

# Fray Jorge: Un relictó boscoso natural de probable origen Terciario en el Norte Chico de Chile

JORGE ZUÑIGA IDE

## *SITUACION, OROGRAFIA Y CLIMA*

Fray Jorge es un bosque relictó natural constituido por asociaciones vegetales que se presentan a manchones separados unos de otros por el avance de la vegetación xerófila, propia del clima de estepa cálida y seca de gran parte del Norte Chico chileno. Este bosque sólo se presenta en la parte alta de los cordones montañosos de la Cordillera de la Costa chilena que reciben el nombre de Altos de Talinay. Estos cerros ocupan una extensión de unos 18 kilómetros de norte a sur a lo largo de la costa entre el Río Limarí, por el sur, ubicado aproximadamente en los 30° 43' 30" Latitud Sur, y hasta los 30° 33' 30" Latitud Sur por el norte. Los cordones montañosos se encuentran en la longitud de los 71° 40' Longitud Oeste. El actual Parque Nacional de Fray Jorge sólo ocupa unos 6 kilómetros de norte a sur en el extremo sur de estos repliegues montañosos, pero está de tal modo penetrado por la vegetación xerófila que la extensión del relictó vegetacional propiamente dicho se puede calcular en el presente en unas pocas decenas de hectáreas.

El bosque natural de Fray Jorge estuvo constituido en otras épocas por numerosas especies vegetales de las más variadas familias, órdenes y clases, mientras que en el momento presente sólo quedan algunos grupos de asociaciones vegetales, entre las que se destacan como pivote particularmente la especie arbórea denominada Olivillo o Roble de Ovalle (*Aextoxicum punctatum* Ruiz et Pavon), alrededor de la cual pros-

peran unas pocas especies vegetales menores. Se considera a Fray Jorge como un bosque natural con un carácter de relict vegetacional de épocas climáticas y/o situaciones ecológicas pasadas en esta área geográfica particular del Norte Chico. La zona costera donde existe este bosque es predominantemente de clima seco (clima de estepa cálida costera), aunque con nubosidad abundante, y domina la vegetación xerófila compuesta de Cactáceas columnares (*Eulychnia acida* Phil., "copao", y *Trichocereus skottsbergii* Backbg.) y de las Bromeliáceas, *Puya alpestris* (Poepp.) Gay, y *Puya chilensis* Mol., o "chaguales". Si hubieran reinado aquí siempre sin excepción las condiciones climáticas y ecológicas que actualmente predominan en la zona continental del Norte Chico chileno, habría sido poco menos que imposible que se hubiera desarrollado y mantenido un bosque con las características de Fray Jorge. Sin embargo, hay aquí condiciones climáticas especiales que provienen de la proximidad del Océano Pacífico. Es por esto, en parte, que este relict responde a la denominación genérica de "bosque de neblina".

Fray Jorge se encuentra a una altura que va entre los 500 metros y poco más de los 600 metros sobre el nivel del mar. En promedio está a unos 2,5 kilómetros de la línea costera. Por el lado del mar, los cerros caen directamente en una pendiente muy inclinada a una llanura de más suave pendiente que hace las veces de "terraza costera", para terminar en un margen costero en forma de acantilados no rocosos de unos 20 metros de altura, que rodean la estrecha playa de arrecifes rocosos y restos marinos depositados por el mar. Por el lado oriental, la pendiente es sólo un poco menos pronunciada. Entre los Altos de Talinay y la llanura continental hay una gran falla paleozoica. Un relict vegetacional similar al de Fray Jorge existía, al menos hasta hace unos pocos años, en la cima del cerro Talinay (762 metros sobre el nivel del mar) y en cumbres menores (586 metros y 515 metros sobre el nivel del mar), a unos 10 kilómetros al sur del Río Limarí y a algo más de 6 kilómetros de la línea costera. En la actualidad ya no queda prácticamente nada, se ha destruido hasta el más precario equilibrio ecológico vegetal debido al avance absoluto de la desertificación. Esta es una demostración de que los relictos biológicos no son inmortales, al menos en la era antropógena.

#### *HISTORIA RECENTE DEL RELICTO*

Sin duda, la mano del hombre ha sido una de las principales causas responsables de la ruptura del equilibrio ecológico que aquí pudo

existir en otras épocas. Cuando llegaron los conquistadores españoles a la región, el relicito de Fray Jorge y Talinay debió extenderse en casi todas las cumbres y laderas occidentales de los Altos de Talinay hasta la latitud de la Bahía de Tongoy (Véase croquis de ubicación de Fray Jorge). El bosque fue descubierto hacia el año 1627 por un lego de la Orden Franciscana quien, al parecer, utilizó la madera de Olivillo (*Aextoxicum punctatum* Ruiz et Pavon) para la construcción del maderaje del campanario de la Iglesia de San Francisco en La Serena. Es evidente que ya desde aquella época se pensó en el aprovechamiento de este tipo de vegetación arbórea. Pero fue durante el siglo XIX, con el apogeo de las explotaciones mineras cercanas a la bahía de Tongoy, cuando se debió explotar tan intensamente dicha vegetación que desapareció completamente el bosque que existía en la parte norte de los Altos de Talinay, o inmediaciones del puerto de Tongoy en donde se concentraban las fundiciones de cobre. El relicito de Fray Jorge y Talinay ha sido estudiado científicamente desde 1884, cuando fue visitado por primera vez por Federico Philippi. Por aquel entonces, el acceso a él aún resultaba difícil.

#### ECOLOGIA, CONDICIONES EDAFICAS Y MICROCLIMA

Fray Jorge existe porque en estos lugares han actuado desde hace milenios condiciones microclimáticas particulares que han permitido la conservación y el funcionamiento de un ciclo ecológico vegetal parecido al de una “selva húmeda”. El ciclo ecológico de Fray Jorge corresponde a lo que se denomina un “bosque de neblina”. El principal agente sustentador de esta asociación de especies vegetales es la neblina, que llega tanto en la forma de nubes altas como en la forma de “camanchacas”, nombre que recibe en el norte chileno la neblina baja que viene del mar. La humedad ambiental en la cima de los Altos de Talinay es alta durante todo el año, aunque puede variar también con la estación del año. Es probablemente mayor en invierno, cuando son más frecuentes las neblinas totales y las lluvias, que en verano cuando está más despejado. La media anual de humedad relativa del aire es de 78% a 81%. Aun en la estación estival hay suficiente humedad para impedir el desecamiento de la vegetación en las cumbres. En todo este desierto costero existe una variación diaria de la humedad, que sigue el ritmo de la nubosidad, máxima en la mañana, mínima al mediodía y ascendente al atardecer. En el verano soplan frecuentemente vientos del súdoeste. El viento que sopla en las cumbres también facilita la



*Entrada al Parque Nacional de Fray Jorge. Superficie, 9.000 hectáreas.*



*Fray Jorge, actualmente sólo en la cima de la Punta del Viento (Altos de Talinay). Vista desde la desembocadura del Río Limarí.*

absorción de agua por la canopia vegetal, al hacer penetrar la humedad por el follaje. Como las asociaciones vegetales de Fray Jorge se encuentran por encima de los 500 metros sobre el nivel del mar, pueden captar la humedad permanente que en forma de nubes bajas es empujada por el constante viento del sudoeste que sopla desde el mar. El agua captada de este modo supera bastante a la escasa pluviosidad de la región. Los Altos de Talinay se encuentran en la línea de la isoyeta anual de los 150 mm de agua caída promedio. En el invierno son los vientos del noroeste los que traen las lluvias al bosque. La temperatura anual promedia en la región es de unos 13,3° C, con una variación anual que va desde una media máxima en enero de unos 16,5° C a una media mínima en julio de 10,2° C (IREN, 1972).

