

## II.—ECOLOGIA DE COSTAS MONTAÑOSAS.

G. H. SCHWABE.

Instituto de Biología General. - Concepción (Chile).

(1 Fig.)

Para el geógrafo el límite del mar está constituido por el nivel más alto, que alcanza la alta marea. La ecología no admite tal determinación lineal. Citaré dos ejemplos para explicar esto.

Las pendientes escarpadas en las costas del archipiélago de Bataan Norte, están cubiertas de prados cuyo pasto alcanza la estatura de un hombre. Solamente en surcos de erosión y desde una altura de 40 metros sobre el nivel del mar existen bosques. Estos forman verdaderas fajas que se ensanchan hacia la altura y generalmente no sobrepasan los bordes de esos surcos.

Más o menos 150 km. al norte de esta localidad de Viña del Mar, o sea, en las cercanías de Los Vilos se extiende paralelo a la costa un angosto cordón de 150 a 300 metros de altura. Las cimas de este cordón son horizontales en casi todo su trayecto y están cubiertas de una escasa vegetación de matorrales, al igual que las pendientes que bajan hacia el mar. Donde hay pequeñas elevaciones que sobrepasan en pocos metros esta línea horizontal, están éstas, sin embargo, coronadas de verdaderos copetes o moños de bosques en miniatura formados por arbustos.

En ambos casos, ya sea en bosques que se encuentran exclusivamente en los surcos de erosión, ya sea en moños de arbustos sobre elevaciones salientes de la línea horizontal, son las condiciones hidrográficas del mar las que determinan la estructura ecológica de las pendientes costaneras. Las costas del grupo de Bataan están bañadas por corrientes templadas; sus pendientes están, por lo tanto, expuestas a fuertes lluvias. El suelo lavado, se calienta fuertemente por insolación, y el subsuelo no retiene agua en estado líquido. Los surcos de erosión se encuentran en una situación privilegiada en este sentido. Si en ellos logra mantenerse algún bosque, éste aumenta y afirma el terreno, pero no se extiende por encima de los bordes hacia las pendientes por falta de agua del suelo.

La costa semi árida de Chile central está bajo la influencia de corrientes frías. La región mencionada alrededor de Los Vilos es

tan pobre en precipitaciones que apenas puede desarrollarse temporalmente una capa continua de vegetación.

La cima paralela a la costa separa por lo menos dos diferentes espacios atmosféricos. Existe entre ellos un intercambio a través de la línea cumbre que corresponde a movimientos termodinámicos.

En ella aumenta rápidamente la intensidad del intercambio atmosférico en relación con la distancia vertical del suelo. Esto se reconoce fácilmente por las formaciones de neblinas que alcanzan su máximo inmediatamente por encima de la línea de las cumbres. Salientes que sobrepasan esta línea horizontal de las cumbres penetran ya en la zona de intercambio intensivo. Los moños de matorrales se introducen en este intercambio como filtros y acumuladores de agua líquida. Así resulta la aparente paradoja de que en una región semiárida, islotes de bosques en miniatura se eleven a máximas alturas, mientras que en un clima húmedo tropical el bosque se retira a areales favorecidos por el agua del suelo.

Podría objetarse que tales circunstancias no se deducen solamente de condiciones marinas. Pero hay que observar que en ambas regiones, las pendientes inclinadas hacia el mar difieren profundamente de su «Hinterland», el cual empieza desde la línea de las cumbres.

El interior de las islas de Bataán está cubierto casi totalmente de profusas selvas vírgenes, mientras que tras las mencionadas montañas costaneras chilenas se extiende una estepa, más seca que las pendientes. He elegido estos ejemplos relativamente sencillos para no complicar el cuadro por enumeración de muchas otras influencias marinas. Se comprende que en la naturaleza surten efectos ecológicos otras numerosas influencias marinas, que en pendientes costaneras, conjuntamente con los factores físicos ya mencionados, tienen causas termodinámicas. La costa montañosa concentra, por decirlo así, los efectos marinos en un espacio estrecho, efectos que en costas planas se reparten sobre espacios amplios y no pueden, por consiguiente, transformar mayormente la estructura ecológica.

Las diferencias locales de temperatura son decisivas, puesto que son procesos termodinámicos los que conducen los factores marinos a la costa. No es correcto, por eso, hablar en Ecología de la Costa simplemente de corrientes frías y templadas. Como lo muestran las formaciones de neblina, de nubes y de precipitaciones en cordones de la costa, las corrientes frías pueden, desde cierta altura, surtir los mismos efectos que las corrientes templadas inmediatamente junto a la costa. Esta altura crítica será tanto mayor cuanto más baja sea la temperatura del agua en relación con la de la tierra.

