



14 MAYO 1979

LA EXPANSION DEL BOSQUE EN EL SUR DE CHILE EN LA EPOCA POSTGLACIAL (*)

Por el Dr. JUAN BRUGGEN

Académico de Número de la Academia Chilena de Ciencias Naturales.

Las diferentes épocas glaciales constituyen una de las últimas etapas en el desarrollo de nuestro globo terrestre. Las enormes masas de hielo que descendieron por todos los valles de la Cordillera de los Andes han dejado profundas huellas en la configuración del terreno cubierto por el hielo. Tanto las formas de los valles como las de la mayor parte de los cerros del centro y sur de Chile se deben al efecto erosivo de los glaciares, mientras que sus sedimentos, las morrenas, ocupan grandes extensiones del valle longitudinal.

Un interés especial lo ofrece la época postglacial durante la cual se desarrollaron los grandes cambios que conducen del clima glacial a nuestro clima actual, que puede considerarse como bastante constante desde el principio de la historia humana, aunque se registren ciertas variaciones periódicas.

Según los estudios hechos en Europa, tanto en los Alpes como en el norte de Alemania, el glaciar de la última época glacial, que alcanzó su máximo de extensión hace unos 25-30,000 años, principió a retirarse lentamente, pero luego, hace unos 15-20,000 años, se produjo un nuevo empeoramiento del clima, que causó un nuevo avance del frente del hielo que, en parte llegó hasta cerca de su extensión anterior. Es éste el llamado "avance postglacial de

(*) Leído en la sesión del 30 de noviembre de 1947 de la Academia Chilena de Ciencias Naturales.

Bühl', cuyas morrenas depositadas en el frente del glaciar se hallan en Suiza en la parte inferior y media del Lago de los Cuatro Cantones.

Las morrenas correspondientes en Chile se encuentran en la orilla occidental de los grandes lagos del sur. En el Llanquihue observé hasta tres grandes cordones morrénicos que fueron depositados en este avance postglacial. Su edad sería, pues, de 15-20,000 años.

En Patagonia y Magallanes, las morrenas de la misma edad se hallan en la orilla oriental de los lagos Buenos Aires y San Martín y en la Segunda Angostura del Estrecho de Magallanes.

Vemos que durante este avance postglacial, una gruesa capa de nieve y hielo cubría todavía toda la zona de la cordillera, de la cual se desprendieron enormes glaciares de anchos de 10 a 30 km., que cubrían el "vorland" hasta gran distancia.

Los cambios climáticos que se verificaron en la época postglacial y cuyo efecto más importante era el retiro del hielo a las partes centrales de la cordillera, han influido fuertemente en la vegetación vecina al borde del hielo, la que avanzó lentamente, invadiendo los terrenos abandonados por el hielo.

Este desarrollo de la vegetación nos queda documentado en los mantos de turba, como se llaman las acumulaciones de grandes cantidades de sustancia vegetal que se han depositado en pequeñas y grandes depresiones del terreno rellenadas por aguas estagnadas. En tales aguas no se produce una descomposición completa de la sustancia vegetal, sino al contrario, se conservan ciertos tejidos y especialmente el polen de las diferentes flores que, por su forma característica puede determinarse fácilmente. Todos los años, este polen es repartido por el viento en millones y millones de ejemplares y, donde cae en las aguas tranquilas de una turbera, queda conservado. Al estudiar cada centímetro de una masa de turba de varios metros de espesor, podemos constatar todos los cambios que ha sufrido la vegetación de una comarca durante miles de años.

Por tales métodos, Väinö Auer (1), jefe de la expedición finlandesa a Tierra del Fuego y Patagonia, estudió

(1) Väinö Auer: Der Torf und die Torfschichten als historische Urkunden Feuerlands und Patagoniens. Geologische Rundschau, Tomo 32. 1941. P. 647-671.

en los años de 1937-38 las grandes turberas de esa región, llegando a resultados muy importantes.