En Fray Jorge, la existencia de capas de musgos, líquenes y hongos en los troncos de los árboles y en el suelo bajo la canopia vegetal, contribuye también a la captación de agua de la neblina ambiental. Los hongos tienen la capacidad especial de condensar agua del aire, de modo que en el caso de los líquenes (hongos que viven en simbiosis con algas), que son muy variados y muy abundantes en este relict, el hongo proporciona el agua a las algas para que éstas efectúen la asimilación de ella y los procesos de la fotosíntesis, destinados a la nutrición vegetal. Los musgos, bastante abundantes en el piso de origen vegetal, también absorben agua por su superficie. Los hongos y líquenes de Fray Jorge prosperan sobre todo en la corteza de los troncos de los árboles, mientras que en el piso del bosque, enriquecido por detritos vegetales, prosperan principalmente los musgos, helechos y especies herbáceas de sombra. Se puede decir también que de este modo se mantiene la existencia de una pequeña capa de tierra de origen vegetal, sin la cual no echarían raíces las especies arbóreas en estos terrenos de areniscas y rocas paleozoicas.

Todas las especies vegetales que existen en este bosque natural de neblina han sido comparadas con las típicas del bosque húmedo del sur chileno, donde la humedad se mantiene particularmente por las abundantes lluvias de más de 1.000 mm anuales. La mayoría de los botánicos que han estudiado este relict opinan que se trata de una selva húmeda del tipo valdiviano, en la cual se encuentran tanto especies netamente australes como especies neotropicales (F. Philippi, 1884; C. Muñoz Pizarro-E. Pisano Valdés, 1947; K. Skottsberg, 1948; y otros). En años recientes se ha intentado medir cuantitativamente la humedad que es captada por la canopia vegetal, llegándose a la conclusión de que equivale a una precipitación mínima de 1.500 mm anuales (Dr. J.

Kummerow, 1962). Un captador de neblina colocado en la parte alta del bosque en un pequeño claro, dio una lectura de 32,5 mm por semana (en 2 semanas de observaciones), mientras que el pluviómetro ubicado bajo la copa de un árbol de la especie *Myrceugenia correafolia* (H. et A.) Berg midió 50,2 mm por semana (en 2 semanas de observaciones). De este modo se demostró que la canopia vegetal en este bosque es uno de los más importantes medios de captación de agua atmosférica.

¿Cómo se gesta la nubosidad que en forma constante es empujada por el viento del sudoeste hacia las cumbres de los Altos de Talinay? Probablemente en el día se produce una alta evaporación del agua de mar, lo cual genera un aire cálido y húmedo que luego se enfriá por contacto con las masas de agua fría de la Corriente de Humboldt. Esta corriente marina, que forma parte del giro anticiclónico de las aguas del Pacífico Sur, se extiende entre las latitudes 50° sur y 5° sur, transporta entre 10 y 20 millones de metros cúbicos de agua de mar por segundo y tiene un ancho de entre 300 y 400 millas, mayor en invierno que en verano. Alcanza en profundidad por lo menos hasta los 100 metros bajo la superficie del océano. Circula bastante alejada de la costa, tal vez a unas 200-250 millas frente al paralelo 30° sur. La Corriente de Humboldt contribuye a enfriar el aire que se pone en contacto con las aguas de este sistema de circulación oceánica. De este modo se generan los vientos anticiclónicos del Pacífico, pues las capas de aire frío más densas tienden a ocupar el espacio residual que existe en las capas de aire más cálidas y menos densas próximas a la costa y en tierra firme. El centro de este anticiclón del Pacífico varía entre los 28° sur y los 31° sur, siguiendo el movimiento aparente del sol, o ciclo astronómico de las estaciones. Por su parte, el borde oriental del anticiclón del Pacífico tiene tendencia a bajar, contribuyendo a estabilizar las capas más bajas de la atmósfera, impidiendo cualquier ascenso vertical que favorecería el intercambio de calor y humedad entre las capas atmosféricas. Se produce algo parecido a un fenómeno de "inversión térmica", por un efecto directo de la Corriente fría de Humboldt, pues las masas de aire caliente estacionadas frente al litoral se enfrián al contacto con la superficie marina fría condensando el vapor de agua o humedad en forma de neblinas, las cuales tampoco se traducen en precipitaciones debido a la subsidencia atmosférica. Se ha señalado que el influjo del mar sobre la capa de aire en contacto inmediato llega hasta una altura de 400 a 600 metros, exactamente el nivel a que se encuentran los Altos de Talinay (IREN, 1972). Los vientos

del sur y del sudoeste en la costa de Chile están determinados por el anticiclón del Pacífico, cuyo ámbito de acción abarca entre las latitudes 16° sur y 42° sur, y entre las longitudes 70° oeste y 140° oeste. En la latitud de los Altos de Talinay predominan los vientos del sudoeste, que son precisamente los que llevan las neblinas y nubes bajas hacia las cumbres de Fray Jorge.

#### ESPECIES Y ASOCIACIONES VEGETALES

Es probable que todavía en el siglo pasado y durante gran parte de la primera mitad del siglo presente, existiera en este bosque relictico una gama muy numerosa y variada de diferentes especies vegetales. En 1947, dos botánicos chilenos (C. Muñoz Pizarro y E. Pisano Valdés, 1947) levantaron un catálogo de esta flora. Se encontraron más de 500 especies distintas, pertenecientes a unas 118 familias diferentes, de subdivisiones taxonómicas tan diversas como Fungi, Lichenes, Hepaticae, Musci, Filicinae, Gymnospermas y Angiospermas, aunque con un predominio evidente de estas últimas (83 familias de Angiospermas). La verdad es que este catálogo aún se considera incompleto según los estudios que se han realizado posteriormente, sobre todo en lo que se refiere a las especies de líquenes. Actualmente el número de especies de líquenes identificadas ha sobrepasado ya el centenar. Dadas estas circunstancias, se puede suponer, por lo tanto, que hasta tiempos muy recientes el bosque de Fray Jorge se mantuvo intacto desde que comenzó el período Holoceno, a pesar de las pequeñas fluctuaciones climáticas de este período, y que durante milenios ha existido allí una gran variedad de especies de las más diferentes familias, órdenes, clases y divisiones taxonómicas. Esta extraordinaria variedad de especies sólo puede comprenderse como el resultado de la increíble conservación de una flora arcaica en condiciones microclimáticas muy especiales, condiciones que pueden haber existido al menos desde que circula la Corriente de Humboldt cerca de la costa chilena.

