



ESTUDIOS
DE BIOLOGÍA VEJETAL

POR

FEDERICO JOHOW

I. SOBRE ALGUNOS CASOS DE ORNITOFILÍA
EN LA FLORA CHILENA

Deseo dar a conocer en esta Revista una série de investigaciones biológicas que se refieren a plantas chilenas i que he tenido ocasion de hacer durante las vacaciones de primavera i de verano de varios años en las provincias de Santiago, Aconcagua, Arauco i Valdivia. Una parte de estas observaciones ya fué publicada en idioma aleman en las actas de la Real Academia de Ciencias de Berlin i en los Anales de la Sociedad Científica Alemana de Santiago (*). Las recapitularé en forma abreviada con las adiciones i correcciones que el

(*) Fr. Johow, Ueber Ornithophilie in der chilenischen Flora. Sitz. Ber. der Koen. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1898, XXVIII.

Idem, Zur Bestaebungsbiologie chilenischer Blueten. Verh. des Deutschen Wiss. Vereins in Santiago, Bd. 4, 1900 u. 1901.

estudio continuado de las materias respectivas i el desarrollo natural de mis convicciones científicas han hecho necesarias. Otras aparecen aquí comunicadas por primera vez; despertarán, como espero, el interes de mis antiguos alumnos del Instituto Pedagógico, ahora profesores de Ciencias Naturales, a quienes he encarecido siempre se dediquen a su vez con preferencia a esta clase de estudios.

Sobre pocas cuestiones de la ciencia botánica hemos visto en los últimos tiempos revolverse tanto las opiniones como sobre el valor de las «adaptaciones» que forman el tema de la biología o ecología floral. Fundado este ramo en la teoría evolucionista de Darwin, habia sido durante varios decenios el campo predilecto de trabajo de una pléyade de observadores que muchas veces sin método i criterio interpretaban casi todos los caracteres i propiedades de las flores como adquiridas por seleccion natural. Vino entónces hace unos veinte años una saludable reaccion iniciada por los sistemáticos que hicieron ver la existencia de un gran número de caracteres florales puramente morfológicos, i continuada por los fisiólogos, que insistieron en la necesidad de resolver los problemas biológicos mediante métodos experimentales. Recientemente esta tendencia reaccionaria ha llevado a algunos botánicos, sobre todo franceses, al extremo de poner en duda las tesis fundamentales de la ecología floral i de negar en absoluto la veracidad de la célebre «teoría de las flores» deducida de la teoría darwiniana.

Discutiré mas tarde sobre el valor que a mi juicio corresponde a las diversas opiniones emitidas. Desde luego sólo quiero decir que mis observaciones propias me han confirmado en la conviccion—como espero que confirmarán tambien al lector de este trabajo—de que todavía quedan inamovibles los fundamentos de la teoría ideada i elaborada por hombres como Darwin, Hildebrandt, Herrmann i Fritz Müller, Delpino, Erréra, etc.

Dada la gran escasez de nuestros conocimientos sobre la ornitofilia, cuyo fenómeno es enteramente extraño a la flora europea, he creído conveniente estudiar en primera línea algunos casos de esta clase de adaptaciones que descubrí en la flora chilena.

Una de las especies ornitófilas de Chile que mas claramente se muestran adaptadas a la polinización por ciertas especies de aves, es

PUYA CHILENSIS MOL.,

planta muy característica para la región de la costa de Chile central i que los campesinos llaman «cardon».

Pertenece a la familia de las Bromeliáceas i representa una gigantesca hierba perenne cuyos tallos escamosos se arrastran por el suelo i se adhieren mediante raíces adventicias. Cada ramificación del tallo termina en una gran roseta de hojas espinosas, i del centro de una o varias de estas rosetas se elevan en la primavera las inflorescencias que alcanzan una altura de hasta 3 metros i un diámetro igual al cuerpo humano.

Por su naturaleza morfológica la inflorescencia es una espiga compuesta. Cada una de sus cincuenta a ochenta ramas laterales lleva en la base como una docena de flores cortamente pedunculadas, cuyo desarrollo avanza desde el interior hacia la periferia, de tal modo que hai siempre cuatro o cinco flores de una rama al mismo tiempo abiertas i la antésis de todas ellas se prolonga por varias semanas.

Las flores están, como los tallos en que se hallan insertas, un poco levantadas para arriba, mirando hacia la periferia de la inflorescencia total. La parte apical de cada rama, que comprende la mitad hasta los dos tercios de su longitud, carece de flores i sólo está provista de brácteas que no llevan botones en sus axilas. De esta manera se hallan en cada inflorescencia al rededor de sesenta u ochenta terminaciones estériles de ramas que a la primera vista parecen no tener ninguna importancia.

La flor mide por término medio 4 centímetros en el largo i 2 en el ancho. Su corola tiene la forma de una campana de corte triangular, es de color amarillo-verdoso, falta de olor i presenta tres pétalos libres de prefoliación contorta i tan apretados en su borde que el abundante néctar contenido en la flor no puede caer al suelo. Hai tres sépalos verdes, la mitad tan largos como la corola, i seis estambres un poco mas cortos que esta última i del mismo largo que el estilo, el cual termina en un estigma trilobular. Ambas clases de órganos sexuales están encorvadas hácia arriba, dejando así libre la entrada al fondo de la flor. Una débil protandria combinada con un ligero cambio de posición del estigma i de las anteras, en virtud del cual en las flores nuevas las últimas i en las mas avanzadas el primero se hallan mas inclinados para abajo, dificulta la polinización propia sin hacerla del todo imposible i facilita al mismo tiempo la polinización estraña mediante cuerpos que por la mencionada entrada se introducen sucesivamente en diferentes flores.