La confección de la cronología postglacial fué facilitada grandemente por la existencia de 3-4 capas de tobas volcánicas intercaladas en la turba. En Tierra del Fuego, la capa más nueva y la más antigua tienen color blanco y espesores de 1-3 cm., mientras que la media es de color verde parduzco y de 3-15 cm. En el norte de Patagonia, en el lago Lácar y en el de Nahuelhuapi, las capas de tobas

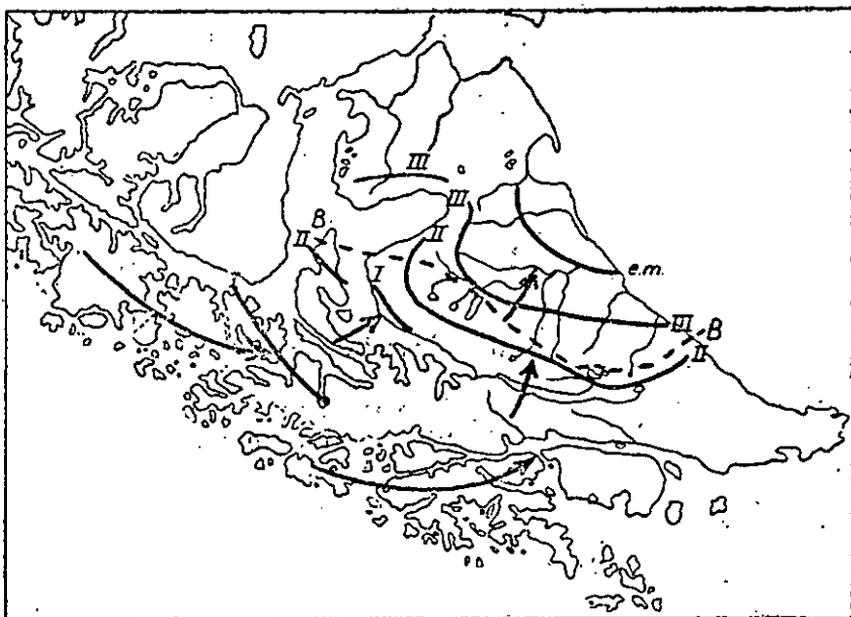


FIG. 1.

Las situaciones del borde del bosque en Magallanes, durante las diferentes erupciones de tobas (I-III). Según V. Auer.

(Líneas isohicrónicas de *Nothofagus pumilio*).

B-B = borde actual del bosque; e. m. = extensión máxima.

tienen espesores de $1\frac{1}{2}$ -2 m. y su material es de grano muy grueso, habiendo piedras pómez de 5-6 cm. de diámetro. Por medio de los diagramas de polen pudo comprobarse que las erupciones de las tobas se han producido simultáneamente, aunque provenían de diferentes volcanes. Auer compara a los volcanes de los Andes patagónicos con una batería de cañones que han disparado varias salvas.

Según los estudios de la expedición finlandesa, todo el terreno abandonado por el hielo en la época postglacial, era una zona de estepas que siguió al hielo en su retroceso. Pero, cuando toda la parte plana de Tierra del Fuego estaba libre de hielo, el bosque invadió luego el terreno de las estepas. En la figura 1 se ha indicado el avance del bosque por las líneas I a III, que corresponden al borde oriental del bosque en los años de la sedimentación de las tres capas de robas.

En el plano vemos que la invasión del bosque no se produjo desde el norte, sino desde el suroeste, avanzando el borde hacia el noreste. Debemos suponer que durante la época glacial quedaron refugios del bosque en los faldeos de la costa del Pacífico situados encima de los grandes glaciares que descendieron por los anchos canales. Condiciones parecidas existen aún hoy día en el glaciar San Rafael y muchos otros de la Patagonia.

En la figura 1 observamos, además, que el bosque alcanzó su máximo de extensión poco después de la erupción III y que, desde entonces, ha retrocedido considerablemente hasta su posición actual. El retroceso continuaría aún hoy.

