

U58p  
7800  
c.1



UNIVERSIDAD DE LA SERENA



**Programa de Capacitación Ambiental  
y Factibilidad de Reforestación  
en la Compañía Minera El Indio  
(Convenio ULS - CMEI)**

**Curso : Empresa, Medio Ambiente  
y Desarrollo Sustentable**

**- La Serena, 1992 -**



## OBJETIVOS DEL CURSO

- Conocer la conceptualidad ambiental básica.
- Facilitar la Comunicación, percepción y discusión de la atingencia ambiental en la actividad de la empresa.
- Facilitar la identificación de "Conflictos Ambientales" en la gestión de la empresa.
- Facilitar la identificación de gestiones que requieren la consideración ambiental y aquellas que no lo requieren.
- Promover actitudes laborales respecto del medio ambiente andino.

Coordinador:  
PROF. JORGE CEPEDA P. M.S., Ph. D.  
ECOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
UNIVERSIDAD DE LA SERENA  
CASILLA 599 - LA SERENA  
TEL. 226080/231 - 228

## DOCUMENTOS DE APOYO

EL SHOCK DE LOS 90 ..... María Teresa Aguirre & Bernardita del Solar	1	
EL HOMBRE EN EL CONTEXTO DE LA TEORIA ECOLOGICA ..... Jorge Cepeda P.	9	✓ A
PRINCIPIOS PARA UNA POLITICA AMBIENTAL ..... CONICYT	27	✓ B
EL MEDIO AMBIENTE ANDINO ..... Jorge Cepeda P.	33	✓ C
IV REGION. EL SISTEMA FISICO AMBIENTAL COMO BASE DE RECURSOS NATURALES: LA ALTA MONTAÑA ..... Instituto Geográfico Militar. Tomo IV Región "de Coquimbo"	37	✓ D
IMPLICANCIAS DE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN LOS ECOSISTEMAS ANDINOS ..... Jorge Cepeda P.	45	✓ E
<b>Anexos:</b>		
PERFIL ECOLOGICO DE LA IV REGION ..... Jorge Cepeda P. & Carlos Campusano L.	57	✓ F
FLORA DE EL INDIO ..... Gina Arancio J. & Francisco Squeo.	97	
VERTEBRADOS PRESENTES EN EL AREA DE LA CORDILLERA DE DOÑA ANA Y SECTORES ALEDAÑOS ..... Luis Contreras & Arturo Cortés M.	103	
LISTA PRELIMINAR DE INSECTOS PRESENTES EN EL AREA DE LA CORDILLERA DE DOÑA ANA ..... Hernán Vásquez, Francisco Squeo & Jorge Cepeda P.	107	
HETEROGENEIDAD ESPACIAL DE LA VEGETACION DE ALTA MONTAÑA EN LA ZONA ANDINO-DESÉRTICA DE CHILE. 30° S ..... Francisco Squeo, Heinz Veit, Gina Arancio, Mary T.K. Arroyo & Nancy Olivares.	113	✓ G
HETEROGENEIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA FAUNA EDAFICA EN LA CORDILLERA DE LOS ANDES DEL NORTE-CENTRO DE CHILE ..... Jorge Cepeda P., Patricia Aguayo, Lilian Alfaro & Ximena Martínez.	117	✓ H
GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES OPERACIONALES CONICYT .....	121	

## EL SHOCK DE LOS 90

María Teresa Aguirre  
Bernardita del Solar  
Revista Que Pasa  
12.8.91

---

La tendencia mundial de proteger el medio ambiente obliga a las empresas chilenas a iniciar un acelerado ajuste para no perder mercados y aprovechar las inmensas oportunidades que se abren.

---

Aunque a algunos les parezca exageración, frente al nuevo fenómeno, el fin del comunismo no pasa de un corto capítulo histórico. La llamada onda verde representa el fin de un concepto milenario de progreso y promete barrer una serie de procesos industriales y de productos, sepultando muchos negocios y abriendo una infinidad de nuevas oportunidades.

La más reciente demostración en Chile ocurrió el 29 de julio, con la puesta en marcha en Concepción de la planta de Petrox. Capaz de producir 270 mil litros cúbicos anuales de gasolina sin plomo, esta inversión de US\$ 4.5 millones responde a la emergente presión de los chilenos frente al drama de la contaminación. Aunque en un principio la mayor parte de la producción se destinará a Santiago, dentro de cinco años la empresa estará en condiciones de abastecer toda la demanda nacional. La favorable respuesta de los consumidores chilenos a los nuevos productos de limpieza "opción verde", de la empresa inglesa Reckitt & Colman, es otra demostración de la sensibilidad de la opinión pública a los temas ecológicos.

Por obligación o por convicción, la onda verde, que llegó a Chile de la mano de las multinacionales, se ha expandido a las empresas chilenas. Ya no pueden hacer vista gorda de las presiones internacionales, provenientes tanto de parte de gobiernos, organismos multilaterales y consumidores, para que cuiden el medio ambiente en sus procesos productivos y en los artículos que lanzan al mercado. Tampoco pueden dejar de competir en el mercado interno con los productos "verdes" que empiezan a ganar un lugar destacado en los escaparates. En Alemania, el país líder en conciencia ambiental, los productos autorizados a llevar en su nombre el prefijo "Bio" o "Eco" se venden mejor que los de su competencia.

