteur, que ya en este tiempo pertenece a la Academia de Medicina, a cada instante oportuno alza su voz en defensa de la teoría de los gérmenes infecciosos.

La cuestión del carbón había sido debatida por más de una década, hasta que Pasteur demostró que la bacteridia, después de ser «sembrada» en un caldo apropiado, donde se multiplicaba, y tomando de este caldo una gota y sembrándolo en un segundo frasco de cultivo, tomando de éste una gota para un tercer frasco, y así hasta cuarenta, conservaba su carácter virulento y al ser inoculada reproducía la enfermedad con todo su cortejo de síntomas. Muestra también que los experimentadores que habían obtenido la muerte de animales sin que aparecieran las bacterias típicas del carbón, lo que habían hecho era provocar una septicemia por inoculación de otros gérmenes diferentes; esto explicaba el desacuerdo. A propósito del carbón, establece una célebre experiencia: las gallinas son naturalmente refractarias al carbón, pero sometiéndolas a un enfriamiento prolongado, lo contraen. Esta al parecer simple diversión de laboratorio, tendría más tarde una importancia capital y explicaría el comportamiento de muchas enfermedades. Estudia luego los microbios de los furúnculos, del pus de los huesos y de las fiebres puerperales; venciendo su sensibilidad y repugnancia iba

todos los días a los hospitales en compañía de sus alumnos Roux y Chamberland.

Estudiando el cólera de las gallinas, a las cuales inoculaba cultivos frescos, de 24 horas, con resultados positivos, un día, en vez de inocular el cultivo fresco, por casualidad, inyecta un cultivo viejo; con gran sorpresa suya constata que la gallina enferma, pero levemente, y que luego puede resistir una dosis mortal de cultivo fresco. Esta observación es el punto de partida de la atenuación de los virus y de la vacunación. Pasteur compara estos hechos con los relativos a la vacuna de Jenner contra la viruela, y piensa en crear los virus-vacunas que pudiesen preservar a la humanidad de las enfermedades infecciosas.

Por este tiempo se entabla en la Academia de Medicina una serie de discusiones a propósito de la vacuna animal y la viruela humana; el adversario más empecinado que Pasteur debía combatir era Guerin. Refiriéndose a él, decía Pasteur en una sesión de la Academia: «*En adelante quedamos los dos frente a frente y veremos cuál sale más malparado de esta lucha*». Luego lo puso tan en ridículo, que Guerin se levantó para abalanzarse sobre Pasteur. La sesión de la Academia acaba en tumulto y Pasteur recibe dos testigos de Guerin, que quiere provocar un duelo. Esta es una de las escenas que aprovecha Sacha Guitry en su pieza «Pasteur», representada por primera vez en el teatro del Vaudeville de París, en 1919.

Pasteur logra obtener una vacuna contra el carbón, que experimenta en gran escala en Melun, donde a iniciativa del veterinario Rossignol, se obtiene un rebaño de carneros. Este mismo Rossignol escribía en tono de burla poco tiempo antes de la experiencia: «Solamente el microbio es la verdad eterna, y Pasteur es su profeta». El resultado admirable de las experiencias es una de las victorias más visibles de Pasteur.

Protozoarios patógenos del gusano de seda, bacterias aerobias del carbón, anaerobias de la septicemia, virus atenuados, habían ya pasado por las manos de Pasteur. Para que se completara la constelación de descubrimientos faltábale manipular lo que hoy se llama **virus filtrantes**, seres para los cuales el microscopio es aún un instrumento grosero que no logra

hacerlos visibles. Este virus llega también a su turno y es el de la rabia. Un fragmento de médula espinal desleído de un perro muerto de rabia, aunque no tenga microbios visibles, inoculado en el encéfalo de otro perro, reproduce la enfermedad con una incubación de dos semanas. Después de pasajes repetidos, el período de incubación va decreciendo, hasta llegar a una semana. Así es descubierta la exaltación de la virulencia por pasajes sucesivos y la obtención de «virus fijos». Deseando disminuir la virulencia de estos gérmenes invisibles e incultivables, Pasteur recuerda que el oxígeno del aire disminuyó la virulencia del microbio del cólera de las gallinas. Entonces somete a desecación, al aire, médulas de conejo muerto de rabia y constata que la virulencia de estas médulas va paulatinamente disminuyendo. Si a un animal se le inyectan sucesivamente y a dos días de intervalo, virus provenientes de médulas desecadas durante 14, 13, 12, etc. días, puede llegarse a inyectar el más exaltado virus y el animal resiste. La vacuna antirrábica estaba creada.

De los mordidos por perros rabiosos y salvados de una muerte horrible, hay uno cuyo recuerdo vive en bronce. A la entrada del Instituto Pasteur hay una escultura que representa al pastor Jupille, de 15 años, luchando con un perro rabioso; esta lucha fue aceptada por el niño heroico, que quiso sacrificarse por salvar a sus compañeros menores que él; el sacrificio no se consuma, pues Pasteur devuelve al niño, en nombre de la ciencia, el don precioso de su vida generosa; más tarde el arte perpetúa en bronce este momento de sublime desprendimiento.

DEFENSA DEL ORGANISMO

Pasteur había obtenido lo que hoy se llama «vacunación de los medios de cultivo»: desembarazaba de gérmenes, por la filtración, un caldo de gallina en el cual había cultivado el microbio del cólera de las gallinas; si en este caldo se volvía a sembrar el mismo microbio, se constataba que su desarrollo no se llevaba a efecto. Si se añadían sustancias nutritivas nuevas, entonces el caldo sí era susceptible de cultivar el microbio; se trataba, pues, de sustracción de sustancias útiles y no de pro-

ducción de secreciones nocivas. Una gallina vacunada con un cultivo atenuado, debería ser considerada como un medio de cultivo natural, al que los microbios atenuados sustraían sustancias, y por eso dejaba de ser receptible al microbio virulento, pues el organismo de la gallina no les puede suministrar todas las sustancias necesarias a su desarrollo. Esta era la explicación química dada por Pasteur a los fenómenos de inmunidad adquirida; en cuanto a la inmunidad natural, que es innata, él suponía que se debía a la «resistencia vital»; entendía por esto, que las células del organismo, ávidas de sustancias nutritivas y de oxígeno, como los microbios que la infectan, acaparan para ellas solas las sustancias nutritivas, sin dar tiempo a los microbios de nutrirse y condenándolos, por lo tanto, a morir de inanición, se colocaba en el terreno darwiniano de la lucha por la vida –en este caso particular, lucha por el alimento.

Más tarde, cuando Metchnikoff formula su teoría fagocitaria de la inmunidad, Pasteur mismo es uno de sus adeptos.

Metchnikoff estudiaba en la serie animal el origen del intestino y de la digestión intracelular, pues presentía que la solución de estos problemas llevaría a resultados generales de gran importancia. El estudio de las medusas lo llevó a la conclusión de que el *mesodermo* tenía una función digestiva primordial. En algunos animales la única digestión que se lleva a cabo es la digestión intracelular; en otros aparece ya un tubo digestivo, pero las células mesodérmicas conservan siempre su facultad de digestión intracelular. Si se introducen en el organismo granos de carmín, estas células se agrupan a su rededor.

Estos hechos eran los precursores del nacimiento de la teoría fagocitaria; el mismo Metchnikoff describe su eclosión:

> *«Descansaba de los acontecimientos que provocaron mi dimisión de la Universidad y me entregaba con pasión al trabajo en el cuadro espléndido del estrecho de Mesina. Un día que toda mi familia había ido al circo a ver monos extraordinariamente educados, quedé solo al microscopio y observaba la vida de las células móviles de una larva transparente de estrella de mar, cuando un nuevo pensamiento me iluminó de pronto.*

»Tuve la idea de que células análogas debían servir a la defensa del organismo contra intrusos.

»Sintiendo que había en esto algo de gran interés, tuve tal emoción que me puse a caminar a grandes pasos y me fui hasta la orilla del mar a juntar mis pensamientos.

»Si mi suposición fuese justa, yo decía: una astillita introducida en el cuerpo de una larva de estrella de mar que no tiene ni vasos sanguíneos ni sistema nervioso, debía ser muy pronto rodeada de células móviles, así como se observa en el hombre que tiene una astilla en un dedo. Dicho y hecho.

»En el jardincito de nuestra casa, donde algunos días antes habíamos hecho para los niños un árbol de Navidad, tomé varias espinas de rosa para introducirlas enseguida bajo la piel de soberbias larvas de estrella de mar, transparentes como el agua.

»Muy emocionado, no dormí en toda la noche en espera del resultado de mi experiencia y al día siguiente, muy de mañana, constaté con alegría que mi experiencia había tenido éxito.

»Esta experiencia sirvió de base a la teoría fagocidaria, a la cual dediqué los 25 años siguientes de mi vida».

Esta experiencia, tan simple en sí misma, impresionó a Metchnikoff, por la analogía del fenómeno, con el de la formación del pus. Estos glóbulos de pus, no son, en efecto, otra cosa que los leucocitos o glóbulos blancos de la sangre, es decir *células móviles de origen mesodérmico*. La diferencia que hay entre los animales superiores y los inferiores, es que, en los primeros, el fenómeno se complica por la presencia de vasos sanguíneos y del sistema nervioso. El hecho esencial de la inflamación se presenta a Metchnikoff como una reacción de las células móviles, mientras que los fenómenos vasculares y nerviosos (el rubor-calor-dolor, descripción arcaica de la inflamación), no eran sino fenómenos accesorios. La expresión más simple del fenómeno de inflamación, sería, pues, *«una reacción de las células mesodérmicas contra un agente exterior»*.

En el hombre, pensó Metchnikoff, son los microbios los que más frecuentemente provocan la inflamación; es, pues, contra estos intrusos que debe dirigirse la lucha de las células móviles del mesodermo o sean los glóbulos blancos de la sangre; por su origen estas células deben gozar de la propiedad de digerir, deben por lo tanto, *digerir los microbios* y traer la curación.

La inflamación no es como se había creído hasta entonces, un fenómeno nocivo, antes bien una reacción curativa, y los síntomas mórbidos no son otra cosa que el resultado de la lucha que entablan los microbios que invaden y los leucocitos que defienden.

Para verificar estas conjeturas se pone a estudiar el englobamiento de los microbios por las células mesodérmicas de la larva de estrella de mar y otros invertebrados marinos que inocula.

Virchow, el padre de la patología celular, examina las preparaciones de Metchnikoff y hace la crítica de sus experiencias, que encuentra muy concluyentes, aunque vayan contra todo lo aceptado, pues se creía que el pus servía como medio de cultivo a los microbios, a los que servía de vehículo, para llevarlos a todas partes e infectar así las partes sanas del organismo.

En una reunión de zoólogos en que estaban Clauss y otros colegas, Metchnikoff pide que le traduzcan en griego las palabras «células devorantes». Es en esta reunión, y sirviendo Clauss de padrino, que los glóbulos blancos son bautizados con el nombre de *fagocitos*.

Comienza luego el estudio de la fagocitosis en las enfermedades, primero en pequeños crustáceos de agua dulce: en las pulgas de agua, atacadas por hongos; luego en los animales superiores y constata que la bacteria del carbón, una de las pocas bien conocidas en la época, es fagocitada si es una bacteria atenuada, pero que los fagocitos no atacan las bacterias muy virulentas. Constata, además, que la fagocitosis es muy activa en los animales refractarios, lo contrario sucede en los animales receptibles. En un animal previamente vacunado contra una especie microbiana, la fagocitosis es muy activa contra esa especie, no así en el animal nuevo.

Metchnikoff explica la vacunación por un hábito progresivo de los fagocitos, a luchar contra especies bacterianas cada vez más patógenas.

Estos resultados se publicaron en 1884 en el «Archivo» de Virchow. Este sabio, que comprendía el alcance de la teoría fagocitaria, esperaba una pronta réplica; sin embargo, nadie la había tomado en cuenta...

Ya en 1886 comenzó a hacer algún ruido la teoría fagocitaria y comenzaron a levantarse voces para combatirla.

Metchnikoff vuelve a Rusia, a la estación bacteriológica de Odesa, pero allí, como no es médico, estos le hacen mala atmósfera y le obligan a partir. Para Metchnikoff, como él decía, *«los obstáculos venían de arriba, de abajo y de todos lados»*.

Así como Pasteur, mientras fue *«el químico Pasteur»*, no encontró enemigos furibundos, pero tan luego como entró en el estudio de la patología, éstos se multiplicaban con la rapidez de los microbios que descubría, y como si su virulencia fuese exaltándose hasta llegar a la hidrofobia; así Metchnikoff, mientras fue un simple zoólogo, pudo respirar un ambiente científico sereno, pero en cuanto la teoría fagocitaria lo llevó al terreno de la patología, la lucha fue cruda.

No pudiendo Metchnikoff continuar su trabajo en Rusia, decide partir al extranjero en busca de un laboratorio adecuado a sus investigaciones. En París se encontró, según él mismo escribe, con *«un viejo de estatura más bien baja, atacado de hemiplejía izquierda, de ojos grises muy penetrantes, con barba y bigote cortos y cabellos grises recubiertos de un birrete negro»*; era Pasteur. Le habló en seguida a Metchnikoff de la cuestión que lo apasionaba: la lucha del organismo con los microbios. *«Yo me puse en seguida de parte suya, le dijo, pues desde hace largo tiempo me ha sorprendido la lucha entre diversos organismos microscópicos que he tenido la ocasión de observar. ¡Creo que Ud. va por el buen camino!»*.

Pasteur ofrece a Metchnikoff un laboratorio. Allí sigue todo el resto de su vida.

El Instituto Pasteur abrigará los dos genios: el que comienza el capítulo de la infección microbiana, y el que la concluye con el estudio de la lucha en el organismo.

Tercera Parte: ANALISIS Y SINTESIS

TRABAJO DE ANALISIS

Un problema de gran magnitud fue el primero que se presentó a Pasteur en cuanto abordó el estudio de las fermentaciones. Este problema era el de las generaciones espontáneas. El había visto que en ciertas condiciones aparecían ciertos gérmenes vivientes, que a éstos sucedían otros, que estos gérmenes no eran los testigos, sino los actores de la transformación de la materia en los líquidos en fermentación. ¿Pero estos gérmenes de dónde venían? ¿Nacían espontáneamente de los líquidos o cuerpos que fermentan? Pasteur no lo creía y él sabía ya bien que un germen dado, sembrado en medio diferente del que fue extraído, podía continuar su trabajo de dislocar las moléculas de los cuerpos, así fuesen sintéticos, siempre que en los nuevos medios de cultivo, hubiere las sustancias por él apetecidas. Los microbios poseían, como si dijéramos, cierta personalidad que se transmitía a las generaciones sucesivas. Jamás vio Pasteur que los fermentos lácticos hicieran el trabajo de los fermentos butíricos o viceversa, y él podía a su voluntad poner una u otra especie microbiana. No viendo jamás transformarse un microbio en otro, menos fácil le parecía que lo no vivo se transformara en materia viva. Es entonces cuando comienza el estudio de los casos considerados por la ciencia de la época, como pruebas irrefutables de las generaciones espontáneas. Pasteur sentía la necesidad de abordar el problema por arduo que fuera. Sin ver claro en este asunto, sus trabajos de las fermentaciones se sostendrían sobre bases falsas. Es en vano que Biot, que era como un padre con Pasteur, tratase de disuadirlo y viera hasta con espanto el tenebroso abismo que quería

sondear. Según Biot, era esto *«empresa quimérica de un problema insoluble»* y quería exigir de Pasteur la promesa formal de no obstinarse en esta clase de estudios; más todo intento de persuación es vano, cuando Pasteur empuña el báculo de Edipo.

El Director del Museo de Historia Natural de Rouen, Pouchet, trajo a discusión la cuestión de las generaciones espontáneas, con una nota dirigida a la Academia sobre los *«proto-organismos vegetales y animales nacidos espontáneamente en el aire artificial y en el gas oxígeno»*.

Pasteur comienza por estudiar los gérmenes que pudiera transportar el aire; para esto se ingenia la manera de pescarlos a su paso: hace pasar el aire a través de un tubo en cuyo centro había un tapón de algodón, que hacía las veces de red de pescar. En este algodón se depositaban los corpúsculos llevados por el aire; en medio de polvo inorgánico, encuentra gérmenes y esporas de microbios. Si el aire así filtrado era el único que llegaba a estar en contacto con líquidos putrescibles, éstos, si estaban exentos de gérmenes, no se descomponían; pero bastaba introducir un pedacito del filtro de algodón, para que la descomposición comenzase. Después de un año de estudio, llega a la conclusión de que nada en el aire puede engendrar la vida, sino estos gérmenes que flotan en él. Cada experiencia de Pasteur es incriminada de error. Si se provoca la descomposición de un líquido sembrado con un pedacito del filtro de algodón, es, dicen porque la sustancia orgánica del algodón engendra los gérmenes. Entonces cambia Pasteur el algodón por amianto, y aun hace más: en frascos de cuello delgado y retorcido puede guardarse sin descomponerse un líquido putrescible si se hace hervir un tiempo adecuado para matar los gérmenes que contiene; si se deja expuesto al aire, los gérmenes se depositan en las curvaturas del tubo sin llegar al líquido, pero si el frasco se inclina de manera que el líquido llegue a la curvatura en que se depositan los gérmenes, la descomposición comienza.

La estatua de Pasteur en el patio de la Sorbona, lo representa contemplando uno de estos globos con cuello de cisne, que echaron por tierra las creencias en las generaciones espontáneas.

Ya desde este momento piensa en sus estudios para el porvenir *«lo que más deseable sería, dice, es llevar bastante lejos estos estudios para preparar el camino a una seria investigación sobre el origen de ciertas enfermedades»*.

Pasan más de diez años y cuando es elegido miembro de la Academia de Medicina en 1873, dice a sus colegas: *«Mi programa os lo puedo decir en dos palabras: he buscado durante 20 años, y busco todavía, la generación espontánea propiamente dicha... Si Dios lo permite buscaré durante 20 y más años la generación espontánea de las enfermedades trasmisibles»*.

La célebre frase que llegó a constituir la pesadilla de Pasteur: *«la enfermedad nace en nosotros, de nosotros, por nosotros»* es la que resume las creencias de los médicos entre los cuales iba a iniciar sus luchas.

En 1877, en una nota presentada por Pasteur a la Academia de Medicina, leemos las frases siguientes:

> *«La Academia sabe que la hipótesis de la generación espontánea, que ha sucumbido en el laboratorio bajo todas sus formas, busca hoy un refugio en las oscuridades de la patología»*.

Las notas que presenta sucesivamente a la Academia, van aumentando el número de enfermedades que no pueden ser atribuibles a causas espontáneas, pues el microbio que las produce va siendo aislado, estudiado y conocido. Es un último esfuerzo contra la teoría microbiana de las enfermedades infecciosas, convenir en que los microbios sí existen, pero que están allí *«como testigos y no como cómplices, menos aun como reos»*. Pero ya Pasteur podía decir en estos tiempos: *«La teoría de los gérmenes parece sentir placer en jugar con sus adversarios. Agranda sus conquistas y fortifica sus métodos. No se detendrá su marcha, ni en Francia, ni en el extranjero: un soplo de verdad la lleva hacia los campos fecundos del porvenir»*.

TRABAJO DE SINTESIS

Por el método contrario fue, poco a poco, llegando Metchnikoff al estudio de la *ortobiosis;* así llama él la larga vida que

debiera disfrutar el hombre. Vida de armonía y de acuerdo entre la edad y los instintos que prevalezcan. A esta época de promisión, cree Metchnikoff que la ciencia llevará algun día la pobre humanidad atormentada.