Como causa del retroceso indica Auer el aumento de la temperatura, que trae como consecuencia una mayor intensidad de las corrientes de aire, y para Magallanes en especial, una mayor intensidad de los vientos secantes del tipo de foehn, que son desfavorables para los árboles.

Una idea de los cambios habidos en la época postglacial, la da la figura 2, que es un perfil de polen observado en un punto situado dentro del actual bosque, lo que queda indicado, porque arriba, o sea, cerca de la superficie del perfil, el 100 % de los pólenes corresponde a diferentes clases de *Nothofagus*, especialmente a *N. antarctica*.

Vemos que abajo, a los 3.75 m., principia el bosque de *Nothofagus antarctica*, aumentando rápidamente, pero luego retrocede de modo que las gramíneas (superficie de puntos) componen el 100 % del polen. Después de otro avance corto del bosque, éste ocupa definitivamente la región desde los 3 m. de hondura, después de la capa de toba I. Pero continúan alteraciones importantes, especialmente entre los 2,5 y 0,5 m. de hondura.

Estas variaciones pueden estudiarse mejor en el perfil de la figura 3, que se observó fuera de la zona del bosque actual, pero que fué invadida temporalmente por el bosque.

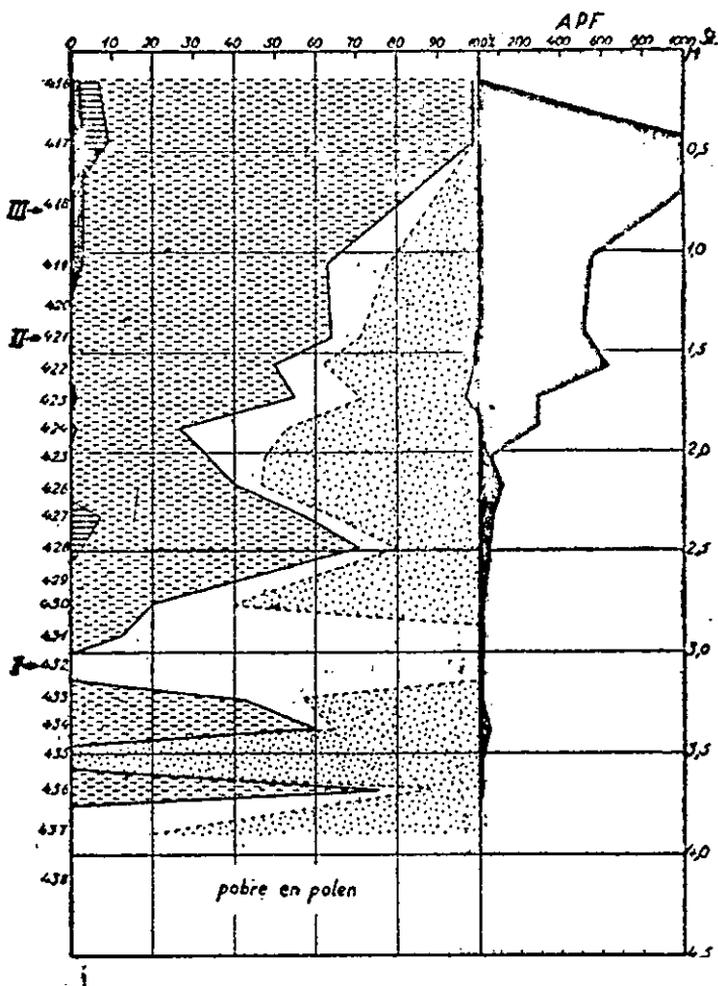


FIG. 2.

Perfil de polen del bosque de Tierra de Fuego, Lago Blanco. Según V. Auzr.

III = situación de las diferentes capas de tobas.

416 a 438 = números de las pruebas tomadas.

En el borde derecho las cifras bajo M corresponden a metros debajo de la superficie.

