

POLYLEPIS TOMENTELLA Y OROGENIA RECIENTE

(Una observación fitogeográfica en la región árida andina)

por JORGE FERNÁNDEZ

I) INTRODUCCIÓN

A partir del nudo de Vilcanota, en el sud del Perú, la cordillera andina se bifurca en dos grandes arcos convexos: el de los Andes Orientales y el de los Andes Occidentales o verdaderos Andes. Entre ambos ramales cordilleranos quedan comprendidos el Altiplano de Bolivia y, en el sector más austral, la Puna de Atacama.

La zona nombrada en último término es de un extraordinario interés desde el punto de vista fitogeográfico. Físicamente se halla limitada, al este, por los Andes Orientales (sierras de Santa Victoria, de Zenta, etc.) y al oeste por la cordillera Occidental (cordilleras de Claudio Gay, de Domeyko, Purilactis, etc.), ubicadas en territorio chileno. El bloque elevado de la Puna, comprendido y comprimido entre ambas cordilleras, tiene una altitud media sobre el nivel del mar que oscila alrededor de los 3.500 metros. Su aspecto general no difiere mayormente del que caracteriza al Altiplano boliviano; fitogeográficamente integra la Provincia Puneña del Dominio Andino (Cabrera, 1957).

De este altiplano de avenamiento por lo común centrípeto, emergen serranías paralelas y de rumbo casi meridiano, cuya altura relativa oscila entre 1.500 y 2.000 metros; de este modo, la energía absoluta del relieve alcanza fácilmente cotas de 4.500-6.000 metros. En estas elevaciones, por encima de los 4.300 metros, aproximadamente, se extiende la Provincia Altoandina (Cabrera, 1957).



REFERENCIAS

- I : AREA DE POLYLEPIS TOMENTELLA
- II-III : AREA DE P. AUSTRALIS

La isohieta de 200 mm anuales corre longitudinalmente desde La Quiaca hacia el sur por la quebrada de Humahuaca, fuera ya del ambiente puneño. La precipitación pluvial correspondiente a esta isohieta está constituida por los remanentes de humedad procedentes de las llanuras del Chaco que logran sobrepasar la barrera de la cordillera Oriental. De esta manera se comprende que la desecación sea progresiva en dirección a occidente, a medida que los vientos portadores de humedad deban ir sobrepasando, uno por uno, a la serie de cordones elevados, paralelos entre sí, que emergen del altiplano. Finalmente, estas corrientes débilmente húmedas deben enfrentar las contracorrientes francamente secas procedentes del Pacífico. Siendo estas últimas mucho más enérgicas, contienen el avance de las primeras sobre las cumbres de los iniciales cordones orográficos ubicados al este. De modo que la disminución de las precipitaciones pluviales se verifica progresivamente desde el este hacia el oeste, siendo ellas ya prácticamente nulas en el sector occidental de la Puna de Atacama colindante con el desierto del mismo nombre.

El cuadro de temperaturas de esta enorme región sólo se conoce de manera empírica; se pone en evidencia, en primer lugar, la enorme diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas. A grandes rasgos, puede admitirse una media invernal que asciende a unos pocos grados sobre cero y una media para los meses veraniegos que alcanzará a los diez. Por supuesto que estos valores varían enormemente en relación a la altura y a la posición del lugar que se considere.

Escasez o nulidad de precipitaciones pluviales y temperaturas en extremo rígorosa, compaginan un cuadro climático notablemente adverso a todas las formas de vida, resultando de ellas que el de la Puna es un ambiente subdesértico o francamente desértico, según el área que se tome en cuenta.

La vegetación del sector oriental de la Puna (Puna de Salta y Jujuy), ha sido detalladamente investigada por Cabrera y sus resultados volcados en su ya citada obra de 1957. De acuerdo con este investigador, la vegetación puneña es de estructura muy simple, así en la Provincia Puneña como en la Altoandina. En la primera predominan las formas arbustivas de escasa cobertura; en la segunda, imponen su presencia las comunidades herbáceas. Las especies vegetales correspondientes tanto a una como a otra provincia son marcadamente xerofíticas, salvo contadas excepciones. La ausencia de árboles es casi total; ellos se reducen a una leguminosa (*Prosopis ferox*) y a una rosácea (*Polylepis tomentella*), los cuales forman algunos manchones aislados y, a lo sumo, bosquecillos medianamente extensos.

La presencia de *Prosopis ferox* y alguna otra especie (por ejemplo, *Trichocereus pasacana*), en las depresiones y cuencas intermontanas puneñas, es debida a ciertas particularidades topográficas y

microclimáticas largas de enumerar; baste decir que ellas se muestran agresivas únicamente en vecindad de las quebradas de acceso a la Puna y que parecerían ocupar una zona todavía influenciada por las condiciones imperantes en la no muy lejana quebrada de Humahuaca; pero, en sí mismas, las especies precedentemente citadas no son características de la Puna.