Anatole France dice que la vida del hombre debiera ser como la de las mariposas, un período de larva para estar sujetos a la tierra, trabajar, instruirse y acumular energías sin que nada nos distraiga, como hacen las orugas; un período de reposo como la ninfa del insecto, que prepara el último estado; el de las brillantes alas, en que ya la nutrición no es necesaria, en que se vive más en el aire que en la tierra, embriagándose en la luz y en el amor...Esto es *ortobiosis.*

El biólogo ruso desde su infancia se interesó por todos los fenómenos de la vida; de niño se apasiona por las plantas, a los 15 años el estudio de los seres microscópicos despierta en él una pasión tan grande por las formas primitivas, que desde este momento se decide el futuro de su vida. Es también entonces cuando adopta el plan general de trabajo que lo guió siempre: partir de lo simple para llegar a lo complejo, es decir un trabajo de síntesis.

El estudio de las ideas evolucionistas lo hace buscar las relaciones que tienen los animales inferiores con los otros grupos, y se empeña en encontrar la continuidad de fenómenos. El estudio de la embriología se prestaba perfectamente para aplicar el método favorito suyo: partir de lo simple para llegar a lo complicado, y permitía seguir el desarrollo de cada uno de los órganos, sin que llegaran en el período embrionario intervenciones muy bruscas del medio como sucede en los animales adultos. Siguiendo estos estudios, encuentra una unidad de plan en toda la serie animal: una vez comenzada la segmentación del huevo, sigue siempre la formación de capas o envolturas embrionarias. Metchnikoff contribuye con sus estudios a echar las bases de la embriología comparada. A él se debe la constatación de la continuidad embrionaria a través de la serie animal. Estableciendo esta continuidad de los órganos y de sus funciones, aprende a conocer las células que formarán los órganos. Algunas de estas células móviles y que engloban los cuerpos extraños, tienen una similitud que salta a la vista con

los animales unicelulares desprovistos de membrana, tal como las amebas, que también engloban de igual manera los cuerpos de los cuales de alimentan; a la similitud morfológica debía corresponder similitud fisiológica. Había notado, además, que los seres unicelulares engloban los cuerpos extraños aunque no sea para alimentarse. Demuestra que muchos animales tienen como función normal digestiva la digestión intracelular; como hay captura de todo cuerpo extraño, él piensa que este fenómeno debe servir al organismo para defenderse de la introducción de cuerpos extraños. Es entonces cuando se pregunta si las células de nuestro organismo, parecidas a las amebas y que circulan en nuestra sangre, no tendrán también función de defensa, capturando y digiriendo *los enemigos* que encuentran a su paso. Así nació la teoría fagocitaria.

Para estudiarla en detalle, Metchnikoff apela a su método corriente: ir primero a lo simple. Sus vastos conocimientos de zoología le permiten en cada caso escoger el material apropiado: las larvas transparentes de animales marinos le permitían seguir los fenómenos internos en el animal vivo. La experiencia tan simple y tan fecunda en resultados: introducir una espina de rosa en el cuerpo de una larva de estrella de mar, lo hizo ver que al día siguiente los glóbulos blancos habían acudido y que *«todo un ejército se precipitaba al frente del enemigo»*.

Como este enemigo en la mayoría de los casos, y cuando se trata de las enfermedades de los animales superiores son los microbios, es contra ellos que se debe producir el ataque de los fagocitos. Para estudiar este fenómeno recurre nuevamente a los animales acuáticos transparentes: esta vez a las pulgas de agua infectadas por hongos parásitos. En ellas asiste a la lucha entre los invasores y las células defensivas, lo que lo lleva de lleno al estudio de la biología patológica. Entonces estudia diversas enfermedades microbianas, llevando siempre la idea de explicar la defensa del organismo. Es así como se ve precisado a estudiar algunas enfermedades infecciosas, particularmente de origen intestinal, tal como el cólera asiático y el cólera infantil.

Siguiendo el estudio de los fagocitos y de la fagocitosis, constata que éstos no sólo emplean su actividad en destruir microbios y sus toxinas sino que también capturan y digieren las

células del propio organismo que por cualquier motivo se encuentren debilitadas y que las atrofias se deben a la absorción de los tejidos por los fagocitos. Encuentra en seguida que las diversas atrofias características de la senectud tienen también el mismo carácter: los tejidos son fagocitados; el cabello cano, uno de los signos más constantes de la vejez, se debe también a la intervención de los fagocitos que devoran el pigmento del cabello.

¿Van, pues, los fagocitos en su voracidad insaciable a devorar a sus hermanas las células de nuestros tejidos? ¿Guardaremos en nuestro cuerpo un rebaño de lobos caníbales? Metchnikoff responde: No; los fagocitos sólo atacan células inútiles, mortificadas e intoxicadas. Las intoxicaciones de origen intestinal nos traen la vejez prematura. El busca entonces la manera de evitar estas constantes intoxicaciones a que estamos sujetos por nuestro intestino grueso, herencia de nuestros antepasados animales, a los cuales sí era útil pero que resulta para nosotros perjudicial. Llega a la conclusión de que jamás ha conocido el hombre la muerte natural y que la mayoría de las desgracias que amargan nuestra vida se debe a una especie de atropellamiento que llevamos a cabo al querer vivir en una vida fraccionaria lo que debiéramos vivir en un tiempo mayor en que fuéramos desarrollando los instintos a su debido tiempo, y en que hubiera también lugar para que llegara el instinto de la muerte. El pensamiento en la muerte ha sido siempre el que más ha afligido a la humanidad.

La Biblia nos dice: «*Honrarás a tu padre y a tu madre y vivirás larga vida sobre la tierra*», pero con larga vida nada ganamos si es una vida llena de desacuerdos y miserias; ya Swift nos describe sus inmortales arrastrando vejez, impotencia y dolor, sin que tengan ni la esperanza de morir para llegar al término del sufrimiento. Lo que necesitamos es la armonía en la vida, y que nos llegue la muerte natural como llega el sueño tras un día de fatiga.

¿Existen en la naturaleza casos de muerte natural? esta es la pregunta que se hace Metchnikoff. Su último trabajo, publicado a fines de 1915, lo titula «**Un capítulo de tanatología**». Comienza así:

«El hecho de que la muerte es frecuentemente temida, como un espantajo al que no se atreve a mirar frente a frente, es sin duda una de las causas de la ignorancia de la ciencia sobre todo lo que la concierne».

«Marinesco dice muy justamente que la evolución de nuestros conocimientos relativos al problema de la muerte natural ha seguido la famosa ley de los tres estados de Augusto Comte: la edad teológica, después la edad metafísica y en fin la edad de la ciencia positiva».

Según Metchnikoff, los trabajos sobre este tema que aspiran a ser ciencia positiva, el de Marinesco incluso, tienen más de especulaciones metafísicas que de ciencia positiva. Los autores que lo han precedido estudian las lesiones que presentan los cadáveres de hombres o animales viejos, pero nadie asegura que hayan muerto de muerte natural.

«Cuando se piensa que el hombre que ha vivido más largo tiempo, Tomás Parr, que alcanzó la edad de 152 años y 9 meses, sucumbió de una enfermedad intestinal, ocasionada por una comida muy abundante, es difícil resolverse a aceptar como «muerte natural» los ejemplos de longevidad mucho menor».

Entre los caracteres propios de los seres vivos, Claudio Bernard incluía *la enfermedad*; pero, puesto que las enfermedades van poco a poco, muy poco a poco por desgracia, cediendo al cerco que la ciencia les establece y que cada vez se estrecha más, día vendrá en que el estudio de las condiciones de la muerte natural tendrá una importancia desconocida y aun insospechada para nosotros.

Metchnikoff no piensa que la muerte natural haya de irse a buscar en los animales que viven mucho tiempo, sino en aquellos que parecen predestinados a la muerte natural; en este caso están los rotíferos machos, que nacen sin órganos digestivos y los insectos llamados *efímeras*, que llevan este nombre justamente por no vivir sino unas pocas horas en estado alado. Ambos ejemplos son estudiados por él, pero los rotíferos tienen

el defecto de ser demasiado pequeños para estudios fisiológicos e histológicos; las efímeras son más grandes, pero su vida es de tan corta duración que no hay tiempo para profundizar su estudio. Es por esto por lo que toma como material de estudio la mariposa del gusano de seda, que él considera como el mejor ejemplo de la serie animal. Estas mariposas carecen, en efecto, de trompa para alimentarse; son bastante grandes y viven unos 25 a 30 días. Este trabajo lo lleva a cabo Metchnikoff en una casita de campo donde pasaba sus vacaciones y que él había bautizado con el nombre de «Norka» o sea, huequito.

Constata que no es el hambre la que mata a las mariposas, pues la grasa con que nacen les da nutrición suficiente. La fusión de esta grasa produce sustancias tóxicas que pasan a la orina; ésta se acumula en una vejiga que, siempre llena, sin vaciarse nunca, produce en el insecto una auto-intoxicación: una uremia inevitable.

Admitiendo que el sueño se debe a una auto-intoxicación periódica del organismo, y siendo probable que la muerte natural se deba a una auto-intoxicación durante toda la vida es admisible que al fin se sienta una necesidad de reposo perpetuo. Metchnikoff cita en apoyo de esta hipótesis algunos casos concretos.

Una mujer de 93 años, que dirigiéndose a un niño, le dice: *«Si llegaras a tener mi edad, verás que la muerte se vuelve una necesidad tal como el sueño»*.También la Biblia dice de los patriarcas, que *«hartos de días, se dormían en el sueño eterno»*.

Cuando los hombres lleguen, gracias a los progresos de la ciencia, a vivir suficientemente para que se desarrolle el «instinto de la muerte», verán venir ésta con toda calma, sin ningún desasosiego, y cesará una de las principales causas del pesimismo. Es por este motivo por lo que hay que empeñarse en prolongar la vida de todos los hombres, para que realizándose un ciclo vital completo, haya un equilibrio moral.

En sus estudios sobre la longevidad de las diferentes especies animales, Metchnikoff llega a la conclusión de que los animales aéreos: aves y murciélagos son, entre los vertebrados, los que alcanzan mayor longevidad; esto se debe, según él, a que tienen intestinos cortos, con pocos microbios, y que, por lo tanto, no están envenenando de continuo el organismo.

Muchos han creido que lo que él deseaba era simplemente vivir bastante; los tales nunca han comprendido el alcance de las ideas filosóficas sustentadas por el sabio genial: su ideal ha sido la obtención para el hombre, no de una vida prolongada hasta el infinito, aunque fuera como la de los inmortales de Swift, llenos de arrugas, sin dientes, y cargados de miseria; una longevidad en esta forma sería una tortura inconcebible. Para él, el ideal es llegar a la armonía de la vida; por eso, termina su estudio sobre la muerte de la mariposa del gusano de seda con estas palabras:

> *«De la mariposa se ha hecho el símbolo de la inmortalidad; más indicado sería hacer de ella el símbolo de una vida feliz, de la ortobiosis».*

Así estaba el genio de Metchnikoff, sellando el último trabajo de su vida con una figura de mariposa, símbolo de vida feliz para el hombre, cuando allá, por oriente venía una banda trayendo en su kepis un símbolo bien diferente: dos huesos cruzados y una calavera: símbolo de muerte infeliz; los hulanos venidos de Prusia advertían, sable en mano, al sabio estupefacto, que sus ideas iban muchos siglos adelante, que todavía somos los trogloditas que acaban de abandonar sus antros paleolíticos.

Cuarta Parte: LOS ULTIMOS TIEMPOS

LOS JUBILEOS

La medalla ofrecida a Pasteur con ocasión de su septuagésimo aniversario, dice: POR LA CIENCIA.—LA PATRIA.—LA HUMANIDAD. En efecto, son la ciencia, la patria y la humanidad, quienes festejan a Pasteur el día de su jubileo.

Por la ciencia, toman parte: el Instituto de Francia, a iniciativa de la sección de Medicina y Cirugía; diputaciones de la Escuela Normal, de la Escuela Politécnica, escuelas veterinarias, de agricultura, de farmacia.

La patria es representada por el presidente de Francia, los ministros, el presidente del Senado y el de la Cámara de Diputados; el presidente del Consejo Municipal de París, y delegaciones de Dole y Arbois, ciudades que vieron el nacimiento e infancia de Pasteur.

La Asociación General de los Estudiantes de París, sirve como guión entre los representantes de la ciencia y los representantes de la patria: ellos veneran y festejan a la vez, al maestro y al compatriota.

Como representantes de la humanidad, vienen delegaciones de los países amigos; entre los principales merecen citarse: Lister, venido de Inglaterra como representante de las Reales Sociedades de Londres y Edimburgo. La delegación sueca: Erik Nordenson, presidente de la Sociedad Médica de Estocolmo, y Selander, antiguo alumno de Pasteur. Ellos traen a Pasteur una medalla y una felicitación. Verdadero lazo que une los conceptos de ciencia y humanidad en este jubileo, en esta felicitación se añade:

«La Sociedad médica sueca, solicita el honor de colocar bajo la égida de vuestro nombre, una fundación que acaba de crear con el simpático concurso de Su Majestad el Rey Oscar II, de los médicos suecos y otros amigos de la ciencia en Suecia» «Gracias a esta fundación, esperamos prestar auxilio a los trabajadores de las generaciones futuras que se dediquen a las investigaciones científicas, en las nuevas vías que les habéis trazado».

Esta generosa idea, es quizás, el preludio del premio Nobel, fundado más tarde por otro magnánimo sueco, con el fin de estimular y hacer justicia a los sabios de la Tierra.

El festival se lleva a cabo en el gran anfiteatro de la Soborna. A las diez y media, entra Pasteur del brazo de Carnot. Una salva de aplausos lo recibe. En los discursos que se suceden, cada cual glorifica a Pasteur, en sus diversos aspectos: hombre de ciencia, patriota, benefactor de la humanidad. De todas estas manifestaciones, la que más emociona a Pasteur es la presentación de un facsímile de su acta de nacimiento, en la cual encuentra estampada la firma de su padre.

Cuando la ceremonia ha concluido, Pasteur se levanta; su voz ahogada por la emoción no puede oirse, y entonces encarga a su hijo la lectura del siguiente discurso:

Señor Presidente de la República:

Vuestra presencia transforma todo: una fiesta íntima se torna gran fiesta y el simple aniversario del nacimiento de un sabio quedará, gracias a vos, siendo una fecha para la ciencia francesa.

Señor Ministro
Señores:

A través de este esplendor, mi primer pensamiento se dirige con melancolía hacia el recuerdo de tantos hombres de ciencia que no conocieron sino penalidades. Ellos, en el pasado, tuvieron que luchar contra los prejuicios que aho-

gaban sus ideas. Una vez vencidos estos prejuicios, tropezaban con obstáculos y dificultades de toda clase.

Hace apenas pocos años, antes que los Poderes Públicos y el Consejo Municipal, hubiesen dado a la ciencia magníficos albergues, un hombre a quien tanto quise y admiré, Claudio Bernard, no tenía por laboratorio, a algunos pasos de aquí, sino un sótano bajo y húmedo. ¿Fué allí, tal vez, donde cogió la enfermedad que se lo llevó? Cuando supe lo que vosotros me reservábais aquí, fue su recuerdo, primero que nada, lo que se alzó ante mi espíritu: yo saludo su memoria.

Señores, por un pensamiento ingenioso y delicado parece que Uds. hayan querido hacer pasar ante mis ojos, mi vida entera. Uno de mis compatriotas del Jura, el Alcalde de la ciudad de Dole, me trae la fotografía de la casa muy humilde, donde tan difícilmente vivieron mi padre y mi madre.

La presencia de todos los alumnos de la Escuela Normal, me recuerda lo deslumbrante de mis primeros entusiasmos científicos.

Los representantes de la Facultad de Lila me hacen evocar mis primeros estudios sobre la cristalografía y las fermentaciones, que abrieron todo un mundo nuevo. ¡De qué esperanza fui poseído cuando presentí que había leyes tras de tantos fenómenos oscuros!

Por qué serie de deducciones me ha sido permitido a mí, discípulo del método experimental, llegar a los estudios fisiológicos, vosotros habéis sido testigos, queridos colegas. Si alguna vez perturbé la calma de nuestras academias con discusiones un poco vivas, era porque defendía apasionadamente la verdad.

Vosotros, en fin, delegados de naciones extranjeras, que habéis venido de lejos a dar una prueba de simpatía a Francia, me traéis la más grande alegría que puede sentir un hombre que cree indefectiblemente que la ciencia y la paz triunfarán sobre la ignorancia y la guerra, que los pueblos se pondrán de acuerdo, no para destruir, sino para edificar, y que el porvenir pertenecerá a los que más hayan

hecho por la humanidad doliente. Apelo a vos, querido Lister y a vosotros todos, ilustres representantes de la Ciencia, de la medicina y de la cirugía.

Jóvenes, jóvenes, confiaos a estos métodos seguros, poderosos, de los cuales no conocemos todavía sino los primeros secretos. Y todos, cualquiera que sea vuestra carrera, no os dejéis alcanzar por el escepticismo denigrante y estéril, no os dejéis desalentar por las tristezas de ciertas horas que pasan sobre una nación. Vivid en la paz serena de los laboratorios y de las bibliotecas. Preguntaos primero: ¿Qué he hecho por mi instrucción?

Después, a medida que avancéis: ¿Qué he hecho por mi país? Hasta el momento en que tengáis acaso la inmensa felicidad de pensar que habéis contribuido de alguna manera al progreso y al bien de la humanidad. No obstante que los esfuerzos sean más o menos favorecidos por la vida, es necesario, cuando se está cerca del objeto, tener el derecho de decir: He hecho lo que he podido.

Señores, os expreso mi profunda emoción y mi vivo reconocimiento. De la misma manera que sobre el reverso de esta medalla, Roty, el gran artista, ha ocultado, bajo rosas, la fecha que pesa sobre mi vida: así vosotros habéis querido, caros colegas, dar a mi vejez el espectáculo que podía regocijarla más, el de esta juventud tan viva y cariñosa.

Era el 27 de diciembre de 1892.

El 16 de mayo de 1915, cumplía Metchnikoff los 70 años. La Francia estaba en plena guerra, los aeroplanos alemanes bombardeaban a París. Muchos miembros del Instituto Pasteur habían ya partido al frente.

«No os dejéis desalentar por las tristezas de ciertas horas que pasan sobre una nación» había dicho Pasteur en su discurso, el día que festejaban su 70° aniversario. Como animados por esta voz, y a pesar de la tristeza de los días, los compañeros de

Metchnikoff se congregan en la Biblioteca del Instituto para festejar su jubileo. La tragedia que ensangrienta al mundo, omite en esta fiesta la presencia de muchos sabios: colegas o alumnos, pero muchos, muchísimos están en espíritu con él. El arte de un Roty no pudo en esos días cincelar una medalla para él. Sin embargo, la admiración y el afecto le preparaban, en recuerdo de este día, un monumento intelectual. Desde entonces, hasta días recién pasados, sabios de todas partes de la tierra: de Europa, de Asia y de América estuvieron mandando, a los Anales del Instituto Pasteur, Memorias admirables con motivo del jubileo de Elías Metchnikoff. Estas Memorias acaban de compilarse en un volumen que es el manojo de flores de ciencia que la humanidad ofrenda al genio de Metchnikoff.

Roux, el discípulo de Pasteur, el Director actual del Instituto, afectuoso amigo de Metchnikoff, no puede asistir a la fiesta, pero envía una carta que pone en relieve la figura del sabio a quien se festeja. Vamos a entresacar algunos párrafos de esta carta:

Querido Elías Metchnikoff:

«Maldigo la indisposición que me retiene en casa, pues me impide deciros, con ocasión de vuestro 70° aniversario, en presencia de nuestros amigos, en nombre de vuestros colegas y vuestros alumnos, nuestra admiración por vuestra obra científica y nuestra afección por vuestra persona.

«Si como pretende el proverbio, el tiempo bien empleado parece corto, ¡cómo deben pareceros breves los setenta años que habéis vivido!»

«A la autoridad de un maestro que sabe comunicar su ciencia, juntábais la de un carácter pronto a dejar el puesto antes que asociarse a una medida injusta».