De las especies vegetales que siempre han existido en Fray Jorge se destacan particularmente los grupos de Olivillos (*Aextoxicum punctatum* Ruiz et Pavon). La extraordinaria supervivencia de estos árboles debe explicarse en parte por su capacidad para captar agua del ambiente. Aparte de ser un árbol de gran follaje, vive también en asociación con otra planta que tiene la forma típica de una liana trepadora gigante que echa sus raíces en el mismo árbol y se desarrolla a lo largo del tronco y por encima del follaje del Olivillo, con la característica especial de que

las hojas de esta planta son más grandes que las del Roble de Ovalle, también de textura coriácea y pueden recoger agua de la neblina circundante al adherirse el vapor de agua a la superficie dorsal brillante y pulida de sus hojas. Se trata de la planta epífita *Griselinia scandens* (Ruiz et Pavon Taub.), también conocida con el nombre de “yelmo”, que pertenece a la familia de las *Cornáceas* o plantas trepadoras leñosas. Las hojas de esta liana son coriáceas, de contorno arriñonado y de formas oblongas a lanceoladas, penninervias, dorsiventrales, con una cara brillante y una opaca, con espinas en el ápice y lados basales. Sus hojas son alternas, sin estípulas y de disposición foliar opuesta. Posee raíces aéreas, columnares. Las raíces de esta liana tienen consistencia leñosa con geotropismo positivo. En el bosque de Fray Jorge, la *Griselinia scandens* es una especie trepadora leñosa, epífita, no parásita ni stranguladora, que vive en una suerte de simbiosis con la especie huésped *Aextoxicum punctatum*. La *Griselinia scandens* no posee tronco sino sólo raíces aéreas de consistencia leñosa. Generalmente se desarrollan pegadas a los troncos de los Olivillos. En su etapa de crecimiento aéreo, cuando la raíz aún no llega al suelo, ésta es delgada y de consistencia tierna en la zona de crecimiento, aunque ya bastante leñosa en el resto. En esta etapa la raíz va fuertemente adherida al tronco del Olivillo y se nutre del agua de que permanentemente está cubierto el tronco. La corteza del tronco de Olivillo está cubierta generalmente de musgos, hongos y líquenes, que mantienen una humedad permanente, lo cual constituye un primer medio nutriente para la trepadora epífita *Griselinia scandens*. Es en este medio donde se depositan las semillas de esta liana y en donde frecuentemente brotan. En etapas más avanzadas de crecimiento, las raíces de la liana son más gruesas y leñosas, formando a veces alrededor de la parte baja del tronco una estructura de raíces aéreas bastante consistente que lo circundan, muy parecida a la que forman las raíces de los manglares y otras plantas de raíces aéreas. En otros casos, las raíces columnares relativamente rectas crecen en sentido vertical apegadas a los gruesos troncos de los Olivillos de gran altura, a lo largo de varios metros desde el suelo. Por último, en otros casos, la liana aparece como una planta independiente parecida a la zarzamora en la disposición anárquica de sus ramas. Las semillas de *Griselinia*, como prácticamente las de cualquier planta, pueden brotar en la superficie del suelo cuando existen ciertas condiciones edáficas mínimas.

Los Olivillos de Fray Jorge son árboles bastante altos, pueden llegar a tener 6,8 y 10 metros de altura en los lugares donde posible-

mente hay más tierra vegetal, pero tal vez nunca alcanzan la altura máxima de la especie, ya que hay un límite para el crecimiento de las raíces del Roble de Ovalle en estos lugares debido a la naturaleza del suelo en los Altos de Talinay, compuesto de partículas de arena de cuarzo no muy fino y materiales rocosos no muy aptos para la vegetación. En cambio, los troncos de los Olivillos de Fray Jorge pueden ganar en espesor lo que pierden en altura, llegando a tener un perímetro de 2 a 3 metros, a 60 centímetros del suelo. Dadas estas características, es también bastante considerable el grado de humedad que se puede conservar en la cubierta vegetal que se desarrolla en la corteza de estos árboles.

Ahora bien, es necesario destacar que en Fray Jorge ha existido durante muchos milenios una asociación ecológica vegetal entre varias especies de plantas de los más diferentes taxas del reino vegetal. El factor común de esta asociación de especies vegetales es la existencia de un alto grado de humedad ambiental. A nuestro modo de ver, el centro y pivote de la "sociedad vegetal" que aún subsiste en este relicto natural es la asociación simbiótica entre el Olivillo o Roble de Ovalle (*Aextoxicum punctatum* Ruiz et Pavon) y el yelmo (*Griselinia scandens* Ruiz et Pavon Taub.). Esta simbiosis vegetal produce un sistema de follaje tal que se forma una canopia vegetal perfectamente penetrable por la niebla y adaptada para la captación de humedad ambiental. Bajo esta canopia vegetal se forma un piso vegetal húmedo y sombrío, a veces con pozas de agua de acumulación, que sin embargo no parece ser completamente impenetrable a los rayos solares. El grado de impenetrabilidad del bosque debió haber sido mucho mayor en épocas pasadas. Es probable que este relicto, desde hace muchos años, se haya hecho mucho menos denso.

En el piso vegetal húmedo y sombrío bajo la canopia vegetal de los bosques de Olivillos y cerca de las acumulaciones de agua crecen abundantes helechos, por lo general de la especie *Hypolepsis rugosula* (Labill.) J. Smith var. *poeppigii* (Kunze) C. Chr. et Skottsb., que existe tanto en Fray Jorge como en la isla de Juan Fernández. Se encuentran cubriendo este piso de humus negro bajo la canopia vegetal una serie de diferentes musgos a modo de alfombra vegetal, y distintas plantas de sombra entre las que destacan las Paperomías (*Paperomia coquimbensis* Skottsb.), y la Botellita (*Mitraria coccinea* Cav.), enredadera de flores rojas común en los troncos de Olivillos.

Respecto a la fauna, el relicto de Fray Jorge y Talinay debe haber sido siempre de difícil acceso para animales de gran tamaño. En el



*Tronco de olivillo cubierto de líquenes y hongos característicos de este lugar.*



*Piso vegetal con abundantes musgos en el interior de una agrupación de olivillos.*

presente se sabe que frecuentan estos parajes sólo una fauna de aves, más o menos numerosa (CONAF, 1975), algunas especies de roedores tales como *Oryzomys longicaudata* (o laucha trepadora), probablemente algunas especies de murciélagos, un marsupial tal como *Marmosa elegans* y una que otra especie de carnívoros tales como el gato montés (*Felis colocolo*) (Dres. Mel Schamberger-George Fulk, 1974). En estos "bosques de neblina" la densidad de mamíferos es la más baja de las observadas en todos los hábitats estudiados en el Parque Nacional Fray Jorge.

#### *DISTRIBUCION, ANTIGÜEDAD Y ORIGEN DE LAS ESPECIES DEL RELICTO*

Un grupo de botánicos, el más antiguo, le ha concedido al bosque de Fray Jorge un carácter de relict de tiempos más o menos recientes, en cualquier caso durante o a fines del Pleistoceno. Así por ejemplo, W. Looser suponía que en una época glacial la flora del sur avanzó hacia el norte y que los bosques de neblina del Norte Chico "son eslabones aislados de una cadena rota que antes unía la vegetación del sur con la del norte, hasta el sur de Coquimbo por lo menos". Karl Skottsberg, en 1933 (Congreso Científico del Pacífico, Vancouver), habla del bosque de Fray Jorge como una "reliquia postglacial", opinión a la cual se opusieron C. Muñoz Pizarro y Ed. Pisano, quienes afirmaron que este bosque se debió establecer "antes de alguna de las últimas glaciaciones del Pleistoceno", o en otras palabras, en algún período interglacial. Sobre esta base discute K. Skottsberg que "todavía no es posible fijar la fecha cuando los elementos del sur llegaron hasta la latitud de Fray Jorge, tal vez durante la época glacial, sin fijar en cuál subperíodo, tal vez en la época postglacial". K. Skottsberg pone énfasis en la riqueza de elementos australes del bosque concluyendo que debe haberse establecido en la época glacial, para quedar aislado desde la época postglacial (K. Skottsberg, 1950).