Quiero limitarme sólo a algunas insinuaciones para no perderme en la multitud de caracteres ecológicos que de aquí resultan. Las diferencias locales de temperatura respecto del mar siguen el ritmo del día y del año. La altura crítica está necesariamente sujeta

a estos movimientos. La bruma del oleaje da por lo general núcleos de condensación y, por este motivo, los factores químicos del mar surten mayor efecto en la altura. Las influencias químicas del mar no pueden pues disminuir en forma pareja con la distancia de la playa sino tienen que presentar máximos secundarios justamente en la altura crítica. Tales influencias pueden comprobarse, por ejemplo, en manantiales superficiales y en la vegetación. Aquí se manifiestan modificaciones en la suministración de minerales, en el intercambio de iones y en las condiciones osmóticas del suelo. La costa chilena ofrece a este respecto una gran abundancia de material. Antes de citar algunos ejemplos más, debo mencionar otro grupo de fenómenos especialmente significativos para la ecología de la costa. La característica esencial de costas subpolares es el amplio mosaico formado por superficies cubiertas y descubiertas de nieve. Estas estructuras relativamente grandes y estables se explican únicamente por la peculiaridad térmica del agua y por la hidrografía de las aguas de la costa. Los límites y la distribución de las superficies nevadas en las costas montañosas subpolares, permiten en muchos casos hacer conclusiones directas sobre peculiaridades hidrográficas de la región. La existencia de agua ascendente de mayor temperatura se reconoce, por ejemplo, a menudo en el límite de las superficies nevadas. En los surcos y pliegues de costas montañosas baja muchísimo más que en pendientes libres. El agua ascendente de mayor temperatura aumenta los movimientos de intercambio termodinámico en el ritmo cotidiano, los cuales se efectúan de preferencia en los surcos. Consecuencia de ésto es una baja del límite de la superficie nevada, a causa de la alta temperatura de deshielo. Ciertamente es que mediciones de temperatura y determinaciones de salinidad proporcionan datos más precisos sobre el estado hidrográfico del momento, pero la distribución de las nieves en las pendientes costaneras permite reconocer si el estado es momentáneo o corresponde a las condiciones más o menos permanentes de la localidad.

Justamente la costa subpolar con su mosaico de nieve enseña que la ecología de las costas montañosas debe ser practicada en gran parte desde el mar, porque solamente la vista desde el barco ofrece una visión de amplitud suficiente. Naturalmente hay que eliminar en todas estas observaciones factores modificadores, como la insolación, la geología del terreno y la absorción del calor por el suelo.

Otras observaciones que se reúnan al correr del tiempo, y que sirvan para la creación de un sistema, mostrarán que aún apenas se ha abierto el campo de investigaciones científicas y prácticas para la ecología.

Me limitaré ahora sólo a dos ejemplos de la costa chilena. La región de la costa desmembrada, especialmente las zonas costaneras de la provincia de Chiloé y Aysen, está cubierta en su mayor parte de bosques continuos. Las pendientes expuestas al mar más o

menos abierto presentan en muchos puntos grandes superficies descubiertas. Allí se encuentran a menudo pendientes que ostentan roca desnuda, mientras que pendientes igualmente escarpadas, están totalmente cubiertas de bosques por poco que estén protegidas contra el mar. Aquí y allá es más o menos pareja la suma de precipitaciones que alcanza un valor anual de cerca de 4.000 mm. La supresión de bosques se debe a los factores combinados del viento, de la lluvia y de las influencias químicas del mar.

Debo recalcar que exclusivamente la combinación de esos factores puede impedir el desarrollo de bosques. La marcada y progresiva disminución de especies, de Este a Oeste, indica la concurrencia de factores químicos en la estructura ecológica.

Chile dispone de una formación muy peculiar, de sumo interés para la ecología de costa, formación que no tiene igual en el mundo entero: los bosques-islas de Fray Jorge al norte de la desembocadura del río Limarí. Este denso bosque mixto, rico en especies, se encuentra en la cima de un cordón costanero en medio de la estepa seca y no dispone de agua del suelo, que es la condición primordial para todo bosque. En el año 1884, Federico Philippi ya hizo referencia a aquel único monumento de la naturaleza, el que fué tratado en relación con su flora más tarde por Reiche y otros autores de quienes existen valiosas publicaciones. Ambos investigadores, y también visitantes posteriores, no pudieron dar con la clave del por qué de la existencia de este bosque, porque ninguno de ellos reparó en la situación hidrográfica de aquella costa. Se sabía sí que justamente con un cielo por lo demás despejado, este bosque está siempre envuelto en nieblas húmedas y que éstas suministran el agua necesaria. Lo que quedó sin explicación fué el por qué se forman estas nieblas con regularidad justamente en este cordón, mientras que cordones vecinos y similares no muestran este fenómeno. En Mayo de 1941, durante una investigación de dos semanas, pude encontrar en compañía de los señores J. Behn y Fr. Huber, la solución del problema, sorprendente por su sencillez.