El diagrama se compone de dos partes: a la izquierda tenemos el porcentaje de polen de diferentes especies y a la derecha, bajo APF, la frecuencia absoluta de polen, desde 0 hasta 1000.

La línea gruesa que limita el hachurado de líneas cortadas, indica el porcentaje de polen de bosque, quedando a la derecha los polen de ciperáceas y gramináceas de la región de las pampas.

El detalle de los signos se halla explicado en la figura 3.

En este perfil observamos un fuerte retroceso del bosque entre las tobas II y III, que según la exposición anterior se debería a un calentamiento del clima con sus consecuencias secantes. Pero luego vuelve un clima más fresco con un nuevo avance del bosque. Posiblemente este calentamiento del clima durante la formación de la toba II, coincide con un notable mejoramiento del clima de Europa, que se observó durante la época postglacial, hace unos 13,000 años.

Las condiciones climáticas que existen en el límite del bosque, que corresponde a la transición de la zona de abundantes lluvias en la cordillera y la zona seca de las pampas patagónicas, pueden observarse muy bien en la ciudad de Magallanes, situada cerca de este límite. Se pueden desprender de la comunicación que me hizo un amigo de allá, el Dr. Uhrmacher. Antes de radicarse definitivamente en Magallanes, buscó informaciones sobre las condiciones de vida, el clima, etc., A su pregunta sobre las entreteniciones que se pueden tener los domingos, se le contestó que se hacen excursiones en auto. A su nueva pregunta que se haría en caso de lluvia, recibió la contestación: "Entonces vamos a una región donde no llueve". De modo que, con ausentarse unos pocos kilómetros de una lluvia que cae en la ciudad, se entra luego a una zona de buen tiempo hasta donde no alcanza la lluvia.

En el sur de Chile central

En el sur de Chile, los grandes lagos como el Llanquihue y otros, son estancados por morrenas terminales, que pertenecen al avance postglacial de Buehl de los Alpes, como comprobé en una pequeña publicación en 1945 (1).

Cerca de la iglesia de Neubraunau, la morrena se compone de una arcilla de bloques fuertemente cementada, encima de la cual sigue una capa de greda superficial sin piedras, que tiene 1 a 1½ m. de espesor. La falta de piedras, aun pequeñas, indica el origen eólico de la greda, que debe considerarse como loess. Solamente los 50-70 cm. superficiales de esta greda están fuertemente teñidos de negro por la sustancia húmica proveniente de la descomposición de materias vegetales, especialmente de las raíces.

(1) J. Brüggén: Miscelánea geológica de las provincias de Valdivia y Llanquihue. Rev. Chilena de Historia y Geografía. 1945.