En cambio, hay otro grupo de botánicos, más reciente, que mediante un estudio de la distribución geográfica de las especies vegetales del relict, llegan a la conclusión de que debe tener su origen en el período Terciario (J. Schmithüsen, 1956; J. Kummerow, V. Matte et F. Schlegel, 1961; Dr. Gerhard Follmann, 1966). Según estos autores, la vegetación de Fray Jorge presentaría vestigios de una flora neotropical

cenozoica que cubría una gran parte del continente sudamericano antes del fin del Terciario.

Por último, frente a las diferentes dificultades planteadas por el problema del origen del relicto de Fray Jorge, hay quienes postulan una solución de compromiso, según la cual efectivamente sería una reliquia terciaria pero que pudo haber sido alcanzada por los desplazamientos pleistocenos de la flora austral (A. Hoffman, 1961; L. Croizat, 1962).

Ahora bien, si se estudia la distribución actual y pasada, la antigüedad y el origen de las especies vegetales que existen o han existido en este relicto, es posible llegar a precisar la antigüedad que tiene el relicto y el origen de su vegetación. Pero para ello debemos apoyarnos no sólo en la ciencia botánica pura, sino también en una serie de disciplinas auxiliares, tales como la geografía botánica, la paleontología, y especialmente la paleobotánica, la geología histórica, la paleoclimatología y otras. Y no sólo deben interesar las especies por separado sino también las asociaciones vegetales. De extraordinario interés a este respecto es la asociación simbiótica que existe entre el Olivillo (*Aextoxicum punctatum* Ruiz et Pavon) y el "yelmo" (*Griselinia scandens* Ruiz et Pavon Taub.), la especie epífita trepadora. Desde el punto de vista distributivo, esta simbiosis vegetal debe considerarse como en cierto modo accidental, pues no se encuentra en todos los bosques húmedos del país. Debe haberse originado en alguna zona ecológica arcaica del territorio chileno, que comprendía solamente la zona norte templada o subtropical, para posteriormente quedar reducida a los relictos de Fray Jorge y Talinay. El dilema consiste en determinar de dónde proviene la liana epífita trepadora y de dónde el Olivillo, cuándo se originó tal simbiosis y bajo qué condiciones ecológicas.

El Olivillo es un árbol muy parecido a un "roble" (*Nothofagus* sp., de la familia Fagaceae), no obstante tiene características muy importantes que lo diferencian de los *Nothofagus*, clasificándose como especie única en la familia *Aextoxicaceae*, del orden *Sapindales* (Carlos Muñoz Pizarro, 1966). Existe como una especie relictة sólo en el bosque de Fray Jorge y luego se le encuentra desde el Cerro Silla del Gobernador (32° 08' sur - 71° 30' oeste), en la parte sur de la actual provincia de Limarí (ex Depto. de Illapel) hasta Chiloé, en ambas cordilleras. Se desarrolla sólo en aquellos lugares en que dispone de suficiente humedad atmosférica (Claudio Donoso Zegers-Leslie L. Landrum, 1974). Es una especie del bosque húmedo o higrófilo de Chile, pero su distribución no llega a ser tan austral como la distribución de algunas especies de *Nothofagus*, que

existen hasta Tierra del Fuego. Estas últimas también son especies higrófilas, pero al parecer tienen una mayor tolerancia a las bajas temperaturas.

Las Fagáceas (*Nothofagus*) pueden existir probablemente desde el Cretácico Superior en el territorio chileno. Hoy en día se reconoce que es mucho más probable que la flora de *Nothofagus* haya avanzado en el Cretácico Superior desde la zona norte hacia la zona sur del país. Así por ejemplo, se ha descubierto flora de *Nothofagus* en la zona central de Chile, en yacimientos muy anteriores a los australes y antárticos, como lo demuestran los restos fósiles encontrados en los afloramientos plantíferos de "El Arrayán", en las cercanías de Santiago, que pertenecen al Terciario Inferior (Eoceno) (Humberto Fuenzalida Villegas, 1965). Como estos troncos fosilizados son más antiguos que cualesquiera que se hayan encontrado en el sur del país, se hace bastante probable que el género *Nothofagus* se haya originado en el norte de Chile y no en el sur o en el continente antártico, como se creía hasta hace poco tiempo. Desde su origen, entonces, el género *Nothofagus* siempre perteneció a zonas de clima húmedo y cálido como las que imperaban a fines de la Era Mesozoica y durante el Terciario Inferior en todo el territorio chileno, y se habrían conservado en el extremo sur del continente sudamericano no como una adaptación al frío sino como una tolerancia al frío (Giovanni Cecioni, 1970). De acuerdo con lo anterior, no sería muy improbable que las Fagáceas estuvieran representadas en el Bosque Petrificado de Pichasca, yacimiento fosilífero de Angiospermas, actualmente a unos 500 metros sobre el nivel del Río Hurtado en la actual provincia de Limarí (ex Dépto. de Ovalle), en la misma hoyada hidrográfica del Río Limarí y a sólo 90 kilómetros en línea recta del Bosque de Fray Jorge, yacimiento que por sus asociaciones faunísticas fósiles se sabe que pertenece al Cretácico Superior (65-75 millones de años antes del presente). Si los Olivillos o sus antepasados ya existían en aquellos remotos tiempos, sería altamente probable que hubieran dejado sus impresiones o restos fósiles en el yacimiento de Pichasca. Como aún no se ha hecho una identificación de las especies de árboles que están allí representadas entre los troncos silicificados, esta cuestión no se puede decidir en el momento presente. Sin embargo, la existencia de los Olivillos como especie dominante del relictico de Fray Jorge, en asociación con otras especies vegetales, entre las cuales hay muchas de distribución y/o origen tropical, ha hecho pensar en la procedencia terciaria de esta vegetación. Si los Olivillos no hubieran existido durante la Era Terciaria en el norte chileno no habrían



*Agrupación de helechos, principalmente de la especie Hypolepsis Rugosula (Labill.), J. Smith var. poeppiggi (Kunze) C. Chr., en el suelo húmedo bajo la canopia vegetal del bosque.*



*Otro aspecto de la vegetación que en determinadas épocas del año permanece cubierta de neblina.*

quedado como vegetación relictua en esta zona. No sólo su origen sino también su avance desde un centro de distribución de altas latitudes es bastante problemático.