El pólen es de una consistencia mui pegajosa i de color amarillo subido. Los grandes granos de que se compone son de forma elipsoidal, hundidos en uno de sus lados i con escepcion de esta parte provistos en toda su superficie de una fina red de listas salientes.

En el fondo de la flor abierta se halla una gran gota de un líquido trasparente que es secretado por las glándulas septales del ovario súpero i que debe considerarse homólogo al néctar de otras plantas monocotilas a pesar de que su insignificante dulzura apénas lo hace acreedor a este nombre. La cantidad de líquido contenido en una flor puede importar mas de un medio gramo, por consiguiente no es difícil llenar un vaso de regular capacidad con el néctar recojido de una sola inflorescencia, i se comprenderá que, si se inclina con la mano una inflorescencia hácia un lado, una verdadera lluvia cae al suelo. La secreción tiene lugar principalmente durante la noche, i como de dia siempre una considerable cantidad de líquido se evapora, resulta que la riqueza de las flo-

res en néctar es mayor durante las primeras horas de la mañana.

En cuanto ahora a la polinización de la planta, desde luego puedo afirmar *que no es autógama*, porque me consta por comunicación del señor Juan Soehrens que un ejemplar sano i robusto que hace tiempo se cultivaba en el jardín botánico de Santiago, donde no tenían acceso los agentes de la polinización estraña, no produjo, cuando floreció, ningunas semillas, i he observado además personalmente que porciones enteras de la inflorescencia de ejemplares silvestres quedan estériles si se envuelven en tul u otra clase de jénero delgado poco visible. No puede objetarse que tales fenómenos de esterilidad hayan sido casuales, porque en condiciones normales la planta fructifica regular i abundantemente.

En seguida, se desprende de la descripción anterior que no puede ser el viento el agente encargado del transporte del pólen. Pues ni la calidad pegajosa del pólen ni la forma sencilla del estigma, ni la riqueza en néctar, ni en fin la existencia de una corola vistosa son caractéres que se observan en las plantas anemófilas.

Como un indicio de entomofilia podría considerarse la posesion de néctar, si esta sustancia no se hallara aquí en cantidad tan excesiva i si además no fuera de una calidad tan poco adecuada para alimentar a los insectos. En realidad parece imposible que exista un representante de esta clase capaz de tragarse medio gramo o mas de agua apenas azucarada. Tampoco están de acuerdo con la entomofilia el color de la corola i su falta de fragancia, mientras que la pegajosidad del pólen puede, es verdad, interpretarse como adaptación zoófila pero referirse tanto a las aves como a los insectos. La observación directa además nos enseña que las flores del cardon no son visitadas regularmente por ningun insecto, a lo ménos no en el mes de Setiembre, que es la principal época en que florece la especie. Unicamente la abeja de miel (*Apis mellifica*) acude a veces en numerosos ejemplares a beber el néctar de la planta, pero como ese insecto perte-

nece a la fauna ádvena del país, no puede considerarse como el agente obligado de la polinización. (*)

La polinización de la *Puya chilensis* se efectúa por regla general por una ave que bebe el néctar i a cuya cabeza se adhiere el pólen pegajoso. Esta ave es el bien conocido tordo (*Curaeus aterrimus* von Kittl., fam. Icteridae), especie algo afin i semejante también en su aspecto exterior al estornino europeo. Para apoderarse del líquido, cuya cantidad existente en una flor basta justamente para un trago, el ave se posa en una de las puntas estériles en que terminan las ramas de la inflorescencia i bebe en seguida en las flores que se encuentran en la base de la misma rama i que, como hemos dicho mas arriba, están todas dirigidas hácia afuera. He observado amenudo bandadas de seis, ocho i mas tordos sobre una misma inflorescencia i muerto con la escopeta ejemplares en el preciso momento en que retiraban de la flor su cabeza manchada con el pólen amarillo. Son tantos los granos de pólen que se pegan a la frente del ave i tan regulares las visitas que esta hace al cardon, que en los sitios donde abunda la planta es difícil encontrar en la primavera un tordo que no ostente en lugar de la cabeza completamente negra que propiamente le corresponde una frente adornada con una mancha grande del mas hermoso color dorado.

Quiero aqui desde luego observar que en los lugares donde en vez de la *Puya chilensis* crece la *Puya coerulea*, cuyo pólen es de color anaranjado subido, v. gr. al pié de los cerros andinos de la provincia de Santiago, en los meses en que florece esta especie (Octubre i Noviembre) los tordos se ven también con la cabeza anaranjada en lugar de amarilla.

Soi de la opinion de que las puntas estériles de la inflorescencia del cardon, las cuales, como directamente puede observarse, sirven de paraderos a las aves agentes de la poli-

(*) Méno acertado todavía sería atribuir el papel de polinizador al coleóptero *Astylus trifasciatus* que algunas veces encontré en las inflorescencias de la *Puya*, porque, léjos de favorecer en algo este insecto a la flor, la destruye, comiéndose las anteras i los estigmas.

nizacion, representa lo mismo que la extraordinaria riqueza de la flor en néctar una adaptacion adquirida mediante seleccion natural. En apoyo de esta hipótesis, hago notar la gran variabilidad que ocurre respecto de la longitud de aquellas puntas estériles, variabilidad que sin duda es un factor favorable a la seleccion de los individuos en el sentido ornitófilo. He visto ejemplares en que los órganos en cuestion estaban casi atrofiados i otros en los cuales las mismas partes se habian alargado a modo de largos apéndices flabelformes.