"Esto ha dejado de ser una moda. Hay un cambio de hábitos en la población mundial. La gente está exigiendo productos más sanos y que se asemejen más a lo natural", afirma el gerente de Agroindustria de Fundación Chile,

Patricio Galeb. Esto significa menos pesticidas, menos carga bacteriana, menos insumos artificiales en los cultivos y en las líneas de proceso. Su conclusión es tajante: "El empresario que no se suba a esta micro no tiene mucha vida por delante".

Ya hay ejemplos de la magnitud del desafío que la corriente ecologista implica para las empresas chilenas. La muestra más clara es lo que se llama dumping verde. Distintos grupos de presión de países desarrollados arguyen que han perdido competitividad porque están obligados a cumplir estrictas normas ambientales, impuestas por sus respectivos gobiernos, que los productores del Tercer Mundo no están obligados a cumplir. Un ejemplo es el intento de los productores de cobre norteamericanos para que el Congreso pusiera trabas a la adquisición de cobre chileno, alegando que los costos de producción de CODELCO son menores debido a que durante largo tiempo no invirtió en reducir el impacto ambiental de sus procesos.

En los países europeos cada vez se extreman más las exigencias relativas al uso de fertilizantes, desinfectantes y otros productos químicos para permitir el ingreso de exportaciones agrícolas y forestales. Pero la preocupación no se refiere a los productos mismos sino también a los embalajes.

A partir de diciembre, entrarán en vigencia en Alemania las regulaciones relativas a envases, a su tamaño y al tipo de productos que se usan en ellos, exigiendo que todos sean reciclables. Además, que las maderas o cartones que se usan para mandar la fruta no tengan ningún componente artificial, como pinturas, resinas, aceites, ceras y colorantes. Patricio Galeb explica que no se dice que no puedan ingresar productos en envases no reciclables. "El problema está en que el costo de reciclaje de los envases chilenos es más alto y no está en absoluto claro quién lo pagará. Además tenemos que certificar que las resinas que se usan son naturales", indica. Pero sucede que de aquí a diciembre, los exportadores frutícolas no alcanzan a adecuarse y están tratando de conseguir que se atrase la entrada en vigencia de esas disposiciones en Alemania.

La preocupación no sólo se refiere al medio ambiente natural sino también a la calidad de vida de las personas. Otra disposición germana establece que los trabajadores no pueden cargar cajas de más de 15 kilos. Cualquiera cifra adicional debe ser pagada como trabajo pesado. Las cajas de manzanas y peras chilenas pesan 19 kilos.

En el ámbito forestal, Alemania y otros países europeos prohíben el ingreso de maderas impregnadas con elementos clorados, que impiden que ésta se manche, usados por empresas forestales chilenas. También se dan ejemplos curiosos. Según el director de CONAF, Juan Franco, se han presentado

algunos problemas con la exportación de madera de color, ya que los europeos temen que sea de origen tropical, y son reticentes a comprarla. "Es importante que en Chile se cree un sello ambiental, reconocido internacionalmente, que sirva de certificado del origen, proceso y calidad de los productos nacionales", dice Franco. Las normas incluso afectan la exportación de juguetes de madera, ya que se exige que las pinturas utilizadas no contengan plomo, cromo ni otras sustancias peligrosas.

Estas y muchas otras exigencias, están obligando a los empresarios chilenos a reaccionar rápidamente y a gastar muchas veces lo que no tenían presupuestado. Los ejemplos de inversión ecológica se multiplican en todos los sectores. Los más conocidos son los de las multinacionales como la minera LA ESCONDIDA, CAPE HORN METHANOL, EXXON, SHELL, y muchas otras que han invertido millones de dólares en evitar el impacto ambiental de sus actividades. Pero a nivel nacional, las inversiones también se están haciendo presentes. CODELCO, por ejemplo, invertirá US\$ 200 millones en los próximos tres años para disminuir su emisión de contaminantes.

Las empresas forestales han destinado US\$ 90 millones al control ambiental de los procesos de producción de pulpa y de papel. CELULOSA ARAUCO y CONSTITUCIÓN, una de las empresas COPEC, ha invertido US\$ 6.6 millones en preservación ambiental, instalando un moderno sistema de tratamiento de gases malolientes que invadían toda la ciudad de Constitución. FORESTAL SANTA FE dedicó el 6% del capital invertido -US\$ 480 millones- en reducir el impacto ambiental y recientemente creó una gerencia de desarrollo ambiental. Una decisión que están tomando muchas empresas.