Ahora bien, ¿desde qué época existe la *Griselinia* en el territorio chileno? Nunca se creyó importante resolver esta cuestión que puede ser capital. En primer lugar, la ubicación de esta planta dentro de los taxas vegetales nos puede dar una ligera idea de su carácter relativamente reciente en la evolución vegetal. La *Griselinia scandens*, especie que existe en Fray Jorge, pertenece al género *Griselinia* que a su vez está comprendido dentro de la familia de las *Cornaceae* (plantas trepadoras leñosas), del orden de las *Umbelliflorales*, en la división taxonómica de las *Archichlamydeae* (flores sin pétalos o con pétalos libres entre sí) (C. Muñoz Pizarro, 1966). Pertenece a las Angiospermas Dicotiledóneas que hacen su aparición evolutiva hacia el final de la Era Mesozoica. Por lo tanto, es muy probable que formasen parte al menos de la flora de la Era Terciaria. Sin embargo, es la distribución principalmente tropical de este género y sus semejanzas con otras plantas tropicales de hábito parecido, lo que nos ha llevado a la conclusión de que forman parte de un proceso evolutivo típico de la selva tropical lluviosa en el transcurso de millones de años (Theodosius Dobzhansky-Joao Murca-Pires, 1954). No pudieron haberse originado en una zona moderadamente templada o fría. El género *Griselinia* no sólo existe en América del Sur (en Chile, Paraguay y Brasil) sino también en Nueva Zelanda. En las selvas tropicales lluviosas de Nueva Zelanda se encuentra junto con otras plantas de diferentes familias tales como la *Weinmannia* de la familia *Cunoniaceae*, la *Schefflera* de la familia *Araliaceae*, y la *Melicoccus* de la familia *Violaceae*. Todas estas plantas representan diferentes etapas de la evolución de las plantas o “árboles estranguladores”, es decir plantas epífitas que crecen sobre el tronco de otras y terminan por sofocar o hacer perecer a la planta huésped con sus raíces. Estas plantas son de origen y distribución tropical, teniendo su máximo desarrollo en estas zonas. Por ejemplo, en Brasil, algunas plantas de los géneros *Ficus*, *Clusia*, *Coussapoa*, *Pouroma* y *Cecropia*, de la familia de las *Moráceas*, las cuales exhiben también diferentes grados de epifitismo y pueden crecer como árboles independientes en el suelo. Plantas semejantes también existen en las selvas lluviosas de Australia. En Nueva Zelanda, las víctimas de las plantas estranguladoras son a menudo los helechos arborescentes gigantes (clase de las *Filicíneas*) que crecen en estas zonas tropicales. Los troncos de estos helechos arborescentes están cubiertos por una masa esponjosa de fibras, que propor-

cionan un excelente medio para el brote de las semillas en las condiciones de clima lluvioso de muchas partes de Nueva Zelanda. Todas las plantas estranguladoras pertenecen a especies que han evolucionado como lianas trepadoras que dependen de un apoyo arbóreo para sobrevivir. Algunas, sin embargo, han conservado su habilidad para crecer independientemente en el suelo. La razón del origen de las plantas trepadoras es perfectamente claro. En las selvas tropicales densas hay una gran competencia por la luz del sol, indispensable en la fotosíntesis. Las plantas solucionan el problema de la supervivencia trepando sobre otros árboles de modo de llegar a atravesar la canopia y darse un lugar bajo el sol en la espesa selva tropical. Las semillas, probablemente depositadas por los pájaros y murciélagos comedores de fruta, brotan en las ramas altas de los árboles y allí echan raíces. Estas raíces descienden a lo largo del tronco o cuelgan por el aire hasta el suelo de la selva, mientras el tallo con sus hojas crece hacia arriba en busca de la luz. En su etapa juvenil, la planta crece como una epífita. Obtiene agua y sustancias minerales de la acumulación de tierra y materia orgánica en las grietas de la corteza del árbol. Una vez que las raíces han alcanzado el suelo de la jungla, se apresura el crecimiento de la planta. Las raíces se engruesan y se desarrollan nuevas ramas y hojas. En las plantas estranguladoras se forman nuevas raíces que comienzan a envolver la superficie del tronco huésped. De este modo, la planta estranguladora comienza a matar el árbol que la apoya. Sus raíces cubren completamente el tronco huésped, desarrollando apoyos leñosos que le permiten sostenerse por su propia cuenta, y apretan el árbol. La liana trepadora se transforma en un árbol independiente de dimensiones colosales, aunque de una apariencia un tanto extraña, por la estructura del tronco hecha de raíces, mientras el árbol que le servía de huésped fenece y se pudre. Pero muchas especies de estas lianas trepadoras no siempre estrangulan a sus huéspedes, algunas lo hacen sólo ocasionalmente, y otras posiblemente nunca (como las especies del género *Clusia*). Estas especies deben representar etapas anteriores en la evolución del hábito de estrangulamiento. En Nueva Zelanda también existe una planta que es netamente una liana trepadora estranguladora: pertenece a la familia de las Myrtaceas. No es éste el caso para las restantes especies citadas que no son exclusivamente estranguladoras. Probablemente las especies estranguladoras evolucionaron en condiciones de extremada competencia ambiental por la luz solar en algunas selvas tropicales lluviosas en las épocas más cálidas y húmedas de la Era Terciaria. En Fray Jorge, la *Griselinia scandens* presenta el hábito de una

especie en una etapa anterior al estrangulamiento, sólo es una liana trepadora epífita, jamás se transforma en una planta de dimensiones colosales que puede llegar a sofocar a su huésped. Se sirve del Olivillo para echar sus raíces y nutrirse en las primeras etapas de su crecimiento, y al ascender por el tronco y entre el follaje del huésped, logra llegar al techo del bosque para obtener la energía solar indispensable para la fotosíntesis. Las especies que no alcanzaron a llegar a la etapa de estrangulamiento tienen que haber evolucionado en selvas subtropicales donde la competencia por la luz solar no era tan grande. En estas selvas subtropicales la especiación y el crecimiento vegetal estarían un poco más restringidos (Th. Dobzhansky, 1950).

Para explicar la curiosa distribución del género *Griselinia* en América del Sur y en Nueva Zelanda se hace necesario recurrir a los hechos que se han ido acumulando en torno a la teoría de la deriva de los continentes, originalmente formulada por Alfred Wegener en 1915. Según esta teoría, que poco a poco se ha ido convirtiendo en realidad, existió en una época en este planeta un solo continente universal, que ha recibido el nombre de Pangea, el cual habría comenzado a fragmentarse hace unos 200 millones de años y después de 20 millones de años de deriva, a fines del período Triásico (hace unos 180 millones de años), se habrían formado dos grandes supercontinentes: Laurasia en el Hemisferio Norte y Gondwana en el Hemisferio Sur, separados por el Mar de Tethys. La separación de estos supercontinentes y su fragmentación en continentes más pequeños, que a través del tiempo llegaron a ocupar las posiciones geográficas que actualmente tienen, se habrían producido por el fenómeno conocido con el nombre de "deriva continental", que consiste fundamentalmente en el desplazamiento de placas tectónicas continentales de rocas siáticas sobre una capa más densa, la asthenosfera, en sentido perpendicular a ciertas zonas de fractura y de emergencia de materiales magmáticos, a razón de uno o varios centímetros por año, o 10 kilómetros por millón de años como mínimo (Robert S. Dietz-John C. Holden, 1970).

También se han hecho estudios paleoclimáticos sobre los climas imperantes en algunos períodos de la Era Terciaria, bajo el supuesto de que la posición relativa de los continentes debe determinar las tendencias climáticas de todo el planeta al afectar los modos de circulación de los océanos y de la atmósfera. Estos estudios han permitido llegar a la conclusión de que la temperatura de los mares terciarios, que también se ha podido medir directamente por el método de la composición isotópica del oxígeno en las calizas fósiles, comenzó a bajar



En esta foto se puede apreciar una perspectiva de los cerros con variedad de plantas, árboles y arbustos que constituyen un misterio para los botánicos.

en la primera mitad del período Oligoceno (hace unos 37-30 millones de años), y que, junto con el desplazamiento de los continentes en sentido meridional, el clima continental se fue haciendo a partir de entonces cada vez más frío y más seco. Otra consecuencia importante de estos cambios climáticos fue que la vegetación selvática en el continente antártico sólo duró hasta el Oligoceno (Lawrence A. Frakes-Elizabeth M. Kemp, 1972).