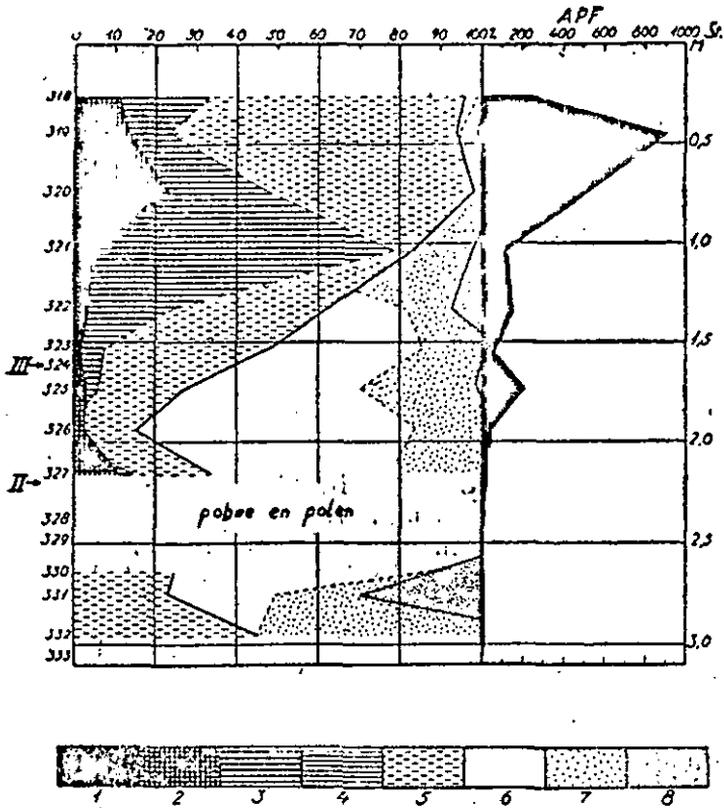


FIG. 3.

Perfil de la región de estepas de Tierra del Fuego. Russphin. Según V. Auer.
1. bosque de lluvias; 2. *Nothofagus betuloides*; 3. *N. pumilio*; 4. *N. Dombeyi*;
5. *N. antarctica*; 6. ciperáceas; 7. gramináceas; 8. indicadores de estepas.

La parte principal e inferior del loess carece de mayor cantidad de sustancia vegetal y debe haberse depositado, lo mismo que la parte superficial, cuando todavía no existió el bosque. En favor de su ausencia habla también el aspecto fresco de la superficie de la arcilla glacial, que no muestra ninguna zona de descomposición superficial, sino sigue inmediatamente el loess que envuelve también a los bloques erráticos. El hecho que éstos y las piedras de 20 a 50 cm. de diámetro se han acumulado en cierta cantidad encima de la superficie de la morrena, donde quedan en la base del loess, indica que hubo un fuerte lavado superficial de la morrena, pero ninguna descomposición química, en la cual habría intervenido en primera línea la vegetación.

También la formación misma del loess es una comprobación de la ausencia de los bosques. En vista de que los vientos predominantes de la región en estudio soplan casi siempre desde el oeste, su material debe provenir de una ancha zona sin vegetación, que se extendió al oeste de las morrenas, donde las aguas de deshielo habían depositado el fango y arenas. Los fuertes vientos occidentales arrastraron de esta superficie el fango seco y lo llevaron en forma de espesas nubes de polvo hacia el terreno de las morrenas, donde creció una vegetación de pastos de estepas. Alrededor de esta vegetación baja se depositó una gran parte del polvo, formando en el transcurso de numerosos años la capa superficial de loess.

Sólo más tarde, el bosque invadió la región de las morrenas del avance postglacial, transformando la parte superior del loess en tierra vegetal.

No observé capitas de tobas volcánicas que, además, no me habrían llamado mayormente la atención en vista de la cercanía de los volcanes Osorno y Calbuco, desde los cuales, en días de viento puelche, podrían haber llegado hasta la orilla occidental del lago.

Las encontré en mayor desarrollo dentro de los grandes cajones glaciales de la Cordillera de los Andes. El punto más interesante se halla al sureste del lago Calafquén, en el valle del río Malihue, que desemboca en el pequeño lago Pellaifa. Tanto estos lagos como el valle del río Malihue, estuvieron ocupados por un gran glaciar que en el estado del avance postglacial se unió con otros ríos de hielo que todos encontraron su término en la orilla occidental del lago Calafquén. Por consiguiente, las rocas graníticas, que constituyen el subsuelo del valle Malihue y que presentan



Fotografía N° 1. — Valle de Malihue, corte del camino en el loess.

- ls: loess superior.
- p.p.: capa de piedra pómez.
- li: loess inferior.
- g: granito.



Fotografía N° 2. — Valle de Malihue, otro corte en el loess.

ls y li: loess superior e inferior.

1: - piedra pómez fina y estratificada.

2: - piedra pómez gruesa.

3: - piedra pómez un poco más fina.

r: - raíces de los árboles del bosque de la superficie.

su superficie pulida por la erosión glacial, quedaron libres de hielo solamente muy tarde en la época postglacial.