«Profesor lleno de fuego, pródigo en ideas nuevas, haciendo nacer los buenos trabajos, despertar los jóvenes talentos, y campeón, además, del verdadero derecho contra el favoritismo».

«Es natural que hayais tomado el camino del laboratorio de Pasteur y del todo natural, también, que Pasteur os haya acogido con presteza, pues no le traías nada menos que una doctrina de la inmunidad».

«Hoy, mi querido amigo, consideráis esta doctrina de la fagocitosis con la tranquila satisfacción de un padre cuyo hijo se ha hecho buen camino en el mundo. ¡Pero qué desasosiegos os ha causado! Su aparición ha provocado protestas y resistencias y durante veinte años habéis combatido por ella. Es necesario haber vivido en vuestra intimidad, durante este período de lucha, para comprender cuántas alegrías y también cuántos tormentos, puede la investigación científica procurar al que se apasiona por ella. Vos no evitabais ninguna ocasión de explicaros; os veo siempre en el Congreso de Budapest, en 1894, discutiendo con vuestros contradictores, el rostro inflamado, los ojos brillantes, los cabellos enredados; tenías el aspecto del demonio de la ciencia, pero vuestra palabra y vuestros argumentos irresistibles provocaban los aplausos del auditorio».

«Vuestros ensayos de filosofía optimista son la obra más original y sugestiva que conozca».

«En vuestros trabajos de bacteriología se adivina siempre al naturalista; ¡qué bien habéis hecho en acordaros de vuestros orígenes!»

«En París, como en Petrogrado, como en Odesa, os convertíais en jefe de escuela, y habéis encendido en este Instituto un foco científico que ha irradiado a lo lejos».

«Vuestro laboratorio es el más vivo de la casa». «Allí se discute el acontecimiento bacteriológico del día». «Allí se viene a buscar la idea que sacará al experimentador de las dificultades en que se ha aprisionado».

«Vuestro ardor da calor al indolente y confianza al escéptico».

«Más que vuestra ciencia, vuestra bondad atrae». «Según la expresión popular, vuestra casa es una casa del buen Dios. Permitiendo la intimidad de esta reunión hablar

con el corazón descubierto, diré que no dar es tan penoso para vos, que preferís ser explotado a cerrar la mano».

Habéis dado el ejemplo del desinterés, rehusando toda paga durante los años en que el presupuesto se equilibraba difícilmente y prefiriendo a las situaciones gloriosas y lucrativas que se os ofrecían, la vida modesta de esta casa».

Esta carta fue leída por Darboux, que representaba la Academia de Ciencias y el Consejo Administrativo del Instituto Pasteur.

Mesnil dio cuenta de gran número de cartas y telegramas recibidos de los discípulos de Metchnikoff y de varias sociedades científicas. Mesnil, el más viejo alumno, entre los presentes, del maestro ruso, le expresa el reconocimiento de todos los que han trabajado bajo su inspiración.

Metchnikoff hace la siguiente exposición:

Señor presidente
Señoras,
Señores:

Me confunde verdaderamente ver que en este momento, cuando toda la atención es absorbida por una lucha gigantesca, os hayáis acordado de un hecho tan minúsculo como mi septuagésimo aniversario. A todos doy las gracias muy sinceramente. Agradezco muy particularmente a nuestro honorable presidente, M. Gaston Darboux, su bondadoso discurso con relación a mí. Mis agradecimientos no son menores para nuestro querido director M. Roux, quien me ha colmado de palabras bondadosas, capaces de ilusionar al hombre más escéptico sobre su propio valer.

Puesto que nos encontramos aquí reunidos, aprovecho esta ocasión para agradecer al Instituto Pasteur la bondadosa acogida que me ha dispensado durante los veintisiete años pasados desde su fundación.

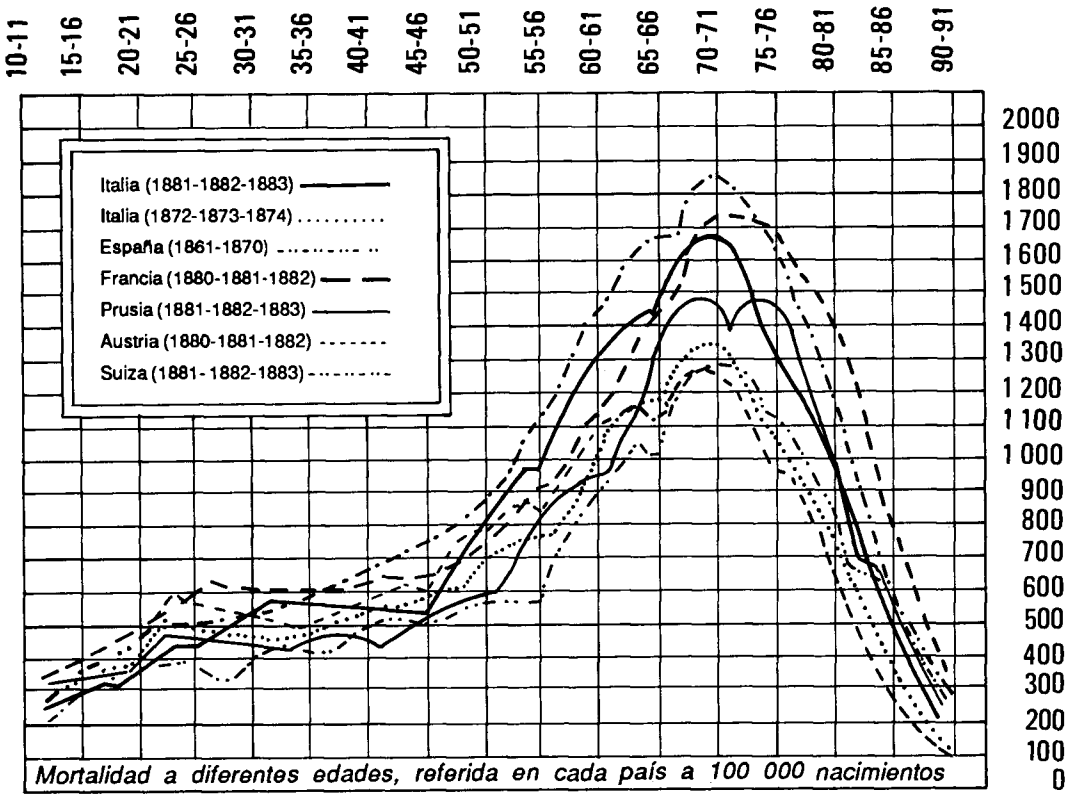
Es aquí, en la calma del laboratorio, fuera de toda función extraña al trabajo rigurosamente científico, en

donde he podido desarrollar mis ideas y llegar tranquilamente al fin de mi carrera. Pues hay que resignarse, setenta años constituyen el término de la vida activa, en las condiciones presentes. Es por esta razón por la que se le celebra tan particularmente.

Desde los tiempos más remotos fue proclamado por el rey David que «La vida de los hombres es de setenta años; más allá no hay sino trabajo y dolor».

Luego, esta edad de setenta años ha sido designada como el límite natural de la vida normal. Ha sido bien establecido y frecuentemente confirmado que es hacia la edad de setenta o setenta y un años cuando se produce el mayor número de muertes (abstracción hecha de los primeros años de la infancia).

He aquí el cuadro del estadístico italiano Bodio, que nos da la prueba. Debo considerarme como particularmente feliz por haber alcanzado la cima de esta montaña, lo que no siempre es fácil. Se piensa frecuentemente que la longevidad es una cualidad hereditaria. Es así como el célebre inventor de la antisepcia, Lister, pudo alcanzar la edad de ochenta y cinco años, perteneciendo a una familia cuyos miembros vivían largo tiempo. Su padre murió a la edad de ochenta y tres años y su abuelo a la de noventa y tres. Tal no es mi caso. Mis abuelos, mis padres, mis hermanos y mi hermana, han desaparecido todos antes de haber alzanzado mi edad. Las pequeñas cruces marcadas en el cuadro indican la edad de la muerte de mis padres, mis hermanos y mi hermana. Me inclino a explicar mi longevidad por el régimen higiénico a que me he sometido desde un cierto número de años, régimen basado en la convicción de la gran nocividad de nuestra flora intestinal. Una idea extendida pretende que los microbios de nuestro tubo digestivo se encuentran en simbiosis con el organismo humano; yo sostengo la tesis contraria. Pienso que nutrimos un gran número de microbios perjudiciales, que acortan nuestra existencia, provocando la vejez precoz y dolorosa. A los argumentos sacados del estudio de la flora intestinal, puede añadirse otro de toda actualidad. Todos los días, durante



Mortalidad a diferentes edades, referida en cada país a 100 000 nacimientos

esta guerra interminable, se ven las heridas infectarse con bacilos de Welch (perfringens), *estreptococos y otras bacterias más que provienen todas de las materias salidas del tubo digestivo. Estas no son seguramente huéspedes inofensivos, sino agentes de enfermedad y de muerte.*

Persuadido de la nocividad de nuestra flora intestinal, he instituido desde hace más de diez y ocho años, con la intención de cambatir su acción nefasta, una experiencia sobre mí mismo: me abstengo de toda alimentación cruda y, además, introduzco en mi régimen microbios lácticos capaces de impedir la putrefacción intestinal. Se sobreentiende que esto no es sino el primer paso en la dirección que persigo. Fuera de los agentes putrificantes, nuestra flora abunda en otros microbios capaces de perjudicarnos.

Cito particularmente las bacterias productoras de ácido butírico, veneno que altera nuestros más preciosos órganos. El estudio de los medios para luchar contra estos microbios ha sido interrumpido a causa de la guerra, que necesitó la supresión de los animales de experiencia. Pero ya desde el comienzo de mis investigaciones, adquirí la convicción de que la pululación de los bacilos butíricos no depende únicamente de la calidad de la comida. Con el mismo régimen ciertos monos albergan una gran cantidad de estos microbios, mientras que otros individuos de la misma especie no los contienen del todo. Estas investigaciones me han persuadido de que la flora intestinal sigue una orientación desde los primeros momentos después del destete. Es, pues, necesario para obtener una buena flora intestinal, sembrar los microbios útiles y eliminar los perjudiciales desde la primera infancia. Las experiencias al respecto debieran hacerse en asilos infantiles y en jardines de monos, en los cuales se trataría de criarlos. Por otra parte, los asilos de viejos podrían servir para el estudio de dietas alimenticias capaces de asegurar la vejez normal y la mayor longevidad. Mientras que por el momento hay que considerarse como favorecido si se llega a la edad de setenta años estando todavía capacitado para continuar la obra de su vida, en el porvenir el límite actual

podrá ser ciertamente distanciado mucho. Solamente, para alcanzar este resultado, un largo trabajo científico está por hacerse. Al lado de las investigaciones sobre el papel de la flora intestinal como agente de vejez precoz con sus lesiones vasculares, nerviosas y otras, la macrobiótica científica, que está casi toda por fundarse, se deberá estudiar las enfermedades de los viejos, entre las cuales las pneumonías y los tumores malignos ocupan un lugar preponderante. La idea adoptada por nuestro instituto y tan bien defendida por Borrel, sobre el origen exógeno de los cánceres, debe servir de base a las nuevas investigaciones. Cabría primero hacer observaciones en los asilos de viejos. Si realmente existe un virus canceroso, el régimen de alimentos estériles y la limpieza de la piel deben preservar a los hombres contra la acción funesta de este virus.

La macrobiótica racional es una ciencia del porvenir; pero por el momento es necesario contentarse con una vida normal de setenta años. Felizmente que ya a esta edad, al menos en algunos individuos de evolución abreviada (en el número de los cuales creo contarme), el miedo instintivo de la muerte comienza a borrarse y a ceder el lugar al sentimiento de la satisfacción de la existencia y a la necesidad de la nada. Tocamos aquí uno de los más grandes problemas que preocupan a la humanidad desde los tiempos más remotos. Dado que este problema era abordado por los pensadores en la edad en que el deseo de vivir es más pronunciado, se llegaba a una concepción pesimista de la vida, porque no podía imaginarse un estado de alma en el cual este deseo ya no se hiciera sentir. Son principalmente los poetas y los novelistas los que se ocupaban de esta cuestión. Entre ellos se ha distinguido sobre todo Tolstoi, quien la ha tratado en varias ocasiones y quien ha relatado mejor el miedo de la muerte. Sirviendo de intermediario uno de sus personajes, confiesa que durante largos años no había pensado jamás en «una pequeña circunstancia, el hecho de que llegará la muerte y que todo se concluirá, que no valía la pena emprender ninguna cosa y que esto no

tiene remedio. Es terrible, pero es así», concluye. Prosiguiendo sus reflexiones pesimistas, agrega: «si no es hoy, será mañana, y si no es mañana, sino solamente dentro de treinta años, ¿no es siempre acaso la misma cosa?» (Anna Karénine). No, no es de ninguna manera la misma cosa. Tolstoi, que era ciertamente un gran conocedor del alma humana, no sospechaba siquiera que el instinto de la vida, la necesidad de vivir no es la misma en las diferentes edades. Poco desarrollado en los jóvenes, domina de una manera muy intensa en la edad madura y sobre todo durante la vejez. Pero llegado a una vejez avanzada, el hombre comienza a experimentar un sentimiento de satisfacción vital, una especie de saciedad que trae una repulsión ante la idea de una vida perpetua. En las condiciones actuales este estado de alma no se manifiesta sino en casos excepcionales, pues son muy raros los individuos que llegan a una vejez muy avanzada, conservando su inteligencia intacta. Pero en el porvenir, cuando la higiene racional haya fijado las reglas de una vida normal, la excepción de hoy se volverá ley general.

Cuando las preocupaciones del momento presente, dominadas por la guerra mundial hayan sido, ya desde largo tiempo relegadas en los archivos, los problemas de la vida y de la muerte guardarán su lugar preponderante. Hay que esperar que los trabajos de nuestro Instituto, en los cuales no podré ya más tomar parte, contribuirán ampliamente para permitir a los hombres del porvenir, alcanzar el límite normal de la vida, mucho más larga de lo que hoy es.

LA MUERTE

Pasteur conservó durante toda su vida, íntegra la fe religiosa que le legaron sus padres. No hay duda que los estudios que emprendió contribuyeron a mantenerlo en este terreno. Sus adversarios en ciencia, eran a la vez, adversarios de las ideas

religiosas: los libre-pensadores de su época difundían la teoría de las generaciones espontáneas, combatida por Pasteur.

Sus adversarios mismos se empeñaban en considerarlo como un enemigo de sus ideas de libre-pensamiento: un periodista escribía lo siguiente:

> *«M. Pasteur ha predicado en la Sorbona en medio de un concierto de aplausos que ha debido causar placer a los ángeles».*

Un abad decía que «se trataba de convertir por la prueba de la no generación espontánea a los incrédulos y a los ateos».

Creían que las experiencias de Pasteur no fuesen otra cosa que argumentos en pro de una tesis puramente filosófica.

Pasteur había dicho: *«Aquí no hay ni religión, ni filosofía, ni ateísmo, ni materialismo, ni espiritualismo en juego. Podría aún agregar :«como sabio poco me importa».*

Algunos años más tarde, en una sesión de la Academia, decía:

> *«¿Es decir que en mi fuero interior y en la conducta de mi vida no tomo en cuenta sino la ciencia adquirida? Aunque yo lo quisiera, no lo podría, pues sería necesario despojarme de una parte de mí mismo.*
>
> *«En cada uno de nosotros hay dos hombres: el sabio que por la observación, la experimentación y el raciocinio quiere elevarse al conocimiento de la naturaleza, y luego el hombre sensible, el hombre de tradición, de fe o de duda, el hombre de sentimiento, el hombre que llora a sus hijos que ya no son, que no puede ¡ay! probar que volverá a verlos, pero que lo cree y lo espera, que no quiere morir como muere un vibrión, y que se dice que la fuerza que hay en él se transformará. Ambos dominios son distintos y, desdichado de aquel que quiera meter el uno en el otro, en el estado tan imperfecto de los conocimientos humanos».*

Este desdoblamiento economizó a Pasteur los frecuentes conflictos que tan a menudo perturban las conciencias.

En sus últimos días, lleno de unción, Pasteur admiraba las enseñanzas de la vida de un hombre de origen humilde, hijo de campesinos, que ardiendo en caridad se convierte en padre de los niños abandonados y se transforma en un símbolo del que la humanidad se enorgullece: San Vicente del Paúl.

Vallery - Radot, nos relata así la muerte de Pasteur:

«Día a día sentía sus fuerzas disminuir, apenas podía andar algunos pasos. Cuando estaba sentado en el parque, sus nietos, junto a él, daban la idea de los rosales que suben y florecen al pie de un árbol que muere. La parálisis aumentaba. La palabra se volvía más y más difícil. Solamente la mirada conservaba su brillo puro y límpido. Pasteur asistía a la ruina de lo que en él era perecedero».

«Parecía que Pasteur tuviera la visión de los muertos que como él habían guardado la fe absoluta en otra vida».

«En la última semana de setiembre no tuvo fuerzas ya para levantarse. Su debilidad era extrema. Su mirada tuvo una expresión indecible de resignación, de bondad, de adiós. Durante veinticuatro horas, casi enteramente paralizado, quedó inmóvil, los ojos cerrados. Una de sus manos estaba en la de madame Pasteur o en la de uno de los suyos, la otra tenía un crucifijo. En este cuarto, que tenía algo de una celda por su simplicidad, el sábado 28 de setiembre de 1895, en medio de su familia y de sus discípulos, a las cuatro y cuarenta de la tarde, muy dulcemente expiró».

La pérdida del gran sabio y del gran hombre conmovió no sólo a París y a la Francia, sino a cuanto hombre consciente había sobre la tierra; los funerales no fueron nacionales, sino de la humanidad entera.

Mientras en el Instituto Pasteur se preparaba un monumento para recibir los restos de su fundador éstos se depositaron en la Iglesia de Nuestra Señora de París.

Hoy reposa en una hermosa cripta del Instituto, bajo una enorme losa de granito de Suecia. Velan su reposo cuatro figuras alegóricas: La Fe, La Esperanza, La Caridad y La Ciencia.

En el mosaico de las paredes, dibujos simbólicos representan sus principales trabajos. Nunca falta la lámpara encendida, recordando al visitante que hay allí mucho de un templo.

«No hay mayor desarreglo del espíritu que el de creer que las cosas son como quisiéramos que fueran». Esta frase la repetía Pasteur frecuentemente y la aplicaba al terreno científico exclusivamente. Metchnikoff parece haberla aplicado también a su credo filosófico.

Sus estudios en zoología y embriología le pusieron de manifiesto la continuidad en toda la serie animal: desde el hombre hasta los seres inferiores. En los libros de sus predecesores se habla mucho de la perfecta adaptación al medio. Metchnikoff no ve esta singular armonía en las manifestaciones de la vida, sino por el contrario, una serie de desacuerdos, particularmente en lo que al hombre se refiere. Este está mortificado constantemente por los órganos legados por los animales que fueron sus antecesores; sujeto a múltiples enfermedades, microbianas particularmente. No puede concebir que *«los microbios hayan sido creados para castigar al hombre, los animales y las plantas»*. Para colmo de males, el hombre pronto se da cuenta de su desgracia, busca desesperadamente una solución cualquiera y recibe entonces con los brazos abiertos cualquier religión y acepta jubiloso una solución fácil para el problema de la felicidad... aunque sea en otra vida. Pero Metchnikoff no puede sacar de sí ese otro yo de que habla Pasteur: «El hombre de sentimiento, el hombre de fe»; él prefiere la otra frase. «No hay que creer que las cosas son como quisiéramos que fueran».

> *«El espantajo de la muerte al que no nos atrevemos a mirar frente a frente, hace que cuando se está en presencia de un moribundo, no sea un hombre de ciencia a quien se llame, sino a un servidor de la Iglesia»*.