En el campo industrial, la COMISIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE LA SOFOFA está realizando una encuesta que incluye a 400 empresas, para dimensionar la inversión realizada por el sector en materia ecológica. Hasta ahora han obtenido la respuesta de 25, y los resultados son alentadores: entre 1986 y 1991 habían gastado US\$ 59 millones. Aníbal Mege, presidente de la Comisión, asegura que "la empresa está tomando muy en serio el problema ambiental. Además, todos los nuevos proyectos de inversión incorporan esta variable". Una decisión correcta y de la que se puede sacar provecho. Organismos financieros internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BM) están exigiendo que los proyectos incorporen la evaluación del impacto ambiental para otorgar nuevos créditos. Y esto no sólo para las inversiones privadas sino también a los públicos.

Esta corriente también se expresa en otras creativas soluciones. Distintos países de América Latina han reducido sus compromisos externos en cerca de US\$ 90 millones utilizando el "canje de deuda por naturaleza". Estos

programas son administrados por grupos ecologistas que reciben recursos para aplicar planes de protección ambiental en los países beneficiados. Incluso, una empresa privada como el Bank of America donó US\$ 6 millones de créditos otorgados a través de países de la región a tres organizaciones ecologistas para conservar las reservas naturales. También el gobierno de Estados Unidos ha manifestado su interés en reducir parte de los US\$ 12000 millones que le adeudan los países latinoamericanos para que sean usados en programas ambientales. Una de las alternativas es proporcionar una moratoria de 5 a 10 años sobre los pagos de la deuda.

Aparte de estas posibles oportunidades, los países desarrollados ya comprobaron que la inversión en medio ambiente no es sólo cuestión de beneficio social. Son numerosos los casos en que tras un importante gasto en reducir contaminantes, se logró mayor eficiencia y calidad en los procesos y productos.

En la década de los 50, un pueblo japonés se encontraba seriamente afectado por la contaminación de mercurio producido por las empresas pesqueras. Luego de 10 años de discusiones se incorporó nueva tecnología que además de evitar la intoxicación de trabajadores, permitió disminuir los costos operacionales en un 40%. Recientemente, un grupo de pesqueras de la zona de Iquique gastó US\$ 30 millones para aumentar la calidad del proceso productivo. Como resultado mejoró considerablemente la calidad de la harina de pescado, y, por ende, los retornos son más elevados. La formación de la Comisión de Medio Ambiente de la Sofofa grafica la mayor conciencia que han ido adquiriendo los empresarios. Con 5 años de vida y 20 integrantes, su principal preocupación es asesorar tanto a las autoridades como a sus propios asociados, en problemas ambientales. Incluso cuentan con un convenio con una fundación alemana para capacitar expertos chilenos en el tema. Su trabajo ha sido tan arduo que hace un par de mese debieron formar un departamento del ambiente, con personal contratado full time, para dedicarse de lleno al tema.

Los empresarios chilenos se están organizando para participar en la Conferencia Mundial del Medio Ambiente que se desarrollará en Río de Janeiro en 1992. Roberto de Andraca, presidente de CAP, representa en Chile el "Business Council for Sustainable Development", que forman 47 empresarios y ejecutivos de compañías internacionales. El grupo es presidido por el suizo Stephan Schmidhieny, accionista de CAP. Para Andraca, Chile todavía está en una etapa en que se puede corregir el impacto ambiental sin retrasar la velocidad del desarrollo económico. "Hay que minimizar aquellas actividades que producen un impacto negativo en el medio ambiente y aumentar las actividades que produzcan efectos positivos", señaló.

La corriente ecológica abre oportunidades para nuevos negocios. Uno de ellos son las consultoras ambientales, de reciente data en Chile. Karsten Berg, director de Geo Ambiente Consultores, cuenta que hoy existe una veintena de empresas de éste tipo que comenzaron a aparecer hace poco más de un año. La meta es que al igual que los auditores, los consultores ambientales se conviertan en una instancia independiente y reconocida de evaluación e impacto ambiental en proyectos y procesos productivos.

Empresas de investigación o capaces de importar tecnología, también tienen en el país un gran campo de acción. Un estudio realizado en 1989 por el profesor jefe del Departamento de Ecología de la UC, Ernst Hayek, junto con Patricio Gross, director del departamento de Estudios Urbanos de la UC, y Guillermo Espinoza, coordinador técnico de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, determinó que en Chile existen 852 problemas ambientales. Siguiendo los cánones internacionales del concepto de medio ambiente, el estudio no sólo abarcó la contaminación de agua, aire y tierra, sino también todo lo relativo a la calidad de vida de las personas y la supervivencia de las especies. "El 25% de los problemas detectados tiene que ver con la contaminación", señala Hayek.

Por lo mismo, las empresas que se dediquen a la limpieza del medio ambiente, como las plantas de tratamiento de aguas servidas o tecnologías para tratar los residuos industriales, tienen excelentes perspectivas. Chile es el país latinoamericano que usa más aguas servidas. Recientes mediciones indican que 62 mil hectáreas agrícolas son regadas con aguas servidas sin tratamiento. Situación insostenible para un país donde las exportaciones agrícolas son relevantes. Eso, sin considerar el ahorro que produciría el aprovechamiento de las aguas. La falta de conciencia de la escasez de agua a nivel planetario lleva a que cada familia chilena consuma en promedio mil litros diarios, contra 130 de una familia española. El tratamiento de aguas servidas puede ser rentable. En países industrializados, de las aguas servidas se extrae amoníaco que es usado como combustible de caldera. Y los materiales sólidos, convertidos en cenizas se usan como relleno.