A la formulación de consideraciones diametralmente opuestas, en cambio, se presta *Polylepis tomentella*. Se trata de un árbol típicamente puneño, cuya dispersión alcanza de uno a otro borde de la Puna de Atacama, la cual, a la latitud del trópico de Capricornio, se extiende lateralmente por espacio de casi tres grados de longitud (aproximadamente, 350 kilómetros).

Teniendo en cuenta el interés que en el futuro puedan tener estas observaciones, pasamos a continuación a exponer las que en los últimos años hemos tenido oportunidad de practicar en el terreno.

II) OBSERVACIONES GENERALES

Individualmente, *Polylepis tomentella* (queñoa) es un árbol de cuatro o cinco metros de altura, existiendo ejemplares excepcionales que alcanzan a seis o más metros. El grosor a que puede llegar su tronco se puede apreciar en las figuras que ilustran este trabajo. Aunque por el momento resultaría prematuro establecer límites rígidos, el autor ha podido observar que el punto en que se inician estas agrupaciones arbóreas en las laderas de las montañas, se ubica siempre por encima de la cota de 3800 metros, pareciendo más bien un integrante de la provincia fitogeográfica Altoandina, que de la Puneña. Cuando se nota un descenso por debajo de la cota precitada, es posible apreciar también una disminución en el grosor y altura de los árboles, los que no tienden a formar agrupaciones espesas, sino que crecen aisladamente. Hasta ahora no ha sido observado en el fondo de las cuencas intermontanas, limitando su habitat a las quebradas abrigadas que descienden por las laderas de las montañas elevadas (Ver nota al pie de la bibliografía).

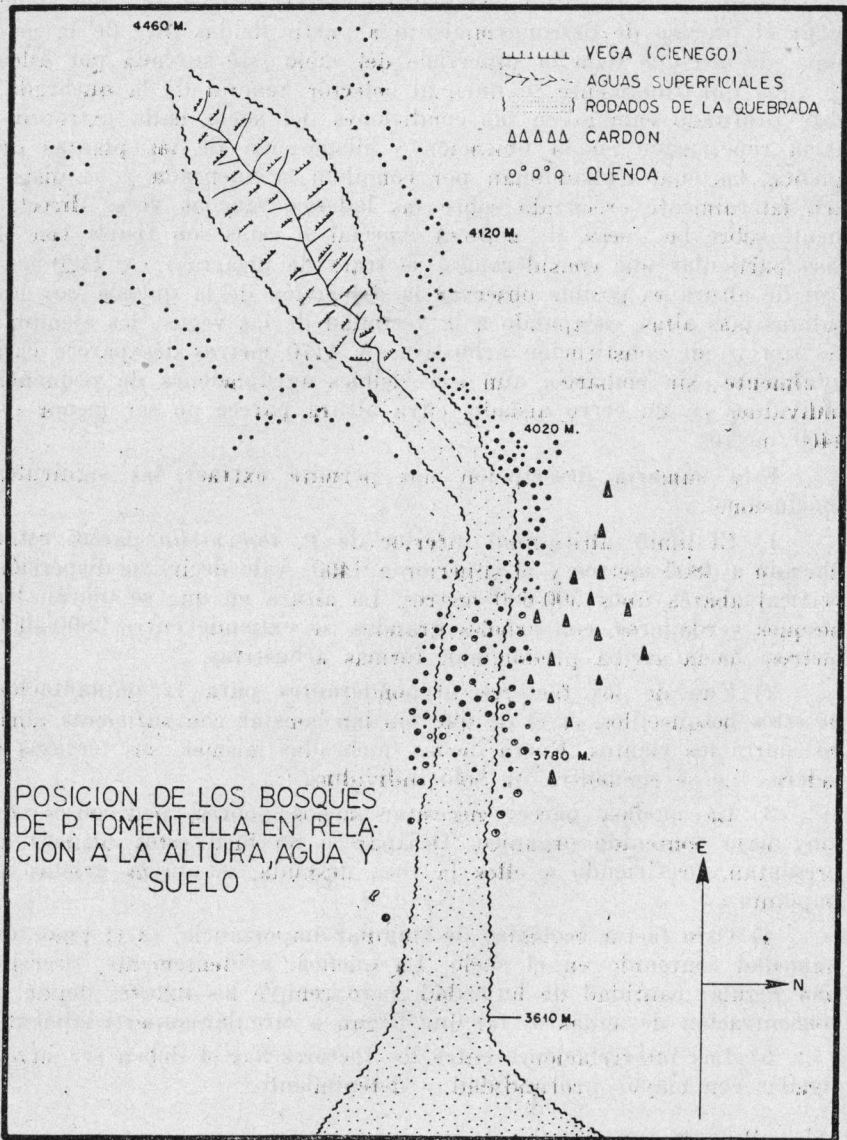
La presencia de este árbol en la árida región puneña, mil metros por encima del límite altitudinal de los bosques, llama poderosamente la atención, cuanto más que el mismo aspecto de la queñoa es de por sí bastante extraño: sus formas de fósil viviente han influido para que desde un principio fuera considerada como sobreviviente de una remota flora perdida.