La fe que tiene Metchnikoff en la ciencia es inconmensurable y por eso se convence de que algún día llegará el hombre

a cumplir su ciclo vital de una manera completa y no de una «manera caricatural», como él consideraba su propia existencia, en la que, sin embargo, se desarrolló el instinto de la muerte.

Siguió paso a paso en él mismo, la evolución de este «instinto de la muerte natural». En 1913 escribía Metchnikoff:

«La perspectiva de la muerte me asusta menos que antes. Durante mi crisis cardiaca, el 19 de octubre de 1913, no sentía ningún miedo a la muerte y la satisfacción de restablecerme había sido menos sensible que antes.

«Creo que es esta diferencia cuantitativa la que constituye el primer síntoma de la indiferencia por la muerte, indiferencia apenas perceptible al comienzo.

«La saciedad de la vida se observa a veces en los viejos de 80 años; no es extraño sentir su aproximación hacia los 70, y sobre todo, cuando se trata de un hombre, que, como yo, comenzó muy pronto a llevar una vida extremadamente intensa».

En otra parte escribe:

«Preparándome a mi fin me alegro de considerarlo valientemente, con serenidad.

«Recapitulando mi vida, encuentro haberla pasado tan «ortobióticamente» como se puede.

«En resumen, me regocijo de haber tenido una existencia no desprovista de sentido y siento una satisfacción considerando como justa mi concepción del problema de la vida.

«Aprestándome a morir, no tengo ni la sombra de una esperanza en una vida más allá y preveo con calma la nada completa».

Metchnikoff sucumbió de una enfermedad cardiaca que desde años anteriores lo atormentaba; sus últimos días no fueron de calma, sino de angustia y de sufrimiento.

Roux hizo que llevaran a Metchnikoff, de Sevres donde vivía, al Instituto Pasteur. Allí fue tratado con una cordialidad que

quedará siendo por siempre uno de los timbres de orgullo del Instituto. En su lecho de muerte, Metchnikoff repetía frecuentemente: *«Bien sabía yo que Roux es bueno y que es un verdadero amigo; pero ahora veo que lo es de una manera incomparable».*

Un día que Roux le proponía trasladarlo al antiguo apartamento ocupado por Pasteur, le dijo Metchnikoff:

> *«Vea cómo mi vida está ligada al Instituto Pasteur. Aquí trabajé largos años; aquí soy cuidado durante mi enfermedad; para completar la unión, debería incinerárseme en el gran horno en que se queman los animales de experiencia y guardar mis cenizas en un frasco y en uno de los armarios de la Biblioteca».*

¡Qué broma macabra!, había respondido Roux, que creía que se trataba, en efecto, de una broma. Pero en cuanto partió Roux, dice, dirigiéndose a su esposa: *«Y bien ¿qué piensas de mi proyecto?»* No era, pues, una broma. Si había empleado este tono era para que nadie creyera que trataba de imponer una última voluntad.

Con una gran serenidad de espíritu vio venir la muerte. El último día quiso ver la hora: el reloj marcaba las 4. *«No, dijo, se paró; hace un momento que sonaron las 4». Sonrió y añadió: «Es extraño que se haya detenido antes que yo».* Su esposa, angustiada, manda a buscar un médico y trata de reanimarlo. Pero *«¿Por qué me tranquilizas, responde, tengo mucha calma; constato simplemente».*

Luego le dijeron otra cosa, pero ya no respondió: todo había terminado.

Eran las 4 y 20 de la tarde del 15 de julio de 1916.

Los funerales, como él los quiso, fueron simples, sin discurso, sin flores. Fue incinerado en el Cementerio del Pére-Lachaise. Sus cenizas fueron encerradas en una urna y depositadas en la Biblioteca del Instituto Pasteur.

Así se transformó Metchnikoff en el Penate de los libros, en el genio guardián del pensamiento de los siglos.

LUIS PASTEUR
Ultimo retrato. A los 72 años

ELIAS METCHNIKOFF
16 de mayo, 1845 — 15 de julio, 1916

EL MUSEO PASTEUR DE ESTRASBURGO

Primera edición
Imprenta Trejos, 1928

Segunda edición
Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1988

CONTENIDO

France-Amérique 315
El Museo Pasteur 317
Homenaje al maestro 321
El cáncer 327
La tuberculosis 331
La sífilis 335
Putrefacciones y gangrena 339
Bacterias patógenas y toxinas 343
Hongos patógenos y venenosos 349
Microbios útiles 351
Sección veterinaria e higiene 353
La vacuna 355
Sueros y vacunas 359
La fagocitosis 361
Vida aséptica y vitaminas 365
La vida del suelo vegetal 367
Biología vegetal 371
Entomología 373
Envíos de América 377

FRANCE -AMERIQUE

Hace seis años, cuando el mundo se preparaba para celebrar el centenario de Pasteur, fui extrañamente sorprendido al saber que el comité France-Amérique creado para alimentar la luz latina, y presidido entonces por el Lic. don Alejandro Alvarado Quirós, pedía a don Julio Acosta, Presidente de Costa Rica en esa fecha, que se me enviase a mí, como delegado de Costa Rica y, además, que fuese a trabajar, otra vez, durante un año, al Instituto Pasteur y otros centros de Francia; supe que esta petición era benévolamente acogida por el magnánimo Presidente, con quien jamás yo había tenido trato.

Enviada al Congreso la solicitud, fue acogida y defendida por el General don Jorge Volio, don Miguel A. Robles y otros espíritus generosos, pasando por unanimidad, casi.

Decia que todo esto me sorprendió inusitadamente pues revela una actuación en planos diferentes a los que enmarcan corrientemente nuestra vida, dando a un hombre de laboratorio, carente de padrinos en los cenáculos gubernamentales, la ocasión de ver de cerca cuál era el legado biológico con que contábamos después de la gran guerra.

La generosidad de estos compatriotas me permitió asistir en La Sorbona a la ceremonia más imponente que jamás viera y en la que parecieran haberse confundido la fe religiosa, el amor patrio y el culto a la ciencia.

Fui a Estrasburgo donde, como parte del programa, figuraba la inauguración del Museo Pasteur. Fue tal el interés que este museo despertó en mí, único en su género, que en vez de una semana que había dedicado a su visita, me quedé un mes. Llevé un fotógrafo y todo cuanto la luz me permitió fue fotografiado; a la vez catalogaba la casi totalidad de lo expuesto.

Para que esto diese algún provecho entre nosotros, solicité del Sr. Ministro de Educación y del Sr. Director de El Maestro, que me cediesen unas páginas para esta publicación. Tanto el Sr. Dobles Segreda como don Justo Facio acogieron la idea con gusto.

Es así que me esforzaré en escribir algunas notas que espero sean útiles a los maestros o profesores de colegios. Las pocas páginas de que dispongo me forzarán a ser breve, pero si así logro que el maestro consiga sacar para sus alumnos enseñanza de la verdad de hoy, pero más que nada del bien de siempre, creeré no haberlos defraudado.

La primera lección de bien ya está hecha; la dieron los hombres generosos, compatriotas nuestros, cuyos nombres he citado. Que estas líneas sean para ellos homenaje de gratitud y respeto.

C. Picado T.

EL MUSEO PASTEUR

Habiendo Pasteur llevado a cabo gran parte de sus estudios sobre las fermentaciones en la ciudad de Estrasburgo, se escogió ésta como sitio para fundar el Museo. La ciudad acababa además de ser reintegrada a Francia y este país ponía todo empeño en llevar a ella los mejores exponentes de su cultura espiritual. Su Universidad, su Escuela de Medicina y su Instituto de Higiene, recibieron en su seno a preclaros hijos de Francia: sabios jóvenes, llenos de aliento. En todo caso, la noble República Francesa se esforzó en conservar todo lo que pudo del elemento alsaciano que trabajaba en esos centros y aún otros hijos que antes habían tenido que emigrar de su provincia, encontraron luego, en Estrasburgo, donde continuar su labor científica. No podía Francia hacer ofrenda más fraternal a los alsacianos que edificar en Estrasburgo el Museo Pasteur.

La ciudad guarda aún tibias las enseñanzas de la Ciencia Alemana y en ella vive, a la vez, en noble consorcio, la amplitud y sutileza del saber latino. Allí, dos civilizaciones se dan las manos.

Carezco de espacio para hablar de la Escuela de Medicina que junto con el Hospital, forman una ciudadela amurallada que tiene en su interior paseos, jardines y los diversos servicios fragmentados en pabellones aislados en que los profesores tienen a la vez sus laboratorios y el anfiteatro en que dictan sus lecciones. Los automóviles de la Cruz Roja o las ambulancias pueden recoger o dejar los enfermos en cada uno de los servicios.

Cedo a la tentación de decir que Estrasburgo, ciudad limpia por excelencia, cuyas magníficas calles asfaltadas se lavan a mano diariamente y donde jamás una basura mancha las calles; donde el culto a los edificios es tal, que los techos se sobrecargan de molduras y dorados, carece en absoluto de ómnibus

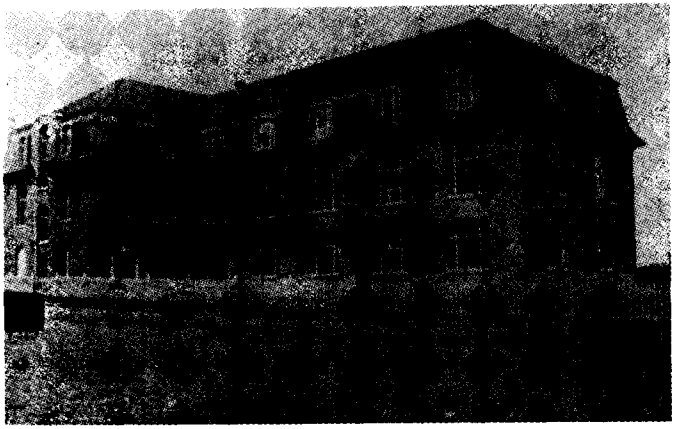


FIGURA Nº 1. El Museo Pasteur de Estrasburgo, construido por suscripción internacional para conmemorar el primer centenario de Pasteur

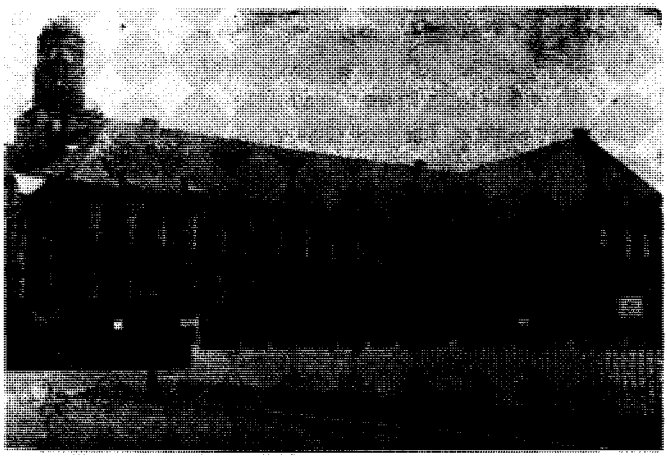


FIGURA Nº 2. El Instituto de Higiene de Estrasburgo

automóviles y sólo hay numerosos tranvías eléctricos, entre ellos, dos que constantemente recorren el perímetro de la ciudad. Me imagino que piensan allá las gentes que los accidentes que cortan vidas humanas son menores en los tranvías que los causados por ómnibus, y que es más cuerdo gastar electricidad barata que gasolina cara. Digo esto porque aquí se habla ya de suprimir el único tranvía que tenemos para que no se dañe un pavimento en perspectiva...

Volviendo al Museo, digamos que Francia quiso que fuese un homenaje mundial y por eso, fue costeado por contribución internacional y así dice la placa de su frontispicio.

El Museo Pasteur está en las afueras de la ciudad y justamente frente al Instituto de Higiene (Figura Nº 2), de mejor apariencia que el Museo mismo. Este (Figura Nº 1) consta de un medio sótano al estilo regional y de un solo cuerpo de edificio constituido por tres pisos. Aquí las instituciones de casi todos los países, lo mismo que los sabios de Francia, han enviado preparaciones demostrativas de las investigaciones que llevan a cabo; el estudio de estas vitrinas es a veces más eficaz que una conferencia o una lección de viva voz y sería comparable sólo a una cinta cinematográfica que se viese en relieve y en colores y cuyo desarrollo pudiese detenerse a voluntad del espectador.

Recordemos antes de traspasar los umbrales del Museo que aquí encontraremos sólo las cosas que interesan a la ciencia misma, que no es en suma otra cosa que el establecimiento coordinado de las condiciones en que los fenómenos se producen.

Para las aplicaciones de la ciencia a la industria y particularmente de la biología a las industrias diversas y cuyo mejoramiento implica economía en el trabajo, ganancia mayor o aumento de comodidad o de placer, había cerca de los invernaderos de Estrasburgo una exposición, llamada también Exposición Pasteur. Allí pabellones construidos exprofeso en una superficie de unas 10 ó 12 hectáreas, sirvieron a los industriales: cerveceros, lecheros, sericicultores, etc., para mostrar sus habilidades en transformar la ciencia en dinero.

Con toda cordura, el comité organizador de los festejos del centenario de Pasteur, construyó el Museo dedicado al maestro insigne, en el extremo opuesto de la ciudad.

HOMENAJE AL MAESTRO

El gran salón de la entrada no contiene sino pocos objetos y escasas vitrinas; ha sido dedicado en toda su amplitud a conmemorar las investigaciones personales y ciertas modalidades del espíritu de Pasteur.

A la entrada encontramos su busto (Figura Nº 3) del cual es una reproducción el que Francia ofreció a Costa Rica y a cuya vera se amparan monos sabios que sacan la suerte al son de estridente organillo o hechiceros que invocan al padre sol para que dicte nuestro destino ennegreciendo escritos hechos con una sal de plata mientras el campesino da por ello otra plata más metálica y que ganó haciendo buena una maldición bíblica...

¡Ojalá puedan los maestros hacer sentir cuán carente de civilización es esta tolerancia!

Al pie del busto, del otro, el del museo, hay una vitrina en que se exponen cuatro cartas autógrafas de Pasteur, dirigidas al Dr. Weber para saber noticias de Meister que fue la primera persona inoculada con la vacuna anti-rábica.

Como vemos no delegaba en otros el cuidado de mantenerlo al tanto de las posibles consecuencias lejanas de un tratamiento que había sido sin embargo experimentado ampliamente en animales antes de ser aplicado al hombre.

En el mismo salón se encuentran varios de los aparatos utilizados por Pasteur. En el fondo de la fotografía, lo que parece una olla, es un autoclave primitivo.

En varias vitrinas se encuentran modelos de cristales, tallados por su propia mano algunos de ellos, y varios cuerpos químicos preparados por él mismo. En el centro del salón hay grandes cuadros, (visibles en nuestra fotografía) que son reproducciones de los pasteles pintados por Pasteur en su juventud. Al

FIGURA Nº 3. Salón principal dedicado a Pasteur y sus trabajos personales.

FIGURA Nº 4. Modelo que muestra la disposición de los edificios que constituyen el Instituto Pasteur de París.

FIGURA Nº 5. Estudios de Pasteur sobre las fermentaciones. Papel que desempeñan las levaduras en la fermentación del vino.

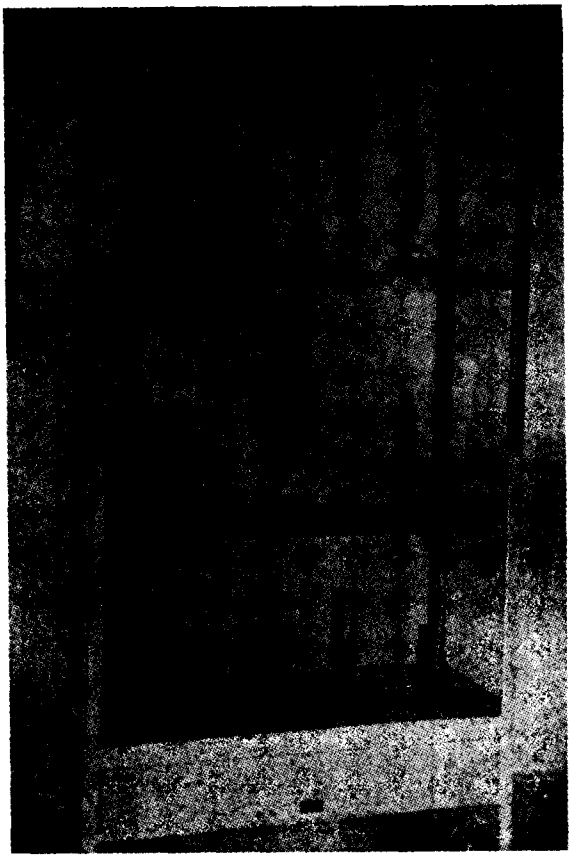


FIGURA Nº 6. Vitrina en que se exponen los diversos microscopios que han venido fabricándose desde su descubrimiento hasta nuestra época.

otro lado de uno de estos cuadros se encuentran las fotografías de los alumnos del Instituto Pasteur, desde 1889 hasta 1923; detrás del otro gran cuadro se ven las fotografías del Instituto Pasteur de Siam. En las tarimas del centro de este salón, se encuentran modelos en cartón, de cerca de dos metros cuadrados cada uno, que representan los diversos Institutos Pasteur de: París, Brazzaville, Saigón, Nhatrang, Annam y Argel. La Figura Nº 4 nos muestra el detalle del modelo del Instituto Pasteur de París con sus diversas secciones. La Figura Nº 5 nos muestra una vitrina de este salón, que recuerda las experiencias de Pasteur sobre la fermentación del vino por las levaduras y cómo pudo él, cubriendo de algodón racimos verdes, impedir que llegasen las levaduras a las uvas y así obtener de ellas un mosto que no fermenta. Vemos también allí los tubos y matraces de que se sirvió Pasteur para estos estudios.

En otra vitrina que completa este Salón (Figura Nº 6) hay una exposición histórica de los diveros modelos de microscopios así como de libros descriptivos.

Esto es, pues, a grandes rasgos, lo que contiene este salón principal del Museo. Como para nuestro objeto, es del todo inútil exponer las localidades en que se encuentran cada una de las series expuestas, hemos creído preferible hacer una agrupación por materias y según la importancia actual de ellas. Hemos, por eso, de principiar por el Cáncer, la Tuberculosis y la Sífilis.

EL CANCER

Las células que constituyen un tumor canceroso están atacadas de lo que en nuestro lenguaje ordinario pudiéramos llamar *«locura de multiplicación»*. Así como un fragmento adecuado de una raqueta de tuna (que equivocadamente llamamos hoja) es capaz de multiplicar la planta entera y seguir en esta forma de multiplicación por fragmentos, de una manera indefinida, así un fragmento de cáncer aunque sea tan pequeño que no se vea a simple vista y que haya sido arrastrado por el torrente circulatorio, se injerta en otros órganos y allí comienza a producir un segundo cáncer, hijo del primero. Estos injertos, que los que hablan lenguajes sabios llaman *metastasis* y que en nuestro pueblo han dado origen a la creencia de «las raíces», son, al fin de cuentas, los que acaban entre miseria y dolor, un triste capítulo de vida. Por eso toda intervención ha de ser lo más precoz posible para matar el foco antes que las células errabundas partan a llevar el germen a otros órganos.

Pero ¿cuál es la causa de ese trastorno de multiplicación? Poco se sabe, y es tanto más meritoria la labor de los que han contribuido a esclarecer el problema, cuanto que solo tras largos años de dura tarea, se ha conseguido, en parte, traer su estudio a los campos experimentales.

El Profesor Borrel, actual director del Instituto de Higiene de Estrasburgo, ha sido en Francia el paladín que ha sostenido la idea del origen microbiano del cáncer, basado más que nada en las observaciones hechas por él, de que a menudo, el principio de un cáncer es algún parásito, que según Borrel, llevaría consigo el microbio patógeno y lo haría proliferar.

