

ASPECTOS DE LA VEGETACION ANDINA. CONDICIONES DE DESARROLLO Y APROVECHAMIENTO

por RAINER PIMSTEIN

De la Cátedra de Geografía Forestal del prof. Ventura Matte H., Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile

1. Importancia de la investigación

- a. Conocimiento de la *flora* andina autóctona y de la exótica introducida.
- b. Conocimiento de las *condiciones* que permiten el *desarrollo* de la flora andina. El clima condicionado por la altura, la latitud y sus variaciones.
- c. Conocimiento de las *posibilidades* de desarrollo y *modificación* de la flora andina. Aclimatación de especies nativas e introducción de otras foráneas.
- d. Posibilidades de *aprovechamiento de los recursos naturales* utilizando la flora para la protección y conservación de suelos y recursos hidrológicos.
- e. Estudio de las posibilidades de *aprovechamiento económico* de los recursos andinos (maderas, combustibles, alimentos).

2. Generalidades de la zona andina

La zona andina está ubicada en Sud-América a lo largo de la Cordillera de Los Andes, desde Venezuela y Colombia hasta Chile Austral (Tierra del Fuego). En este trabajo no se consideran la Cordillera Centroamericana ni la Antártida como integrantes de Los Andes. La zona andina abarca 65° de latitud, desde los 10° de latitud norte hasta los 55° de latitud sur aproximadamente; su territorio comprende Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile.

Las alturas máximas de la Cordillera de Los Andes varían desde 5.000 m en la zona norte de Colombia y Venezuela a 4.800 m en la zona ecuatorial, comienza a subir hasta los 5.500 m en la zona peruana manteniéndose esta altura en la zona central chilena, con algunas excepciones como los Ojos del Salado y el Aconcagua que llegan a los 7.000. Desde la zona central chilena baja levemente hasta el paralelo 37° de latitud sur y desde allí continúa disminuyendo en altura paulatinamente hasta llegar al nivel del mar en el sur de Chile, Tierra del Fuego.

Según las condiciones climáticas existentes, se producen formaciones vegetacionales semejantes a lo largo de Los Andes. Estas formaciones coinciden con ciertos niveles altitudinales. Entre éstas están: La *Ceja de Montaña* que existe en las partes andinas húmedas, los *Páramos Andinos*, el *Nivel Andino Alto* que presenta características de tundra, además de

las cuales están los *Valles Secos* del interior de Los Andes originados por los vientos secos que bajan provenientes del poniente de Los Andes, donde entregan la precipitación, y las *Mesetas Andinas* o *Puna* que presentan condiciones particulares de temperatura y precipitación.

Los suelos andinos son poco evolucionados; normalmente presentan una capa más desarrollada en las zonas húmedas. Predominan los suelos graníticos y volcánicos que deben su origen a la formación reciente de la Cordillera de Los Andes. En niveles altitudinales más altos se puede decir que no hay suelo, solamente una capa orgánica en las zonas pantanosas o zona de los bofedales. En general son suelos inestables con gran probabilidad de erosión debido a las altas pendientes. Son suelos frecuentemente arenosos y pedruscos.

3. Origen geológico de la zona andina y su relación con la vegetación

El origen de la Cordillera de Los Andes —y por lo tanto de la zona andina— se remonta al Terciario, hace aproximadamente 75 millones de años. El período de formación está incluido entre dos glaciaciones (avance de los hielos sobre los continentes y océanos debido a cambios en la órbita planetaria de la Tierra). Los períodos entre glaciaciones presentan condiciones climáticas tropicales.

Las correlaciones evidenciadas por las plantas fósiles nos indican que la mayor parte de la zona andina presentaba, antes de la formación de Los Andes, una exuberante vegetación derivada de la tropicalidad de las condiciones ambientales. Con la formación de Los Andes estas especies tropicales —gran variedad de especies forestales— tuvieron que adaptarse a estas nuevas condiciones; por esto, a través de todos Los Andes, se encuentran especies tropicales desde Venezuela hasta Chile, en algunas partes consolidando bosques ecológicamente estables (clímax). Debido a esto existe una relación próxima entre las especies del Terciario y las actuales existentes en Los Andes. La paleobotánica ha desempeñado un papel importante en la descripción y estudio de los restos fósiles de esta vegetación del Terciario. Parte de estos restos han sido encontrados en la Patagonia Chileno-Argentina, en la Puna Boliviana y en otros lugares de Los Andes. Entre las especies encontradas están las precursoras de los géneros *Nothofagus*, *Persea*, *Araucaria*, *Alnus*, *Podocarpus*, sobre las que existen teorías que hablan

sobre la invasión de flora y fauna americana (de Norte América a Sud América) en el Plioceno, que habría afectado principalmente la región andina norte. Dentro de esta fauna estarían incluidos los auquénidos; se ha comprobado que los primitivos auquénidos son originarios de norteamérica.

4. Reinos florales en el dominio Andino

Debido a las fases de adaptación de las especies tropicales del Terciario, desde una condición hidromórfica y cálida a una condición xeromórfica y fría por causa de la altura, las especies existentes en el dominio andino corresponden principalmente al *Reino Neotropical*. Las especies que no corresponden a este origen son ubicuitas de amplia distribución mundial como gramíneas, leguminosas, o algunas representantes del *Reino Antártico*.

5. Endemismo

Una característica predominante en la cordillera o lugares andinos es el endemismo. Esto constituye una aclimatación específica de una especie determinada a un lugar determinado. Esto implica adaptación de órganos y presencia de características morfológicas específicas para estas condiciones. El endemismo se debe, en parte, a la poca influencia de especies extrañas debido a las difíciles condiciones imperantes, como son alta radiación cósmica y ultravioleta, fluctuaciones diarias de temperatura muy grandes, alta evaporación, etc.

En general no hay especies endémicas de todo el dominio andino, sino especies endémicas de lugares determinados, y particularmente de microclimas. Estos lugares presentan mayor desarrollo de una especie o familia determinada. Hay zonas en que predominan cactáceas como en los valles secos orientales de Argentina, en el altiplano peruano donde hay lugares en que la especie predominante es *Puya raimondii*, en Los Andes venezolanos, a nivel andino medio, donde hay predominio de la especie *Podocarpus*, en la zona alta ecuatoriana, zona del volcán Pichincha, donde existe una planta leñosa de 8 m de alto, la Compuesta *Ginoxis buxifolia*. En otras zonas existen determinadas especies del género *Polylepis*.

6. Condiciones climáticas andinas

Dentro de las condiciones climáticas de Los Andes tenemos factores macroclimáticos y microclimáticos.

Macrofactores climáticos:

Entre los macrofactores que influyen en las condiciones climáticas andinas están: la presencia de una masa montañosa que alcanza grandes alturas, la existencia de los vientos alisios que soplan casi perpendicularmente a Los Andes originando, en general, zonas más húmedas en los flancos barlovento y zonas más secas en los flancos sotavento, la

influencia marítima por todo el lado oeste de Los Andes, la influencia continental por todo el lado central este, la irregularidad de la topografía andina —pendientes sobre 60%, grandes mesetas y valles intermontanos.

La Cordillera de Los Andes por su juventud presenta una orogénesis muy activa (incluye erosión) de modo que presenta una marcada acción de los glaciares especialmente en las cumbres y en la parte sur. La latitud, que origina una zona ecuatorial y diferentes zonas latitudinales paulatinamente más frías en los dos hemisferios.

Microfactores climáticos y sus consecuencias

Los factores climáticos presentan características más o menos constantes a través de un período de años, aunque su distribución es muy variable. Entre los microfactores encontramos alta radiación entrante y saliente, grandes variaciones de temperatura y humedad relativa, alta evaporación, suelos sumamente inestables.