La importancia de las puntas estériles como paradero de las aves es demostrada tambien por el hecho de que la espiga terminal de la inflorescencia no se ve casi nunca perpendicular sino inclinada hácia un lado a consecuencia sin duda del peso de las aves que en ellas se posan.

Debe en fin insistirse otra vez en el hecho de que la riqueza de las flores en néctar es mayor durante la mañana. Pues consta que muchas aves i especialmente el tordo andan buscando su alimento con preferencia en las primeras horas del día i que despues de mediodia hacen la siesta en la sombra de los árboles.

Por lo que toca a la falta de olor que, en cuanto lo permite constatar nuestro órgano de olfato, es propia de las flores de la Puya, es verdad que cuadra con la ornitofilia, pero seria a mi juicio prematuro interpretarla como adaptacion por no poderse hacer probable la hipótesis de que nuestra especie se deriva de una planta entomófila i olorosa que perdió su olor a consecuencia de haberse vuelto ornitófila.

La forma i dimensiones de la corola se esplican perfectamente considerando que debe darse cabida en el fondo de la flor a la gran cantidad de néctar i permitirse al tordo la introduccion de su cabeza en actitud tal que al beber topa con las anteras i con el estigma.

Ademas del tordo que es el agente ordinario de la polinizacion, he visto varias otras especies de pajarillos visitar las flores del cardon i beber en ellas en la forma descrita. Así en Zapallar no deja nunca de hallarse en el mes de Setiem-

bre el cometocino o chanchito (*Phrygilus gayi* Eyd.). Esta ave, una de las mas hermosas de Chile, pertenece a una familia mui distinta de la del tordo (la de las *Fringillidae*), pero a pesar de esto i de su tamaño menor contribuye a la polinizacion de una manera del todo idéntica. He fotografiado varias veces en la veranda de mi casa inflorescencias cortadas, en el preciso momento de posarse sobre ellas i picar las flores una pareja de cometocinos que anidaban en el vecino jardin. La inspeccion ocular de las flores que acababan de visitarse me mostraba entónces que las aves no se habian contentado con beber el néctar sino que habian comido tambien algunas anteras, daño que seguramente no habia perjudicado la polinizacion.

Otra avecita que suele acudir a beber en las Puya es el «Fiofio» (*Elainia albiceps* d'Orb.), representante de la familia de las *Tyrannidae*, que en Sud-América hacen las veces de las *Muscicapidae*. Es comun tanto en la costa como en el interior del pais i visita fuera de las Puya varias otras plantas ricas en néctar.

En fin es un visitador constante de la planta el picaflor grande (*Patagona gigas* Vieill.) Mas esta especie parece poco adecuada para el trasporte del pólen, por cuanto tiene el pico i la lengua tan largos i delgados, que puede beber el néctar sin que su cabeza llegue en contacto con los órganos sexuales. Nótese tambien que los picaflores no acostumbran beber posados en las ramas sino manteniéndose a vuelo en el aire frente a la flor i que, por consiguiente, no aprovechan las puntas estériles de la inflorescencia.

EL CHAGUAL (*PUYA COERULEA* MIERS)

es, como ya hemos dicho, otra especie ornitófla, que concuerda con el cardon en la mayor parte de los caracteres biológicos esenciales. Se distingue fácilmente de su congener por sus hojas plateadas i por el singular color azul-eléctrico de sus flores. Otras diferencias que ménos llaman.

la atención son las que se refieren al color del pólen, que es rojo subido en el chagual i amarillo en el cardon, i a la dehiscencia de las cápsulas que es septicida en la primera i loculicida en la segunda especie. Talvez el único carácter distintivo que tiene interes biológico es el que se refiere a las dimensiones de los órganos sexuales: en el cardon los estambres i el estilo son mas o ménos de la misma longitud por lo que no es imposible la polinizacion propia; al contrario, en el chagual el estilo es mucho mas largo que los filamentos, i no puede así el pólen caer sobre el estigma de la misma flor. En cuanto a la distribucion jeográfica, el cardon crece únicamente en los cerros de la costa, mientras que el chagual habita con preferencia las rejiones bajas de los Andes sin faltar por completo en el litoral.

Las aves que intervienen en la polinizacion son las mismas en una i otra especie.

Una tercera especie de Puya que se asemeja grandemente a la *P. chilensis*, pero difiere por su inflorescencia mucho mas pequeña i provista de unas pocas espigas laterales muy distantes una de otra, es

PUYA COPIAPINA PHIL.

de la cual he podido observar últimamente algunos ejemplares floridos en el Jardin Botánico de Santiago. Habita en la costa de las provincias del norte, i no dispongo de observaciones sobre la polinizacion de esta especie en su estado silvestre. Es notable la enorme cantidad de néctar que se encuentra en sus flores i que es mucho mas dulce que el de todas las demas especies que conozco.

Como las espigas laterales terminan en puntas estériles, es en alto grado probable que el agente de la polinizacion sea una ave de costumbres parecidas a las del tordo o comecocino. *Segun los experimentos de polinizacion artificial efectuados en diversos años por el señor Soehrens en la Quinta Normal, las flores son enteramente estériles con el pólen propio.*

Me fué en seguida especialmente instructivo poder constatar que una cuarta especie, la

PUYA VENUSTA PHIL.

es polinizada únicamente por los colibrís i no por aves que beben en actitud parada. (*)

La planta de que se trata tiene al parecer una distribución geográfica mui limitada. Crece en las provincias de Aconcagua i Coquimbo sobre las rocas de la costa, que mas se hallan espuestas al sol i que son humedecidas frecuentemente por las neblinas marítimas, i se halla además en una forma algo diferente del tipo en los cerros de La Angostura entre Santiago i Rancagua.