En grandes rasgos se presenta el siguiente cuadro: En aquella estepa seca que se extiende hasta la costa, hay durante el año escasos días de lluvia. La suma anual de precipitaciones está generalmente bajo 100 mm. Paralelo a la costa se extiende un cordón de 35 km. de longitud por 500 metros de altura más o menos. Este cordón es interrumpido casi en su mitad por el curso inferior del río Limarí, y no presenta otros cortes transversales. La sección sur del cordón, llamada Altos de Talinay, tiene una que otra mancha pequeña de arbustos en la región de su cima. La sección norte, llamada Altos de Fray Jorge, en cambio, está cubierta con los ya mencionados bosques-islas en una superficie de 6 km. por 200 a 500 metros. El río Limarí trae de la alta cordillera, de una región aprovisionadora de cerca 12.000 km<sup>2</sup>., en su curso de unos 200 km.,

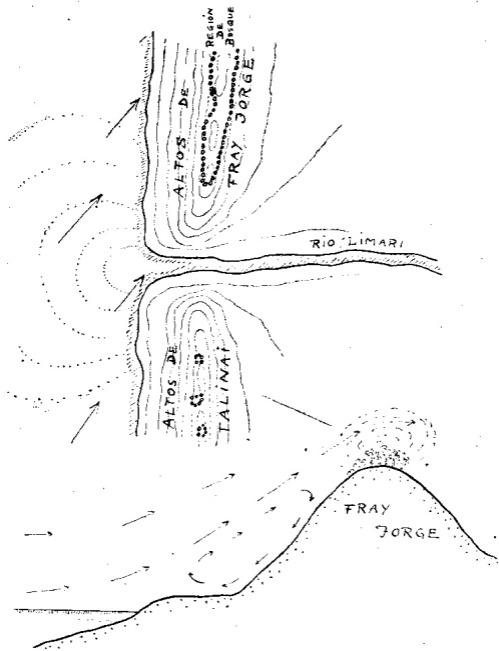


Fig. 1.—Esquema de la situación hidrográfica y microclimática en la cercanía de Fray Jorge (desembocadura del Río Limarí):

Arriba: Las aguas dulces y calentadas del río se extienden como capa flotante en la superficie del Mar. Los vientos del sur y suroeste (flechas) ascienden a los Altos a ambos lados de la desembocadura. Solamente los cuerpos de aire que pasan la zona del agua flotante del río transportan suficiente humedad para abastecer bosques en la región de precipitación adiabática.

Abajo: Las corrientes de aire marino que pasan los Altos de Fray Jorge forman constantemente una nube en la línea cumbre. Al mismo tiempo originan, por intermedio de corrientes secundarias, una zona de elevada aridez en la terraza costanera.

más o menos 6 cbm. de agua por segundo. Observaciones y mediciones demostraron que estas masas de agua son fuertemente calentadas durante su trayecto a causa de la anchura del valle y del lecho. En invierno se constataron en sus aguas —todavía a una distancia de 50 km. del mar y a una altura de 170 m— temperaturas desde 16° hasta más de 25°. Al desembocar, estas aguas dulces y templadas se extienden y flotan sobre el mar, cuyas aguas tienen un peso específico mucho mayor. Se forma así una superficie de evaporación extraordinariamente activa. Cuando corre viento sur frío y secante se puede constatar sobre esta superficie el desarrollo del vapor. La corriente atmosférica cargada de humedad choca entonces con el cordón de Fray Jorge. El enfriamiento adiabático da origen a una condensación en la altura de la cima. El esquema adjunto ilustra la situación (Fig. 1).

Así sucede, que justamente con viento sur de efecto secante, la cima de Fray Jorge recibe una humedad máxima, mientras que con viento norte el cielo está generalmente nublado y la evaporación es siempre relativamente escasa. Podría referir variados detalles sobre fenómenos semejantes en esta región, y sobre las causas de la ausencia de tales bosques en la zona de otras desembocaduras; pero creo que este solo ejemplo de Fray Jorge dice ya de las muy estrechas relaciones que existen entre la hidrografía y la ecología de las costas.

## BIBLIOGRAFIA

1. **Philippi, F.** 1884. Una visita al bosque más boreal de Chile. (Traducido del inglés por Fco. Fuentes). The Journ. of Bot., vol. XXII, London.
2. **Schwabe, G. H.** 1939. Ueber das Klima im Küstengebiet von Südchile. Ann. d. Hydrogr. u. Marit. Meteorol., Hamburg.