Presión. A medida que se asciende en altitud va disminuyendo la presión. En la costa peruana hay 762 mm Hg., a 2.500 msnm hay 569 mm Hg., a 5.000 msnm hay 420 mm Hg. Estos valores indican que la presión disminuye 50 mm por cada 500 m aproximadamente.

Radiación. A mayor altitud se presenta mayor radiación entrante y saliente. No se encuentran antecedentes en forma accesible acerca de la radiación en Los Andes, pero valores encontrados en mediciones en Los Alpes indican que la radiación al nivel del mar es de 1,25 cal/min/cm² y que aumenta en un 10% cada 1.200 m de altitud. También aumenta la radiación cósmica y ultravioleta, aunque generalmente donde hay neblina hay menor radiación entrante y saliente.

Temperatura. Es quizás el factor más crítico de todos los factores climáticos, ya que a medida que se asciende en altitud va disminuyendo la temperatura, así también se produce esta disminución al aumentar la latitud desde el Ecuador.

TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES DE ALGUNOS LUGARES ANDINOS

LUGAR	H*	LAT.	TMA**
Cajamarca	2.810	7° 10'	14,6
Jauja	3.394	12° 4'	11,4
Puno	3.822	15° 5'	8,3
Cerro de Pasco	4.366	10° 43'	4,3
Misti	5.850	16° 2'	- 7,9

* H = msnm.

** TMA = temperatura media anual.

Notas sobre "Some ecological characteristics of higher tropical mountains" de Gerardo Budowsky, ver Bibliografía n.2.



Chile. Laderas de Exposición Norte, 2.300 msnm. Presencia de cactáceas y maitén. Obsérvese el tamaño reducido del maitén comparado con las cactáceas. Al fondo ladera de exposición sur

Se ha observado en Los Andes peruanos que la temperatura disminuye $0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$, por cada 100 m que se asciende. Las variaciones de temperatura son mayores o menores según sean las condiciones ambientales. Si las variaciones son extremas en un período determinado, esto implica una mayor gradiente. La gradiente de temperatura es *mayor* en:

- a) terrenos en pendiente comparados con terrenos planos;
- b) cordones aislados bajos, que en grandes masas montañosas;
- c) en zonas de poca humedad;
- d) en zonas secas;

e) en verano al norte y al sur de los trópicos;

f) para máximas temperaturas que para las mínimas.

Para las condiciones opuestas a las anteriores la gradiente de temperatura es *menor*.

Sobre los 1.200 msnm es común que las temperaturas congelantes se alcancen la mayoría de los días del año. Durante los días fríos de la estación seca se han notado fluctuaciones diarias de hasta 20°C sobre los 3.000 m de altitud. Aún más, las diferencias entre la temperatura al sol y a la sombra son más marcadas, observándose diferencias de hasta 50° entre una y otra. Normalmente las temperaturas más bajas se

producen en las primeras horas de la mañana. En los días lluviosos las temperaturas extremas no son tan extremas.

La temperatura determina la existencia de nieve. En Venezuela, Pico Bolívar, la línea de las nieves está a los 4.800 msnm. En el Perú y Chile, hasta la zona central, la línea de las nieves se mantiene aproximadamente a 5.200 msnm y más al sur va bajando paulatinamente debido a la latitud. Existen suelos que permanecen gran parte del año congelados y están sujetos a grandes fluctuaciones de temperatura; por lo que sufren contracciones y dilataciones presentando aspecto poligonal y disposición geométrica de las piedras.

Precipitación. La precipitación es sumamente variable en todos Los Andes según sea la latitud, la estación, la morfología, el contenido de humedad de las masas de aire, los vientos. A los 3.700 msnm en las sierras de Perú, Bolivia y Chile las precipitaciones son altas y se distribuyen principalmente en verano. La precipitación se presenta en forma de lluvia a diferentes alturas, pero principalmente bajo los 4.000 m; sobre esta altitud es habitual que la precipitación caiga en forma de nieve. Otro tipo de precipitación es la neblina. En general las laderas húmedas se encuentran con exposición norte en el hemisferio norte y con exposición sur en el hemisferio sur. En Los Andes peruanos hay una tendencia general de seco a húmedo de sur a norte y de oriente a

poniente. Los datos de precipitaciones son específicos para sitios determinados y es posible encontrar otros lugares a la misma latitud y altitud con precipitaciones totalmente distintas.

Humedad relativa. Puede variar de un momento a otro en el día y pasar de la saturación a un 30% o menos. En general, en las primeras horas de la madrugada hasta el mediodía hay una mayor humedad relativa, bajando notablemente en las primeras horas de la tarde para luego aumentar en la noche.

Evaporación. Se produce la evaporación, debido a la insolación, principalmente en las mañanas.

Vientos. Los vientos dependen de los frentes formados en la cordillera, los que producen corrientes de aire ascendentes, descendentes o laterales influyendo notablemente sobre otros factores climáticos. Ocasionalmente se producen vientos fuertes de hasta 50 km por hora.

Neblina. En Perú central se presenta la neblina habitualmente por la tarde, en la estación seca, mientras que durante el día los cielos permanecen limpios. Esto es debido al ritmo diario de la temperatura, ya que la alta evaporación en las mañanas y fuertes vientos en la tarde producen fenómenos de convección.



Reforestación, 2.200 msnm. PINUS CARIBACEA de 2 años de edad creciendo en La Mucuy, Venezuela. Obsérvese el helecho que indica condiciones húmedas

(ver página 60)



Argentina, 4.000 msnm. Pequeños grupos de *Polylepis tomentela* en la región desértica de Abra, Pampa, provincia de Jujuy

7. Ecología andina

Las plantas en las condiciones andinas se ven sujetas a grandes variaciones de todos los factores ambientales, aislados o en conjunto, con mayor o menor intensidad. Estas condiciones determinan las más variadas adaptaciones de plantas a cada uno de los ambientes producidos.

Las bajas temperaturas tienen una acción limitante sobre la fisiología de las plantas, ya que originan desiertos fríos, en los que se producen temperaturas extremas que son letales para el plasma celular. También se ve limitado el período vegetativo estival por enfriamiento de las condiciones ambientales. Las temperaturas medias menores que 10°C en el mes más cálido limitan el desarrollo del arbolado, la vegetación se achaparra. La resistencia al frío es mayor durante el período de reposo invernal. La adaptación a períodos más cálidos comienza en lo más crudo del invierno y en períodos más fríos comienza ya avanzado el verano, por lo que son peligrosas las heladas tardías.

Como las condiciones cordilleranas son muy secas, tiende a producirse mucha transpiración, pero las plantas siempreverdes se protegen (Ericáceas, Coníferas) contra la transpiración mediante engrosamiento y cutinización de la epidermis. También en estos casos se produce un hundimiento de los estomas.

La protección contra los vientos es conservada por un reforzamiento del tejido esclerenquimático. A medida que se ven

limitadas las condiciones de existencia, los árboles van disminuyendo en altura y si las condiciones se ponen más extremas los árboles y arbustos se achaparran y buscan el calor en el suelo, por lo que presentan rizomas y raíces fuertemente desarrolladas y las ramas y ramillas tienden a crecer horizontalmente. Como el frío limita el crecimiento en general, las plantas presentan entrenudos cortos. En la Cordillera los tallos se presentan normalmente más lignificados, mucho más resinosos; estas son características que presentan para protegerse del frío.

En la alta cordillera el rocío y la nieve permanecen más tiempo sobre la vegetación que en el suelo desnudo, permitiendo que el agua se infiltre lentamente. Las plantas deben ser ubicuitas ya que deben obtener sus materias nutritivas de suelos inmaduros, pedregosos o arenosos con escasa materia orgánica.

La vegetación puede ser totalmente diferente en las partes con luz que en las con sombra. Hay lugares con sombra donde existen hielos permanentes durante todo el año y están bajo la línea de las nieves, lo que limita la existencia de especies andinas.

