

Profilaxis del paludismo por el cultivo de algas caráceas

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS
DEL DOCTOR D. ARTURO CABALLERO

CATEDRÁTICO DE BOTÁNICA
EN LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

CON motivo de una misión científica que le encomendó el Ayuntamiento de Valencia, el Dr. Caballero dió en el Paraninfo de la Universidad una notable Conferencia acerca de la Profilaxis del paludismo por el cultivo de las algas caráceas. Dicha Conferencia tuvo lugar en el mes de Octubre de 1920 y fué tal el interés que despertaron las investigaciones del eminente Catedrático de Barcelona y los experimentos que hizo en la Huerta valenciana, tan necesitada de medidas profilácticas contra el paludismo, que la Dirección de estos ANALES, deseosa de contribuir a la divulgación de los estudios del Dr. Caballero, solicitó del mismo una sumaria exposición de los mismos, que nos ha parecido oportuno incluir en este Cuaderno, tanto por tratarse de un tema propio de la Facultad de Ciencias, como por haber constituido un nuevo acto de intercambio universitario la Conferencia dada en el Paraninfo de la Universidad de Valencia por el ilustre Catedrático de Botánica de la de Barcelona.

He aquí las cuartillas remitidas por el Dr. Caballero:

A principios del verano de 1919 observé en las habitaciones del Laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad, un número muy crecido de mosquitos del género *Stegomyia* y, con el objeto de evitarme las molestias que con sus picaduras me producían, tomé la determinación de acabar con aquella verdadera plaga de

*Primeras
observaciones*

parásitos. Las larvas de éstos se desarrollaban en el agua de dos cristalizadores descubiertos, colocados al lado de una ventana, y en los cuales cultivaba ciertas plantas acuáticas que servían de material de estudio para los alumnos, y aunque mi primera idea fué la de destruir las mencionadas larvas por la acción del petróleo, en atención a que por este procedimiento morirían también los individuos vegetales, creí más acertado el de tapar los cristalizadores con unas láminas de vidrio y, de esta manera, al salir los mosquitos adultos quedarían prisioneros entre la superficie del agua y dicha tapa, donde pronto acabarían por fenecer ahogados. Pero es el caso que me faltaba tapadera adecuada para uno de los cristalizadores, y me vi precisado, por tal motivo, a descubrir un tercer cristalizador, dentro del cual cultivaba el alga *Chara foetida*, conocida con los nombres vulgares de *Asprella*, *Ova bedionda*, etc., con la premeditada intención de tapar éste de nuevo cuando en sus aguas apareciesen larvas, y con su cubierta tapé el segundo de los dos cristalizadores antes indicado.

*El fundamento de
una hipótesis*

Pero pasaban los días, avanzaba el mes de Julio, y en el cristalizador donde vivía la *Asprella* no se veía ninguna larva de mosquito, hasta que, cada vez más intrigado por tal fenómeno, sospechando que no podía ser debido a la casualidad, dado el extraordinario número de mosquitos que había en el laboratorio, decidí visitar el estanque en que había cogido el alga en cuestión, para cerciorarme de si en él vivían larvas y, en caso negativo, proceder en consecuencia. Realicé, en efecto, no una visita, sino hasta tres de ellas, y en las horas que creí más adecuadas, pero en ninguna pude descubrir ni uno sólo de los insectos que buscaba, a pesar de que en los alrededores del mencionado estanque abundaban los mosquitos adultos, con seguridad procedentes de otras aguas que cerca de allí existen. Es cierto que la falta de larvas en el estanque no podía considerarse como prueba definitiva; pero, a mi juicio, constitula un dato de gran valor, que no negaba la hipótesis que con reservas me había hecho de que, por alguna causa que des-

PROFILAXIS DEL PALUDISMO

conocía, las larvas de los mosquitos no podían vivir en las aguas donde vegetaba la *Asprella*.

Creí, pues, llegado el caso de realizar una serie de experimentos que, de manera clara y evidente, afirmasen o negasen el fundamento de mi suposición. He aquí las pruebas principales:

Coloqué en el cristalizador de la Chara o *Asprella* 13 larvas de *Stegomyia*, 6 jóvenes y 7 en estado de ninfa, y en cinco días murieron todas las primeras y 2 de las últimas. *Las experiencias*

A continuación pongo en el mismo cristalizador unas dos docenas de larvas jóvenes de *Culex*, y a los tres días han muerto todas.