A una suma de contrariedades edáficas y climáticas, la queñoa debe sopotar una destrucción incontrolada por parte del hombre. Cuando crece en gargantas encajonadas, se le arrojan desde lo alto grandes piedras, que desgajan los árboles más robustos con fuerza explosiva. En lugares algo más despejados se halla un tanto a cu-

bierto de la destrucción total debido a que la tarea de recolectar leña es efectuada generalmente por mujeres y niños que se limitan a extraer ramas y tallos jóvenes, respetando los troncos más fuertes. Amontonamientos de leña de queñoa se encuentran en las cumbres de más de 6000 metros de altura, donde fuera llevada —durante el último período de la dominación incaica—, por sacerdotes y soldados, ya para alimentar el fuego de los sagrarios de altura ya para efectuar señales de humo. La leña de queñoa es de escaso contenido calórico; su corteza, formada por la superposición de múltiples hojas que recuerdan a las del tabaco desecadas, es, prácticamente, incombustible. Empero, la suya, juntamente con la de yareta (*Azorella*), constituyó la única fuente de combustible que pudo ser utilizada por los metalurgistas españoles de los siglos XVI y XVII, y más tarde por los sacerdotes jesuitas dedicados a la explotación de algunos de los yacimientos metalíferos de la región. De este modo fueron destruidos la mayoría de los bosques entonces existentes, salvo los de ubicación más inaccesible.

Como ya expresáramos, las asociaciones de queñoa prefieren las quebradas estrechas y abrigadas; al extraño aspecto de las plantas se une el silencio que impera en el bosque, cuyos integrantes no mueve siquiera la más leve brisa: todo ello se aúna para crear en el ánimo del viajero una vaga sensación de irrealidad, máxime cuando se arriba a un queñoal desde las desoladas planicies que ocupan el fondo de las cuencas, permanentemente barridas por el viento y casi por completo carentes de vegetación.

Para fijar conceptos, pasaremos a describir el queñoal ubicado en la quebrada de Quera, en la vertiente occidental de la sierra de Aguilar, provincia de Jujuy. Dicha quebrada es tributaria de la cuenca cerrada de Guayatayok; a su término y en el borde mismo de la sierra, se abre en un amplio abanico de deyección. A la altura de 3610 metros sobre el mar es posible observar unos pocos ejemplares de queñoa, que han quedado dentro de los campos de sembradío de los pobladores. Prosiguiendo quebrada arriba, a 3780 metros comienza el bosque propiamente dicho; los árboles se disponen lateralmente, formando avenida (figs. 1 y 2) en las terrazas recientes. Cuando estas últimas se estrechan, la queñoa se instala también en el lecho de la quebrada, constituido por guijarros angulosos, por debajo de los cuales circula el agua procedente de las cabeceras; puede asegurarse que estas aguas se hallan a varios metros de la superficie, nunca en directo contacto con las raíces. La asociación de queñoas es acompañada lateralmente por cardones, los cuales trepan por el faldeo sur de la quebrada. Estas condiciones permanecen invariables hasta un poco por debajo de los 4000 metros, donde se produce un extraordinario cambio en las condiciones edáficas: los grandes



bloques angulosos, los guijarros y arenas gruesas son reemplazados por los materiales constituyentes de las vegas („ciénegos”), sobrecubiertos por una capa de detritos turbosos saturados de agua. Estas vegas son características de todos los valles encumbrados, presentán-

dose siempre a una altitud próxima a los 4000 metros; en ellas tiene lugar el proceso de descongelamiento a partir de las diez de la mañana, de allí que toda la superficie del suelo esté surcada por hilos de agua que finalmente se unen al colector general de la quebrada. Este profundo cambio en las condiciones del suelo halla extraordinaria repercusión en la ubicación y disposición de las plantas de queñoa, las cuales abandonan por completo la quebrada y se disponen lateralmente creciendo sobre las laderas, muchas veces directamente sobre las rocas, de manera especial si éstas son fisiles (en el caso particular que consideramos, se trata de pizarras). A 4120 metros de altura es posible observar la dispersión de la queñoa por las laderas más altas, escapando a la vecindad de las vegas; los ejemplares son ya de constitución arbustiva. A 4170 metros desaparece casi totalmente; sin embargo, aún son visibles agrupaciones de pequeños individuos en un cerro aislado, cuya altura parece no ser menor de 4400 metros.

Esta sumaria descripción nos permite extraer las siguientes conclusiones.

1) El límite altitudinal inferior de *P. tomentella* parece estar ubicado a 3800 metros y el superior a 4400; vale decir, su dispersión vertical abarca unos 500-600 metros. La altura en que se ubican los bosques verdaderos, con árboles grandes, se extiende entre 3800-4000 metros; hacia arriba predominan formas arbustivas.