Comparando las hojas de especies que crecen en condiciones favorables con las que crecen en la cordillera, se observa que las hojas de estas últimas son más de tipo xerófito o sea más chicas y coriáceas. En zonas pantanosas cordilleranas una de las pocas familias que se adaptan son las juncáceas. En condiciones extremas, sobre los 4.000 msnm, sólo crecen matas en

Bolivia. Desierto de Carangas, 3.800 msnm.
Vegetación esteparia, predominio de gramíneas
Stipa y Festuca



rosetas o en almohadillas. En las partes altas andinas se ven mayor número de especies sin vegetación y las especies existentes son musgos y líquenes. Resisten a estas condiciones muy pocas fanerógamas. La mayoría de las especies andinas de amplia distribución presentan flores hermafroditas.

Entre las especies del orbe que también en Los Andes se presentan con una amplia distribución, están las gramíneas que en Los Andes peruanos, bolivianos y chilenos sirven de alimento a los auquénidos (llamas, guanacos, vicuñas). En la cordillera la cantidad de oxígeno disminuye notablemente llegando a la tercera o a la mitad de la existente en el llano. En estas condiciones sobrevive el indígena junto con la flora y la fauna, constituyendo una adaptación única en el continente americano.

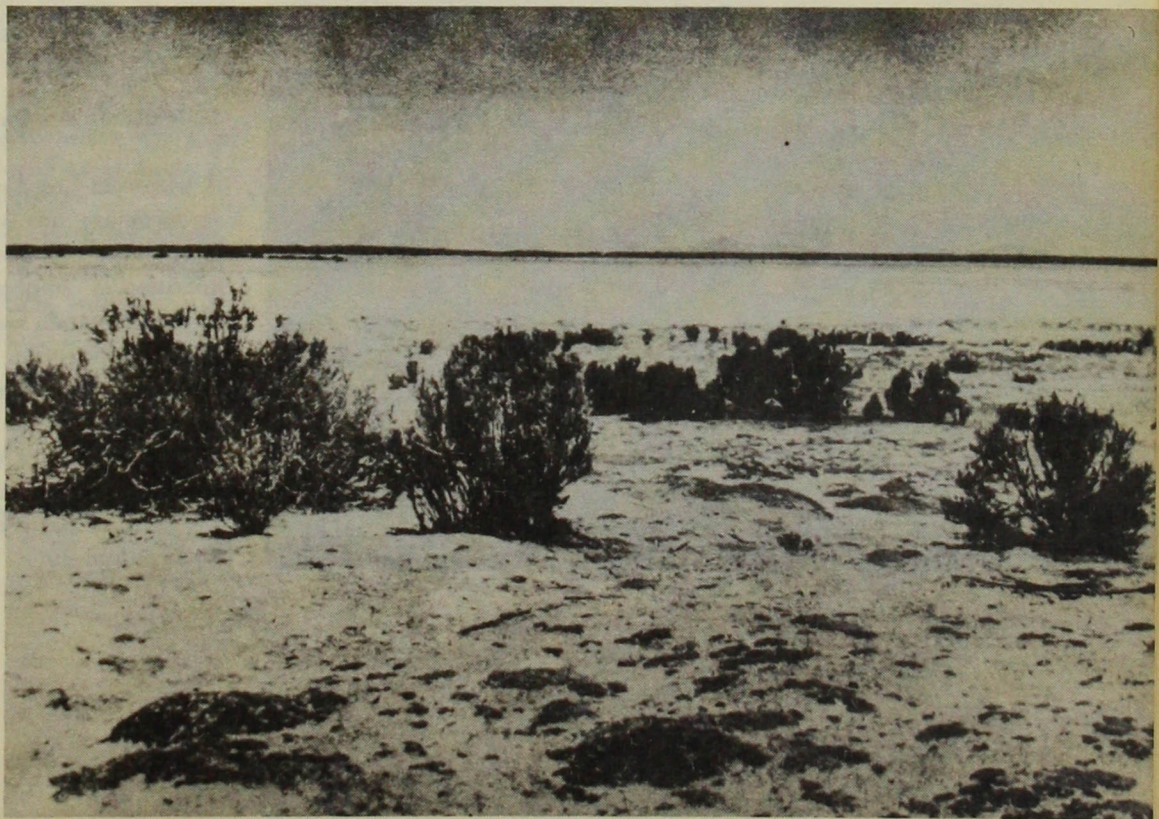
8. Vegetación andina

Flora autóctona

Las familias arbustivas y subarbóreas más destacadas del dominio andino son: Compuestas, Gramíneas, Leguminosas (sub-fam-Papilionáceas), Solanáceas y otras de menor importancia. También desempeñan un papel importante las Cariofiláceas, Malváceas, Crucíferas y Verbenáceas.

Entre las familias arbóreas de importancia tenemos las Rosáceas que viven principalmente en zonas altas y secas, sobre los 3.800 m de altitud. Las Podocarpáceas, Moniniáceas, Proteáceas y Cunoneáceas se presentan en niveles más bajos y húmedos.

Chile-Bolivia. Salar de Coipasa, 3.000 msnm.
Entre los arbustos predomina la tola. Obsérvense en el suelo musgos y líquenes





Chile. AUSTROCEDRUS CHILENSIS, 1.700 a 2.000 msnm. En la quebrada El Asiento en la Zona de Putaendo, provincia de Aconcagua, Chile

Chile. Araucarias, 3.000 msnm. Araucarias, ARAUCARIA ARAUCANA, en el Volcán Llaima, provincia de Cautín. Obsérvese la presencia de Nírre, NOTHOFAGUS ANTARTICA



Según las condiciones ecológicas las familias se van seleccionando y a la vez combinando, constituyendo formaciones específicas. Entre los factores que más influyen en la existencia de formaciones distintas está la altitud.

Flora introducida

Ultimamente se han introducido una serie de especies foráneas, muchas de ellas en experimentación, pero en general con resultados positivos. Una de las primeras especies introducidas fueron los Eucalyptus (a principios de este siglo). Los Eucalyptus se dan perfectamente en Los Andes, entre 2.000 y 2.500 metros de altitud, lo que ha permitido hacer reforestaciones con esta familia.

En los páramos ecuatorianos se ha forestado con *Pinus radiata*, observándose espléndidos resultados. La producción actual es de 15 m³/ha/año.

En Venezuela se han introducido las siguientes especies:

- Pinus radiata*
- Pinus pseudostrobus*
- Pinus caribaea*
- Pinus taeda*
- Pinus ayacahuite*
- Pinus oocarpa*
- Pinus elliotii*
- Cupresus lusitanica*
- Cupresus macrocarpa*
- Cupresus arizonica*

La especie que sobresale en cuanto a crecimiento es *Pinus radiata*. Estas son plantaciones experimentales llevadas a cabo por el Instituto Forestal Latino Americano, en Mérida, Venezuela y por la Universidad de Los Andes, también en Mérida.