Todos estos estudios han contribuido notablemente a un mejor conocimiento de la paleobiogeografía en los diferentes continentes (Peter H. Raven-Daniel I. Axelrod, 1972). En base a estos conocimientos podemos actualmente sacar algunas conclusiones útiles con respecto al modo cómo se puede haber llegado a la distribución actual del género *Griselinia* y de las otras especies de lianas trepadoras, y tal vez podamos aclarar algunas particularidades en relación a sus orígenes. Según la teoría de la deriva de los continentes, Nueva Zelanda se había separado ya del continente de Gondwana hacia fines del Cretácico Medio (hace unos 80 millones de años), pues hacia esa época se calcula que Nueva Zelanda se había separado de la Antártica (J.R. Heirtzler, 1968). Si Nueva Zelanda pertenecía aún en el Cretácico Medio al continente de Gondwana, tierra en que había ya especies de plantas Fanerógamas, de entre las cuales pudieron haber evolucionado tanto el género *Griselinia* como los otros géneros de plantas trepadoras leñosas estranguladoras o epífitas, entonces, a pesar de que el archipiélago neozelandés quedó aislado a fines del período, bien pudo haberse producido allí una evolución independiente a partir de ancestros comunes. Sabemos positivamente que miembros de la familia de las *Myrtaceas* y de la familia de las *Araliaceae*, entre las cuales hay especies de lianas trepadoras, ya existían en el Cretácico Medio (hace unos 100 millones de años) en los territorios interconectados de África, Sudamérica, la Antártica, Australia y Nueva Zelanda. Hacia fines de este período Nueva Zelanda se separó de la Antártica, pero es probable que hubieran quedado en su territorio especies precursoras de las cuales pudieron haber evolucionado las lianas trepadoras. Sin embargo, no es necesario postular un origen independiente para explicar la presencia de las especies de lianas trepadoras en Nueva Zelanda. Por el contrario, hay bastantes indicios paleogeográficos que llevan más bien a suponer que dichas especies neozelandesas pueden haber migrado desde las tierras que primitivamente estuvieron unidas en el supercontinente de Gondwana.

Hacia el Cretácico Superior (65-75 millones de años atrás), Suda-

mérica se había separado casi completamente de África, y sólo Australia permanecía unida a la Antártica, la cual a su vez también estuvo relativamente comunicada con Sudamérica hasta fines del período Eoceno, aproximadamente (40 millones de años atrás) (Lawrence A. Frakes-Elizabeth M. Kemp, 1972). Hacia esta época, Nueva Zelanda estaba ya derivando hacia latitudes menos meridionales, como un archipiélago aislado. A comienzos de la Era Terciaria, durante los períodos Paleoceno y Eoceno, existieron condiciones climáticas extraordinariamente buenas para una aceleración y diversificación del proceso evolutivo de especiación vegetal, particularmente en las selvas tropicales lluviosas. El clima en general era cálido y húmedo, incluso en las altas latitudes.

Como Australia se separó de la Antártica hace sólo 45-49 millones de años, en el Eoceno Medio (J.R. Heirtzler, 1968), se puede decir que hasta esta época existió un puente fitogeográfico entre Sudamérica y Australia. Hacia esos mismos tiempos existían selvas tropicales en la Antártica, por lo que cualquier especie vegetal tropical pudo haber pasado por estas tierras. De allí que sea perfectamente posible que algunas especies de la flora australiana se hayan originado en Sudamérica, continente en el cual ya durante los primeros períodos de la Era Terciaria existía una importante zona tropical en lo que es actualmente la desembocadura del Río Amazonas, pero que hacia esta época probablemente aún no era una hoyuela hidrográfica (Lawrence A. Frakes-Elizabeth M. Kemp, 1972). La zona tropical de Sudamérica tiene que haber sido una importante región de especiación y radiación de especies vegetales, sobre todo en la Era Terciaria. Si algunas especies vegetales tropicales se originaron en Sudamérica y se difundieron a través de la Antártica hasta Australia, también es perfectamente posible que las especies de lianas trepadoras hayan llegado a Nueva Zelanda provenientes del continente australiano. Hay que hacer notar a este respecto que en el período Paleoceno, el archipiélago neozelandés estuvo mucho más cerca que en la actualidad del continente australiano, existiendo, por lo tanto, muchas más posibilidades de difusión de especies (Peter H. Raven- Daniel I. Axelrod, 1972). Los fuertes vientos del oeste que soplan en Nueva Zelanda, al parecer desde mediados de la Era Terciaria (Oligoceno), podrían explicar muy bien cuál habría sido el medio de transporte de las semillas de estas especies vegetales. También a medida que esas tierras avanzaban hacia latitudes menores se iba haciendo cada vez más posible una vegetación tropical, con una incrementada capacidad evolutiva (Th. Dobzhansky, 1950). Como se

puede apreciar, hay varias posibilidades alternativas para explicar la presencia de Nueva Zelanda de las especies de lianas trepadoras por medio de algún mecanismo migratorio. La hipótesis de una migración desde Asia retrasaría la presencia de estas especies en el territorio neozelandés hasta finales del período Mioceno, es decir bien avanzada la Era Terciaria, cuando se creó la línea de Wallace al chocar la placa tectónica del Pacífico Sur con la placa tectónica del sudeste asiático (Peter H. Raven-Daniel I. Axelrod, 1972). Podemos afirmar, entonces, con cierta plausibilidad que las especies de lianas trepadoras a que nos hemos referido deben de haber tenido su origen en una época bastante temprana de la Era Terciaria. Los antecedentes expuestos indican que también la especie *Griselinia scandens* es de origen tropical. Esta especie tiene que haber llegado a Fray Jorge en una época de clima cálido y mucho más húmedo que el actual. Esto sólo pudo haber ocurrido en la Era Terciaria. No parece probable que haya ocurrido de otro modo, a no ser que se suponga que se originó en el continente antártico y después migró hacia el norte, lo cual no coincide con los argumentos paleobiogeográficos aquí expuestos.