Otro de los campos que ofrece un amplio espectro de posibilidades es el del reciclaje, surgido de la necesidad de disminuir la cantidad de desechos industriales y basuras no biodegradables, que están acumulándose por toneladas en el planeta. Los países desarrollados, en una actitud poco consecuente con su conciencia ecologista, intentaron depositar sus desechos en África y América Latina, ofreciendo a cambio atractivas sumas de dinero. África se protegió gracias a un convenio que prohibió tales transacciones. Sin embargo, durante la década de los 80, hubo 70 intentos por desembarcar desechos industriales en América Latina. Se rechazaron 34, entre ellos la internación que la firma Pacific Chemical

Engineering pretendió hacer en el Desierto de Atacama. Otros seis fueron aceptados, pero cinco se suspendieron. El problema es que nunca se supo el paradero de los 35 desembarcos restantes.

La basura común es otro de los problemas asociados al desarrollo. En Estados Unidos, por ejemplo, cada persona produce 2.5 kilos de basura al día, mientras que un chileno produce apenas medio kilo. Pero igual se acumulan siete mil toneladas de basura al año. Y aunque el 80% es reutilizable, el porcentaje de reciclado en Chile es muy bajo en comparación con Japón, por ejemplo, que recicla el 60% de sus desechos.

En Alemania el problema llegó a tales magnitudes, que hoy los basureros de las calles están diferenciados por productos (vidrio blanco y de color, papel, metales, desechos orgánicos y plásticos) de modo de facilitar su clasificación para ser reutilizados. El 43% de los inventos patentados en el campo de la protección ambiental provienen justamente de Alemania. Uno de los principales problemas a los que se está buscando una salida es a la reutilización del plástico, que a futuro será sin duda el material más abundante sobre la superficie de la tierra. Karsten Berg explica que todo el proceso de reciclaje es complejo ya que existen muchas variedades de este material, que no son fáciles de diferenciar. Al reciclarlos todos juntos, se obtiene un subproducto malo. Pero los alemanes supieron aprovecharlo. Los desechos plásticos se usan para fabricar los parachoques en la BMW y la Volkswagen. Además, estas industrias automotoras dieron en el clavo mediante una suerte de sello de identificación puesto en todos los elementos de plástico de los autos. El sello permite reagrupar las partes según el tipo de plástico, y reciclarlo con excelentes resultados. Gran porcentaje de un Mercedes Benz hoy es reciclable. IBM y Apple también se incorporaron a esta idea. Los modelos más recientes de sus computadores, traen identificado el tipo de plástico que se utilizó en los chasis.

Mientras no se encuentre una solución más eficiente, los empresarios chilenos tendrán que estar alertas. La moda será exigir envases de material reciclable, lo más austeros para producir menores cantidades de basura. Karsten también sugiere que las empresas embotelladoras vuelvan a la costumbre de exigir el retorno de los envases. La reutilización de las botellas disminuye la contaminación atmosférica en un 20 % y un 50% de polución de las aguas.

Reciclar papel tiene también un doble beneficio. Producirlo reduce en un 60% el gasto energético, pero, además, permite disminuir considerablemente las montañas de basura. En Chile, la CMPC caba de ampliar en forma importante su capacidad de reciclar papeles y cartones, algo muy necesario cuando todas las empresas con preocupación ecológica están