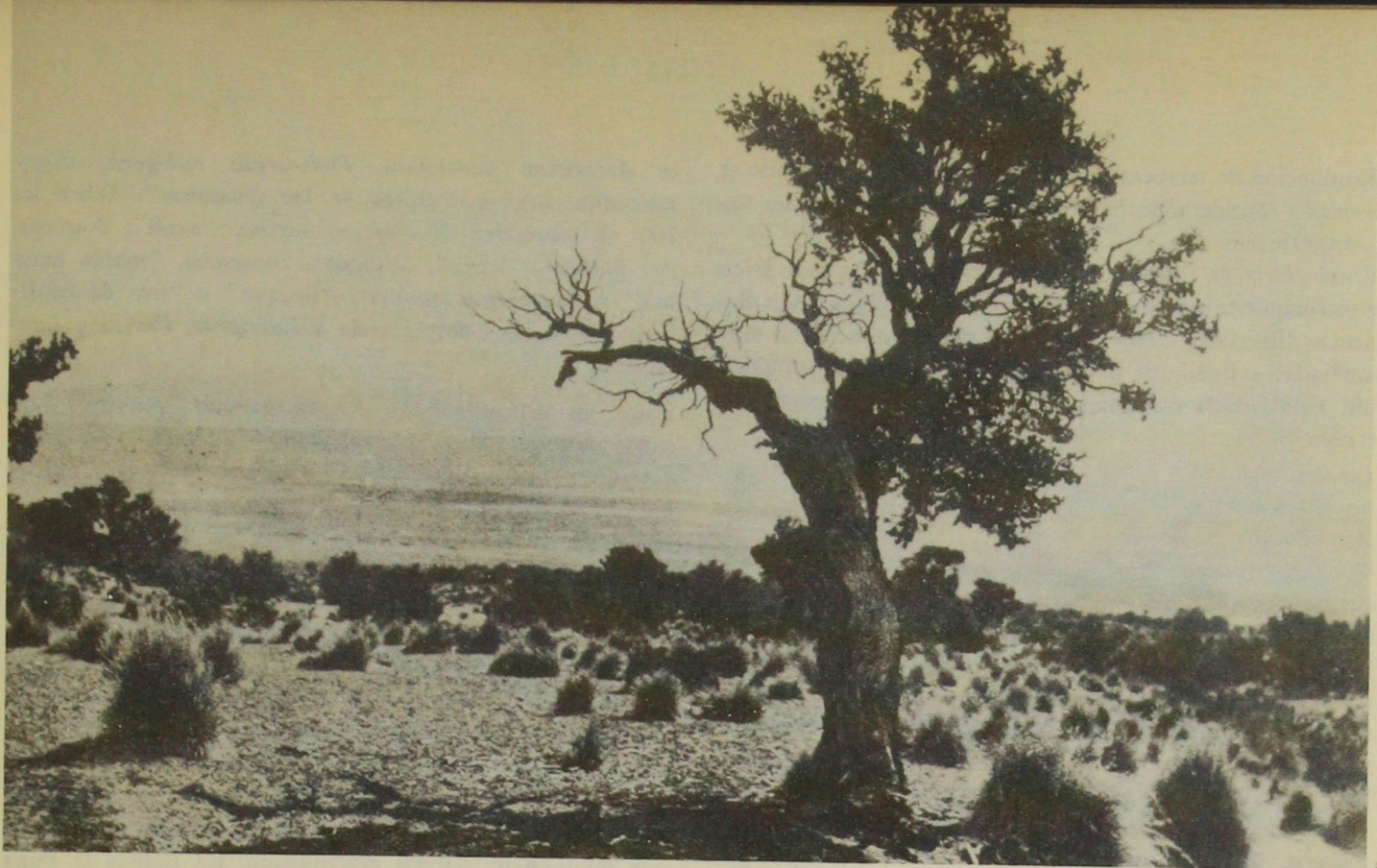
En Chile se han efectuado plantaciones interesantes en los faldeos cordilleranos de la provincia de Santiago, en el valle del Yeso, en el Cajón del Maipo, a 2.200 m de altitud. Las especies son *Pinus griffittii* y *Pinus radiata*. Ambos pinos han resistido la nieve durante todo el período invernal a través de su existencia.

Distribución de algunas especies en el dominio andino

A través de Los Andes, en los distintos niveles altitudinales, se encuentra una serie de formaciones vegetales que se repiten junto con sus familias y especies. Las formaciones de distribución amplia se presentan en forma discontinua, y continua cuando está restringida a un lugar geográfico relativamente pequeño.

Entre las formaciones están: los Podocarpus, los Polylepis, las formaciones de gramíneas, las Espeletias, las Chuquiraguas, los Yaretales, etc.

Los Podocarpus existen en formaciones discontinuas a través de gran parte de Los Andes, llegando hasta el paralelo 59 de latitud sur.



Bolivia. Flora autóctona Andina, 3.400 msnm. *Polylepis incana* creciendo en Bolivia. Una de las pocas especies arbóreas de amplia distribución a través de Los Andes

En Perú crecen en la *Ceja de Montaña*. Donde se encuentra una mayor variedad de especies es en Venezuela. Es una especie que se adapta bien a las condiciones andinas húmedas. *Polylepis* presenta una distribución más continua que *Podocarpus*, pero en los lugares en que se encuentra constituye un bosque muy ralo. Es el árbol que crece a mayor altura en Sud America; es exclusivamente sudamericano. Se conocen 33 especies de este género. Su límite norte está en Venezuela, donde crece *Polylepis sericea*. En Ecuador se encuentra *Polylepis coriacea*. En Argentina y Bolivia, *Polylepis tomentella*. En el norte de Chile hay dos especies que son *Polylepis tarapacana* y *Polylepis incana*. Su límite austral parece encontrarse en las Sierras Grandes de Córdoba, donde crece *Polylepis australis* "tabaquillo", a unos 1.500 msnm.

Espeletia es un género curioso ya que generalmente se presenta en los límites entre zonas húmedas y secas, tanto en Venezuela y Colombia como en Ecuador y Perú.

Chuquiragua tiene una distribución relativamente amplia, se presenta en Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile. Otras especies de importancia en el dominio andino son las gramíneas, entre las cuales tenemos *Chusquea* en las partes húmedas (*Ceja de Montaña*), *Festuca*, *Stipa* y otras en las partes altas y secas.

Formaciones vegetacionales

Nivel Andino Alto. Se consideran Niveles Andinos Altos aquellos lugares sobre los 4.000 msnm. A estos niveles las

especies se presentan en rosetas, muy pegadas al suelo con uno que otro arbusto y presencia de musgos y líquenes. Las precipitaciones se producen a mayores alturas, sobre los 5.000 msnm. Las condiciones ambientales son más críticas, se producen temperaturas que oscilan entre -15°C y 5°C , y las precipitaciones son variables.

Ecuador. A 4.700 msnm se han encontrado las siguientes especies:

- Ephaedra americana*
- Poa cucullata*
- Agrostis sp.*
- Dracaena anetioides*
- Astragalus sp.*
- Lupinus microphyllus*
- Nototriche sp.*
- Gentiana sp.*
- Baccharis sp.*
- Senecio sp.*
- Werneria sp.*
- Urtica flabellata*
- Perfezia sp.*
- Azorella sp.*

Argentina. A 5.000 msnm se encuentran presentes los géneros siguientes: *Ephaedra*, *Festuca*, *Azorella*, *Laretia*, *Senecio*, *Oxalis*, *Solanum* y *Atriplex*, además de una gran cantidad de musgos y líquenes.

Chile. Debido al paulatino descenso de la Cordillera de Los Andes desde el paralelo 37 al sur, pero compensado por la

disminución de temperatura debida a la latitud, en Chile se continúa considerando Nivel Andino Alto a las regiones bajo 4.000 msnm.

En el Norte de Chile, sobre los 4.000 msnm, la vegetación está compuesta por plantas que crecen en cojines y son llamados "llaretales". Son colonias de plantas que crecen muy apretadas y lignifican su base. Son usadas como combustible. Esta familia es la de las Umbelíferas con las siguientes especies:

Laretia compacta

Laretia acaulis

Azorella sp.

También existen *Picnophyllum molle*, *Polylepis tarapacana*, "queñoa", que en partes al descubierto alcanza una altura máxima de 1,60 m y en lugares andinos húmedos más favorables, de 3 a 4 m.