2) Uno de los factores preponderantes para la implantación de estos bosquecillos, es el de que puedan constar con suficiente abrigo contra los vientos. Fuera de las quebradas mismas, sus terrazas o laderas, no se encuentra un solo individuo.

3) La queñoa parece necesitar suelos pobres, pedregosos, de muy bajo contenido orgánico. Desaparece no bien estos últimos se presentan, prefiriendo a ellos la roca desnuda, en cuyas grietas se implanta.

4) Otro factor ecológico de singular importancia, es el tenor de humedad contenido en el suelo. La queñoa, evidentemente, necesita una regular cantidad de humedad, pero rehuye los lugares donde la concentración de aguas es tal que llegan a circular superficialmente.

5) Las interrelaciones entre los factores 3 y 4 deben ser investigadas con mayor profundidad y detenimiento.

III) PLANTEAMIENTO

Polylepis es un género exclusivamente sudamericano; con 33 especies abarca desde Venezuela hasta el centro de la Argentina. En la región de nuestro interés, la única especie presente es *P. tomentella*. Lo primero que se intenta al observar la presencia de esta discre-

pante forma arbórea en las montañas elevadas de los desiertos puneños, totalmente inadecuadas para su propagación, es tratar de determinar su origen o, por lo menos, su ruta de ingresión. El papel desempeñado por las altas montañas en la dispersión de las especies vegetales, resalta aún más en las elevadas y desérticas montañas sudamericanas a la latitud del trópico de Capricornio, marginadas al oeste por un vasto océano y al este por extensas floretas. Así, un género francamente antártico, como *Azorella*, prospera al nivel del mar cerca del paralelo de 52 grados (estrecho de Magallanes). Algo más al norte, este género comienza a trepar por las mesetas altas, hasta que ellas se interrumpen. Entonces se apega a los cordones vecinos a la cordillera: cuando ésta pierde su altura en los llamados Andes de Transición (Neuquén setentrional), los elude y toma un cordón extracordillerano más elevado: la cordillera del Viento, que corre paralelamente a aquéllos¹. De aquí ya le resulta fácil a *Azorella* proseguir su dispersión por los Andes áridos del sur de Mendoza, hasta abandonar la provincia patagónica y el área de ecotono por los ramales cordilleranos de La Rioja y Catamarca, penetrando así a la provincia Altoandina. De manera tan aventurada, *Azorella* llega hasta los Andes del Ecuador.



Fig. 1. Comienzo de una asociación de queñoas (queñoal). Los árboles se disponen en avenida, ocupando el pedregal de la quebrada. El agua circula subterráneamente.

¹ A tal punto, que el nombre aborigen de esta sierra, dado por los araucanos, es Choyoy Mahuida, vale decir, sierra de las llaretas.

Un caso por completo diferente es el de *Polylepis*. Conocemos su área de dispersión, desde Venezuela hasta el centro de la Argentina. En la región puneña, con *P. tomentella*, es donde parece alcanzar su mayor extensión latitudinal. Otra especie, *P. australis* (tabaquillo), crece en las sierras elevadas de Tucumán y Catamarca (sierras Calchaquies), en el piso subalpino de la provincia tucumano-boliviana de Hauman (Hauman, 1947-50). *P. australis* se extiende todavía algo más al sur, entre 1700 y 2000 metros sobre el mar, hasta las sierras de Córdoba (32 grados de latitud, aproximadamente), donde se une ya con una especie subantártica, *Maytenus boaria* (Hauman, Op. cit.). A partir de este punto desaparece completamente hacia el sur, siendo necesario seguir hasta los Andes de Mendoza, mucho más altos, para volver a encontrar no ya a *Polylepis*, sino a un género muy relacionado con él: *Acaena*. Este gran blanco en dirección meridional parecería negar un origen antártico al género *Polylepis*.

Creemos adecuada la altura alcanzada para plantear las siguientes premisas:

1) *Polylepis* no parece ser un género de origen ártico por estar ausente en el hemisferio norte;

2) Tampoco parece ser antártico, dada su notoria discontinuidad hacia el sur;

3) Podría haberse generado en las florestas del oriente sudamericano, área que parece no haber pasado por grandes alternativas en el pasado geológico; pero extraña que en tal caso no sobrevivan en dicha región especies afines con ella, en la actualidad.

4) Existe la posibilidad de que provenga de una diferenciación de *Acaena*, género éste que por estar bien representado en el hemisferio sur (islas del Pacífico meridional, Sudáfrica, Nueva Zelanda, etc.), es seguramente antártico (Cabrera, 1957).