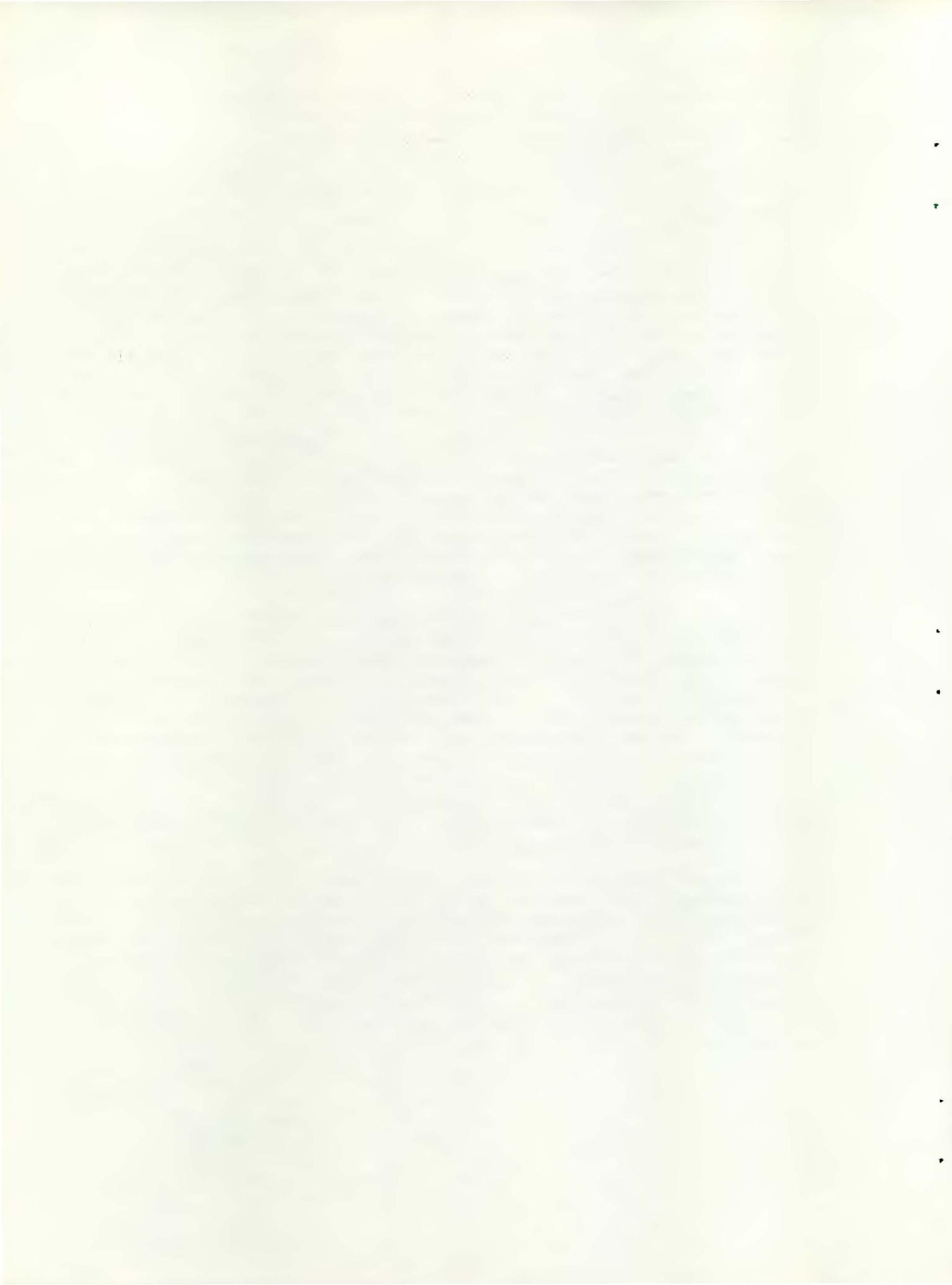
imprimiendo las tarjetas de presentación y la papelería en este material. Roberto D'Aprile, gerente general de Reckitt & Colman, cuenta que para hacer la promoción de productos, tuvieron que importar papel reciclado de Estados Unidos con un alto costo. "Pero ahora ya existe en Chile un material similar, lo que demuestra una rápida reacción a estas tendencias".

Los productores de pañales desechables tendrán que usar toda su creatividad para lograr que este producto que demora 500 años en degradarse, no continúe ensuciando el planeta. Aunque es poco probable que se dejen de usar rápidamente, en Europa ya se estudian fórmulas alternativas para su confección. Otra de las tendencias en la industria papelera es evitar el tratamiento con cloruro (blanqueador) que contamina las aguas, cuestión que deberán tomar en cuenta los productores chilenos.

El acercamiento a la naturaleza también llegó a los alimentos. "Punto verde", símbolo de Fundación Chile para sus productos agrícolas no contaminados, ha traído buenos dividendos. Su popularidad está muy ligada al problema del cólera, pero hoy ha trascendido. "La gente busca un producto que le dé seguridad desde el punto de vista sanitario, y es ya un cambio irreversible", asegura Galeb.

El proyecto Granjanova comenzó hace cuatro años, como una fórmula para entregar productos sanos y elaborados con tecnología de punta. Los resultados no sólo son mejores en ventas. Una hectárea promedio plantada con lechugas, por ejemplo, rinde un máximo de 20 mil unidades. Fundación Chile, en cambio, obtiene una de hasta 60 mil unidades. Y la empresa volverá a arremeter. Para septiembre se anuncia el lanzamiento de mariscos bivalvos, como almejas, ostras y choritos, criados en granjas especiales, con un tratamiento que elimina cualquier contaminante o impureza. El producto está pensado para consumo interno y también para ser exportado a Estados Unidos.

Para el salitre, al igual que todos los productos naturales, se augura un retorno victorioso, porque los europeos están desechando los fertilizantes sintéticos. Es parte de la nueva conciencia de administrar la tierra en forma eficiente y no abusar de ella. Porque, como lo demuestra la presencia de más de 170 países en la Eco '92, la ecología hace ya mucho tiempo dejó de ser una moda para transformarse en la variable clave que orientará los negocios durante la década de los noventa.



## EL HOMBRE EN EL CONTEXTO DE LA TEORIA ECOLOGICA

Prof. Jorge Cepeda P. M.S., Ph. D.  
 Ecología  
 Departamento de Biología  
 Universidad de la Serena

### Introducción

En estos últimos años la Ecología ha sido una de las pocas ciencias que ha despertado una atención preferencial del ciudadano común informado. Los medios de comunicación masiva constantemente hacen referencia a problemas del medio ambiente; conservación de los recursos naturales, contaminación y deterioro de la calidad de vida; explosión demográfica, desequilibrio ecológico y tantos otros de índole similar.