Un sabio americano, Erwin Smith, muerto hace poco, y que ilustró su nombre estudiando microbios nocivos a las plantas,

descubrió y estudió un microbio que produce el cáncer de los vegetales.

Peyton Rous, otro sabio americano, encontró en tumores de gallinas, microbios que inoculados junto con jugo de tumor, eran capaces de regenerar tumores semejantes. Eso no es posible ni con microbios solos ni con el jugo solo. En las salas que la Institución Rockefeller tiene en el Museo Pasteur, estos trabajos son, entre los de norteamericanos, los más dignos de tomarse en cuenta. Notemos aquí que en la Conferencia Internacional del Cáncer, celebrada en Londres en julio de este año, J. B. Murphy de Nueva York, comunicó que estos tumores son de origen químico y no microbiano.

Pero sin duda alguna los trabajos más notables expuestos allí, provenían de Copenhague y habían sido llevados a cabo por Fibiger. La Figura Nº 7 muestra la vitrina que guarda las preparaciones originales del sabio danés.

J. Fibiger encontró:

1.– Que en el centro del cáncer estomacal de las ratas hay, a menudo, una lombricita (nemátodo del género *Spiroptera).*
2.– Que este gusano vive normalmente como parásito del intestino de las cucarachas.
3.– Que alimentando ratas con cucarachas, puede producirse experimentalmente el cáncer estomacal en ellas.

Todo esto era un gran paso, pero Fibiger hizo más, mostró que por frotaciones repetidas de compuestos arsenicales, pueden producirse en ratones y otros animales tumores cancerosos capaces de ser injertados; que producen focos secundarios a distancia, y que tienen, en fin, todas las características de los cánceres corrientes. Esto hacía que el cáncer fuese manejable y se produjese a necesidad del experimentador.

Hace unos dos años fuimos gratamente enterados de que Fibiger había obtenido el premio Novel de medicina y meses más tarde supimos que había muerto ya. Cuando fotografiábamos su virtrina en Estrasburgo no pensábamos en ninguno de estos hechos que dan hoy a esta fotografía gran valor.

En el fondo de la Figura Nº 10 se ven unas mascarillas hechas de cera y que permiten la aplicación del radio a los cánce-

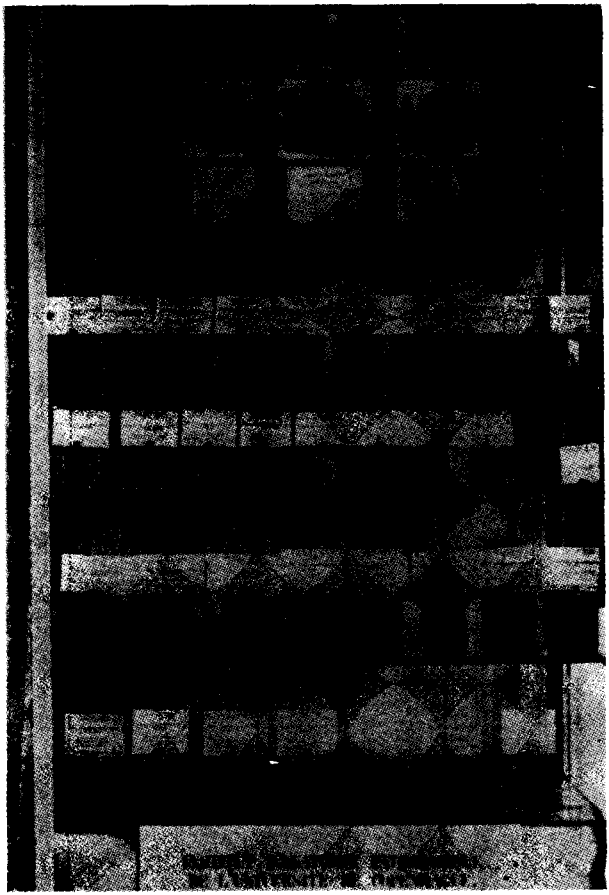


FIGURA Nº 7. Vitrina en que se exponen las principales preparaciones de J. Fibiger, sobre el cáncer estomacal espiropteriano de las ratas y sobre el cáncer de alquitrán del ratón

res de la cara, sin causar daño a los tejidos vecinos. Sabido es que las emanaciones del radio matan electivamente las células cancerosas y esta destrucción electiva se lleva a cabo también en los cánceres de las plantas, como recientemente lo ha probado el profesor Magrou del Instituto Pasteur de París.

Las dificultades en las aplicaciones del radio estriban no solo en las técnicas de su manejo, que puede causar graves daños entre manos inexpertas, sino también en lo caro que cuesta. Recordemos que en su viaje a Estados Unidos Madame Curie, descubridora del Radium, fue obsequiada por los norteamericanos con *un gramo* de radio, tasado en varios millones de francos.

Decimos esto porque lo que resulta muy caro para uno, puede no serlo para muchos. Así lo comprendieron en Dinamarca, donde se fundó una asociación para la lucha contra el cáncer. Según un cuadro expuesto en el Museo, esta asociación en solo el año de 1921 colectó, pidiendo de casa en casa contribuciones voluntarias para comprar radio, más de ¢ 600 000, lo que equivaldría para nuestra población a una contribución voluntaria entre nosotros que alcanzara a unos ¢ 100 000, para servicio de los enfermos de la comunidad.

Ni duda que jamás nuestros ojos verán tanta belleza.

LA TUBERCULOSIS

Abandonemos la idea de que un tuberculoso debe forzosamente tener los pulmones dañados. Tan tuberculoso es éste como aquel otro en que los bacilos de Koch atacaron la piel, dando úlceras rugosas; o como aquel niño jorobado cuyas vértebras son roídas por el nefasto microbio.

Envuelto por resistente cubierta de cera, el bacilo de Koch no es atacado ni digerido por los glóbulos blancos. El veneno que secreta, *la tuberculina,* no permite inmunizar animales con ella para preparar un suero curativo tal como el suero antidiftérico, por ejemplo. La inoculación de bacilos muertos no va seguida de inmunidad en tiempo alguno.

Toda la biología del bacilo de Koch, causante de la plaga que diezma al hombre de las ciudades, pareciera hecha exprofeso para hacer naufragar todo intento de lucha contra el mal; así fue por años, el microbio agotando el esfuerzo, la perseverancia y la vida de los sabios. Estos han ido, sin embargo jirón tras jirón, arrancando el velo misterioso con que la muerte ocultaba a su hijo predilecto: el microbio de la tisis.

Para nosotros, al escribir estas líneas, fulguran intensamente dos hechos importantes:

1.– Es conocido con el nombre de fenómeno de Koch el hecho de que un animal tuberculoso no acepte una segunda inyección de bacilos, pues en este caso la región inoculada se necrosa y se desprende, cosa que no sucede si el animal no estaba ya atacado de tuberculosis.

2.– Los peces, las aves, los bovinos están atacados por tuberculosis diferentes de la tuberculosis humana, pero el hombre puede ser atacado por la tuberculosis humana y también por la tuberculosis bovina.

Muchos años hace que Calmette, cuando era director del Instituto Pasteur de Lille, emprendió la tarea de debilitar por cultivos seguidos en medios impregnados de bilis, una raza de bacilos tuberculosos de origen bovino. Al cabo de varios años y después de centenares de pasajes logró Calmette con su colaborador Guerin obtener un bacilo que inoculado a los animales no producía las lesiones tuberculosas, pero continuaba viviendo en el animal sin causarle daño aparente alguno. Calmette y sus colaboradores, gracias a vaquillas portadoras de una fístula biliar artificial, recogían muestras de bilis y constataban en ellas la presencia del bacilo que hoy todos llaman **B.C.G.** es decir **Bacilo Calmette Guerin.** Quedaba pendiente el problema de saber si con el tiempo esta infección, verdadera paratuberculosis, se volviera de pronto virulenta y mortal. Las experiencias en terneras mostraron que felizmente no era así, pero que estos animales mientras guardaban en su cuerpo el B.C.G. vivo, no adquirían tuberculosis aunque fuesen inoculados con bacilos virulentos que en poco tiempo daban cuenta de los animales ordinarios que servían como testigos.

La Figura Nº 8 muestra la sección del Museo Pasteur donde fueron expuestos estos trabajos y cuya importancia, cuando yo fotografiaba, se limitaba a los bovinos.

Experiencias posteriores llevadas a cabo en centenares de monos, dieron grandes esperanzas de extender su radio de acción. Algún tiempo después, padres tuberculosos cuyos hijos habrían forzosamente de ser infectados ofrecieron sus hijos recién nacidos para probar la vacuna.

Como los días pasaban y estos niños no se hacían tuberculosos, el sistema fue llevado a la práctica en centenares de casos de hijos de tuberculosos y así poco a poco se ha llegado al día de hoy en que varias decenas de miles de niños del mundo entero han recibido esta vacuna y además, muchos adultos se están haciendo vacunar. Como los microbios que se emplean son vivos, como los medios de cultivo han de ser estrictamente determinados y como las dosis mal tasadas serían causa de desastres irremediables, el Instituto Pasteur de París, no da estos microbios sino a bacteriólogos expertos.

Para que entre nosotros esto se llegue a implantar hace falta algún dinero que sería fácil de conseguir pero, sobre todo, un

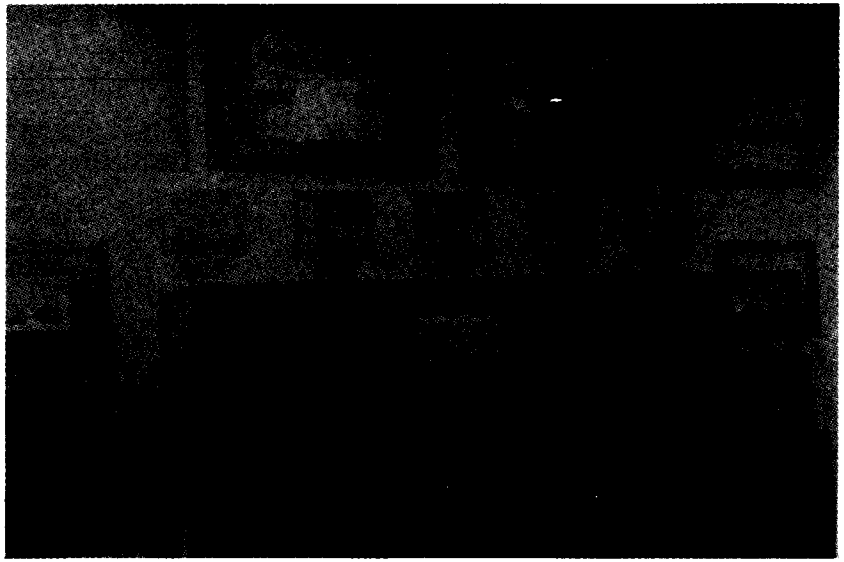


FIGURA Nº 8. Trabajos de Calmette y Guerin sobre el bacilo tuberculoso modificado por la bilis y capaz de provocar una «paratuberculosis» que sin producir lesiones inmuniza contra la enfermedad tuberculosa. Hoy en día hay centenares de miles de niños vacunados. En América, Brasil y Argentina siguen ya este método.

centro científico de gran valor moral que respaldase al vacunador. Este centro entre nosotros no podría ser otro que un Consejo Universitario. Todo padre de familia debía esforzarse porque este consejo se funde y esté en manos de una élite. Los bienes que haría son tan grandes como este que acabo de señalar y que, a buen seguro, jamás ha sido tomado en cuenta.

LA SIFILIS

La base en que descansa la lucha contra la sífilis en Francia, está constituida principalmente por los medios que se han puesto en juego para el enfermo no se llame a engaño y se dé cuenta cabal de cuáles son las manifestaciones, tardías a veces, y qué consecuencias apareja el no someterse paciente y ordenadamente a los tratamientos requeridos. El horror a la enfermedad es lo esencial para evitar su contagio. A falta de poder apreciar los estragos sobre los mismos enfermos, nada hay que se acerque más a lo real que las figuras modeladas en cera por hábiles artesanos que han hecho de ello una profesión y un arte particular. La Figura Nº 9 representa una de estas vitrinas en que puede apreciarse, como si fuese en lo vivo, desde la úlcera inicial hasta el heredo-sifilítico, que por desgracia no siempre muere. Puede verse allí un torso con la roseola secundaria y varias sifilides terciarias.

En otras secciones figuran modelos que representan las diversas lesiones viscerales producidas por el *Treponema* descubierto por el zoólogo Schaudinn.

Los exámenes de sangre, que prestan al médico un auxilio imprescindible, tanto para el diagnóstico como para guiarse en el tratamiento, tienen también su sección en el Museo Pasteur. La fotografía Nº 10 muestra, sobre la mesa del extremo izquierdo, el dispositivo de una reacción de Wassermann hecha y estabilizada en tubos gigantescos. Un cuadro explicativo sirve de fondo. Recordemos, por hacer memoria, que las reacciones serológicas semejantes a la de Wassermann, fueron iniciadas por Bordet en el Instituto Pasteur de París.

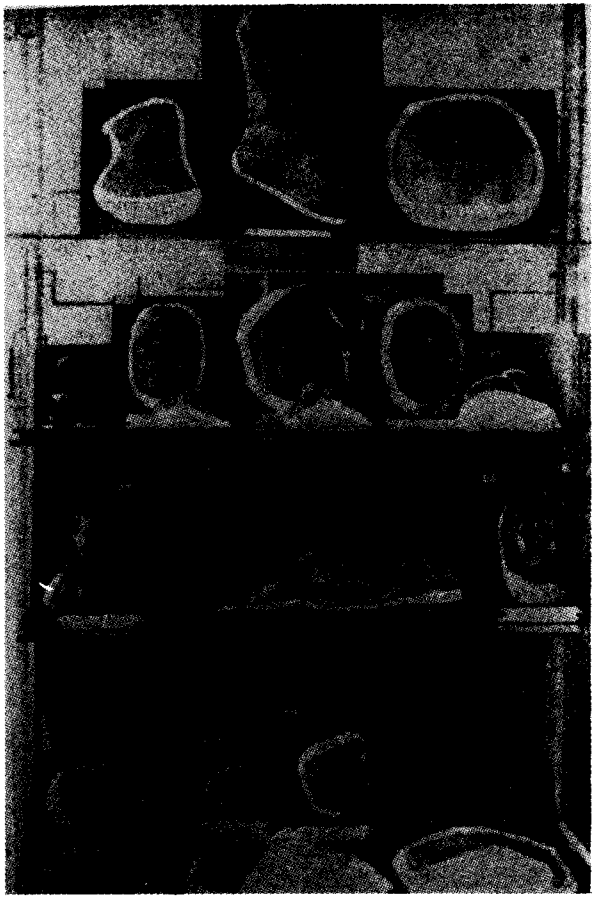


FIGURA Nº 9. Modelos de cera que muestran las diversas lesiones causadas por la sífilis: roseola, úlceras, gomas, sifilides, heredo-sífilis, etc.

En el lugar correspondiente figuran, además, cuadros que sintetizan otro descubrimiento de la escuela de Pasteur: la terapéutica antisifilítica por el bismuto.

Su iniciador, Sauton, cayó víctima del fuego prusiano, pero luego Levaditi, a quien la sifilografía debe múltiples progresos, en colaboración con Sazerac y otros, mostró que el bismuto, ya como cuerpo simple o ya en forma de sales, podía curar la sífilis; este hecho tenía una importancia capital, pues permitía alternar las curas arsenicales con las curas por el bismuto y, además, hacía factible el tratamiento de los arseno-resistentes, que son individuos en quienes la terapéutica por los arsenicales no logra nunca curarlos, por grandes que sean las dosis que se empleen en ellos.

Para terminar esta reseña añadamos que en otro lugar del Museo había expuestos los trabajos de Mestrezat, especialista del líquido céfalo-raquídeo y que allí eran debidamente mostradas las variaciones patológicas de este líquido en las formas nerviosas de la sífilis.

PUTREFACCIONES Y GRANGRENA

Hace ya algunos años que el profesor Teissier había comenzado el estudio bacteriológico de las putrefacciones. Al estudiar la putrefacción de la carne, encontró que ésta no se lleva a cabo sino en forma de estricta colaboración bacteriana: una especie se instala sobre la carne muerta, se alimenta y multiplica a expensas de ella hasta modificar el medio haciéndolo impropio para su vida. Entonces vienen nuevas especies, ya solas, ya asociadas unas con otras y se instalan en el medio de cultivo que les preparó la especie anterior. Así sucesivamente hasta dislocar completamente los albuminoideos. Hay un hecho que no quiero pasar por alto y es que muchos de los microbios que hacen pestilente por hediondo el alimento que descomponen no son de los más nocivos. Hay bacterias putrificantes, en extremo venenosas, que más bien producen olores gratos y repitiendo la frase de Teissier diremos: «No todo lo que mata hiede, ni todo lo que hiede mata».

El objeto de estos estudios era principalmente el de comprender y tratar las putrefacciones intestinales, pero, de pronto se presenta la gran guerra y se nota que la putrefacción de las heridas obedecía a las mismas leyes que había fijado el sabio en sus estudios sobre la putrefaccion de la carne. Conociendo el ciclo bacteriano y sus necesidades, se pudo luchar con éxito y salvar muchos heridos. He aquí cómo un trabajo al parecer puramente teórico se transforma de pronto en eminentemente práctico.

La Figura Nº 11 nos muestra la vitrina en que expuso Teissier sus trabajos sobre la putrefacción.

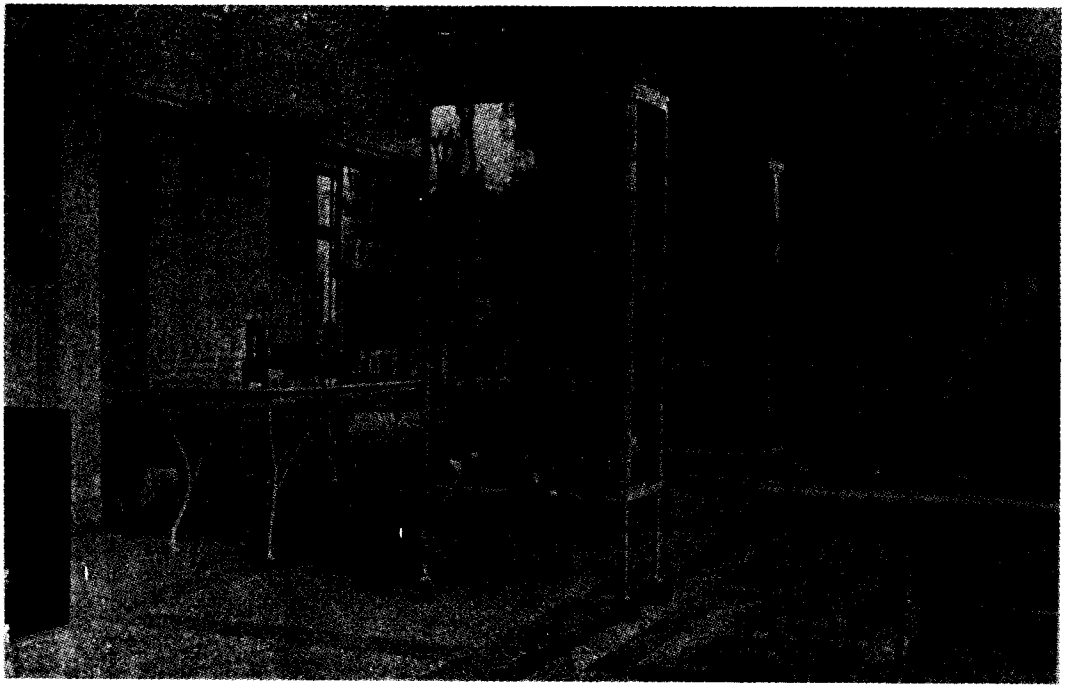


FIGURA Nº 10. A la izquierda, modelo de la reacción de Wassermann. A la derecha, microbios diversos que intervienen en la industria lechera, sobre ellos, en el fondo, mascarillas para radioterapia del cáncer.