Después experimento con 5 larvas de veinticuatro horas de edad, y no resisten con vida más que un día. Se trata de larvas de *Stegomyia*.

Terminado este experimento, vuelvo a repetirlo con unas 50 larvas, también de *Stegomyia*, de cinco días de edad, y a los cuatro días muere la última de ellas.

Repito la prueba con 13 larvas de *Stegomyia*, de doce días de edad, pero cubriendo el cristalizador, y no resisten con vida más que cinco días. A continuación, 9 larvas, de once días de edad, no viven tampoco más tiempo.

Coloco después, con todo cuidado, en los bordes de la vasija y flotando en el agua, 25 huevos de *Stegomyia*: al día siguiente se hallan abiertos casi todos; pero ni en este día ni en los sucesivos se observa larva ninguna. Debieron morir muy pronto todas ellas. *Se extiende la prueba a los huevos*

Me falta experimentar con larvas de *Anopheles*, y pongo 14 de ellas, procedentes del Prat de Llobregat, en el cristalizador de la *Asprella*: a los tres días mueren las 2 únicas que habían quedado con vida los dos días anteriores. *Mueren también los Anopheles*

Al mismo tiempo que estos experimentos, que de un modo concluyente demuestran la acción mortal que la *Asprella* ejerce sobre las larvas de los mosquitos *Stegomyia*, *Culex* y *Anopheles*, realicé otros conducentes a determinar la cantidad mínima de plantas que debe contener una masa de agua para que en ella sea imposible la vida de las men- *Cantidad mínima de Asprella*

cionadas larvas, y de tales experimentos resulta, que puede considerarse suficiente una cantidad inferior a la que se necesita para cubrir de *Chara foetida* la cuarta parte del fondo del agua; pero, como medida prudente, convendrá plantar de *Asprella* esa cuarta parte.

Nota extensa de los experimentos

Todos los experimentos mencionados se exponen con bastante detalle en una nota titulada **La Chara foetida A. Br. y las larvas de Stegomyia, Culex y Anopheles**, que publicó la *Real Sociedad Española de Historia Natural*, en su Boletín de Octubre de 1919.

Comprobación de experiencias

Desde el mes de Junio de 1920, ya puedo reanudar en el laboratorio los experimentos que interrumpí en Septiembre del año anterior, porque los cristalizadores desprovistos de *Asprella* tienen larvas de *Stegomyia* en abundancia. Así logro comprobar todos los resultados hasta entonces conocidos; pero, además, durante los meses del verano de dicho año 1920, observo hasta cuatro veces que la hembra del mosquito *Stegomyia* pone sus huevos en todos los cristalizadores, lo mismo en los que tienen la planta larvicida que en los que carecen de ella. Esto me permite demostrar que las larvas que nacen en los primeros cristalizadores mueren casi apenas nacidas, puesto que la más resistente no vive más de hora y media y como, por otra parte, según ya he manifestado antes, se repiten las puestas durante el verano hasta cuatro veces y en todas ellas las larvas mueren de la misma manera, puedo afirmar que, por lo menos, el mosquito *Stegomyia* carece del instinto de conservación de su prole, respecto de la *Chara foetida*. En los cristalizadores desprovistos de esta planta, especialmente en uno de ellos que consideraba como testigo y que, por esta razón, observaba desde este punto de vista con más escrupulosidad, adquirieron las larvas su normal desarrollo y produjeron sus respectivos mosquitos en unos quince días, como promedio.

Falta de instinto de defensa de la prole

Causa probable de la muerte de las larvas

En la superficie del agua de los cristalizadores que tienen *Asprella* se forma constantemente una película de aspecto

PROFILAXIS DEL PALUDISMO

graso, lo cual me indujo a sospechar, casi desde el principio de mis experimentos, que la muerte de las larvas se producía por la asfixia de éstas, determinada por la película grasienta flotante; pero como ésta no se forma de ordinario en las aguas del campo provistas de *Chara* y, sin embargo, en ellas no viven larvas de mosquito; suprimí la mencionada película en el laboratorio y quedó demostrado que las larvas seguían muriendo de la misma manera, es decir, que la indicada hipótesis carecía de fundamento, y desde entonces creo, como explicación más racional, que las larvas mueren envenenadas por algún principio tóxico para ellas, segregado por la planta.