En su traje vejetativo se asemeja al chagual, difiriendo de él, sin embargo, por su tamaño mucho menor, lo que le ha valido el nombre vulgar de «chagual chico».

Las inflorescencias que en el mes de Setiembre se elevan de las rosetas de hojas plateadas miden entre 1 i 1½ metro de altura i constan, fuera del pedúnculo, cuyo grosor es el de un dedo, de una espiga terminal, que tiene un diámetro de 7 a 8 centímetros, siendo jeneralmente el doble tan larga como ancha. Debajo de la espiga pueden, en los ejemplares mas robustos, encontrarse todavía algunas espigas laterales mas pequeñas i pedunculadas.

Tanto los pedúnculos como las grandes brácteas que las guarnecen en toda su estension, visten un vivo color rojo, constituyendo un aparato vistoso cuya eficacia es aumentada por el contraste que forman estas partes con las corolas oscuramente violadas. Faltan por completo en esta especie las puntas laterales estériles, ausencia que se explica tomando en cuenta las ya mencionadas costumbres de los

(*) En mi primer trabajo sobre plantas ornitófilas chilenas (Sitz. Ber. der Akad. d. Wiss. Berlin 1898) expresé la opinion equivocada de que esta especie era entomófila.

picaflores, que beben volando i deben tener acceso libre a las flores.

Encuéntanse estas flores en las axilas de anchas brácteas tan densamente colocadas, que la espiga casi adquiere el aspecto de un cono de pino. Cuando abiertas, forman con el horizonte un ángulo de 45° i tienen una longitud de 4 centímetros, que es igual al largo del pico de Patagona gigas. No son como las de Puya chilensis i coerúlea, en cuyo fondo debe entrar la cabeza del tordo, anchamente abiertas, sino que tienen la forma de un tubo cilíndrico i angosto. Los pétalos son el doble tan largos como los sépalos i lo mismo que los filamentos i el estilo de un color violado oscuro con brillo metálico. El pólen es amarillo i mui pegajoso, el estigma verde i de forma sencilla. En el fondo de la corola se halla una abundante cantidad de néctar secretado por las glándulas septales del ovario.

El orden en que se desarrollan las flores es acropetal, pero ocurre amenudo que las flores situadas al lado mas espuesto al sol se abren ántes que las demas. Suele haber como 6 a 12 flores simultáneamente abiertas.

Como visitador mas comun i agente obligado de la polinizacion figura en Zapallar, donde la planta florece desde Setiembre hasta Noviembre, el ya citado picaflor grande (Patagona gigas). Bebe el néctar, manteniéndose a vuelo frente a las flores i dando jeneralmente una vuelta circular por toda la periferia de la inflorescencia. Terminada la visita de un ejemplar, se dirige sin demora a otro i poliniza asi fácilmente las flores con pólen ajeno.

Fuera del néctar el pájaro saca de las flores tambien unas grandes hormigas de color negro que amenudo en ellas se encuentran, i que andan como su perseguidor en busca del líquido azucaroso. He podido constatar en una ocasion los restos quitinosos de estos insectos en un escremento que un picaflor dejó caer a mi vista.

Fué hasta cierto punto sorprendente para mí ver a los colibrís picar también las flores del «chupon»

GREIGIA SPHACELATA REGEL,

porque las inflorescencias de esta Bromeliácea son todo ménos que vistosas i no se elevan como la Puya sobre el suelo sino que se encuentran ocultas en las axilas de las hojas. Estas últimas son de tan grandes dimensiones, tan densamente colocadas i armadas en sus bordes de tan terribles espinas que a primera vista parece imposible que una ave pueda acercarse volando a las flores.

Sin embargo, la observacion de la planta en los lugares donde crece—los bosques de las provincias australes—me ha demostrado que tal visita no solamente es posible sino que se efectúa también con regularidad por el picaflor comun (*Eustephanus galeritus* Mol.).

Para comprender de qué modo quedan accesibles las flores, es necesario tener presente que estas forman compactas espigas en las axilas de las hojas mas viejas de la roseta, las cuales al desarrollarse ejercen una fuerte presion sobre las hojas inmediatamente superiores, levantándolas para arriba i desocupando un ancho espacio en que el ave puede penetrar.

La inflorescencia carece enteramente de pedúnculo, mide 12 centímetros en el largo i 7 a 8 en el ancho i tiene la forma de una cuña a consecuencia de la presion de las hojas que la encierran. Hai como 30 brácteas, de las cuales las exteriores son estériles, de forma sencillamente escamosa i de color castaño, mientras que cada una de las interiores lleva en sus axilas dos flores (*) i termina en una punta verde espinoso-dentada que paulatinamente disminuye de tamaño hácia el centro. En todo, la espiga o cabezuela contiene alrededor de 18 pares de flores apretadas i provistas de una bracteola lateral que se prolonga en espina.

(*) Ambas flores son yemas axilares coordinadas de la bráctea!

El largo de la flor es de 7 centímetros, correspondiendo la tercera parte al ovario que es completamente infero. El cáliz es persistente i formado por tres sépalos verdes provistos de espina en el ápice i soldados entre sí en la base. La corola es gamopétala i consta en su mitad inferior de un tubo blanco carnoso i en la parte superior de 3 lóbulos color carne, que al tiempo de la antésis están dirigidos hácia arriba. En la entrada al tubo de la corola se hallan insertos los 3 estambres, que son del mismo largo que el estilo i los pétalos. Las anteras son introrsas i de color crema; se abren ya en el boton, pero la flor no puede en este estado polinizarse por estar todavía juntos los tres brazos del estigma. Una vez abierta la flor, se abren los brazos del estigma i se encorvan los filamentos hácia la piferia de manera que las anteras quedan colgando afuera entre los lóbulos de la corola. Los granos de pólen son grandes, de superficie lisa i pegados entre sí por aceite.