En la Zona Central de Chile, debido a la latitud, la alta estepa andina se prolonga por la alta cordillera sin marcadas variaciones, excepto que se trasciende de un ambiente xerófito frío a uno mesófito frío. Se conservan *Laretia*, principalmente *Laretia acaulis*, gramíneas como *Stipa*, *Hordeum*, *Festuca*, llamadas corrientemente "coirón". Es importante referirse a la existencia del límite norte de *Austrocedrus chilensis*, "ciprés de la cordillera", en la quebrada El Asiento de Putaendo, provincia de Aconcagua. Es un bosque que crece a 2.000 msnm, en suelos ácidos, habitualmente con nieve (8 meses) en pendientes de un 70%. Los árboles presentan hábito achaparrado, pero son vigorosos. Es una especie interesante para la conservación de los recursos naturales como son el agua y los suelos.

En la Zona Sur va bajando la línea de las nieves y va aumentando la precipitación. Se nota progresivo aumento de las especies arbóreas, con buen desarrollo. Aquí conviene citar los bosques de *Araucaria araucana*, "pehuén", que se encuentran entre los 37°40' y los 40°10' de latitud sur. Crece a 3.000 msnm en suelos con buen drenaje pero poco profundos y recibe una precipitación entre 1.500 y 3.000 mm.

El bosque tiene aspecto de "paraguas", crece asociado a *Nothofagus pumilio*, "lenga", *Nothofagus antarctica*, "ñirre", *Rhacoma districhia*, *Drimis winterii* variedad andina, "canelo", *Ovidia pillo-pillo* y *Embothrium coccineum*, "ciruelillo".

Es de importancia también la *selva valdiviana andina*. Tiene la misma distribución que la especie *Araucaria araucana*, pero se desarrolla en el nivel inferior. Aquí existe un menor higromorfismo debido a la falta de nieblas costeras, aumento de la evaporación debido a la mayor altura y vientos secantes.

Los árboles más importantes son: *Gevuina avellano*, "avellano", *Aetoxicum punctatum*, "olivillo", *Persea lingue*, "lingue", *Eucryphia cordifolia*, "muermo" o "ulmo", *Nothofagus obliqua*, "roble", *Nothofagus dombeyi*, "coigüe", *Nothofagus betuloides*, "coigüe de Magallanes", *Laurelia philipiana*, "tepa", *Laurelia sempervirens*, "laurel", *Drimis winterii*, "canelo", en lugares húmedos cre-

ce *Aetoxicum punctatum*, *Podocarpus nubigena*, *Pilgerodendron uvifera*, "ciprés de las Guaitecas". Sobre los 700 m sobresalen *Nothofagus alpina*, "raulí", *Nothofagus pumilio*, "lenga", *Saxegotea conspicua*, "mañío hembra" y *Podocarpus andinus*, "lleuque" o "uva de cordillera" todos ellos desplazando a *Eucryphia*, *Persea* y *Laurelia*.

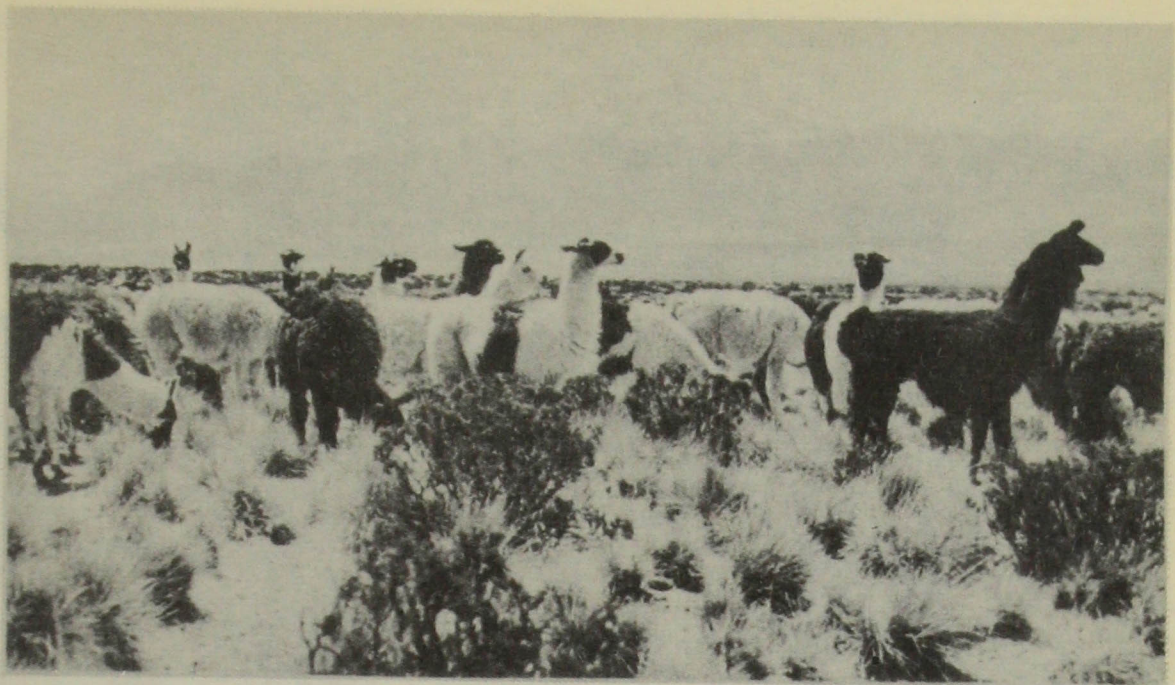
Entre los arbustos están *Rhaphithamnus spinosus*, *Berberis darwini*, *Desfontainea spinosa*, *Ovidia pillo-pillo*, *Pernetia mucronata* "chaura", *Ugni molinae* "murtilla", *Gulteria mirtilloides*, *Fuchsia coccinea* "chilco". Hacia las cumbres predominan "ñirre" y "lenga". Otra especie interesante es *Fitzroia cupressoides* "alerce", que aunque se encuentra en Los Andes es más típica de la Cordillera de la Costa. Se encuentra también en la Patagonia junto con "ñirre", "Ciprés de la Cordillera" y "Ciprés de las Guaitecas". En el piso del bosque existe una gran variedad de especies del género *Berberis*.

Puna. En Los Andes de la parte central de Bolivia, sur del Perú, noreste de Chile y noroeste de Argentina, a una altitud entre 3.400 y 3.800 msnm existen grandes mesetas las que originan un habitat determinado. En Bolivia la Puna recibe el nombre de Altiplano. La precipitación es principalmente estival. En general las precipitaciones son pocas pero se presentan años ocasionalmente muy lluviosos. Se producen vientos helados y tempestades.

Entre las especies dominantes de la *Puna peruana* está la Bromeliacea *Puya raimondii*. El suelo se encuentra en gran parte cubierto por pastos perennes que corresponden a diferentes especies de los géneros *Stipa*, *Calamagrostis* y *Festuca*. A menor altitud, a los 3.000 m ya comienza a cambiar la vegetación y se presentan arbustos resinosos como *Baccharis tola*, *Baccharis santelices*, *Fabiana ericoides*, *Fabiana denudata*, además Senecio y Calandrina. A menor altura se presenta la siguiente vegetación: *Schinus molle*, *Cactaceas columnares* y *Agave americana* "maguey". Más abajo se encuentra la masa arbórea que va adquiriendo las características de un bosque subtropical.

La Puna Boliviana presenta suelos muy alcalinos. La temperatura media es de 7°C. La vegetación es pobre, arbustos resinosos y almohadillas. Las especies dominantes son *Lepidophyllum quadrangulare* "tola", *Azorella glabra* "llareta", *Adesmia spinosissima*, *Adesmia patancana*, *Baccharis microphilla*, *Verbena minima*, *Opuntia pentlandii*. También se encuentra *Polylepis tomentella*. Además existe una gran variedad de papas (*Solanum*) especies que se cree son originarias de Bolivia. En esta zona vive una gran población indígena.