Por otra parte, orientando en distinto sentido los experimentos de laboratorio, coloqué, flotando en el agua de dos cristalizadores de pequeña capacidad, unas ramitas de *Asprella*, y cuando en estas vasijas se verificó la puesta de los huevos, seguí con atención el desarrollo y evolución de las respectivas larvas. A los pocos días de la germinación habían muerto la mayor parte de éstas; y de las que quedaron con vida, unas, las más, fueron muriendo en los días sucesivos y sólo en número muy reducido lograron, después de casi cincuenta días de fase larvaria, formar el mosquito, pero un mosquito muy endeble y de un tamaño mitad que el normal; mas con ser esto muy importante, todavía se me figura de mayor interés el hecho de que en el transcurso de su evolución demostraban las larvas una postración o aletargamiento especial, puesto que se dejaban sacar del agua, cogiéndolas con la aguja enmangada, sin perjuicio de que a veces huieran con la velocidad y viveza de las larvas normales al aproximar a ellas la aguja para cogerlas. Estas alternativas de aletargamiento y vivacidad en las larvas pudieran acaso explicarse, suponiendo que el veneno segregado por la *Chara* lesiona los centros nerviosos de aquéllas, las cuales sucumben cuando la cantidad de planta alcanza un cierto límite, variable con la masa de agua.

Más pruebas del influjo de la Asprella

Aletargamiento producido en las larvas

En uno de los dos cristalizadores pequeños de que estoy hablando coloqué, flotando también, además de las ramitas

La Asprella no necesita echar raíces para vivir

de *Chara*, otras tantas ramitas de *Elodea Canadensis* (téngase presente que el cristalizador no llevaba tierra en el fondo). Una y otra planta vivieron en estas condiciones más de cuatro meses, durante los cuales se formaron raíces en los nudos inferiores de la *Elodea*, lo que no ocurrió en la *Asprella*; pero como esta planta, a pesar de no tener raíces, produjo ramas nuevas, con sus hojas y aparatos sexuales y éstos fueron fértiles, tengo que deducir que los órganos radicales no son esenciales para la vida de la misma, en la cual, con toda seguridad, no desempeñan otro papel que el de fijadores. De haber sido esenciales, como ocurre en la *Elodea*, se habrían producido también las raíces en la *Asprella* y, en el caso de no producirse, tampoco se habrían podido formar las nuevas ramas, con sus hojas y órganos reproductores. Es la consecuencia más importante que se deduce de todo esto la de que la *Asprella* puede convivir perfectamente con toda clase de plantas acuáticas cultivadas sin perjuicio nutritivo para éstas, porque se alimenta exclusivamente de las sales disueltas en las aguas respectivas.

Consecuencia importante para el cultivo

Observaciones en el campo

Lo hasta aquí expuesto es un resumen de todo lo que durante los veranos de 1919 y 1920, he observado en el laboratorio y ahora me resta añadir el resultado de lo que he visto en el campo, durante el último de los dos veranos mencionados. En Castelldefels (Barcelona), Castellón y Valencia, centros muy palúdicos, he realizado un examen atento de multitud de acequias y charcas y de este examen he sacado el convencimiento absoluto de que los mosquitos campesinos son destruidos, no solamente por la *Chara foetida*, sino también por la *Chara contraria* y por la *Chara hispida*, puesto que en ningún caso he podido observar larvas de mosquito en las aguas pobladas por una cualquiera de las tres especies mencionadas de *Asprella*. Es cierto que en una acequia de Castellón vimos numerosas larvas de mosquito conviviendo con dos magníficos pies de *Chara hispida*; pero téngase en cuenta que las larvas ocupaban un extremo de la acequia, que uno de los pies de *Asprella* estaba situado

Cantidad de alga con relación al agua

hacia el extremo opuesto y el otro hacia el medio de dicha acequia y que ésta tiene unos 15 a 20 metros de longitud, por casi un metro de anchura. La cantidad de alga es extraordinariamente pequeña, en relación con la masa de agua.

La influencia mortífera que el *Llum* o *Mar esprella*, nombre que dan los castellonenses a la *Chara hispida*, ejerce en las larvas de los mosquitos, quedó bien demostrada en el siguiente caso: se trata de dos acequias situadas al lado de la carretera de El Grao, cerca de este barrio de Castellón, paralelas entre sí, muy próximas una de otra y las dos sombreadas por las copas de los frutales que las bordean; además, las condiciones del agua no podían ser más semejantes, puesto que en las dos acequias tenía el mismo aspecto opalino y a la vez se hallaba salpicada de frutos abundantes, en descomposición: en una de ellas vive en cantidad la *Chara hispida* y no se ve ni una larva de mosquito; en la otra, las larvas de *Culex* y *Anopheles* se cuentan por millones y millones, pero no contiene el más leve residuo de *Asprella*.