Como las dos clases de órganos sexuales son de igual largo i maduran al mismo tiempo—no estoi seguro si existe una lijera protandria—la fecundacion de las flores con su propio pólen o con el de otras flores de la misma inflorescencia puede fácilmente tener lugar. Sin embargo de esto debe ocurrir tambien de vez en cuando una polinizacion estraña por medio de los picaflores que, como la observacion enseña, visitan las flores en la forma arriba descrita. El aliciente para estas visitas lo es sin duda el néctar, que se encuentra en tanta abundancia que no solo llena por completo el tubo de la corola sino que se derrama tambien entre los lóbulos de ella, formando grandes gotas en la base de los estambres. Falta decir que este néctar es de notable dulzura i de un sabor finamente aromático que recuerda la piña. Siento no haber podido constatar si las flores polinizadas con su propio pólen producen o no semillas.

Una planta que, como todo chileno sabe, es visitada mas que cualquiera otra por los picaflores, es el parásito tan co-

nocido en todo el centro i sur del país bajo el nombre indígena de quintral. Describiré a continuación solo la especie mas comun:

PHRYGILANTHUS TETRANDRUS (R. ET P.) EICHL.,

que crece sobre un gran número de árboles i arbustos tanto indígenas como introducidos, pero principalmente sobre el álamo (*Populus nigra* var. *pyramidalis*).

Mediante las ramificaciones laterales de sus haustorios, que a modo de estolones vejetan en la corteza i en la albura de la planta mesonera i que producen gran número de yemas adventicias, esta especie infesta a menudo desde un solo punto una estensa porción de ramas, orijinando la formación de «agallas» que representan hinchazones o sea túberculos leñosos.

Los tallos del parásito que libremente se elevan de la superficie de la planta mesonera forman grandes arbustos siempre verdes, que en verano apenas se destacan del follaje del árbol pero en invierno fácilmente se distinguen por sus flores rojas, aun cuando la especie habitada no es como el álamo una planta de hojas caedizas.

Los órganos asimiladores del quintral son hojas carnosas i opuestas de forma variable i de tan grandes dimensiones como rara vez se observan en las Lorantáceas no tropicales. (*)

En las axilas de las hojas superiores, asi como tambien en las puntas de los tallos, aparecen las inflorescencias, que son racimos de forma corimbosa, cortamente pedunculados i compuestos de seis a diez flores.

El largo de la flor es de 4 centímetros, no contando el pedúnculo i el ovario falso que miden ámbos entre 3 i 4 centímetros. Hai un calículo poco desarrollado, un perigonio de 4 hojuelas que visten un color rojo intenso i que en su mi-

(*) Alcanzan hasta 5 centímetros de largo.

tad superior están recorvados hácia afuera, en seguida cuatro estambres anaranjados cuyos filamentos son derechos i unidos al perigonio hasta la garganta de este, en fin un estilo tambien amarillo i que remata en un estigma de forma de un boton.

Los pépalos son un poco mas largos que los estambres i lineares pero ensanchados en la punta en forma de cuchara. Constituyen en el estado de boton un tubo largo i angosto que en el extremo se ve hinchado i comunmente algo encorvado hácia un lado. A poca distancia de su base el tubo presenta una angostura, debajo de la cual hai una pequeña caldera que alberga el néctar.

En la parte superior que está hinchada se hallan incluidas las anteras i la punta del estilo. Como el último es un poco mas largo que los estambres i los pépalos, el estilo se presenta en el boton en forma ondulada.

Lista la flor para abrirse, se separan primero los pépalos a media altura del boton. Luego las cuatro hendiduras angostas asi formadas se alargan para arriba i para abajo hasta dejar libres los pétalos. En este momento, gracias a una tension producida por causas anatómicas, los pépalos se encorvan violentamente hácia afuera, movimiento que mas tarde puede ser seguido por un enroscamiento espiral. Esta alteracion de forma afecta sin embargo solo la mitad superior de cada pépalo, es decir aquella parte que no está soldada con el filamento del estambre correspondiente. La mitad inferior del perigonio conserva la forma de tubo derecho, aunque la separacion de los cuatro pépalos se estiende por regla jeneral hasta la base.

Por lo que toca a los estambres, no sufren por la dehiscencia de la flor ningun cambio ni en su posicion ni en su forma. En este punto nuestra planta se distingue esencialmente de las especies africanas de *Loranthus* (*L. ehlersii* Schwfrth i *L. laciniatus* Engl.), que describió Volkens (*).

(*) G. Volkens, Ueber die Bestaeubung einiger Loranthaceen und Proteaceen. Festschrift fuer Schwendener, Berlin, 1899.

porque en éstas se enroscan los filamentos como resorte de un reloj en el preciso momento en que la flor se abre al contacto del pico de una ave. Tal relacion entre la dehiscencia del boton i la polinizacion no puede existir tampoco en la especie chilena por la sencilla razon de que sus anteras principian a esparcir el pólen solamente varias horas despues de haberse abierto la flor.

Mui importante para la polinizacion es la circunstancia de que el estilo es mas largo en el boton que los demas órganos i especialmente los estambres; porque a esta desigualdad se debe que al abrirse el boton el estigma por enderezamiento del estilo es levantado mas arriba de la altura en que quedan las anteras del pólen sobre el estigma de la misma flor. A menudo ademas el estilo se inclina hácia un lado, lo que contribuye a aumentar todavía la distancia entre los órganos sexuales.