FIGURA Nº 11. Diferentes fases de la putrefacción de la carne en que intervienen sucesivamente y en orden estricto e irreversible, diversas bacterias.

La gran guerra permitió también al profesor Weinberg, al generoso maestro del Instituto Pasteur, llevar a cabo un trabajo hercúleo que acaba de culminar, a fines del año pasado, con la publicación de una obra que pasará a la posteridad. Encuentra que la gangrena gaseosa es producida por una serie de bacterias anaerobias a las que aísla, estudia su ciclo sucesivo en la gangrena y prepara con cada una de ellas un suero curativo. Una cura anti-gangrenosa deberá comprender cinco sueros diferentes.

En biología todo se encadena estrechamente y así es que el estudio posterior de apendicitis, gangrenas pulmonares y peritonitis ha mostrado que muy a menudo la flora bacteriana coincide con la de la gangrena gaseosa, al menos en parte, y que la aplicación de los sueros antigangrenosos cura a menudo sin necesidad de operar y que además, en los operados evita complicaciones. Muchos cirujanos de París, al operar hoy día, aprovechan la anestesia del paciente para inyectarle estos sueros sin molestia alguna y precaverlo de complicaciones mortales.

Aquí mismo, en Costa Rica, conocemos varios casos en que estos sueros han salvado pacientes que se creían perdidos. Hagamos votos porque su empleo se propague entre nosotros.

BACTERIAS PATOGENAS Y TOXINAS

Entre lo mucho que había sobre esto, no haremos mención sino de poco: la Figura Nº 12 nos muestra la vitrina correspondiente a la disentería bacilar causada, como es sabido, por varias especies de bacilos de los cuales **solo una** produce una toxina capaz de servir para preparar un suero curativo. Las otras especies no dan sueros curativos. Aquí se han descrito epidemias de varias especies que siempre son tratadas con éxito por el suero antidisentérico; esto justamente muestra que el diagnóstico estaba errado. Exitos semejantes no se obtienen sino con la especie que secreta toxina y tratada a tiempo con el suero específico; con las otras no.

La Figura Nº 13 nos muestra una colección de cultivos bacterianos, de las principales especies, hechos en tubos gigantescos presentando colonias del tamaño de una moneda de un colón. Esta colección la presentaron los laboratorios Lumière, de Lyon, y para la enseñanza presta grandes servicios.

Figuran además vitrinas para las series siguientes: estafilococos, estreptococos, difteria, cólera, serie tífica. En cada vitrina se muestran sus reacciones culturales y daños que causa. Todas ellas fueron instaladas por el Instituto Pasteur de París.

Señalemos brevemente que otra sección correspondía a las toxinas bacterianas y allí cerca también tenía su puesto la serie de los venenos en que, como es de suponerse, las serpientes figuraban como reinas y señoras.

La Figura Nº 14 nos muestra una vitrina en que se exponen modelos de los vestidos que fueron empleados en Europa, en la Edad Media, cuando había que ponerse en contacto con los atacados de la peste bubónica; la terrible peste que importaron del Asia los cruzados.

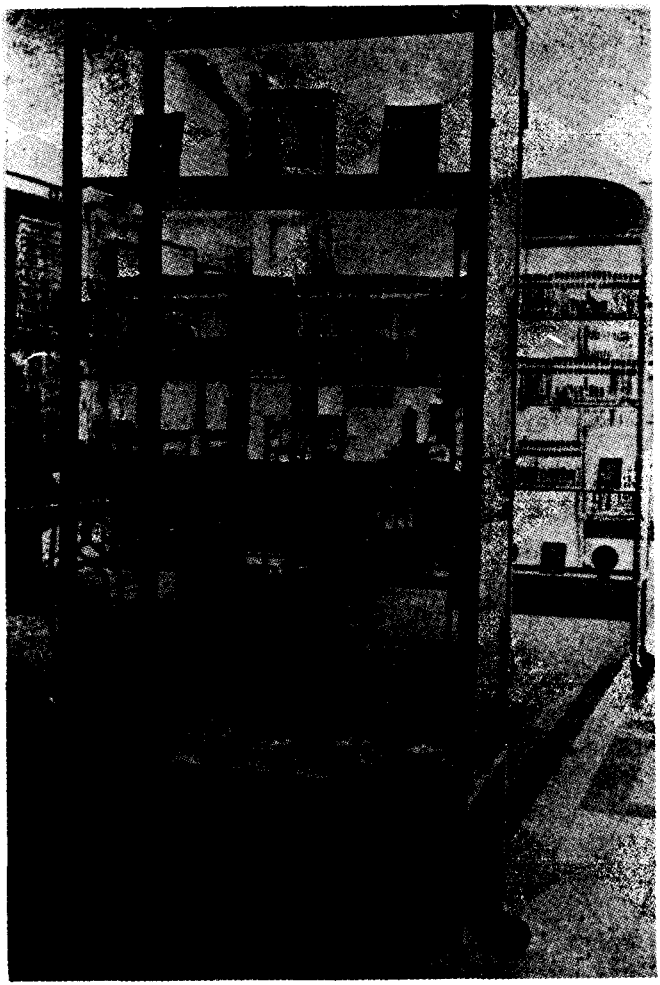


FIGURA Nº 12. Vitrina de la disentería bacilar. En la parte superior: lesiones del intestino. En el centro: tipos diversos de bacilos, en medios diferentes. Abajo: toxina líquida y desecada.

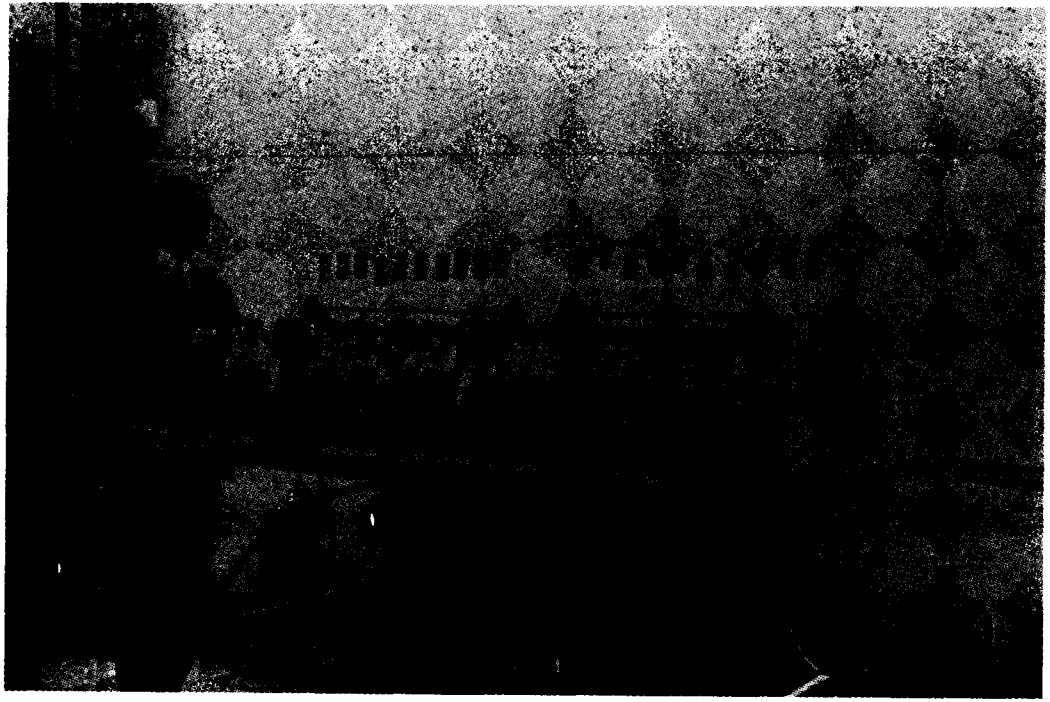


FIGURA Nº 13. Cultivos gigantescos de bacterias y hongos patógenos enviados por los laboratorios Lumière de Lyon.

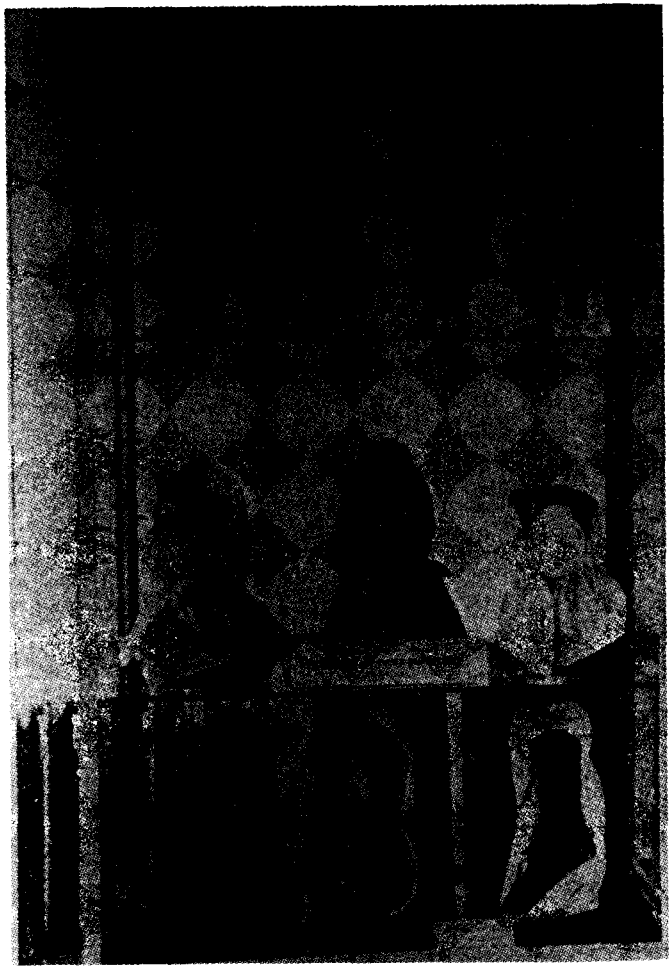


FIGURA Nº 14. Diversos vestidos y máscaras que emplearon en la Edad Media para protegerse contra la peste, en tiempos en que ni remotamente sospechaban de las pulgas como trasmisoras del flagelo.

Estas máscaras, de un histórico y clásico carnaval de la muerte, nos dan clara idea del reinado del concepto del *«miasma»:* sutil aliento que emponzoñando el aire, producía el contagio.

San Roque, hijo único de opulentos señores y que sacrificando posición y fortuna se dedicó a cuidar los apestados, tiene allí una estampa, en su calidad de patrono. La peste lo atacó y se salvó; sus conciudadanos lo encarcelaron creyéndolo espía y en la cárcel murió, pero su heroísmo se glorifica hoy hasta en un Museo de Biología.

Cupo la gloria de descubrir el microbio de la peste a Yersin, discípulo de Pasteur. Hago notar particularmente este hecho, por haber sido llevado a cabo en un destartalado «rancho de hojas», allá en la Indochina, y cuya fotografía figura en el Museo.

Hoy en día se sabe bien la historia de la peste: esta es una enfermedad compartida entre el hombre y varios roedores, entre los cuales la rata figura en primera línea. Varias especies de pulga se infectan al picar un hombre o animal enfermo; el insecto nada sufre, pero al picar otro hombre o roedor sanos, les trasmite la peste. Esta muy frecuentemente comienza por un *bubón ulcerado,* como puede verse en la vitrina. Otras veces la peste adquiere forma pulmonar y su diagnóstico es más delicado.

¡Todas las precauciones de la Edad Media, todos sus largos vestidos talares, no servían sino para recoger pulgas!

HONGOS PATOGENOS Y VENENOSOS

Esta sección tenía forzosamente que estar muy bien representada, pues muchos centros científicos contribuían a ello: los profesores Sartory y Maire de la Universidad de Estrasburgo que han dedicado largos años al estudio de los hongos venenosos, instalaron vitrinas en extremo ilustrativas, figurando allí, además, los principales hongos de Alsacia. El Instituto de Higiene de Estrasburgo contribuyó con una serie de cultivos en que figuraban 256 ejemplares.

El Instituto Forestal de Florencia envió una serie de álbumes de fotografías en que muestran las lesiones que causan los hongos en los árboles frutales o de los bosques.

La Estación de Patología Vegetal de París llevó series en que figuran los hongos de las papas, de la vid y de los cereales.

El Laboratorio de Parasitología de París envió muestras de sus trabajos. Todo ello excelente, sin duda alguna, pero la mejor nota fue dada por los holandeses que enviaron una colección magnífica y un delegado que nos impusiese de la labor del Instituto Holandés de Baarn, creado para mantener vivos los cultivos de hongos que interesan al hombre.

Esta muestra de colaboración vale ser conocida, y por ello nos detenemos unos instantes. El Instituto de Baarn tiene un personal universitario que ha hecho especialidad sobre los cultivos de hongos y al cual subvenciona el Estado. Si un sabio descubre un hongo nocivo o útil, puede enviarlo a Baarn y allí lo seguirán cultivando; si luego el remitente necesita un subcultivo, no hace más que pedirlo y así puede, aún años más tarde, rever la especie estudiada por él y todo ello gratuitamente. Si un investigador, colegio, Universidad, etc., desea procurarse una especie determinada y estudiada anteriormente, el Instituto de Baarn

le enviará el cultivo mediante el pago de $0,50 por especie. Se logra así:

1.– Hacer que los investigadores no pierdan sus especies.
2.– Ponerlas al alcance de otros investigadores con toda seguridad de origen y
3.– Ayudarse al mantenimiento de centro tan útil.

Recordemos que los holandeses han sabido mejor que nadie organizar estos centros, que su jardín botánico de Buitenzorg, en Java, ha servido para propagar las principales plantas medicinales y que allí se han seleccionado las variedades actuales de árboles de quina cuya corteza tiene al menos diez veces más quinina que las especies originarias. Nosotros somos deudores a este jardín de nuestra principal, sino única fuente de libertad: el café.

En meses recién pasados acaban los holandeses de fundar en Java, con el concurso de agricultores, de biólogos y de químicos, un centro de estudios experimentales sobre el té. Brasil lo hizo ya para el café y nosotros, entre tanto... como si tal cosa; sin darnos cuenta que por desprevenidos, la civilización en su marcha, progresista pero despiadada, nos arrojará a la orilla del camino. Entonces, cuando gritemos arrogantemente: «el café de Costa Rica es el mejor del mundo», reirán de nuestra candidez.

MICROBIOS UTILES

Los microbios de las fermentaciones fueron estudiados por Pasteur mismo y antes que los microbios patógenos. Los progresos hechos en la técnica de las fermentaciones son enormes y al Museo, como es de suponerse, llegaron exposiciones de estos trabajos.

El Laboratorio de Carlsberg disponía de un pequeño salón en que fueron expuestos modelos en pequeño de los aparatos que allí emplean para la producción de levaduras puras. Figuran además, las publicaciones hechas por el laboratorio y una colección de microfotografías de las diversas especies de levaduras allí estudiadas.

La sección de fermentaciones del Instituto Pasteur envió también una buena contribución, entre la cual figura en primer término, los aparatos del profesor Fernbach para la obtención constante de levaduras puras; así mismo el sistema empleado por este profesor, durante la guerra europea, para la obtención de acetona por medio de la fermentación microbiana.

El Dr. L. Marnier, de Lille, envió un trabajo sobre el tratamiento del lino por las bacterias aerobias. Algo semejante habrá un día de hacerse entre nosotros, no sólo para mejorar los textiles conocidos: henequén, cabuya etc., sino para tratar de explotar plantas que se pierden actualmente.

En la Figura Nº 10 vemos, a la derecha, una serie de cultivos sobre la bacteriología industrial de la leche, a cuyo estudio consagró, durante un tiempo, sus actividades el profesor Mazé, del Instituto Pasteur de París.

Sabido es que muchas bacterias son capaces de dar leches agrias pero que, según la bacteria que se emplee, varía el aspecto, consistencia y propiedades de tal «cuajada». Esto sirve para

la preparación comercial de muchas leches agrias que llevan denominaciones especiales: *yaougourt, kefir,* etc. La temperatura y el tiempo, que ésta se mantenga hacen variar la calidad de los quesos; aquí lo saben y así lo hacen; la explicación es la siguiente: cierta temperatura en un tiempo dado mata muchos de los gérmenes que trae la leche pero deja subsistir otros. Hongos especiales producen los quesos *Rochefort, Camembert, Gorgonzola, Brie,* etc.

Las buenas cremas o «natillas», como decimos nosotros, así como las «mantequillas» perfumadas, deben su «bouquet» a los gérmenes útiles.

Fácil es comprender que así como hay buenos gérmenes, también los hay malos y que los productos de lechería están tan sujetos a las enfermedades como lo están los vinos o los vinagres. Los quesos rancios, los que se llenan de ojos con tendencia a volverse esponjosos, los agrios, los amargos o manchados, deben tal carácter a bacterias nocivas.

Mazé aisló y estudió las buenas y las malas bacterias y estableció las condiciones en que ejercen su influencia útil o nefasta. Hoy en día el Instituto Pasteur tiene una sección que suministra estos cultivos a bajo precio. Para que nadie se haga ilusiones, bueno es añadir que hay que aprender a trabajar con ellos.

SECCION VETERINARIA E HIGIENE

Las enfermedades de los animales interesan al hombre en dos aspectos diferentes:

1.– Muchas de ellas atacan y diezman sus animales domésticos, perdiendo así riqueza o bienestar, pero en todo caso sólo los animales son víctimas.
2.– Otro grupo de enfermedades, aunque no hagan grandes destrozos entre los animales, tienen la característica de ser contagiosas para el hombre y entonces no es ya un asunto de «ganancias y pérdidas» sino de preservación personal.

En una sección del Museo se encontraba una vitrina en que varias piezas mostraban cuáles son los sistemas que deben seguirse para recoger las muestras de fragmentos de cadáveres para ser enviadas a los laboratorios para su examen, pues las muestras mal recogidas no sirven para el caso. Contiguo estaban varias piezas anatómicas que muestran las principales lesiones orgánicas causadas por cada una de estas enfermedades. Allí figuraban los preparados que elabora el Instituto Pasteur en vista de combatir estas enfermedades: vacunas contra el carbón, el cólera de las gallinas, tifosis aviaria, mal rojo del puerco, etc.

El Instituto Pasteur de Indochina envió una serie de pequeñas figuras modeladas que muestran todo el proceso que allí se sigue para fabricar el suero contra la peste bovina, el cual es obtenido de otros bueyes, artificialmente inmunizados. También envió publicaciones y muestras de los productos que allí preparan.

Hay una sección que corresponde a la inspección sanitaria de las carnes y los modelos en cera expuestos allí y cuyo tamaño

es natural, están tan bien hechos, que los peritos en estos exámenes, consideraron como lo mejor que hubiesen visto. Recordemos que en Europa, y desde hace muchos años, sería inconcebible un matadero o un mercado de ganado, de peces o aves, sin el control de un veterinario especializado. Comer carne con parásitos equivale a comerla con gusanos.

Figuran en el Museo los sistemas que se emplean para estudiar los gérmenes del aire y allí están en su lugar las experiencias de Pasteur, de Miquel, de Strauss.

Bertrand envió un modelo de las plantas de purificación del agua por el ozono, tal y como se lleva a cabo en Lille. Por otra parte el Instituto Pasteur de la misma ciudad tiene allí sus modelos de depuración biológica de las aguas de cloaca.

El Dr. Lavergne, que en el Instituto de Higiene de Estrasburgo se ocupaba de los análisis de las aguas, expuso una sección en que figuran todas las fases y sistemas de investigación biológica que se llevan a cabo en esa ciudad cada vez que se requiere un examen de agua potable.