La Puna Argentina es muy semejante a la *Puna chilena*. Entre las asociaciones se encuentran *Fabiana densa*, *Psila boliviensis*, *Adesmia horridisicula*, las que se presentan en la zona de Jujui y San Antonio de los Cobres. También se dan las asociaciones de *Chuquiragua atacamensis* y bosques aislados de *Prosopía ferox* y partes con *Baccaris*



Andes Peruanos, 3.000 msnm. Nivel arbustivo - "tola". Piso - "pastos bravos". Aprovechamiento de la flora para el desarrollo de la fauna

sp. y *Polylepis tomentella*. En Chile predominan *Polylepis tarapacana* y *Polylepis incana*.

Un estudio de muestreo de la *Puna Argentina* dió los siguientes resultados en cuanto a la vegetación existente: Los 648 individuos muestreados se encontraron representados en las siguientes divisiones en las cantidades que se indican.

Pteridophyta		10
Gimnospermae		4
	Monocotiledóneas	134
Angiospermae		
	Dialipetalae	238
	Dicotiledóneas	
	Gamopetalae	262
	Total	648

Las familias encontradas en este mismo muestreo dieron los siguientes porcentajes:

Compositae	23%
Gramineae	13%
Leguminosae	7%
Otras familias	57%

Páramos andinos. Se presentan en Venezuela, Colombia, Ecuador y norte del Perú, principalmente a una altitud de 3.500 a 3.700 msnm. Son prados fríos y turberas expuestas a constantes vientos, lluvias y nieblas, pero de poca magnitud. Cubren vastas regiones onduladas y abruptas de las altas montañas. En los Páramos no hay árboles sino más bien plantas herbáceas o enanas. La precipitación aquí es sobre 50 mm/año. En las zonas de mayor latitud, pero a la

misma altura en la cordillera, ya no se encuentran páramos sino una vegetación más bien de tundra helada.

Colombia. En Colombia y Venezuela el género *Polylepis* domina el Páramo junto a arbustos y gramíneas y se introduce en el bosque de la Ceja de Montaña. En la zona de Colombia la especie típica de los páramos es *Espeletia*, llamada vulgarmente "frailejón".

Venezuela. Los Páramos venezolanos presentan bosquetes relativamente densos con pocas especies forestales, la mayoría de ellas muy explotadas. Los principales Páramos se encuentran en Mérida. Entre las especies existentes están:

<i>Polylepis sericea</i>	"coloradito"	Rosáceae
<i>Vallea stipularis</i>	—	Elaeocarpaceae
<i>Escallonia sp.</i>	"quitasol"	Saxifragaceae
<i>Espeletia neriifolia</i>	"frailejón"	Compositae
<i>Hesperameles sp.</i>	"yaque"	Rosaceae
<i>Aragoa lucidula</i>	"aragoa"	Schrophulariaceae
<i>Vaccinium sp.</i>	"paramito"	Ericaceae

Ecuador. En sitios protegidos existe *Puya sp.* (Bromeliaceae) y en sitios más desnudos se encuentra *Alchemilla* y *Azorella* (Rosaceae y Umbiliferae respectivamente). Matas en almohadilla de *Arcytophyllum brioides* (Rubiaceae). Entre las plantas subarborescentes tenemos Ericaceae como *Calceolaia ericoides* y Compuestas como *Senecio ericaefolius*. En algunas partes se encuentran bosquetes aislados en donde predomina *Polylepis lanuginosa*, pero no es lo habitual.

Ceja de Montaña. Constituye el borde superior del nivel boscoso andino y se presenta entre los 3.000 y 3.400 msnm. Las nieblas son frecuentes y se posan a esa altura deposi-



Ecuador, Ceja de Montaña, 3.000 a 3.300 msnm. Obsérvense las gramíneas "Chusquea" y palmera

tando la precipitación sobre la masa arbórea. La precipitación media anual es de 750 mm aproximadamente. Cuando hay niebla disminuye la radiación de modo que baja la temperatura, lo que ocurre normalmente después de mediodía. La temperatura media anual es de 10°C. Los árboles tienen una altura promedio de 10 a 15 m. Se encuentran epífitas en el bosque de la ceja. Esta formación se presenta en Ecuador, Perú y Bolivia principalmente; constituye un bosque mixto en que no hay una o dos especies predominantes sobre las otras.

Ecuador. Especies de la capa superior arbórea de la ceja:

- Lomatia hirsuta* — Proteaceae
- Weinmannia coriacea* — Rosaceae
- Clusia pavonii* — Gutiferaceae
- Vallea stipularis* — Eleaocarpaceae
- Miconia ligustrina* — Melastomaceae
- Oreopanax heterophyllum* — Araliaceae
- Geissanthus andinus* — Mircinaceae
- Buddleia incana* — Logariaceae
- Sessea crasivenosa* — Solanaceae
- Sessea tipocochensis* — Solanaceae
- Policornea trichonama* — Rubiaceae

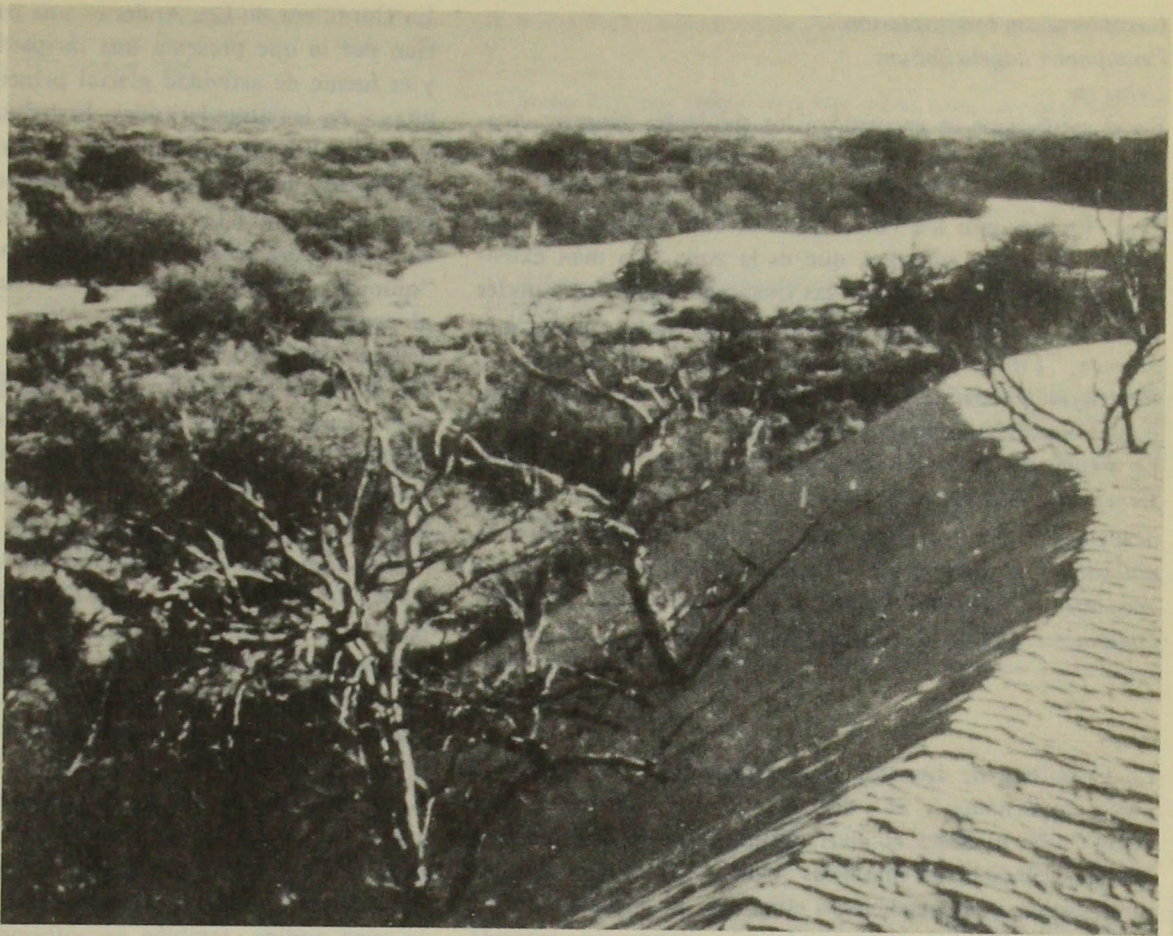
- Embotrium mucronatum* — Proteaceae
- Chuquiragua laneifolia* — (tribu Mutisieae)