Fuera de la diferencia citada entre el quintral i las especies africanas de *Loranthus* hai otra, que tampoco carece de interes i que se refiere a la insercion de las anteras en los filamentos. Pues esta insercion en los *Loranthus* es «basifija», estando las anteras sólidamente fijas a sus filamentos; en los *Phrygilanthus* al contrario es «dorsifija» de manera que las anteras se mueven al menor choque o soplo del viento. Las puntas de los filamentos de nuestro quintral tampoco presentan los apéndices que son peculiares a los *Loranthus* i que Volkens interpreta como mecanismo de detenimiento.

El pólen del quintral se parece en cuanto a la consistencia i la forma de los granos enteramente al del jénero *Loranthus*. Es seco i pesado, i los granos no son redondos sino provistos de tres alas, semejando una hélice de buque o a un fruto del arce.

Del néctar ya hemos dicho que se encuentra en la base calderiforme del perigonio. Su cantidad varia entre límites bastante anchos i depende según parece del estado atmosférico. A lo ménos he hallado las flores mas ricas en néctar cuando el cielo estaba nublado que en los días de sol. La secrecion se hace mediante cuatro nectarios mui pequeños

i redondos que representan protuberancias del tálamo i rodean la base hinchada del estilo.

Para poder apreciar el significado biológico de la estructura floral descrita, es necesario tomar acta primeramente del hecho de que el *Phrygilanthus tetrandrus* a pesar del color vistoso de sus flores es casi nunca visitado por algun insecto. En las rejiones de la costa de Chile central, donde la planta principia a florecer a fines de Febrero, esto es en una estacion en que andan volando todavia numerosos insectos, no he podido encontrar, por mas que haya fijado mi atencion sobre este punto, sino una sola vez un insecto en las flores del quintral. Fué el díptero *Syrphus gayi* Macq., que bebe tambien en varias otras especies de flores i contribuye a la polinizacion de algunas de ellas pero que en el caso presente no puede admitirse que sea el ajente polinizador por no tener su cuerpo las dimensiones suficientes para este negocio i por ser ademas demasiado raras las visitas que efectúa. Ni sobre el moscardon chileno (*Bombus chilensis*) ni sobre la abeja de miel (insecto introducido del extranjero) ni sobre las mariposas que son comunes en Zapallar, el quintral parece ejercer atraccion alguna.

En el valle lonjitudinal de Chile la florescencia de la planta abarca los meses de Abril hasta Agosto, con otras palabras el otoño i el invierno, i es natural que en este tiempo sea pequeño el número de insectos que andan buscando su alimento en las flores. En cuanto a los pocos himenópteros i mariposas que en Santiago suelen salir en los dias bonitos de invierno no los he visto jamas acudir a los quintrales floridos. Solamente un animal, que se alimenta de pólen pero que no he podido descubrir (talvez un coleóptero?), los visita de vez en cuando, dejando agujereada la parte hinchada del boton que incluye las anteras, i parece escusado afirmar que este ser no puede efectuar la polinizacion.

Los visitantes i polinizadores obligados del *Phrygilanthus tetrandrus* son las Troquílidas chilenas, en primera linea el picaflor comun (*Eustephanus galeritus* Mol.) que durante el verano habita en el sur del pais i en la cordille-

ra de los Andes mientras que el invierno lo pasa en el valle longitudinal de las provincias centrales, i en segundo lugar el picaflor grande (*Patagona gigas* Vieill.) especie mas bien tropical, que en el centro de Chile se observa solo en el verano i que pasa el invierno en las provincias septentrionales i en el Perú. En los alrededores de Santiago i probablemente tambien en otras partes del valle longitudinal, la presencia del *Eustephanus galeritus* coincide casi exactamente con la florescencia del quintral. En la costa de las provincias de Valparaiso i Aconcagua se hallan las dos especies de aves cuando principia a florecer la planta mientras que mas tarde se observa esclusivamente el picaflor comun.

Dadas la gran mansedumbre o si se quiere necesidad de los picafloros i su costumbre de volver siempre en cortos intervalos a los mismos ejemplares floridos, la observacion directa de la polinizacion no presenta dificultades de ninguna clase. Pues basta que el observador se estacione en la sombra al lado de un quintral que se halle a poca altura sobre el suelo, para que pueda imponerse de todos los detalles de la actitud del ave. Ve entónces que el picaflor se detiene como medio minuto frente a una inflorescencia i que introduciendo sucesivamente su pico en las flores que encuentra abiertas, i que suelen ser una o dos, imprime un movimiento vibratorio a todo el conjunto de ramitos florales. Téngase presente ahora que la longitud del pico en el *Eustephanus galeritus* es de 2, en la *Patagona gigas* de 4.5 centímetros i que los estambres del quintral miden por término medio 4 centímetros de largo, i se comprenderá que el pólen de la planta debe quedar adherido ya a las plumas de la frente ya a la base del pico i que, trasladándose el visitante de una flor a otra, debe fácilmente efectuar la polinizacion ajena. Para la adhesion del pólen es seguramente de mucha importancia la singular forma de los granos, la cual, de paso sea dicho, se observa tambien en varias otras Lorantáceas chilenas i extranjeras, porque gracias a los estendimientos que a modo de alas se levantan en la superficie del grano, éste queda clavado entre los radios elásticos de la pluma i solo

se desprende si la pluma choca con un objeto sólido como es el estigma de la flor.