LA VACUNA

Una sala especial fue dedicada a la vacuna contra la viruela. Frente al busto de Jenner, iniciador de la vacunación, se encuentra un panel en que figuran publicaciones de la época en que se comentaba el empleo de la vacuna; la mayor parte son caricaturas en que se hace burla de tal práctica. Hay además algunas en que figuran los retratos de Jenner y de Lady Mary Wortley Montague que fue quien introdujo a Inglaterra la práctica de la viruelización, tal y como ella la había visto practicar en Constantinopla.

La viruelización consiste en inocularse en la piel, fluido tomado de las viruelas de un paciente en plena enfermedad y que puede conservarse cierto tiempo si se deseca. Voltaire dedica la XI[a] de sus *«Cartas Filosóficas»* a describir esta práctica. Si alguien deseare saber sobre estas cosas y a la vez deleitarse con fina ironía inimitable no debe dejar de leer esta carta. Para explicar por qué esta inoculación no produce sino **rara** vez viruelas generalizadas digamos solamente que *la enfermedad viruela* comienza siendo una infección general que se termina por la *pústula viruela.* Si se inocula la pústula para comenzar, se obtiene seguidamente una pústula local que al desaparecer deja al paciente inmune contra otro ataque de viruelas, al menos por varios años.

El mérito de Jenner consistió en sustituir la viruelización por la inoculación de «Cow-Pox» o viruela de vaca, la cual sin ser viruela, inmuniza al hombre contra esta enfermedad.

En el Museo Pasteur figuran los instrumentos que se han empleado para vacunar animales (para producir más vacuna) y personas desde el comienzo hasta nuestros días. Se encuentran allí modelos en cera y pieles de animales tomados en diver-

FIGURA Nº 15. Conejos disecados que muestran diferentes aspectos de la vacuna contra la viruela. Se inoculan estos animales con objeto de activar el fluido que degenera si se pasa sólo de ternero a ternero.

sos períodos de la evolución de la vacuna. Figura allí también una serie de conejos disecados (Figura Nº 15), destinados a mostrar la evolución de la vacuna en esta especie, utilísima para reforzarla, pues degenera si se pasa sólo de ternero a ternero. El empleo de conejos con este objeto data de 1901, época en que Calmette introdujo tal innovación.

Un estereoscopio rotativo muestra las diversas fases de la preparación de la vacuna. En las paredes figuran cuadros estadísticos que indican todos los beneficios por la vacunación. Hay dos cuadros con los artículos de la legislación francesa que hace obligatoria la vacunación durante el primer año de vida y revacunaciones a los 11 años y a los 21. Se recuerda allí, al visitante la obligación en que está de proteger la sociedad en que vive protegiéndose a sí mismo y, además, las penas en que incurre si olvida su obligación.

Nosotros no vacunamos ni remotamente como sería debido pero, en cambio, en una vuelta de calle por el barrio de Santa Lucía, hay una placa que dice: Plaza Jenner. Si nos cae viruela, iremos a frotarnos contra ella...

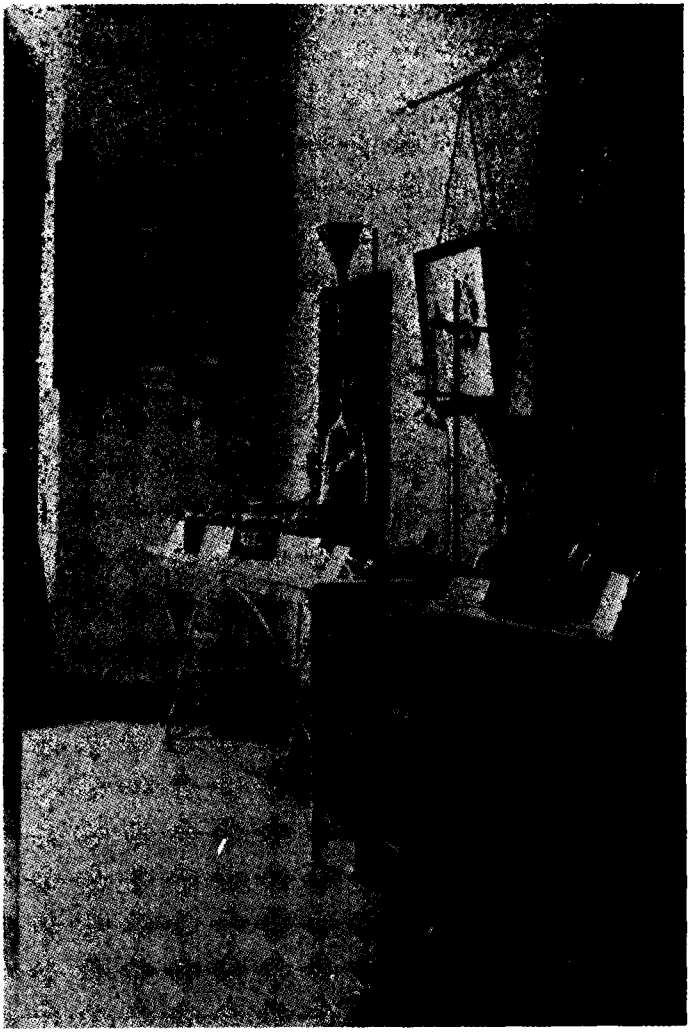


FIGURA Nº 16. Preparación del suero antidiftérico. Cultivos, filtración, inoculación al caballo, colecta de la sangre, separación del suero, dosaje y envase, pueden seguirse al detalle en este recinto.

SUEROS Y VACUNAS

Por extensión se usa la palabra vacuna para los productos microbianos diversos que se emplean para inyectar al hombre y a los animales con el objeto de preservarlos de una infección patógena. Como es de suponerse, en el Museo Pasteur figuran, en forma de etapas diversas, las diferentes modificaciones que han ido sufriendo los métodos de elaboración. La gran guerra permitió seguir en miles de hombres los efectos preventivos de tales vacunas y cuyo último avance es indudablemente el llevado a cabo por Besredka, quien muestra que los diversos tejidos pueden *«vacunarse»* independientemente unos de otros y sin que haya necesidad de provocar reacciones generales. Es así que puede vacunarse el tubo digestivo, por ingestión de microbios y bilis, contra enfermedades propias del intestino: tifoidea, disenteria bacilar, cólera morbus, etc., o también la piel rasurada, por fricciones apropiadas, de microbios adaptados a evolucionar en la piel, es decir los *«dermotropos»* como dicen los bacteriólogos en su argot particular.

Muy notable era un saloncito (Figura Nº 16) en que, como ejemplo de inmunidad pasiva, o transfusada del animal al hombre, se había escogido el suero antidiftérico que, como es sabido, fue el primero en prepararse después que Roux y Yersin descubrieron la toxina diftérica en 1889 y que Behring al año siguiente, descubría la antitoxina.

Figuran allí los amplios balones de cristal que contienen los caldos nutritivos en que se siembra el microbio de la difteria el cual al descomponer, en presencia del aire, sustancias del caldo que pertenecen al grupo de las gelatinas, elabora un veneno: la toxina diftérica.

Una cinta y unas flechas parten de estos cultivos y muestran la segunda etapa: la filtración a través de bujías de porcelana, cuyo objeto es desembarazar el caldo de los cuerpos microbianos. Esta toxina filtrada y atenuada más o menos por medios diversos, es inyectada a los caballos. En la figura puede verse una cabeza de caballo en cuyo cuello está introducida la aguja que por medio de un tubo conecta con el frasco inyector.

En la pared de enfrente hay otra cabeza en que se ven las operaciones de sangría que se llevan a cabo meses después. Allí se ven los frascos en que asépticamente se separa el suero sanguíneo del coágulo.

En nuestra fotografía vense también las grandes redomas llenas ya del suero antidiftérico. Este es probado para conocer su valor antitóxico y luego distribuido en frascos.

Quiero terminar este capítulo contando algo que honra a Francia en particular y a nuestra raza en general: los sueros se dosan para ver si van a neutralizar 3000 unidades tóxicas; si es así pasan a una mezcla común sin tomar en cuenta su mayor valor, pero si tienen menos no se utilizan. No separan los más altos en antitoxinas porque deberían venderse más caros y eso sería dar a los ricos mejores oportunidades en detrimento de los niños pobres.

LA FAGOCITOSIS

Pasteur recibió con amplia hospitalidad en su Instituto de París al sabio ruso Metchnikoff. Hoy en día los huesos del primero y las cenizas del segundo reposan en el mismo templo de la ciencia. Nada más natural que en el Museo Pasteur se encontrasen nuevamente juntos al revivir en la gloria. En frente visible se encuentra un retrato al óleo de Ilia Metchnikoff rodeado por diez cuadros que muestran sus principales descubrimientos sobre la fagocitosis. Allí, con elocuencia muda, estas acuarelas dan testimonio de las diversas conquistas con que paso a paso fue Metchnikoff elaborando su doctrina fagocitaria que es la más bella de las conquistas que jamás un zóologo llevara a cabo.

Se recuerda allí el día que el sabio tuvo la idea de introducir una espina de rosa en el cuerpo transparente de una estrella de mar para ver si las células mesodérmicas venían a rodearla como pasa en el hombre donde forma el pus. Una noche, en la antigua ciudad de Mesina, sintió la inspiración y según él mismo lo relata, «*tal emoción hizo que marchando a grandes pasos fuese al borde del mar a recoger sus pensamientos*». Otro cuadro muestra las Dafnias o pulgas de agua en que se ven las esporas de un hongo que atraviesan el tubo digestivo, al ser cogidas por las células amiboides que defienden al crustáceo de la infección general. En ellas vio Metchnikoff la lucha cuerpo a cuerpo entre el germen invasor y el fagocito que defiende. Si el microbio era digerido, la dafnia curaba, de lo contrario al animal sucumbía, siendo su muerte el epílogo del fagocito en derrota.

Viene luego el momento en que pone, frente a frente, la bacteria del carbón y los glóbulos blancos de los animales superiores, constatando que las bacterias muy virulentas no eran

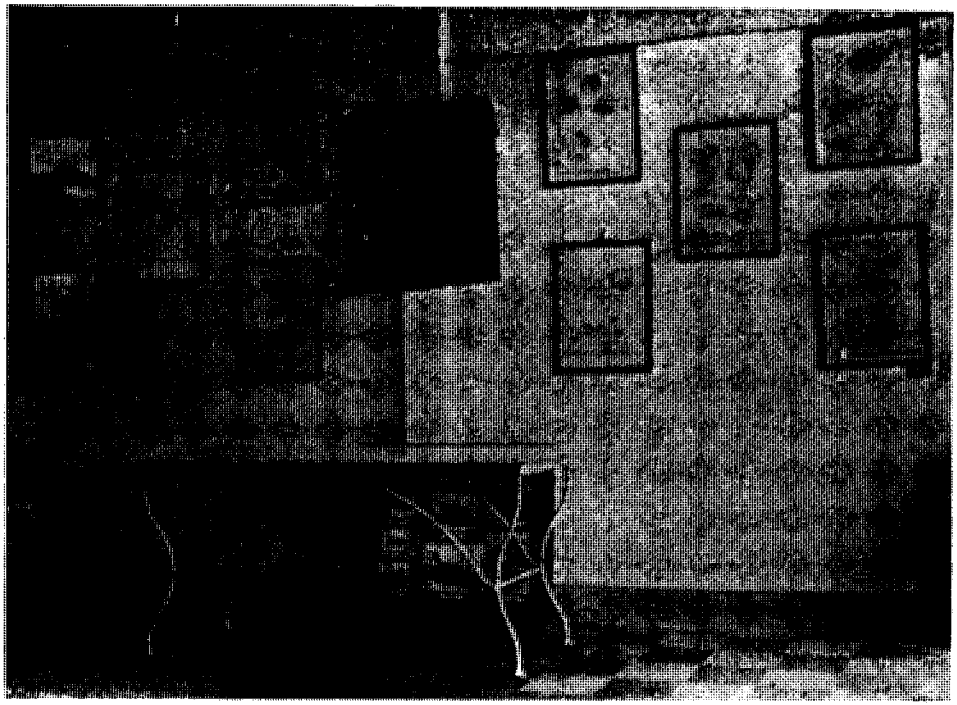


FIGURA Nº 17. Retrato de Metchnikoff rodeado de 10 cuadros que muestran la génesis de la doctrina fagocitaria: desde la digestión intracelular de las actinias hasta la caza de bacterias por los glóbulos blancos de la sangre del hombre.

atacadas por los fagocitos, al contrario de lo que pasaba con las poco virulentas; que los glóbulos de animales refractarios las digerían bien, más no así los de animales hipersensibles.

Los otros cuadros van poco a poco haciendo revivir la lucha épica que tuvo que sostener Metchnikoff durante un período de 25 años para ir respondiendo, por experiencias magistrales a cada cúmulo de objeciones que sus enemigos amontonaban ante la nueva teoría.

Por fin la ve abrirse paso y convertirse en campeón victorioso. Ve un premio Nobel testificar ante el mundo el aprecio en que se tiene su trabajo y después de arder su propia vida en defensa de su vehemente fe científica, constata que el hecho de haber ganado un premio Nobel pesaba más que el aprecio de sus conciudadanos, que las muchas razones que dio. Hoy, de sus compatriotas de entonces nada sabemos, pero en cambio el nombre de Metchnikoff es en sí mismo una epopeya gloriosa.

VIDA ASEPTICA Y VITAMINAS

Desde 1888 tratando de la vida aséptica escribía Pasteur: *«No oculto, que si tuviese tiempo, emprendería su estudio, con la idea preconcebida, que la vida en estas condiciones sería imposible»*.

Para Metchnikoff los microbios no sólo son inútiles sino que los que viven en el intestino nos envenenan poco a poco; el animal con sus jugos digestivos debe bastarse a sí mismo sin contar con los microbios.

Tenemos, pues, una de tantas veces, los dos genios en pugna. Veamos qué dice la experiencia:

Si se esterilizan huevos de la mosca de la carne y se ponen luego en carne sin microbios, las larvas se desarrollan mal. Si se añaden jugos digestivos, el desarrollo se normaliza.

Los pollos criados asépticamente eran raquíticos, duraban un mes a lo sumo y sus jugos digestivos no parecían suficientes para digerir la comida esterilizada que recibían.

Cobayos (cuilos) extraídos por operación cesárea por medio de aparatos especiales que permitían toda manipulación aséptica, y colocados luego en recipientes en que sólo aire y alimentos esterilizados eran introducidos, no vivieron ni bien ni largo tiempo.

Todo parece dar razón a Pasteur.

Wollman, un preparador de Metchnikoff que dedicó mucho tiempo a estos estudios, llevó al Museo cobayos en vida aséptica, órganos de los mismos puestos en medios favorables de cultivo que se mantenían asépticos. Llevó también crías de cucarachas que conducidas con todas las técnicas de vida aséptica jamás llegan a desembarazarse de unos cuerpos que están en su interior y que simulan bacterias aunque no han podido cultivarse.

Decíamos que todo parecía dar la razón a Pasteur en su concepto de **imposibilidad de vida sin microbios,** mas, de pronto aparece la noción de vitaminas y se constata que animales normales no pueden subsistir con solo alimentos esterilizados, y que la falta de vitaminas era la verdadera causa de la muerte de los animales en vida aséptica que no recibían sino alimentos esterilizados; pero si a estos se añaden vitaminas, la vida sí es posible.

Hay, en fin, otros animales cuya vida sí parece estar ligada a ciertos microorganismos.

En el Museo Pasteur había expuesto un cuadro que representa el valor en cantidad y calidad de vitaminas que contienen diversas sustancias. No quiero desaprovechar esta oportunidad para decir: que el factor A o antirraquítico cuyo tipo es el aceite de Bacalao; el factor B o antineurítico, propio de la levadura de cerveza y el factor C o antiescorbútico y que es propio del limón, se encuentran los tres y en cantidades apreciables en el repollo. La ensalada de repollo es, pues, un medio barato y práctico de suministrar vitaminas.

LA VIDA DEL SUELO VEGETAL

Hace años ya que la tierra cultivable dejó de considerarse como materia mineral e inerte; hoy sabemos que sin los millones de seres microscópicos que viven en cada gramo de tierra, la vida vegetal que conocemos, desaparecería de la faz de la tierra. Toda una sección del Museo fue ocupada por la estación agrícola de Rothampsted, de Inglaterra. La Figura Nº 18 nos muestra el amplio local que ocupó.

Figuran allí la serie de trabajos llevados a cabo para conocer el efecto de la desinfección parcial del suelo que tiende no sólo a destruir protozoarios y malas bacterias sino también nemátodos o gusanos microscópicos que arruinan las cosechas. Como estos nemátodos son ya para nosotros causa de serios perjuicios, vale la pena que digamos que la estación experimental de Rothampsted encontró que el mejor desinfectante del suelo es el clorodinitrobenzeno que a la dosis de 5 gramos por kilo de tierra destruye los hongos y con sólo un gramo por kilo es suficiente para destruir los nemátodos. Varias vitrinas muestran comparativamente las plantas obtenidas, en suelos infectados unas, y otras una vez la desinfección establecida con diversas dosis y con productos varios.

Una serie de cultivos de **hongos** del suelo muestra cuáles son de ellos los que atacan la celulosa, cuáles el almidón y cuáles las proteínas.

Sigue una serie de **algas verdes** del suelo en cultivo puro y en que se estudia la influencia de los diversos elementos minerales u orgánicos sobre su desarrollo. Otro tanto se hace con las diatomeas. En cuanto a **bacterias,** encontramos:

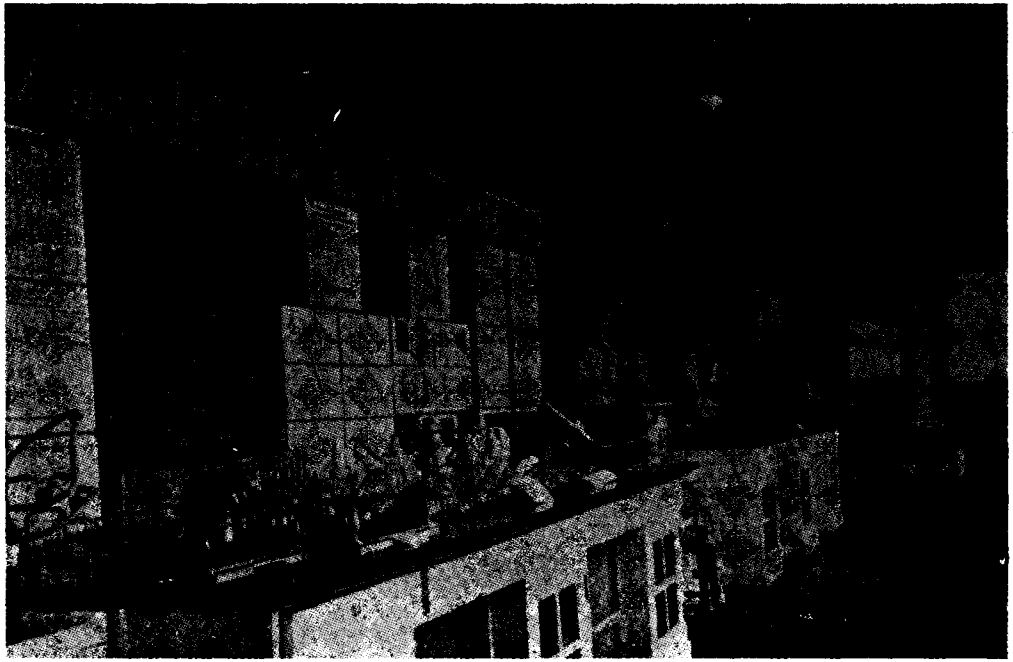


FIGURA Nº 18. Salón de la estación agrícola experimental de Rothamsted en que expuso en detalle sus estudios sobre biología del suelo.