Finalmente, y ya en directa relación con *Polylepis tomentella*, pueden establecerse las siguientes hipótesis:

a) *Polylepis tomentella* es un organismo epibiótico, supérstite de condiciones climáticas y topográficas correspondientes al pasado geológico. En la actualidad sobrevive acomodándose a condiciones que le son favorables. Se trata, en consecuencia, de una especie muy vieja de la flora, de un relictos de la vegetación mio-pliocena, sorprendida por el levantamiento de las montañas andinas. La detención del proceso migratorio dataría de mucho tiempo; en cuanto a su dispersión, estaría restringida por márgenes ecológicos estrictos, constituyendo áreas o nichos relictos.

b) *P. tomentella* es una especie reciente dentro de la flora altoandina, posiblemente generada por una diferenciación de *Acaena*.

na. Constituye una especie vegetal invasora, en plena fase de dispersión y emigración. Longitudinalmente parecería no haber alcanzado su límite o barrera meridional; quizá su límite setentrional permanezca también estacionario, a causa de las dificultades presentadas por las montañas cálidas de América central.

IV) DISCUSIÓN

Falta de estudios cromosómicos y un no muy extendido conocimiento de las floras fósiles, constituyen dificultades casi insalvables para el correcto planteamiento y discusión de problemas como el que nos ocupa. Sin embargo, consideramos que del estudio de la historia geológica del área en que actualmente existe la queñoa pueden desprenderse útiles conclusiones susceptibles de utilizar cuando los estudios paleobotánicos y genéticos adelanten.

Partimos de la premisa de que *Polylepis tomentella* es una especie endémica del Dominio Andino, específicamente de la Provincia Altoandina: falta ahora dilucidar si tal endemismo se debe a que la especie es relativamente reciente en el área o si por el contrario se trata de un relictos. Para la consideración del problema no podemos transgredir los límites del Terciario; pues sabemos que durante el Cretácico la región fue un enorme desierto que más tarde fue invadido por las aguas de un mar somero o más probablemente por un engolfamiento del mar mesozoico.

Entre las causas originantes de los actuales relictos vegetales cabe considerar, en primer término, a los cambios climáticos, y luego a otras vicisitudes de índole climática y geológica. Entre estas últimas debe tenerse en cuenta el alzamiento de montañas, el cual genera condiciones muy similares a las que son propias de un cambio climático.

Tomando en consideración los materiales sedimentarios que componen la columna estratigráfica del Terciario aflorante en la Puna y su margen oriental, es notoria su formación bajo la imperancia de un régimen climático tanto o más árido que el que está en vigencia en la actualidad. En esto no sólo concuerdan las características litológicas, sino la misma carencia o pobreza en fósiles, tanto animales como vegetales, al extremo de presentarse serias dudas con algunos grupos geológicos (por ejemplo, el Terciario Subandino) en lo que respecta a su inclusión en el Mesozoico o en el Terciario, dada la ausencia total de restos de mamíferos en su parte media y baja. Esta pobreza en restos fósiles continúa aún en sedimentos indudablemente terciarios (estratos Jujeños), inclusive en aquéllos que corresponden al límite Plio-Pleistoceno (estratos de la Puna), donde eventualmente aparecen restos de mamíferos. En los materiales de este último ciclo sedimentario aparecen —pero no en la Puna propiamente dicha—, restos de *Pityoxylon* (Bodenbender, 1924),

atribuidos por Kurtz a similares del Terciario medio de Yellowstone (USA). Todo esto habla en favor de la pobrísima biota que pudo prosperar en la Puna durante el transcurso del Terciario; de manera, pues, que desde el punto de vista geológico es muy improbable la existencia en ella de agrupaciones arbóreas durante el Mioceno y Plioceno.

Admiendo que tales agrupaciones hubieran existido, resta el argumento del alzamiento de las montañas para la explicación de la supervivencia de actuales formaciones arbóreas residuales mil metros por encima del límite altitudinal de los bosques.

Pero la orogénesis no constituye un fenómeno súbito sino que ella se efectúa en fases y ciclos de actividad discontinua y de resultados diferentes. Más aún: en la región de nuestro especial interés, los movimientos tectónicos que generaron los Andes comprendieron inicialmente movimientos tangenciales (de plegamiento), que no afectaron mayormente la topografía existente. Sólo mucho más tarde, durante el Mioceno y Plioceno, comenzaron a producirse los movimientos radiales que delinearon las montañas actuales. El proceso continuó aún en el Cuaternario, durante el cual se produjeron ascensos diferenciales: mientras algunas áreas se sobrelevaron centenas y aún miles de metros, otras partes permanecieron deprimidas, dando origen a las actuales cuencas cerradas que caracterizan a la fisiografía puneña. Con esto queremos significar que ninguna especie arbórea por entonces existentes pudo haber sido sorprendida por el fenómeno orogénico: los ascensos fueron lentos y espaciados y en tal caso una especie vegetal cualquier ha de haber tenido posibilidades de sustraerse —por dispersión y emigración—, a las nuevas condiciones topográficas, climáticas y edáficas, generadas por el levantamiento orográfico, en el supuesto caso de que ellas le fueran desfavorables.