Especies encontradas en el sotobosque:

- Cyathea sodiroi* — (presenta casi 10 m de altura)
- Piper nubigenum*
- Hesperomeles glabrata* — Rosaceae
- Herperomeles ferruginea* — Rosaceae
- Rubus glabratus* — (trepadora) Rosaceae
- Escallonia chropetala* — Sasifragaceae
- Psoralea mutisii* — Leguminosae
- Monnina cuspidata* — Poligalaceae
- Miconia crocea* — Melastomaceae
- Axinaea affinis* — Melastomaceae
- Toumefortia fouliginosa* — Borraginaceae
- Solanum pteropodum* — Solanaceae
- Valeriana hirtella* — Valerianaceae
- Eupatorium hiparginum* — Compositae
- Senecio corazonensis* (trepadora) — Compositae
- Liabum candens* — Compositae

Sobre los troncos de los árboles se encuentra *Licopodium mettenianum*.

Bolivia. Se encuentran helechos arbóreos como también Ericaceae, Mirtáceas, musgos, epífitos, *Podocarpus* (p.



Bosques secos del interior de Los Andes, 2.000 msnm. Obsérvese el bosque de quebracho: *Aspidosperma*, *schinopsis*, *Schinus*, *Pentapanax*, dominado por el avance de las dunas. Cafayate, provincia de Tucumán, Argentina

Pubigena) *Oreopanax artocarpoides*, *Clusia pseudomante*, *Centropogon glorioso*, *Mutisia bipontina*, *Traphaeolum kuntzeanum*, *Fuchsia* sp.

Perú. En la Ceja de Montaña se encuentra una mayor proporción de familias de helechos arbóreos, Ericáceas, Gencianáceas, Lobeliáceas y Compuestas con respecto a la cordillera en general. Se encuentran los siguientes géneros aunque no en gran número: *Podocarpus*, *Berberis*, *Ribes*, *Hesperomeles*, *Polylepis*, *Geranium*, *Fuchsia*, *Gunnera*, *Calceolaria*. Los elementos occidentales peruanos que se encuentren en la ceja son *Schinus molle*, *Cesalpineia* sp., *Acacia* y *Cactáceas*. Los elementos orientales son: *Sphagnum*, *Podocarpus*, *Palmeras*, *Monimiáceas*, *Agnofiliáceas* (*Ilex*), *Orquidáceas*, *Lauraceas*, *Melastomataceas*, *Araliaceas*, *Ericaceas* y *Gesneriaceas*, y también casi todas las especies de los géneros *Chusquea*, *Drymis* y *Desfontainea*. Los géneros que ocupan la parte superior de la ceja son: *Berberis*, *Ribes*, *Polylepis* y *Gunnera*.

Valles secos del interior de Los Andes. Son valles áridos originados por la bajada de los vientos secos que han entregado su precipitación al otro lado de Los Andes. Se forman principalmente en el lado oriental de la cordillera, desde Argentina hasta Venezuela. Se presentan como islas en zo-

nas determinadas. Los principales bosques son los de Algarrobos, Acacias y Cactáceas. Se encuentran aproximadamente a 2.000 msnm. La temperatura media anual es de 15°C o más, aunque en invierno se producen temperaturas frías bajo cero.

Argentina. Se presenta entre los ríos Santa María y Calchaquí. Entre las especies arbóreas están: *Prosopis gourliea* que se mezcla con las especies nativas *Larrea divaricata*, *Larrea cursifolia*, *Cassia aphylla*, *Cassia crasirame*, *Tricomeria usille*. Otras especies son las cactáceas columnares que corresponden a la especie *Trichocereus terscheckii* y tiene una altura de 10 m, cuya madera se usa para muebles. Este valle está atravesado por dunas muy activas, actualmente abarcan una superficie de más de 25 km² y están cubriendo los bosques de *Prosopis*.

Bolivia. Aquí se encuentran los Valles Secos entre el río Grande y el Pilcomayo. Entre las especies arbóreas están:

Prosopis juliflora

Prosopis kuntzei

Aspidosperma quebracho — Blanco

Schinopsis lorenzii

Schinus dependens

Jodisia rombifolia

Loxopterigium braquipterum
Pentapanax angelicifolium
Celtis sp.

En el sotobosque se encuentran los siguientes géneros: *Acacia*, *Mimosa*, *Jatropha*, *Capparis* y cactáceas rastreras o arbustivas.

Perú. En este país los Valles Secos se encuentran en el valle del río Marañón superior, que es la zona seca máx extensa. Aquí hay predominio de las cactáceas. Entre las especies arbóreas se encuentran: *Jacaranda acutifolia*, *Cercidium praecox*, *Piptademia colubrina*, *Cesalpinnea corymbosa*, *Banisteria leiocarpa*, *Jatropha weberbaueri*, *Bombax ruizii*. Estos bosques han sido muy explotados.

En **Ecuador** y **Colombia** también se encuentran estos valles. **Venezuela.** Las especies arbóreas que se encuentran en Venezuela son: *Prosopis juliflora*, *Bursera simaruba*, *Bursera graveolans* y especies de *Acacia*. En lugares húmedos se encuentra *Tabebuia*. Entre las cactáceas están: *Pilocerus lanuginosus* y *Pilosereus* —subg— *oblongicaulis*.

9. Conclusiones

La Cordillera de Los Andes se extiende 10° de latitud al norte del Ecuador y 55° de latitud al sur. Alcanza alturas desde 7.000 m hasta el nivel del mar, por lo que presenta distintas condiciones climáticas según varíe la latitud y altitud. Según estas condiciones climáticas se encuentran diferentes formaciones vegetacionales. La vegetación presenta una gran semejanza entre sí, debido al origen común de toda la zona andina. Las condiciones climáticas son más o menos constantes en las formaciones vegetacionales, a pesar que todos los factores climáticos son muy variados. La vegetación andina tuvo sus orígenes en la vegetación del Terciario, por lo que las especies del dominio andino son de tipo tropical, a esto se debe que la gran masa de familias pertenezcan al Reino Neotropical y parte al Reino Antártico; el resto son especies de amplia distribución mundial. En el dominio andino se dan las más variables condiciones de todos los factores ambientales, por lo que las familias y especies se van seleccionando y originando una serie de características morfológicas como son: engrosamiento de la epidermis, segregación de resinas, achaparramiento, achicamiento y engrosamiento de las hojas, lignificación de los troncos. Las plantas que mejor se adaptan a un lugar determinado se mantienen allí y constituyen especies endémicas.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Atlas medio y universal de España, Aguilar, Madrid, 1959.
2. Budowsky, Gerardo, Some ecological characteristics of higher tropical mountains, *Turrialba*, v. 16, N° 2, abril-junio, pp. 159-168, Costa Rica, 1966.
3. Cabrera, Angel, La vegetación de la República Argentina, VI - La vegetación de la Puna Argentina, *Dirección General de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Serie Fitogeografía*, N° 6, Buenos Aires, 1958.

La Cordillera de Los Andes es una cordillera aún en formación por lo que presenta una incipiente formación de suelos y es fuente de actividad glacial principalmente en las partes altas y en las altas latitudes. El habitat andino es muy duro y en él sobreviven el indígena, la flora y la fauna, constituyendo una de las adaptaciones más notables del continente americano. Entre las especies cultivadas en el Altiplano por los indios para su supervivencia están *Quenopodium quinoa* "quinoa", *Pseudocereal* que se cultiva desde Colombia al noroeste argentino. Otros cultivos son habas que se han aclimatado muy bien en el altiplano, maíz que se da pequeño, papas y alfalfa. En las quebradas húmedas se cultiva trigo. Entre las hortalizas se cultivan lechugas, rabanitos, cebollas. Todas estas características indican que Los Andes pueden suministrar un potencial alimenticio en el futuro.