El tema no sólo interesa a científicos, sino también a políticos y empresarios en quienes las ideas de protección al medio ambiente están tomando cada vez mayor importancia.

En la misma línea de la preocupación ambiental, la incorporación de términos nuevos al léxico común: ecologista, ecologismo, ecocidio, ecodesarrollo y tantos otros con el prefijo "eco" (que significa "casa") pone de manifiesto el interés creciente de las diferentes corrientes de opinión. Expresiones tales como "enfoque ecológico", "ética ecológica", "conciencia ecológica", "educación ecológica", "ecología cristiana integral" sirven para caracterizar posiciones ideológicas y/o conductas del hombre aproximándose al siglo XXI. Sin embargo, existe una muy útil distinción entre problemas ecológicos y problemas de la ecología.

Los primeros son fundamentalmente de tipo social y económico. Los segundos, de índole estrictamente científico-técnico. A los científicos y técnicos les corresponde decir si hay riesgo para el medio ambiente y establecer que es lo que amenaza a éste. A la administración y a los políticos les compete decidir que hay que hacer en bien del interés público respecto a los peligros señalados.

En lo referente a la protección ambiental, se ha producido en los últimos quinquenios una activación de la conciencia pública en muchos países particularmente europeos. Hay indicios que muestran una tendencia de cambio respecto a los valores sociales, cambio que va desde la explotación de la naturaleza y sus recursos a una especie de simbiosis (= "vida en común") con ella. Países en vías de desarrollo pueden acoger -en estas materias- la experiencia de los países industrializados; pero la presión social de lograr un desarrollo en el menor plazo posible -teniendo como modelo muchas veces aquél de los países industrializados- plantea serias dificultades. En otras palabras, se requiere de teorías económico-sociales alternativas a las actualmente en boga. No es materia de este documento entrar en detalles de estas vías ni referirse al contexto ético, social y político de la relación ambiente-desarrollo; sino mostrarles a Uds. la forma en que los principios ecológicos -aquéllos provenientes de los problemas de la ecología- han servido para comprender, aunque parcialmente, la relación del hombre moderno con su entorno. Digo parcialmente porque -aunque gobernado

por las mismas leyes biológicas que se aplican al resto de los seres vivos- la naturaleza del hombre es mucho más compleja que la de éstos. Los mismos problemas ambientales se han encargado de reforzar lo anterior. La cuestión básica que preocupa es ¿podrá el hombre anticiparse a las imposiciones ambientales? o bien -como ocurre con el resto de los seres vivos ¿se adaptará solamente en respuesta a las imposiciones después éstas hayan empezado a perjudicarlo? Una característica que diferencia al hombre de los otros seres vivos es su capacidad lógica de anticipación a los hechos. ¿Estará ésta lo suficientemente desarrollada como para torcer el sentido cultural que está tomando la evolución humana?

Para entregarles mi visión del tema que nos preocupa, he organizado esta reflexión en tres puntos:

1. Los problemas ambientales vistos a través de un modelo de estructura y dinámica de la naturaleza.
2. Los paradigmas de la ecología.
3. Hacia una mejor percepción de los problemas ambientales.

## I. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES VISTO A TRAVÉS DE UN MODELO DE ESTRUCTURA Y DINAMICA DE LA NATURALEZA.

La idea que- en la Tierra- la materia se encuentra organizada en niveles jerárquicos de tamaño y complejidad creciente se ha ido paulatinamente incorporando en las ciencias naturales, gracias al proceso de integración conceptual de diferentes disciplinas, particularmente de la química, la física y la biología. La geología y las ciencias del espacio han también tenido su rol importante, especialmente estas últimas debido al interés por el espacio extraterrestre. En el plano estructural, las propiedades básicas de estos niveles de organización son: (1) inclusividad, (2) tamaño y complejidad crecientes y (3) precedencia (concatenación). En el plano funcional, las propiedades básicas son: (1) tendencia a la inestabilidad, (2) costo energético, (3) orden y (4) tiempo de evolución.

En el contexto de este análisis creo importante destacar que -dentro de este ordenamiento jerárquico- existen los llamados niveles infraecológicos, ecológicos y supraecológicos. Obviamente que los niveles de donde surgen las preguntas de interés para la ecología son los niveles ecológicos: población, comunidad y ecosistema. No obstante -en la interpretación de muchos fenómenos ecológicos- la Ecología se apoya en el conocimiento aportado por las

disciplinas que estudian los niveles inferiores de organización. Aquí es donde radica la capacidad integradora de esta ciencia, en su interpretación holística del mundo natural y subsecuentemente, en la proyección interpretativa de la relación hombre-entorno. Pero la ecología no siempre es la ciencia más adecuada para encarar esto último. Así como la etología no es la ciencia más conveniente para abordar la comprensión de la dimensión psicológica del hombre.