Paradójicamente, *Polylepis tomentella* no existe en las áreas mucho más bajas y climáticamente más benignas que rodean al macizo sobrelevado de la Puna, donde era mucho más lógico que apareciera no ya como relicto sino como integrante de las formaciones boscosas que caracterizan a esas regiones

La intensísima actividad volcánica desarrollada en el sector occidental de la Puna, con extensas efusiones de rocas dacíticas (Mioceno) y andesíticas (Plioceno), que en ciertas áreas han cubierto a manera de mantos de muchos miles de kilómetros cuadrados de extensión la superficie terrestre, ha tenido catastróficas consecuencias sobre la cobertura vegetal que entonces pudo haber existido. A esa actividad efusiva terciaria es preciso anuarla con la que tuvo lugar a fines del Plioceno y comienzos del Pleistoceno, consistente no solamente en coladas muy grandes de rocas basálticas, sino



Fig. 2. Gran ejemplar de queñoa creciendo en el lecho de la quebrada de Quera.

también en una continua lluvia de materiales cineríticos. En algunos casos, estas cenizas fueron transportadas por el viento; en otros, una vez asentadas, fueron retomadas por las corrientes laminares y fluviales y extendidas en las cuencas cerradas, a manera de corrientes de fango que sepultaron la vegetación.

Resultado de todo esto fue una flora empobrecida, aunque extraordinariamente adaptada a las severas condiciones imperantes en el desierto puneño. Pero lo que vale consignar es que, supuesta la existencia de *P. tomentella* con anterioridad al levantamiento del bloque de la Puna, acontecido en el Plioceno-Pleistoceno, sería lógi-

co suponer que hoy sobreviviera también en regiones vecinas con condiciones climáticas y edáficas similares a las que pudieron haber existido en la Puna con anterioridad a su levantamiento: concretamente, estas regiones vecinas se emplazan a cuatro o cinco decenas de kilómetros de los nichos de supervivencia donde, al parecer muy penosamente, sobrevive actualmente la queñoa.

Con un comportamiento discrepante para lo que puede considerarse un relicto vegetal, *P. tomentella* ha invadido los escoriales volcánicos mio-pliocenos de la Puna occidental. Aunque su posición en las montañas recuerda perfectamente a los nichos de supervivencia, bajo ciertos aspectos demuestra una agresividad que para nada condice con el concepto clásico de relicto vegetal. Está, por otra parte, la invariable forma y margen de su área, así como su límite altitudinal, constreñido a las altas montañas, por cuyos filos y laderas más elevadas discurre, aún cuando condiciones mucho más favorables le sean fácilmente asequibles, como por ejemplo en las laderas orientales de las sierras de Tucumán, Salta y Jujuy.

Aun cuando se lo quiera sobrecargar de empirismo, hay un determinante ecológico que es desde todo punto de vista indiscutible: *P. tomentella* necesita de la altitud y no necesita, en cambio, de mejores condiciones climáticas y edáficas para sobrevivir. La totalidad de las comunidades arbustivas de la región puneña se localizan en el fondo de las cuencas cerradas intermontanas, vale decir, dentro de los límites de la Provincia Puneña; las asociaciones arbóreas de *P. tomentella*, por el contrario, se sitúan siempre por encima de ese límite, aún cuando las condiciones algo más benignas existentes en las cuencas le serían relativamente fáciles de alcanzar por dispersión, dada la normal capacidad de dispersión de sus propágulos. Pese a que las precipitaciones pluviales son casi las mismas en el fondo de las cuencas y en las laderas de las montañas, no ocurre lo mismo con la humedad permanente existente en unas y otras: en las últimas, dadas la mayor receptividad acuífera de las cumbres vecinas, la humedad del suelo es mayor durante cualquier época del año. En esto intervienen factores reguladores, entre los que se destaca preponderantemente el congelamiento que se produce en las alturas. Así, a la preferencia por la altitud demostrada por la especie que nos ocupa, parece unirse la necesidad de una mayor humedad edáfica, cosa nada extraña si se tiene en cuenta el desarrollo que alcanzan estos árboles.

Los manchones montanos de queñoa, a los que por el momento dejaremos de llamar nichos florísticos, evidencian lozanía y capacidad de imposición. No deben competir, por otra parte, con ninguna otra especie. No son continuos, ciertamente, como tampoco lo es ninguna otra asociación vegetal de la Puna. Una de las características mayores de la flora puneña es este respeto hacia las condiciones eco-

lógicas. Como si todos sus componentes estuvieran al borde mismo del margen de supervivencia, se acomodan a ciertas condiciones que de manera alguna osan violentar. Las mismas cactáceas, consideradas bajo este punto de vista, crecen también en manchones o agrupaciones poco extendidas; otro tanto puede decirse de ciertos tipos de tolas, estrictamente limitadas a determinadas áreas y ambientes topos de los cuales no pueden salir. Generalizando, puede expresarse que uno de los aspectos fundamentales de la flora puneña es el de la discontinuidad, y que tal discontinuidad está gobernada por factores ecológicos extremadamente rígidos. De manera que esta tendencia a formar manchones discontinuos observable en los bosquecillos de queñoa no debe ser tomada como argumento definitivo a favor de su posible pero hasta ahora no probada condición de integrante de una flora desaparecida; pues, bajo este punto de vista, muchos otros integrantes de la cobertura vegetal de la Puna también lo serían. Es la heterogeneidad del medio geográfico, vale decir, la alternancia de disímiles condiciones ecológicas dentro de un área reducida, la que gobierna estas discontinuidades florísticas.