Caso notable observado en Castellón

También en Valencia, en los campos de la Malvarrosa, vimos un caso muy demostrativo. En esta parte de la huerta valenciana ha sido, en el verano de 1920, muy intensa la epidemia palúdica y, sin embargo, en ninguna de las dos visitas que hicimos a dicho término municipal, pudimos descubrir larvas de *Anopheles*. Pero al volvernos a Valencia, después del fracaso de la segunda visita, nos sale al encuentro un amable huertano, que nos sirve de guía, y gracias a él sabemos que no hay larvas de mosquito en las acequias que estamos examinando, porque el agua corre abundante por ellas para el riego, todos o casi todos los días, y que en aquellas charcas (todas con abundante *Asprella*) no hay tampoco *gusanitos* de los que sale luego el mosquito, porque él los conoce bien y lleva ya tres años entrando en las mencionadas charcas a cortar anea, sin haber visto ni uno sólo en todo ese tiempo. Al decirle yo que, puesto que en todos aquellos alrededores hay muchos tercianarios, necesariamente ha de haber también *gusanitos* del *Anopheles* en el

Otro caso interesante observado en Valencia

agua, y precisamente en las charcas próximas, nos indica como probable una charca, situada, lo mismo que la que estábamos examinando cuando él vino, al lado de la vía férrea, a unos cincuenta metros de distancia, y en la cual, según nos dice, no se renueva el agua durante todo el verano; pero llegamos a ella y también tiene *Asprella* abundante. Sin embargo, al otro lado de la vía férrea veo una nueva charca desprovista de *Chara*, y suplico al huertano que busque en ella los gusanitos que dice conocer, puesto que allí tiene que haberlos, y, en efecto, apenas se arrodilla para buscarlos, cuando presenta en el índice de su mano derecha la camisa de una ninfa, al mismo tiempo que exclama: «Este ya ha volado». Le digo entonces que recoja agua en un cubo que a prevención llevaba un empleado municipal que nos acompañaba, y que para ello arrastra la vasija casi rasando la superficie de la charca; lo hace así, y bien pronto aparecen unas cuantas larvas, precisamente de *Anopheles*, flotando en el agua del cubo. Quedaba demostrado el *foco palúdico* en la única charca que habíamos visto por allí sin *Asprella*, en las cercanías de las casas terciarias; sin embargo, quise terminar la prueba, y supliqué al amable huertano que buscara esos mismos gusanitos en la charca que él nos había indicado como foco probable; pero después de pasar unos ocho a diez minutos examinando el agua, se levantó, y con un acento de perfecto convencido, nos dijo: «En esta charca no hay ni un solo gusanito de los que producen mosquitos». Aquí también quedaba patentizada la influencia de la *Asprella*.

Contraprueba observada en un foco de paludismo

El procedimiento de la desecación

Es evidente que el procedimiento más eficaz en la lucha contra el paludismo consiste en la destrucción de las larvas del mosquito que lo inocular; también lo es que para obtener este resultado lo más seguro ha de ser desecar las aguas, evitando muy especialmente las de curso lento y las encharcadas, que son las que habitan las mencionadas larvas: *suprimido el medio, queda destruido el animal*; pero esta desecación es, en general, muy difícil de realizar, siempre muy costosa,

PROFILAXIS DEL PALUDISMO

y en la mayor parte de los casos económicamente imposible. Por esta causa ha sido necesario recurrir a otros procedimientos más factibles desde el punto de vista económico, sin que esto quiera decir, ni mucho menos, que se haya logrado con ellos la solución del problema, porque todavía resultan caros y, lo que es más sensible, de acción muy fugaz, lo cual obliga a renovar el agente larvicida de quince en quince días.

Ahora bien; he demostrado antes que las larvas de *Stegomyia*, *Culex* y *Anopheles* mueren en las aguas que contienen *Asprella* y que mueren tanto más rápidamente cuanto más jóvenes son; que estos resultados obtenidos en el laboratorio han sido plenamente confirmados en los campos de Barcelona, Castelldefels (Barcelona), Castellón y Valencia, con las especies *Chara foetida*, *Ch. contraria* y *Ch. hispida*. Por consiguiente: si se planta una de estas especies de *Chara* (con toda seguridad también las especies afines a éstas y muy probablemente todas las del género) en las aguas desprovistas de semejante vegetación, morirán todas las larvas de mosquito.