A este respecto la teoría de Karl Skottsberg es la menos defendible en la actualidad. Según esta teoría las especies vegetales de Fray Jorge llegaron allí por una migración desde el extremo sur, pues la mayoría de los elementos de este bosque serían australes. Estas migraciones se habrían producido en la época glacial, como consecuencia de las oscilaciones climáticas del Pleistoceno, pues al bajar la temperatura durante los períodos glaciales la flora del sur habría tenido que migrar hacia el norte buscando refugio. De este modo la selva higrófila de tipo valdiviano habría ocupado toda la Cordillera de la Costa hasta la Bahía de Tongoy. El deshielo postglacial que inaugura el período Holoceno actual habría favorecido el camino de regreso de esta vegetación, dejando al pasar algunos relictos naturales como es el caso de Fray Jorge (Karl Skottsberg, 1950). Una de las objeciones que existen en contra de esta teoría es la ausencia en este relicto de especies vegetales típicas de la zona central, pues la migración de las épocas glaciales debería haber acarreado consigo también a las especies de esta zona que debía ser atravesada en su ruta hacia el norte. Esta dificultad se resuelve si se supone un origen preglacial del relicto, es decir ya en la Era Terciaria. Además, es necesario tomar en consideración que "aproximadamente el 40% de las Fanerógamas que K. Skottsberg considera como típicas de Fray Jorge, se encuentran también en los contrafuertes andinos de Perú y Bolivia" y cerca de un 60% de los



*La entrada al bosque da una impresión de grandiosidad y de extraño fenómeno vegetal, por cuanto está ubicado en una zona semidesértica.*

líquenes de este relictio son de procedencia tropical (Dr. Gerhard Follmann-Pablo Weisser, 1966). También algunas comunidades liquénicas de Fray Jorge se correlacionan con las de Juan Fernández, Islas Hawaii, Brasil y zona valdiviana (J. Redon-W. Quilhot P.- E. Zúñiga, 1975). Respecto a las semejanzas de algunas especies vegetales entre Fray Jorge y Juan Fernández, hay que recordar que la flora de este archipiélago ha sido considerada como una flora tropical relictia que habría emigrado a él a través de la Tierra de Juan Fernández que antes del Oligoceno (37 millones de años antes del presente) habría unido a esas islas con el continente y que posteriormente se hundió salvándose sólo las islas volcánicas (Dr. Juan Brüggen, 1950). Con respecto a las especies de Fray Jorge que no son de origen tropical, sólo se puede suponer que son el resultado de una mezcla de la vegetación terciaria tropical con especies de clima templado de latitudes más altas, como consecuencia de modificaciones del clima y/o de desplazamientos pleistocénicos de la flora austral hacia territorios septentrionales. En todo caso es de esperar que algún día, como lo esperaba el mismo K. Skottsberg, los estudios sobre la flora fósil en el territorio chileno nos ayuden a aclarar muchas de las dudas que aún nos quedan. Mientras tanto hemos de seguir acumulando evidencia para una reconstrucción del origen probable del relictio, basándonos en la hipótesis de que la mayoría de las especies vegetales de Fray Jorge pertenecieron alguna vez a una flora arcaica ampliamente distribuida en el norte del territorio chileno y regiones circundantes, que se implantó bajo condiciones climáticas cálidas y húmedas, tropicales, o subtropicales, y que después se fue adaptando a condiciones climáticas cada vez más frías y secas, a medida que cambiaba el clima de la Era Terciaria en dirección a los niveles de temperatura y humedad actuales, para terminar por último como vegetación de relictos boscosos en condiciones microclimáticas especiales.

Como los procesos orogenéticos son en cierto modo catastróficos para la vegetación y como es necesario suponer un largo tiempo para la evolución de las especies vegetales de que nos ocupamos, se debe suponer también que la vegetación tropical arcaica que dio origen a Fray Jorge tiene que haber llegado hasta la costa chilena mucho antes de los plegamientos del geosinclinal costero. Así por ejemplo, en el caso especial de la *Griselinia scandens* se debe admitir que esta especie perteneció a una vegetación de tipo tropical de amplia distribución en el norte chileno y territorios circundantes (hecho que explicaría el parentesco de las especies de Fray Jorge con especies de los contrafuertes andinos de Perú y Bolivia), si es que no en una buena parte de América

del Sur, durante la Era Terciaria, y que ya existía antes de la elevación de la Cordillera de los Andes hasta alturas infranqueables para cualquier tipo de vegetación, es decir, probablemente antes de la orogénesis andina del período Oligoceno (que comenzó hace unos 37 millones de años).

En el Plioceno hubo una transgresión marina en casi toda la costa chilena. A fines del Plioceno Superior el mar aún no se había retirado de este sector de la costa chilena donde están los Altos de Talinay. Según el geólogo Dr. Juan Brüggen, los Cerros de Talinay debían de haber sido durante todo el Plioceno islas alargadas que se anteponían a un extenso golfo, que posteriormente se unieron al continente por la sedimentación y los solevantamientos del Pleistoceno (Dr. Juan Brüggen, 1950). Estas "islas" se habrían formado por las transgresiones del mar en el Plioceno Medio, lo cual dio lugar a la "Formación Coquimbo" en este sector de la costa chilena. Se estima que la altura de esta transgresión marina pudo haber alcanzado los 100 metros. El Plioceno marino dejó sedimentos de 30 metros en la Bahía de Tongoy (el "Tongoyano"), lo cual equivaldría a la altura real de la regresión marina de finales de la Era Terciaria en esta zona. Contrariamente a lo que se podría pensar, en esta zona no hay indicios de volcanismo, sino que por el contrario esta región, entre los paralelos 27° y 33° Latitud Sur, había sido siempre una unidad geotectónica rígida desde el Paleozoico (Giovanni Cecioni, 1970). La ausencia de volcanismo explicaría también la extraordinaria estabilidad de la vegetación en esta zona desde cuando se implantó en la Era Terciaria. No obstante, los mares terciarios avanzaron y retrocedieron sobre la costa chilena de acuerdo a los solevantamientos y hundimientos del borde continental occidental de Sudamérica.

Con el Pleistoceno (que comenzó aproximadamente hace unos 3 millones de años) sobrevino la Edad del Hielo, con sus cuatro grandes glaciaciones en el Hemisferio Norte, y de las que sólo hay indicios de las tres últimas en toda la extensión de la Cordillera de los Andes, pero que fueron de una potencia extraordinaria en el lado occidental del macizo andino, llegando muchas veces las morrenas glaciares hasta la zona costera (Dr. Juan Brüggen, 1950). La alternancia de épocas glaciales y épocas interglaciales produjo una serie de fluctuaciones del nivel de los océanos, debido a los procesos de formación y deshielo de los glaciares tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur, fenómeno que también inició movimientos de levantamiento de algunas masas continentales, hechos que se reflejaron sobre todo en las líneas de playa

de las zonas costeras. Es probable que en el Pleistoceno los Altos de Talinay, así como otros sectores de la Cordillera de la Costa chilena, hayan realizado movimientos de ascenso que contribuyeron a poner a salvo a la vegetación terciaria que allí existía, ascenso que habría compensado el movimiento de avance de las transgresiones marinas que naturalmente tenían que ocurrir. Durante gran parte del Cuaternario (Pleistoceno) los Llanos de Tongoy, es decir las planicies fluviomarinas internas de esta zona, estuvieron cubiertos por el mar, como lo demuestra la sedimentación de origen marino (en particular material calcáreo) que allí se depositó. Los depósitos marinos se observan particularmente frente a Puerto Aldea, en el sector norte y lado oriental de los Altos de Talinay (Roland Paskoff, 1970).