Cain (1951) ha expresado que "una especie endémica de área notablemente limitada puede ser una especie joven recientemente desarrollada que aún no ha tenido tiempo de extender su área hasta las fronteras naturales" y que "la mayoría de las especies endémicas son consideradas juveniles" (de acuerdo a la hipótesis de edad y área de Willis). Finalmente: "Antes de suponer que una especie endémica tiene un área limitada debido a que está envejeciendo, debe investigarse el problema de la extensión del área del habitat apropiado".

Investigaciones del tipo señalado por Cain, aún no se han efectuado en la Puna; es sólo en mérito a consideraciones subjetivas, pues, que se ha pasado a considerar a la queñoa como a una típica especie senil.

IV) CONCLUSIONES

Pasamos a continuación a concretar nuestras ideas en relación a la presencia de *P. tomentella* en las altas montañas de la Puna. Ya hemos expresado anteriormente que ella se ubica siempre en sus laderas, a partir o un poco por debajo de los 3800 metros. Ahora bien, sabemos que los movimientos tectónicos radiales, causantes del ascenso de los bloques de montaña puneños, aunque iniciados en el Plioceno (Terciario superior), sólo tuvieron su mayor alcance en el Pleistoceno (Cuaternario inferior). Vale decir que el factor altitudinal deseado por *P. tomentella* data de este momento geológico, al que cuantitativamente se le puede atribuir una antigüedad de un millón de años. Tales movimientos integran los anteriormente llamados mo-

una mayor cantidad de aguas circulantes, superficiales y subterráneas, procedentes de la fusión de las reservas de hielo y nieve acumuladas *póstumas* y ahora tectónica u orogenia reciente, pues existe una tendencia a atribuirles una juventud y una importancia mayores que la que se admitía en el pasado. Tal juventud está comprobada por una serie de observaciones geológicas tales como el fallamiento y plegamiento de sedimentos cuaternarios (Pratt, 1961), y valles transversales a las montañas elaborados por sobreimposición (Fernández), así como por el estudio de diatomeas actuales intercaladas en sedimentos afectados tectónicamente (Pratt, 1961). Si ahora puede demostrarse que *P. tomentella* es una especie reciente en el ámbito de las montañas elevadas de la Puna, post-terciaria, francamente cuaternaria, vendría a constituirse en un argumento más en favor de la pretendida juventud de la orogenia final andina.

Expresamos poco antes que el alzamiento energético de los bloques de montaña puneños tuvo su mayor amplitud en el Pleistoceno. Esta contingencia tuvo por consecuencia inmediata una serie de grandes modificaciones en las características que hasta entonces habían imperado en la región; a grandes rasgos, diremos que el levantamiento orográfico vino a modificar profundamente las condiciones del paleodesierto existente en ella. El levantamiento de los cordones paralelos descriptos en la introducción de este trabajo, comenzaron a actuar como verdaderas barreras climáticas. No es que entonces haya existido una precipitación pluvial mucho mayor que la actual sobre la totalidad del área puneña, como generalmente se admite y ya me he ocupado en negar anteriormente; lo que parece haber ocurrido es que los cordones elevados y sus cumbres actuaron como verdaderas islas climáticas y retuvieron gran cantidad de aportes hídricos y nivales que de manera alguna hubieran podido producirse con anterioridad al alzamiento de las montañas. Este cambio fue tan intenso que se produjeron englazamientos en todas las serranías cuyas cumbres se avecinaban a los cinco mil metros (sierras de Santa Victoria, de Aguilar, Chañi, cerro Granadas, etc.), donde se formaron glaciares de tipo de valle que descendieron, en algunos casos, hasta los 3500 metros. En las cumbres menores, así como en las lomas de menor altura, el fenómeno se restringió a la formación de sierras nevadas, en las que a pesar de no generarse aparatos glaciarios definidos, existieron grandes manchones de hielo y nieve. La circulación de estas aguas, gobernadas por fases alternantes de congelamiento y descongelamiento, parece haber tenido lugar en cotas siempre próximas a los 4000 metros, donde ahora tienen su mayor concentración las turberas.

Es indudable que este cambio en las condiciones climáticas de las grandes alturas ha tenido que reflejarse en las áreas más bajas

que se intercalan entre las montañas, donde no solamente es de suponer que se hayan presentado fases de pluviarismo sino también mulada en las montañas. Todos estos cambios han debido traducirse, seguramente, en una mayor receptividad del área en lo que respecta a la vida vegetal y animal, conjuntamente.