Entre las formaciones vegetacionales se dan las siguientes: Nivel Andino Alto, Puna, Páramos, Ceja de Montaña y Valles Secos Orientales, los que a grandes rasgos van de las mayores a las menores alturas andinas. Esto implica una separación de formaciones vegetacionales según la altitud y considerando la latitud. Debido a estas formaciones a través de Los Andes, estas presentan una flora única que las diferencia de otras ubicadas también en cordilleras elevadas. Entre las familias que se encuentran en el dominio andino están las Compuestas, Gramíneas, Leguminosas, Solanáceas. Entre las especies autóctonas del dominio andino están *Polylepis* en las partes altas y secas de gran parte de la zona andina, también encontramos *Podocarpus* en zonas húmedas junto con Cunoniáceas, Proteáceas, Monimiáceas y otras. En el Nivel Andino Alto se presentan Umbilíferas, musgos y líquenes, y especies de amplia distribución como Gramíneas.

Entre las especies forestales introducidas en el Altiplano están *Salix babilonica* que presenta un aspecto raquítico, *Populus nigra* que a pesar de no estar en sus mejores condiciones se desarrolla, *Pinus* y *Cupresus* presentan un desarrollo de mucho menor altura que en el llano, *Eleagnus* que se da en forma arbustiva.

Entre las especies exóticas introducidas en plantaciones en el dominio andino, predominan las coníferas de los géneros *Pinus* y *Cupresus*. Hasta ahora se trata de plantaciones de experimentación pero con resultados positivos. Estas plantaciones con fines comerciales y conservacionistas, por sus resultados, abren posibilidades para el mercado maderero y al bienestar de la comunidad respectivamente.

4. Diels, Ludwig, Contribución al conocimiento de la vegetación y de la flora del Ecuador, Quito, 1933.

5. Feruglio, Egidio, Los sistemas orográficos de la Argentina, *Geografía de la República Argentina*, t. 4, 542 p. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*, Buenos Aires, 1946.

6. Follmann, Gerhard, Una nueva especie chilena de ascolíquenes Cidocarpíneos del círculo de formas de *Haetomma puniceum* (swans) Mass, *Boletín de la Universidad de Chile*, N° 56, pp. 45-47, Santiago, 1965.

7. Fuenzalida, Humberto, Los afloramientos plantíferos de "El Arrayán", intermediaciones de Santiago, *Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural*, Año 9, N° 1000, nov. (pp. 1-3), Santiago, 1964.
8. Gamow, George, *Materia, tierra y cielo*, Continental, México, D. F., 1959, 674 p.
9. Gaussen, Enrique, y Pablo Barruel, *Flora y fauna de la montaña*, Juventud, Barcelona, 1957, 223 p.
10. Gertsman, Roberto, *Bolivia*, Brown, París, 1928, 149 + 22 p.
11. Horkheimer, H., *El Perú prehispánico*, Cultura Antártica, Lima, 1950.
12. Hueck, Kurt, Bosques secos de la zona tropical y subtropical de la América del Sur, *Boletín, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación*, N° 4, oct., pp. 1-49, Mérida, 1959.
13. Hueck, Kurt, Los bosques de *Polylepis sericea* en Los Andes venezolanos, *Boletín, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación*, N° 6, pp. 1-32, Mérida, 1960.
14. Lamprecht, Hans y Herman Finol, Programa de estudios sobre coníferas exóticas de Los Andes Venezolanos. Primeros resultados de los experimentos, *Boletín, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación*, N° 4, pp. 50-79, Mérida, 1959.
15. Marrero, Levi, *La tierra y sus recursos, Una nueva geografía general*, 4ª ed. Cultural, La Habana, 1958, 392 p.
16. Monge, Carlos, *Biología Andina, Fundamentos*, Informe inédito, 4 p., Lima, s/f.
17. Muñoz P., Carlos, *Sinopsis de la flora chilena, Claves para la identificación de familias y géneros*, 2ª ed., Universidad de Chile, Santiago, 1966, 500 p.
18. Podshnsky, Arthur, *Guía general ilustrada para la investigación de los monumentos prehistóricos de Tiahuanacu e Islas del Sol y de la Luna*, La Paz, 1912.
19. Schlegel, Friederich, Hallazgo de un bosque de cipreses cordilleranos en la provincia de Aconcagua, *Boletín de la Universidad de Chile*, N° 32, pp. 43-46, Santiago, 1962.
20. Schulz, J. P. y L. E. Rodríguez, Establecimiento de parcelas para estudio de rendimiento en plantaciones experimentales de *Cupressus lusitanica*, *Pinus radiata* y *Pinus pseudostrabus* en Los Andes Venezolanos, *Revista Forestal Venezolana, Universidad de Los Andes*, Año 10, N° 15, pp. 21-45, Mérida, 1967.
21. Stocker, E., *Fisiología vegetal*.
22. Veillón, Juan Pedro, *Los Podocarpus, coníferas autóctonas de Venezuela*, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, Mérida, 1962.
23. Weberbauer, Augusto, *El mundo vegetal de Los Andes peruanos*, Estación Agrícola de La Molina, Dirección de Agricultura, Ministerio de Agricultura, Editorial Lumen, Lima, 19.

ESTUDIANTES ESTADOUNIDENSES CONTRA LA CONTAMINACION

Unos 15.000 estudiantes y ciudadanos de la localidad participaron en la demostración inaugural del *teach-in* de cuatro días que, sobre problemas relativos a la conservación de la naturaleza, dio comienzo en la Universidad de Michigan el 11 de marzo. El colosal seminario comprendía hasta 145 comisiones y grupos de trabajo dedicados a cada una de las facetas del universal problema de la contaminación del ambiente. El evento —parte de una campaña estudiantil nacional— recibió el apoyo entusiasta de las autoridades universitarias y de la población de Ann Arbor, donde se halla enclavado este centro de estudios que cuenta con 38.000 alumnos.

El rector de la Universidad, Dr. Robert Fleming, actuó como presidente de la reunión. El primer orador fue el gobernador del estado de Michigan, William G. Milliken, quien calificó esta campaña de "cruzada que desconoce fronteras geográficas, políticas y de edad" y urgió a considerar seriamente la tan discutida idea de crear un cuerpo de jóvenes voluntarios que se ocupe de los múltiples problemas derivados de la contaminación y deterioro de la naturaleza.

Respondiendo a las críticas de los extremistas en el sentido

de que el énfasis en la contaminación puede distraer la atención pública de los problemas sociales inmediatos, el senador Gaylord Nelson, demócrata de Wisconsin, afirmó: "La ecología se ocupa de todas las relaciones de todos los seres vivientes con el medio ambiente y de sus relaciones entre sí. Nuestro objetivo es un ambiente de decencia, de igualdad y respeto para todas las criaturas, sin barrios de miseria, discriminación, pobreza, hambre ni guerra".

Esta concentración en la Universidad de Michigan ha sido la más concurrida de todas las acciones convocadas hasta ahora en preparación del magno *teach-in* nacional que se celebrará en las universidades y *colleges* de todo el país el 22 de abril, "Día de la Tierra". Si bien las soluciones a los problemas ecológicos corresponden a los expertos cualificados, los estudiantes de Estados Unidos han tomado esta campaña como empeño merecedor de su enérgica dedicación. En gran medida, el vasto tema de la ecología sirve para dar coherencia y orientación a la común preocupación de los estudiantes por la paz, la justicia social y la educación integral.