Dadas las tendencias climáticas de la Era Terciaria, podemos suponer que ya hacia mediados de esta Era geológica (en el período Oligoceno), la vegetación tropical de la cual derivó el relicto natural de los Altos de Talinay estaba siendo amenazada, pues en estas latitudes bajaba la temperatura y el clima se hacía cada vez más seco. Pero por entonces ya circulaba la Corriente de Humboldt y las características climáticas del Océano Pacífico eran seguramente muy parecidas a las actuales, por lo cual es de suponer que también *desde entonces comenzaron a existir las condiciones microclimáticas especiales que sostuvieron al relicto a través de las edades y de los cambios de clima continentales*. La asociación de las especies de origen tropical o subtropical con las especies de origen templado le habría dado una extraordinaria vitalidad a estos relictos a través de millones de años, a pesar de que el clima se fuera haciendo cada vez más seco en la región norte del país. La sequedad del clima en el Norte Chico<sup>1</sup> chileno en los períodos geológicos más recientes, habría sido compensada por la alta humedad del aire en la zona costera y por las abundantes neblinas provenientes del mar. En el Plioceno, cuando se formaron las "islas antepuestas a la costa" que supone J. Brüggen (que incluyen a los Altos de Talinay), debido a las transgresiones marinas sobre una Cordillera de la Costa en subsidencia, la flora terciaria quedó aislada en estas zonas, adquiriendo el carácter de relictos vegetales. El aislamiento geográfico continuó durante gran parte del Pleistoceno, cuando los Llanos de Tongoy aún estaban inundados por el mar, y subsistió para las especies vegetales al sobrevenir las glaciaciones cuaternarias, que en estas latitudes alcanzaron hasta los

<sup>1</sup>El Norte Chico estaba formado por las antiguas provincias de Atacama y Coquimbo. Ahora corresponde a la Tercera y Cuarta Regiones.

2.200 metros, pero que en latitudes más altas (en Chile Central) llegaban casi hasta el nivel del mar (Dr. Juan Brüggen, 1950).

Todavía en la época precolombina existían grandes forestas en lo que son hoy día terrenos de clima de estepa cálida, con predominio de vegetación xerófila. Fray Jorge es un ejemplo de un verdadero fósil viviente en medio de una zona geográfica desfavorable, pero a través de su estudio podemos vislumbrar algunas de las características del pasado paleobiogeográfico del territorio chileno.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

JUAN BRÜGGEN, *Fundamentos de la Geología de Chile*, Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile, 1950.

GIOVANNI CECIONI, *Esquema de Paleogeografía Chilena*, Editorial Universitaria, S.A., Santiago de Chile, 1970.

L. CROIZAT, *On the Ages of the Floras of Fray Jorge and Talinay in Chile*, Revista Universitaria, 1962, pp. 57-61.

ROBERT S. DIETZ AND JOHN C. HOLDEN, *The Breakup of Pangea*, Scientific American, October 1970, Vol. 223, N° 4, pp. 30-41.

THEODOSIUS DOBZHANSKY AND JOAO MURCA-PIRES, *Strangler Trees*, Scientific American, January 1954, Vol. 190, N° 1, pp. 78-80.

THEODOSIUS DOBZHANSKY, *Evolution in the Tropics*, American Scientist, April 1950, Spring Issue, pp. 209-221.

CLAUDIO DONOSO ZEGERS Y LESLIE L. LANDRUM, *Manual de Identificación de Especies Leñosas del Bosque Húmedo de Chile*, Corporación Nacional Forestal, 1974.

GERHARD FOLLMANN Y PABLO WEISSE, *Oasis de neblina en el Norte de Chile*, Boletín de la Universidad de Chile, julio de 1966, N° 67, pp. 34-38.

HUMBERTO FUENZALIDA V., *Los Afloramientos Plantíferos de El Arrayán, inmediaciones de Santiago*, Publicación ocasional N° 9, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile, 1965.

LAWRENCE A. FRAKES AND ELIZABETH M. KEMP, *Influence of Continental Positions on Early Tertiary Climates*, Nature, November 10, 1972, Vol. 240, N° 5376, pp. 97-100.

A. HOFFMAN, *Nuevas interrogantes sobre el Bosque de Fray Jorge*, Boletín de la Universidad de Chile, 1961, N° 21, pp. 38-40.

JUAN GALDAMES, *El Bosque de Fray Jorge (Estudio de los Factores Geográficos que lo determinan)*, Revista de la Universidad del Norte, agosto de 1968, Vol. II, N° 2, pp. 45-57.

BRUCE C. HEEZEN AND IAN D. MARC GREGOR, *The Evolution of the Pacific*, Scientific American, November 1973, Vol. 229, N° 5, pp. 102-112.

J. R. HEIRTZLER, *Sea-Floor Spreading*, Scientific American, December 1968, Vol. 219, N° 6, pp. 60-70.

PATRICK M. HURLEY, *The Confirmation of Continental Drift*, Scientific American, April 1968, Vol. 218, N° 4, pp. 52-64.

IREN (Instituto de Investigación de Recursos Naturales), *Características Climáticas del Norte Chico, Santiago de Chile*, 1972.

J. KUMMEROW, *Mediciones Cuantitativas de la Neblina en el Parque Nacional Fray Jorge*, Boletín de la Universidad de Chile, Abril de 1962, N° 28, pp. 36-37.

J. KUMMEROW, V. MATTE ET F. SCHLEGEL, *Zum Problem der Nebelwälder an der zentralchilenischen Küste*, Deutsches Bot. Gess., 1961, Band 74, Heft 4, pp. 135-145.

CARLOS MUÑOZ PIZARRO Y EDMUNDO PISANO VALDÉS, *Estudio de la Vegetación y Flora de los Parques Nacionales de Fray Jorge y Talinay*, Apartado Agricultura Técnica, Vol. VII, 1947, 2, pp. 70-190.

CARLOS MUÑOZ PIZARRO, *Sinopsis de la Flora Chilena. Clave para la identificación de familias y géneros*, Ediciones de la Universidad de Chile, 2<sup>a</sup> ed., Santiago de Chile, 1966.

FEDERICO PHILIPPI, *Una Visita al Bosque más Boreal de Chile*, Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Tomo XIII, 14 páginas. Publicado originalmente en The Journal of Botany, London, July 1884, Vol. xxii, pp. 202-211.

PETER H. RAVEN AND DANIEL I. AXELROD, *Plate Tectonics and Australasian Paleobiogeography*, Science, June 30, 1972, Vol. 176, N° 4042, pp. 1379-1386.

JORGE RÉDON F., WANDA QUILHOT P. Y ERCILIA ZÚÑIGA P., *Observaciones sistemáticas y ecológicas en Líquenes del Parque Nacional Fray Jorge*, Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, Vol. 8, 1975, pp. 51-57.

J. SCHIMITHÜSEN, *Die Raumliche Ordnung der Chilenischen Vegetation*, Bonner Geographisch Abhanlung, 1956, Band 17, pp. 1-86.

MEL SCHAMBERGER Y GEORGE FULK, *Mamíferos del Parque Nacional Fray Jorge*, IDESIA, Departamento de Agricultura, Universidad del Norte, Arica, Chile, N° 3, diciembre 1974, pp. 167-179.

KARL SKOTTENBERG, *Apuntes de la Flora y Vegetación de Fray Jorge (Coquimbo), Chile*, Meddelanden from Göteborgs Botaniska Trädgård, Acta Horti Got., XVIII, 1948, pp. 91-184. Göteborgs, Suecia, 1950.

ROLAND PASKOFF, *Le Chili Semi-Aride, Recherches Geomorphologiques*, Bordeaux, Biscaye Freres Imprimeurs, 1970.

ALFRED WEGENER, *The Origins of Continents and Oceans*, Dover Publications, Inc., New York, 1966. (La primera edición es de 1915).

JORGE ZÚÑIGA IDE, *Vestigios Fósiles del Pasado Geológico de Pichasca (Río Hurtado)*, Inédito.

JORGE ZÚÑIGA IDE. Investigador y sociólogo. Autor de ensayos sobre Migraciones en el Norte Chico (Tercera y Cuarta Regiones de Chile).