Admitiendo que durante el Terciario un género de origen antártico —*Acaena*, por ejemplo—, haya estado ensayando su avance hacia el norte, es indudable que ha de haber tenido que permanecer estacionario durante largo tiempo a causa de la existencia de una barrera insalvable, constituida por los paleodesiertos. Siempre dentro de las suposiciones, admitamos que las mismas dificultades hayan producido una hibridación o diferenciación, una o varias formas ancestrales que pudieron haber estado vinculadas más tarde a *Polylepis*. Tales ancestros pudieron haber hallado ciertas condiciones favorables para su desarrollo y por tanto habrán podido dispersarse por el interior del Altiplano, el cual, por otra parte, no habría aún finalizado sus movimientos ascensionales. Tales especies intermedias habrían generado una diferenciación altitudinal, que podría ser *P. tomentella*; mientras tanto, las especies ancestros o intermedias comenzarían a extinguirse. Por el contrario, la diferenciación altitudinal (*Polylepis tomentella*), iniciaría su dispersión por las zonas altas, o medianamente altas, de las montañas de la Puna. Ignoramos hasta qué punto pudo haber intervenido la hibridación en la materialización del proceso; sí sabemos que la poliploidía y la hibridación son capaces de generar un centro evolutivo, no de primer orden, tal vez, pero sí secundario. A tan complejos procesos biológicos será preciso acudir, quizá, para explicar la presencia del género *Astragalus* en Norte y Sudamérica y su ausencia en América central (Ledingham, 1958, 1964). Los ejemplos serían numerosos y no entran en la finalidad específica de este trabajo.

Reiteramos aquí que las condiciones ecológicas favorables al desarrollo de agrupaciones de *P. tomentella* se presentaron en el Cuaternario: ellas son altitud y humedad. En cuanto a los vientos, que parecen perjudicarla tanto, parecen haber existido con sus características actuales desde antes de la implantación de la especie en el medio; las quebradas en las que se protege de su acción son también, geomórficamente, muy recientes (cuaternarias).

La falta de una flora fósil pre-pleistocena; la ausencia de géneros o familias emparentados con *P. tomentella*; la agresividad que demuestra en ciertos casos; la capacidad que muestra en expandirse siempre dentro de los límites de las altas montañas de la región árida andina; su desprecio por condiciones más favorables de vida, mucho más fáciles de alcanzar por dispersión y emigración que la dispersión reducida que efectúa dentro mismo del desierto puneño; la

inexistencia de resaltos climáticos en la Puna desde muy remotas épocas; su endemismo dentro de la Provincia Altoandina; su persistencia dentro de una flora empobrecida pero enérgica, hablan más bien en favor de una especie florística joven, que de una forma epibiótica o residual.

De manera, pues, que bajo algunos puntos de vista habría suficientes motivos como para considerar a *Polylepis tomentella*, malgrado su aspecto de fósil viviente, como a una especie joven dentro de la zona árida andina, resultante de la orogenia póstuma que afectó a la región. Como tal, su centro de dispersión es su centro de origen. Si la futura investigación botánica lograra demostrar, con razonable certeza, que *P. tomentella* es realmente reciente en el área, ello vendría a constituirse en un nuevo argumento a favor de la juventud de dicha orogenia.

La serie de suposiciones y consideraciones apriorísticas que hemos dejado establecidas precedentemente, de manera alguna pueden tener validez definitiva desde el punto de vista botánico, ni remotamente constituyen una solución al problema presentado por la existencia de *P. tomentella* en la Puna. Si constituyen, en cambio, un basamento utilizable, en tanto son capaces de aunar los actuales conocimientos geológicos, paleoclimáticos y paleogeográficos, con investigaciones que en el futuro se hagan en los campos de la genética y de la paleobotánica: los resultados de unos y otros deben ser armónicos, pues estos últimos, para ser realmente valederos, de manera alguna deben desvirtuar o desmentir a los primeros si son exactos.

BIBLIOGRAFÍA

- BODENBENDER, GUILLERMO. 1924. El Calchaqueño y los estratos de la Puna de Penck. Bol. Acad. Nac. Ciencias, XXVII, 4, Córdoba.
- CABRERA, ÁNGEL L. 1957. La vegetación de la Puna Argentina. Rev. de Inv. Agrícolas, XI, 4.
- CAIN, STANLEY A. 1951. Fundamentos de Fitogeografía. Trad. de Felipe Freier. Acme, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, J. Un caso particular de sobreimposición fluvial. Inédito.
- HAUMAN, LUCIANO. 1947-50. La vegetación de la Argentina. Geografía, GAEA, VIII.
- LEDINGHAM, G. F. 1958. Chromosome numbers in *Astragalus*. Proc. Genet. Soc. Canad., 3.

Nota: Como dato meramente histórico, recordaremos aquí que en el primer mapa fitogeográfico de la Argentina establecido por Lorentz en 1876, ya figura una *sabana de queñoa* señalada como de gran importancia, extendiéndose interrumpidamente desde la latitud de Tilcara hasta Catamarca.