Las especies de Chara enemigas del mosquito

La economía del procedimiento es a todas luces evidente: en todos los centros palúdicos abundan las aguas encharcadas o poco corrientes y en éstas existen siempre especies del género *Chara*. Segarla, sin arrancarla, en las aguas que la contengan y arrojarla en madejas trabada con un poco de barro consistente, para que se vaya al fondo, en las aguas que no la contengan, es toda la técnica del procedimiento.

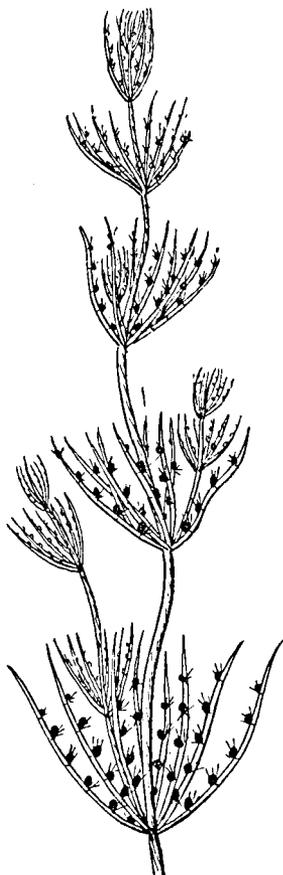
Procedimiento económico para plantar la Chara

Por último, su acción persistente es innegable, puesto que una vez realizada la plantación, dada su rusticidad, con muy poca protección que se la dispense se correrá la *Asprella* por todo el espacio acuático libre y al mismo tiempo se perpetuará por reproducción.

Y ahora, dos palabras para terminar. A mi juicio, son innegables y muy grandes las ventajas de este procedimiento de lucha contra el paludismo sobre todos los demás empleados hasta hoy y, por otra parte, puede utilizarse también con el mismo éxito para destruir las larvas de las especies

Conveniencia de extinguir otras especies de mosquitos

del género *Stegomyia*, inoculador de la fiebre amarilla o vómito negro y las del género *Culex* o mosquito común, que, en los trópicos y regiones subtropicales, es el que principalmente inoculara la no menos temida filariosis. Estas tres en-



fermedades (para no hablar más que de las plenamente demostradas) constituyen uno de los más grandes azotes de la humanidad, cruelmente castigada por ellas, en progresión sucesivamente creciente, desde los países templados hasta el ecuador y, como a pesar de la incesante y heroica lucha que el hombre sostiene con los agentes que las inoculan,

PROFILAXIS DEL PALUDISMO

es decir, con los mosquitos, para lograr su destrucción, los resultados hasta hoy obtenidos distan mucho de ser satisfactorios, me creo en el deber de elevar mi voz humilde por si tuviera la fortuna de hacerme oír por los encargados de velar por la salud de los pueblos, sin otra ambición ni más deseo que experimentar la dulce satisfacción del deber cumplido.

NOTA DE LA REDACCIÓN

Las conferencias que anteceden de los Doctores Rocasolano y Bermejo, formaron parte del programa de Cursos breves, organizado por la Facultad de Ciencias para el año académico de 1920 - 1921, que a continuación se reproduce:

- I.—Diez lecciones de *Termodinámica* y otras diez de *Optica*, por D. Juan A. Izquierdo y Gómez, Decano de la Facultad y Catedrático de Física General.
- II.—Veinte lecciones de *Química orgánica aplicada a la Agricultura*, por D. Enrique Castell y Oria, Catedrático de Química Orgánica.
- III.—Veinte lecciones de *Patología vegetal*, por D. Francisco Beltrán Bigorra, Catedrático de Historia Natural.
- IV.—Veinte lecciones de *Electroquímica y análisis especial*, por don José Gascó Oliag, Catedrático de Química Inorgánica.
- V.—Catorce lecciones de *Nociones de Mecánica* y seis de *Cálculo de probabilidades*, por D. Sixto Cámara Tecedor, Catedrático de Geometría Analítica.
- VI.—Conferencias del Sr. Bermejo.
- VII.—Conferencias del Sr. Rocasolano.

En Cuadernos sucesivos se publicarán resúmenes de breves Conferencias de las Facultades de Derecho, Filosofía y Letras y Medicina.