Dos ejemplos clarificarán estas ideas. La producción agrícola en muchos países desarrollados exige tanto de una elevada producción como de una alta calidad de los productos que llegan al consumidor. En los últimos años se ha incorporado el concepto de "Calidad Total", el que internaliza el impacto ambiental de los procesos involucrados en la elaboración de un producto. El reciente caso de la uva chilena envenenada es un ejemplo de la susceptibilidad del mercado en estas materias. Calidad y cantidad han llevado a desarrollar agroecosistemas muy eficientes. En otras palabras, sistemas artificiales altamente complejos. Esta eficiencia no se ha conseguido gratuitamente, ya que las leyes termodinámicas imponen sus condiciones. Estos sistemas requieren de un suministro constante y continuo de energía -la cual llega bajo diferentes formas: variedades vegetales con las propiedades adecuadas, pesticidas, fertilizantes, reguladores de crecimiento, sistemas eficientes de refrigeración, transporte y almacenamiento de los productos. Todo lo

anterior fuertemente apoyado por una investigación científico-técnica de frontera.

Un segundo ejemplo nos permitirá ver el problema desde otro ángulo. Muchas capitales del mundo -en los albores del siglo XXI- están pasando desde una condición de gran ciudad a una de metrópolis o eventualmente de megápolis. Los requerimientos energéticos que estas ciudades en transición demandan para su adecuada organización y funcionamiento son enormes. Requerimientos que a veces los países, particularmente aquéllos en vías-de- desarrollo no son capaces de solventar apropiadamente creándose en ellas problemas sociales, éticos y políticos. Creo que la tendencia al centralismo observada en muchos de estos países no es más que el camino que tienden a seguir muchos sistemas artificiales cuando -a pesar de hacerse altamente ineficientes- es energéticamente más costosos descentralizarlos que centralizarlos aún más.

El nivel supraecológico de mayor complejidad encontrado en la Tierra es el **ecosférico**, es decir, la Tierra misma. Este concepto es de data reciente (1958) y no está plenamente incorporado en las ciencias naturales. Lo valioso de él es que integra holística y sinérgicamente las tradicionales dimensiones terrestres de la atmósfera, litósfera e hidrósfera con las dimensiones biológicas de la biósfera y la saprósfera. Esta integración ha sido el producto de la ejecución de diversos programas globales de

investigación científica (p.e., IBP) puestos en marcha a partir de la década de los 50-60's.

Los conceptos de biósfera y saporósfera son relativamente nuevos.

Saporósfera es el término que usan los ecólogos ecosistemáticos para referirse a la materia orgánica total inerte, depositada en algún compartimiento de la ecósfera. La mayoría de los estudios indica que la cantidad de materia orgánica inerte es bastante mayor que la materia orgánica viva, aquélla acumulada en los tejidos de los seres vivos (biomasa). El hombre actual es bastante dependiente de la saporósfera ya que constituye una reserva de combustible fósil (p.e., petróleo, carbón). Complementariamente, la desintegración industrial de la saporósfera está cambiando las proporciones relativas de los principales gases atmosféricos, con posibles cambios en el balance energético de la Tierra en el siglo XXI.

El término biósfera designa al conjunto total de seres vivos sobre la Tierra. Este término fue acuñado originalmente por J. B. Lamarck (s. XIX), pero retomado a mediados de este siglo por V.I. Vernadsky, un geólogo ruso.

Nosotros, por problemas de percepción, asociamos el término biósfera con los macroorganismos (p.e., metazoos y metafitas), pero es conveniente recordar que la biósfera está formada por una serie de diferentes tipos de organismos: las moneras

(p.e., bacterias), los protistas (p.e., algas y protozoos), los hongos (p.e., levaduras), las metafitas (p.e., plantas vasculares) y los metazoos (animales). Cada uno de ellos dando origen a su propio Reino de los seres vivos. Las tres primeras categorías suelen ser las más importantes en los sistemas naturales. La importancia biosférica actual de ellos radica en su participación en los procesos de reciclaje de la materia (p.e., bacterias y hongos), capacidad que el hombre está industrialmente aprovechando a través de la biotecnología; fotosíntesis (plantas vasculares), y regulación de los procesos naturales (animales), rol en el cual el hombre actualmente realiza un primerísimo papel.

La idea de la Tierra como un sistema auto-regulable ha permitido entender, a nivel planetario, el efecto de las actividades humanas sobre la composición elemental de la atmósfera y los cambios climáticos previstos en un futuro cercano y sus posibles efectos colaterales sobre los otros componentes de la ecósfera. A nivel interplanetario, ha permitido tener otra apreciación de la evolución del sistema solar y de sus planetas.

## II. LOS PARADIGMAS DE LA ECOLOGÍA

### El problema de la definición

La ecología tiene sus orígenes en la historia natural. Es -en este sentido- bastante antigua. La concepción positivista de las ciencias naturales influyeron fuertemente para que la Ecología se apartara de la historia natural y adquiriera su propio vuelo. Es -en este sentido- una ciencia muy reciente. Dada la complejidad de los niveles de organización de su competencia, la ecología se ha desarrollado después que lo han hecho las ciencias naturales experimentales (p.e, ciencias fisiológicas, química, genética).