En la fotografía N^o 1 se observa una capa de loess (li) de $\frac{1}{2}$ -1 m. que yace directamente encima del granito. Encima de ella sigue una capa de piedra pómez blanca. El límite en la naturaleza es bien nítido, pero no sale así en la fotografía, porque una ancha faja de humedad dió color oscuro a la parte inferior de la piedra pómez. En la fotografía, el límite se indicó con la línea cortada.

El mismo límite inferior de la piedra pómez se presenta muy bien en la fotografía N^o 2, que tomé a poca distancia en el corte del mismo camino en el valle de Malihue. En ella, la piedra pómez principia abajo con una capita de grano fino (1). Más arriba sigue la masa principal de piedra pómez, que es de grano grueso (2) y que en su parte superior presenta otra vez un grano un poco más fino (3).

La capita 1 indica, por su estratificación, que el agua habrá intervenido en su sedimentación; probablemente una parte ha sido lavada por una lluvia desde la falda vecina. La parte gruesa (2) corresponde a la fase más fuerte de la erupción, mientras que el grano fino de la zona 3 puede indicar una disminución de las explosiones volcánicas.

En general, parece haberse tratado de una erupción parecida a la del volcán Quizapu del año 1932.

El límite superior de la piedra pómez se presenta algo borrado en ambas fotografías, porque algo del material fino del loess ha sido lavado hacia los poros entre los granos de piedra pómez. El loess superior (ls) es idéntico al de más abajo, pero está atravesado por las raíces del bosque que creció más tarde en su superficie. Solamente los 50 cm. superiores tienen color oscuro como tierra vegetal.

Por consiguiente, la capa de piedra pómez constituye una intercalación en una formación uniforme de loess y los cortes fotografiados comprueban que no existió ningún bosque cuando en la época postglacial se depositó el loess con su intercalación volcánica. De otra manera, el bosque habría quedado sepultado debajo de los 2-3 m. de piedra pómez y observaríamos hoy grandes cantidades de ramas y troncos en toda la extensión de la piedra pómez. En realidad entran solamente aisladas raíces de los árboles recientes a algunas grietas en la parte superior de la capa volcánica. En la fotografía 2 pueden reconocerse por una coloreación oscura como en r.

Lo que vale para el loess situado debajo de la piedra pómez, vale también para el loess superior, que tiene exactamente la misma composición. En realidad, la capa volcánica constituye solamente una intercalación sedimentada en pocos días dentro del loess, cuya formación habrá durado muchos siglos.

Por desgracia, no se puede paralelizar todavía la capa de piedra pómez con las tobas del lado argentino, observadas por Auer. No cabe duda que para la región de Malihue, la piedra pómez es la capa volcánica más antigua. Pero, en vista de su situación muy adentro en la cordillera, la región de estudio fué abandonada solamente muy tarde por el hielo, de modo que bien pueden haber caído otras masas de tobas ya anteriormente encima del hielo en retroceso y que no se han conservado como capa continua.

Sorprende que también en los valles de la cordillera, el bosque haya invadido el terreno abandonado por el hielo después de un intervalo grande, en el cual se depositó la gruesa capa de loess. Debemos deducir de esto que no existían durante la época glacial restos del bosque en los cerros vecinos encima de los glaciares, porque en tal caso la repoblación de las partes bajas abandonadas por el hielo se habría producido rápidamente. Probablemente, ya a la altura de pocos cientos de metros, las precipitaciones se efectuaron en forma de abundantes nevazones y el peso de la capa de nieve no permitió el crecimiento de árboles.

Por esto, el bosque tuvo que inmigrar desde sus refugios en las faldas bajas de la Cordillera de la Costa. La inmigración se efectuó en contra del declive del terreno y del curso de los ríos y esteros, lo que explica la lentitud de la expansión del bosque.

Mayores detalles podemos saber solamente si ejecutamos estudios de diágramas de polen, como los del señor Auer en el otro lado de la cordillera.