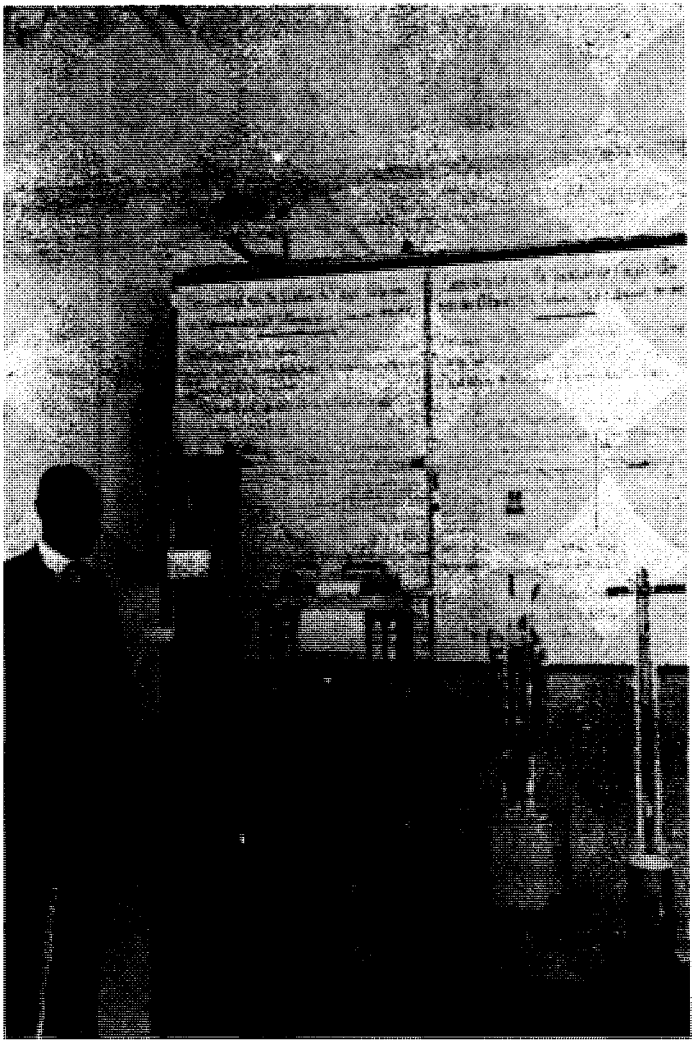


FIGURA Nº 19. Modelos empleados por Schloesing y Laurent para estudiar, con toda precisión química, la fijación de nitrógeno por las bacterias que viven en simbiosis con las leguminosas provocando nódulos radiculares.

a) Varios organismos que descomponen la celulosa
b) Los que atacan el fenol, la naftalina y el cresol
c) Los microbios del suelo que producen amoniaco
d) Bacilos que reducen los nitratos hasta el término de nitrógeno
e) Los bacilos que fijan nitrógeno del aire
f) Los bacilos denitrificadores

Estudios en detalle mostraban los principales protozoarios del suelo y en gráficos numerosos se indica la influencia de la acidez verdadera (pH) del suelo, sobre las cosechas y sobre los microbios y hongos patógenos. También las influencias biológicas sobre la fertilidad de los suelos. La obra llevada a cabo por esta estación es el fruto de muchos años y de muchos trabajajadores. Recordemos que durante la gran guerra, Inglaterra sufrió la falta de abonos pero la estación de Rothampsted enseñó a los agricultores a hacer *estiércol artificial,* es decir, a poner los microbios a contribuir para dar pan al pueblo inglés.

En otros lugares figuraban trabajos antiguos pero en extremo notables: tal el dispositivo de Schloesing (Figura Nº 19) que sirvió para determinar por dosajes exactos la fijación del nitrógeno por las bacterias de las leguminosas y también los trabajos de Winogradsky, a quien podemos llamar el *padre de la bacteriología del suelo.*

BIOLOGIA VEGETAL

Bajo este epígrafe agruparemos varias cosas bastante heterogéneas y algunas de las cuales, por falta de espacio, debieron ser expuestas en el Instituto de Higiene; allí se instaló toda la sección de Patología Vegetal. De ésta diremos que, fuera de los hongos de que ya dijimos algo en otra parte, había una serie de tumores vegetales bacterianos cuyo estudio estaba verificando J. Dufrenoy y que luego le sirvió de tesis para obtener el grado de doctor en ciencias. Los atlas de Foex y Ducomet sobre enfermedades de la papa son admirables. También había allí una sección dedicada a los protozoarios que viven en el látex de varias plantas y cuya transmisión se lleva a cabo de planta a planta por intermedio de chinches que se nutren de látex. Este capítulo es eminentemente sugestivo pues los flagelos del látex, trasmitidos por insectos, semejan a más no poder, ciertas infecciones de los mamíferos . Las muestras del Museo fueron llevadas por el profesor italiano Franchini que durante largo tiempo trabajó con Laveran, el eminente descubridor del parásito del paludismo.

En otra parte, G. Bertrand y Thomassin (1905); Bertrand y Javillier (1911-1912) y Agulhon (1910) tenían cuadros que resumían sus trabajos sobre abonos catalíticos y otro de G. Bertrand sobre el tratamiento del suelo por la cloropicrina que hace aumentar el rendimiento. La cloropicrina fue empleada en la gran guerra para producir gases asfixiantes pero los trabajos del sabio francés transforman el cuerpo químico, que de homicida pasa a ser benefactor.

Boullanger y Massol exponen una serie de experiencias que muestran la influencia de varios fertilizantes sobre la cantidad de almidón de la cebada. También aparatos de producción continua de nitrato de calcio mediante microbios.

Una serie de excelentes ampliaciones fotográficas muestran las experiencias de Mazé sobre la nutrición mineral de la planta y cuya importancia ha sido de primer orden.

Blaringhen llevó una serie de plantas en herbario junto con varios cuadros y gráficos que muestran los resultados obtenidos por este investigador en dos órdenes de fenómenos:

1–. Sobre las mutaciones bruscas, tema sobre el cual el autor ha escrito un libro en la serie de filosofía científica
2.– Sobre la hibridación de los cereales como medio de obtener cualidades nuevas y a veces inesperadas.

G. Bultel, jardinero jefe del Castillo de Armanvilliers, en Gretz, perteneciente a Rotschild, envió una serie de germinaciones de orquídeas según el método de Noel Bernard, que consiste en contaminar las semillas con el hongo que vive en simbiosis con la orquídea; esta simbiosis descubierta por Noel Bernard es una de las mejor estudiadas, gracias a la sagacidad y habilidad experimentales del autor. Noel Bernard determinó también las condiciones en que la germinación podía llevarse a cabo asépticamente y Bultel envió frascos con cultivos asépticos que mostraban desde la primera germinación hasta plantas de muchos meses. Esta sección nos interesó tanto más cuanto que fue pacientemente preparada por un hombre que no era de laboratorio.

ENTOMOLOGIA

Un pequeño saloncito arreglado por el Profesor Roubaud del Instituto Pasteur y cuya especialidad es la entomología en sus aplicaciones a la medicina, contenía varios modelos en cera o «papier maché» figurando en grande algunos insectos nocivos; estos modelos fabricados unos por la casa Deyrolle y otros por Bouardel y Seguy, del Museo de Historia Natural de París, testifican la habilidad, veracidad y arte de sus ejecutores.

Habiendo Roubaud sido jefe de una misión enviada al Africa a estudiar la biología de la mosca Tsé - Tsé, transmisora de la tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, gran parte está dedicada a estas observaciones y experiencias que el sabio entomólogo expuso como tesis en su doctorado en ciencias y la cual es una de las más notables que la Universidad de París haya recibido. Allí un diorama muestra la selva y el modo de vivir del hombre en tales regiones y una leyenda explica cuáles son los escondrijos en que la mosca nefasta pone sus huevos o se oculta esperando la ansiada ración de sangre humana en pago de la cual deja el germen maléfico que transforma al magnífico hotentote en un ser débil y mezquino que simulando sueño, no espera sino el sueño de la muerte.

La lucha contra los zancudos y contra la asquerosa mosca doméstica tiene allí lugar principal. Nuestra Figura Nº 20 muestra parte de este salón y en ella se observa uno de los modelos expuestos: la lucha contra la mosca doméstica.

La sección de Entomología Agrícola estaba constituida por vitrinas numerosas en que las colecciones van acompañadas de dibujos y leyendas. Para fotografiar en detalle escogí la vitrina del «comején» enviada por la estación entomológica de Burdeos. Si escogí este insecto fue por ser él para nosotros uno de los

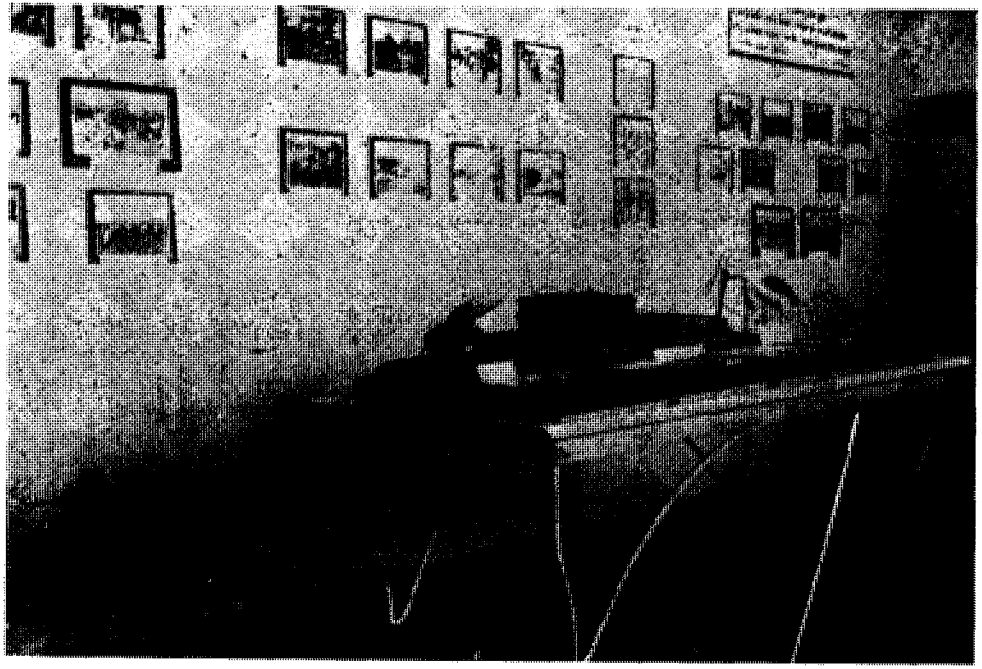


FIGURA Nº 20. Salón de entomología médica. Sobre la mesa se ven modelos que dan cuenta de la biología de la mosca doméstica y de los medios para luchar contra ella. En las paredes cuadros de hombres y animales infectados por picaduras de moscas y zancudos.

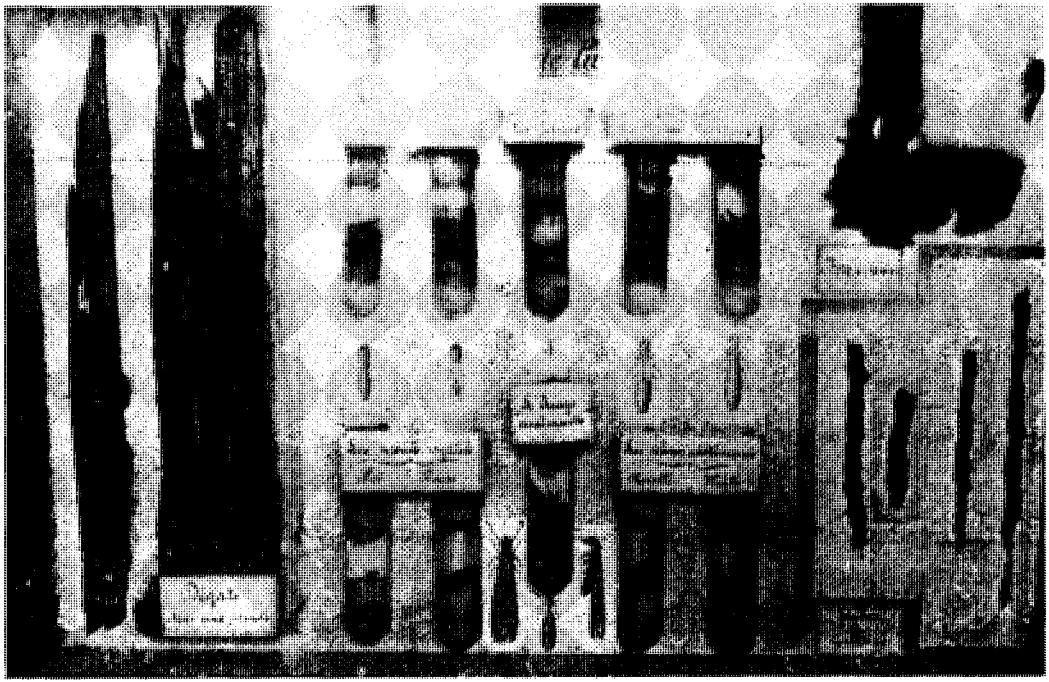


FIGURA Nº 21. Biología del «comején». Daños que ocasiona. Huevos, larvas, obreras, soldados. Ninfa 1ª, Ninfa 2ª, Rey y Reina, nuevos colonos, nuevos reyes, es decir más complicados en su vida que las abejas y hormigas.

principales agentes de ruina al comerse nuestras casas en la paz más completa y quizás con regocijo de algunos.

En la Figura Nº 21 vemos cuáles son los daños que causa en la madera; cómo construye tubos para pasar de un lugar a otro; figuran allí ejemplares y dibujos:

1.– De los huevos y animales jóvenes,
2.– De los neutros que son: soldados los unos, obreros los otros,
3.– De las ninfas de 1ª y de 2ª forma,
4.– De la pareja reinante: rey y reina,
5.– De los individuos de nuevos enjambres

Cuando al caer las tardes de junio y julio vemos los comejenes salir por millares de los aleros de nuestras casas, realizar su vuelo nupcial y luego continuar su obra de ruina sin que nadie se preocupe de ello, nos parece que también han roído nuestras facultades y que, en no lejano día, no seremos sino urrú de comején.

Volviendo al Museo Pasteur, dijimos que entre lo más valioso, se contaba con los trabajos de Marchal que es en Francia el alma de la Entomología Agrícola y quien trabaja en sus laboratorios con verdadera visión de biólogo. Para Marchal el insecto no es sólo uno de nuestros más terribles enemigos, sino que, según sus propias palabras, cabe recordar que a ellos debemos *«El más dulce de nuestros alimentos y el más suntuoso de nuestros vestidos»*.

ENVIOS DE AMERICA

La Institución Rockefeller tiene en el Museo dos grandes salas en que figuran cuadros, fotografías, gráficos, radiologías, etc., que han servido para los principales trabajos de investigación que se han llevado a cabo en tal institución. Por su importancia están en primera línea los del francés Carrel sobre cultivos de tejidos «*in vitro*». Con motivo de la inauguración del Museo se proyectó en cinematógrafo una película sobre estos cultivos que llevaban ya en ese entonces, once años de cuido con resiembras cada 48 horas. Para fotografiar estos cultivos se hacía una impresión cada 40 segundos y a veces, hubo necesidad de durar en ello, sin interrupción, 70 horas. En esta película podían verse los movimientos periódicos de contracción que realizan los cultivos de corazón hasta una semana después de iniciados, como si recordando su origen quisiesen las células cardíacas cumplir su inexorable oficio de palpitar hasta su muerte.

Los trabajos de Loeb (alemán) sobre la constitución de los albuminoides, sobre los antitóxicos y sobre la partenogénesis hacían honor a su nación de origen y al Mecenas generoso.

Peyton Roux (americano), con sus trabajos sobre los tumores traía una excelente contribución al debatido problema. El japonés Noguchi, con sus trabajos sobre vacuna libre de bacterias, sobre cultivo de espiroquetas, sífilis principalmente, dio brillo a la Institución Rockefeller. Noguchi acaba de caer en el Africa víctima de la fiebre amarilla a cuyo estudio dedicó con devoción sus últimos años, figurando en su gloria, la ofrenda de su vida. Pero como estas tragedias son poco teatrales, el público inconsciente «ve y pasa».

De la América Latina sólo el Brasil tenía una sección. Como su exposición fue prolija no pudo instalarse en el Museo sino en un pabellón de la Exposición. Brasil es el país a quien la medicina tropical americana debe sus principales descubrimientos: tripano-

soma de la enfermedad de Chagas, leishmanias de la úlcera tropical americana, sueros contra los venenos de las serpientes de la América tropical, evolución de la mosca del tórsalo y mucho sobre hongos y otros parásitos menos notables; realizó también por medio de Fontés, uno de sus hijos, un descubrimiento tanto más notable cuanto que se trata del bacilo de la tuberculosis, estudiado en todo el mundo desde la época heroica de la bacteriología y por los maestros más notables. Fontés encontró que los bacilos de la tuberculosis así como otros, tienen una forma invisible que atraviesa los filtros de porcelana y puede reproducir el mal. Este descubrimiento abría una puerta nueva hasta entonces insospechada.

Figuraban allí, además de lo dicho, cuadros de sus principales centros científicos y gráficos que mostraban sus sistemas de higienización y lucha contra las epidemias.

Los cuadros estadísticos sobre la mortalidad en los diversos años y por diversas causas los habían hecho más comprensivos al público, gracias a dos sistemas, originales y pintorescos, como la lengua lusitana.

Por una parte había cilindros de vidrio que se llenaban de líquidos coloreados hasta la altura que indicaba el porcentaje de mortalidad. Cada tubo era un año; cada color la enfermedad.

En otra parte figuraba un modelo de cementerio en cada una de cuyas tumbas se alzaba una cruz cuyo tamaño marca el número de muertos; una leyenda sobre la cruz indica la causa de la muerte. Vimos allí una cruz casi imperceptible la fiebre amarilla vencida en Brasil por Osvaldo Cruz. La tifoidea, paludismo, disentería, tienen cruces cuyo tamaño se confunde con la cruz de los mordidos por culebra, pero en Brasil, como en casi todas partes, el bacilo de Koch reina en su esplendor y por eso, en ese modelo de cementerio, a la vez cómico y trágico, se hiergue una enorme cruz que deja a todas muy atrás y en cuyo árbol engrosado un letrero, dice así:

A
QUE
MATA
MAIS
GENTE
E
A
TUBERCULOSE

La publicación de las Obras Completas fue aprobada por el Consejo Editorial de la Editorial Tecnológica de Costa Rica en su sesión Nº 136.

La selección y recopilación del material incluido fue realizada por la Comisión Nacional para la Celebración del Centenario del Nacimiento del Dr. Clodomiro Picado Twight, establecida por Decreto Ejecutivo Nº 17180 P del 16 de setiembre de 1986.
Dirigió la edición: Mario Castillo M.
Edición técnica: Paulina Retana A.
Diseño de cubierta: Mario Cascante S.
Se terminó de imprimir en los talleres gráficos de LIL, S.A. en 1988.
La edición consta de dos mil ejemplares por volumen.

OBRAS COMPLETAS

VOLUMEN I.
Las bromeliáceas epífitas como medio biológico.
Pasteur y Metchnikoff.
El Museo Pasteur de Estrasburgo.

VOLUMEN II.
Vacunación contra la senectud precoz.

VOLUMEN III.
Serpientes venenosas de Costa Rica.

VOLUMEN IV.
Biología hematológica elemental comparada.
Investigaciones sobre fisiopatología tiróidea.

VOLUMEN V.
Trabajos experimentales publicados en revistas.

VOLUMEN VI.
Intervenciones del Dr. C. Picado T. en la prensa.

VOLUMEN VII.
Información biográfica, homenajes y publicaciones sobre el Dr. C. Picado T.

EDITORIAL TECNOLOGICA DE COSTA RICA