Que la polinizacion propia es dificultada i casi se hace imposible por la distancia vertical i lateral que hai entre el estigma i las anteras, ya fué mencionado más arriba.

Una cuestion algo difícil es la que se refiere al motivo que pueden tener los picafleres para acudir a las flores del quintral. Como ya hemos visto, estas flores no contienen sino por escepcion insectos que puedan servirles de alimento. Luego debe ser el néctar la sustancia que buscan, i esta suposicion a primera vista parece poco aceptable si se considera la mui pequeña cantidad de liquido que una flor contiene. La dificultad desaparece, tomando en cuenta las costumbres de los picafleres i las dificultades con que luchan para proporcionarse el agua que necesitan para vivir.

Como lo saben todos los que han tenido ocasion de observar estas aves en la naturaleza, ellas pasan la mayor parte del dia volando de una flor a otra i parándose raras veces en las ramas para descansar. Tampoco bajan nunca al suelo para buscar su alimento i mucho ménos se posan al lado del agua para beber. Parece que su organizacion anatómica, sus patas cortas, su pico, cola i alas mui largas, las imposibilitan para la postura en el suelo, adecuándolas únicamente para la vida aérea. Conforme con esto, se les ve a menudo beber volando en los surtidores i llaves de cañeria de los parques, así como tambien en las cascadas de los rios i en los manantiales cuya agua corre por terrenos escarpados. En los lugares donde faltan semejantes ocasiones los picafleres tienen que contentarse con el agua que en forma de rocío o de néctar les ofrece la vejetacion. El rocío lo buscan en las hojas solamente cuando escasean las flores, prefiriendo el néctar por su sabor dulce i aromático. La insuficiencia de la cantidad de néctar que ofrece una sola flor del quintral podemos suponer que es compensada por el gran número de ejemplares visitados.

Por lo demas, como ya lo han espresado Loew i Volkens, para poder considerar una flor como ornitófila no importa

tanto conocer el motivo como haber observado el hecho de las visitas del ave i constatado que el visitador efectivamente interviene en la polinizacion. En la descripcion anterior hemos tratado de poner de manifiesto la efectividad de estos hechos i de demostrar ademas que varios caracteres florales del quintral, a saber las dimensiones i las posiciones de los órganos sexuales, la naturaleza del pólen i el tiempo de la florescencia, están de acuerdo tanto con las propiedades corporales como con las costumbres de los picaflores chilenos.

Una planta cuyas flores son regularmente visitadas por la *Patagona gigas*, es

LOBELIA SALICIFOLIA G. DON,

arbusto conocido bajo el nombre vulgar de «tupa» i comun en la costa central, donde crece en compañía de la *Puya chilensis* Mol.

En su traje vejetativo esta *Lobelia* se asemeja grandemente al «adelfo» o «laurel rosa» (*Nerium oleander*). Tiene como éste tallos alargados i escasamente ramificados i hojas angostas que hacia las puntas de las ramas llevan en sus axilas grandes flores de un hermoso color ladrillo.

Del cáliz o hipantio hinchado en forma de caldera, salen afuera la corola i la columna de los estambres. La primera consta de 5 pétalos que en el boton están unidos desde la base hasta la punta, formando un tubo casi derecho i horizontal. Al abrirse, el boton se hiende en su lado de arriba en toda su lonjitud i se encorva al mismo tiempo hácia abajo, por lo que la columna de los órganos sexuales sale afuera de la hendidura. Tambien en las otras cuatro líneas de union los pétalos se separan pero no en toda su lonjitud sino únicamente en un corto trecho situado mas abajo de la punta, de manera que resulta una especie de labio cóncavo abierto arriba i perforado en sus costados por tajos lonjitudinales.

Los filamentos de los cinco estambres son como la corola de color rojo ladrillo. Están separados solo en la base, donde dejan libres 5 hendiduras triangulares.

Tanto los 5 sépalos como la corola i los estambres se hallan insertos sobre un hipantio en forma de caldera. Este hipantio en su parte inferior está unido con el ovario achatado mientras que la parte superior representa una cavidad llena de néctar.

De la columna roja de los filamentos se destaca claramente por su color gris el tubo de las anteras, cuya longitud es de un centímetro. Las tres anteras superiores están en todo su largo sembradas de pelos tiesos, las dos inferiores, al contrario, son lampiñas, con escepcion de su punta, donde llevan un cepillo de pelos elásticos.

La dehiscencia de las anteras introrsas tiene lugar dentro del boton, i al abrirse éste el pólen principia ya a salir por el ápice del tubo de las anteras. Esta salida se produce como en la familia de las Compuestas a fuerza del crecimiento progresivo del estilo, el cual mas abajo del estigma posee un anillo de pelos «barredores». El pólen queda entónces depositado sobre el cepillo de las dos anteras inferiores, lugar donde debe llegar en contacto con cualquier cuerpo medianamente grueso que penetre al interior de la flor entre la corola i la columna de estambres.

El estilo i el estigma se hallan en este estado de la antésis incluidos en la columna de los filamentos i aparecen solo afuera cuando ha pasado el estado masculino. Existe, pues, una protandria tan pronunciada, que la polinizacion propia es enteramente imposible.

Los granos de pólen tienen forma elipsoidal i presentan en uno de sus lados un profundo surco longitudinal. Como son lisos i secos, no se pegan a objetos de superficie plana, pero quedan retenidos por cuerpos peludos o provistos de ganchitos como son la espalda de un moscardon o la pluma de una ave. Los pelos elásticos del cepillo de las anteras obran al contacto con un cuerpo extraño como un aparato de empolvoramiento i facilitan con sus movimientos la salida del pólen que acaso permanece todavía encerrado en el tubo de las anteras. Todo esto es fácil demostrarlo experimentalmente, tocando con una pluma el cepillo de que se trata.

Como ya hemos dicho, la columna de los órganos sexuales sale de la hendidura de la corola apenas esta hendidura se ha formado. Encorvándose ahora la corola hácia abajo, se aumenta poco a poco durante el primer período de la anté-sis la distancia entre la columna de estambres i la corola, de tal modo que al iniciarse el segundo período, durante el cual el extremo del estilo con los dos brazos del estigma sale libremente del tubo de las anteras, el estigma se encuentra a una altura de 10 a 15 milímetros sobre el nivel de la corola. Por consiguiente un insecto que ha penetrado en una flor del primer período i manchándose en ella de pólen, no puede trasladar este pólen al estigma de otra flor que se halla en el segundo período, a ménos que su cuerpo tenga dimensiones considerables.

El único insecto que en cuanto se visita con regularidad las flores de la «tupa» i que parece de tamaño suficiente para poderle atribuir el papel de polinizador, es el moscardon comun (*Bombus chilensis* Gay). Existen en esta especie, como se sabe, tres clases de individuos: hembras estériles, machos i hembras fértiles o reinas. Las primeras, que corresponden a las obreras entre las abejas, se encuentran en mayor número; su cuerpo mide por término medio 20 milímetros de largo i 10 de grueso. Los machos son mucho mas escasos i de tamaño algo menor. Las hembras fértiles, en fin, son mas o ménos tan escasas como los machos i se distinguen a primera vista por sus enormes dimensiones (25 por 12 milímetros).

La comparacion de las medidas apuntadas con las de la flor de la *Lobelia salicifolia* demuestra que la clase mas apta para efectuar la polinizacion es la de las reinas, i en realidad no son pocas las flores que he visto polinizarse por dichos insectos.

Mas a menudo sin embargo que por las hembras fértiles de *Bombus*, la «tupa» es visitada i polinizada por el picaflor grande (*Patagona gigas*), i si se toma en cuenta que la época de la florescencia comprende precisamente los meses en que esta ave vive en la costa de las provincias centrales (Setiem-

bre hasta Marzo) es difícil dudar de que se trata aquí a lo menos de un caso de ornitofilia facultativa. Según he observado en Zapallar, el picaflor busca en las flores de la «tupa» fuera del néctar también hormigas i pequeños Acáridos que suelen hallarse en notable número dentro del tubo de la corola i en la caldera que contiene el néctar.

Como la planta i el ave son bastante comunes en la costa, es fácil observar directamente el fenómeno de la polinización. El picaflor, manteniéndose a vuelo en el aire, mete su pico entre la corola i la columna de los órganos sexuales. Con su frente i la base de su pico toca entonces infaliblemente o el cepillo de las anteras o el estigma, según se trata de una flor recién abierta o más avanzada, i luego se diseña entonces en la parte indicada de su cabeza una pequeña mancha de color claro que se debe al pólen adherido.

Es necesario tomar en cuenta que la fase masculina de la antésis pasa mucho más ligero que la fase femenina i que por consiguiente es siempre pequeño el número de flores provistas de pólen que hai en un ejemplar en comparación con las que tienen sus estigmas abiertos i listos para funcionar. Esta circunstancia no impide de ninguna manera que muchas flores sean polinizadas, por cuanto el pólen de las pocas que se hallan en estado masculino alcanza para los estigmas de las muchas del estado femenino, i envuelve por otra parte la ventaja de que a menudo ocurre el cruzamiento de individuos distintos.

Como último ejemplo de ornitofilia en la flora chilena quiero mencionar aquí el «chilco» o «thilco».

FUCHSIA MACROSTEMMA R. et P.

Arbusto notable por su hermosura e interesante por ser la principal de las especies de las cuales descienden las Fuchias cultivadas en nuestros jardines.

La planta silvestre crece desde la provincia de Coquimbo hasta la Tierra del Fuego i las Islas Malvinas, siendo comun sobre todo en las rejiones australes. Sus tallos leñosos se elevan hasta una altura de 4 metros i están provistos de hojas decusadas o colocadas en verticilos de a 3.

Las flores son todas axilares i se encuentran en mayor número cerca de las puntas de las ramas. Como son muy variables en sus dimensiones, los autores han descrito bajo nombres especiales un gran número de variedades. Por término medio el largo de la flor, no contando el pedúnculo filiforme, es de 5 cm. Los 8 estambres son por regla jeneral de desigual largo i salen hasta 2 o 3 cm. afuera de la corola, siendo a su vez sobrepujados en algunos milímetros por el estigma. El color del tubo de la flor, del cáliz i de los filamentos es un hermoso rojo carmin, el de la corola un oscuro morado.

Respecto de la polonizacion fué constatado ya hace mas de un siglo por Sprengel en las razas cultivadas que el polen procedente de la misma flor no surte efecto fecundante. Mas tarde opinó Delpino, fundándose en la estructura floral, que las Fuchsias eran ornitófilas, hipótesis que en seguida fué confirmada por W. J. Real i Trelease que observaron directamente la visita de los colibrís en ejemplares cultivados en Norte-América. Encuéntranse tambien en obras ornitológicas noticias segun las cuales el *Eustephanus galeritus* de Chile tiene una gran predileccion por el chilco silvestre. Yo mismo he observado innumerables veces en las provincias de Arauco i de Valdivia que el picaflor comun visita i fecunda la *Fuchsia macrostemma*, i me he formado la opinion de que la planta es típicamente ornitófila.

Santiago, diciembre de 1908.

(Continuará)