El desarrollo de la genética y de las teorías de la evolución, así como la aplicación del análisis estadístico, cibernética e informática, han favorecido enormemente su expansión.

Debido a la misma complejidad de su objeto de estudio, los ecólogos tienen dificultades para aplicar el método experimental tradicional (p.e., propio de trabajo de laboratorio), donde existe un mayor control de las variables en juego y de las unidades experimentales. Frecuentemente los ecólogos corren el riesgo de caer en la pseudoreplicación y el falseamiento de hipótesis no siempre resulta fácil. Por tal razón, muchas veces se recurre a la simulación con computadoras. Pero esto

requiere de un conocimiento adecuado del sistema bajo simulación; de otro modo, el valor interpretativo y predictivo de ésta decae rápidamente.

A pesar de lo anterior, el conocimiento logrado en los últimos 50 años ha sido explosivo, lo que queda demostrado -entre otros hechos- porque el número de revistas científicas y técnicas abocadas al tema se ha triplicado en los últimos 15 años, particularmente en el ámbito de la relación hombre-entorno.

Como ciencia natural, cuantitativa y experimental, la ecología ha sido definida de diversas maneras. Así -para algunos ecólogos- es la ciencia que estudia la economía de la naturaleza. Para otros, la ciencia que estudia la biología de los ecosistemas o la ciencia que estudia la estructura y función de la naturaleza. En una definición más actual se le entiende como el estudio de las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos.

En el contexto antropocéntrico de esta reflexión, la entenderemos como el estudio de las interrelaciones entre un organismo y su entorno. Esta última es más útil para comprender la crisis ambiental actual, aunque como veremos más adelante, no siempre esta concepción resulta la más adecuada.

## El ambiente de los organismos

Crucial para una adecuada comprensión de los fines y propósitos de la Ecología es una conveniente definición de ambiente. Existen diversos términos con uso equivalente: medio, ambiente, medioambiente, entorno. El uso de estos sinónimos le quita valor operacional y confunde muchas veces al público general, impidiendo una adecuada percepción de lo que el ambiente efectivamente es.

En el marco de la última definición de ecología dada en los párrafos anteriores, el ambiente de un organismo es el conjunto de condiciones externas que lo rodean e influyen en su vida. Es de suma importancia apreciar que estas condiciones cambian continuamente. De manera que los organismos permanentemente están enfrentados a procesos de adecuación y readecuación. De esta forma y a largo plazo, se logra un ajuste armonioso entre las capacidades del organismo y las condiciones del ambiente, asegurándose el organismo como especie su permanencia en el tiempo y el espacio. En este sentido los individuos de una generación particular están condicionados, por decirlo así, por el ambiente de las generaciones anteriores. En otras palabras, ambientes pasados actúan como filtros a través de los cuales diferentes combinaciones de caracteres pasan y se manifiestan en las generaciones futuras. Estas parecen en armonía con su ambiente actual sólo porque éste tiende, en

promedio, a ser similar a ambientes pasados. Esto es -en esencia- la teoría de la selección natural, la cual aparentemente opera de la misma forma para todas las especies sobre la Tierra. El hombre ha comprendido el mecanismo de la selección natural y además, posee el poder de predecir probabilísticamente el curso de los acontecimientos. Esto lo hace diferente del resto de los seres y es lo que -entre otras cosas- le da su carácter de humano. Con el desarrollo espectacular de la medicina, el hombre está impidiendo la acción filtradora asumida por el ambiente durante el curso de la evolución de la ecósfera. Esto es parte de la crisis ambiental actual.

El ambiente del hombre es, sin embargo, extraordinariamente más complicado que el del resto de los seres vivos. Adicionalmente, a medida que el hombre ha ido evolucionando, este ambiente se ha ido complejizando cada vez más y a un ritmo cada vez más vertiginoso. El mundo en los últimos 100 años ha cambiado mucho más que en todos los años de su historia anterior.

Por un lado, el hombre vive en un ambiente natural (en adelante, dimensión natural) que, en lo esencial, no es muy diferente del resto de las especies, pero que puede ser manipulado por éste para una mejor eficiencia de sus funciones orgánicas. Esto ha permitido al hombre -a diferencias de muchas de las otras especies- paliar el efecto que puedan tener las variables abióticas en su distribución geográfica, excepto claro está en ambientes muy extremos, cuya colonización

es solo materia de tecnología. En otras palabras, dado que el hombre puede trasladar su ambiente junto a él (p.e, "inyectarlo" en las cápsulas espaciales), los factores climáticos carecen de valor interpretativo para entender la distribución actual del género humano, ya que éste se encuentra en todas partes.

Por otro lado, la misma evolución biológica del hombre -desde su surgimiento en la faz de la Tierra- ha permitido una evolución distinta, la llamada evolución cultural, lenta en sus inicios y ligada a lo biológico, pero extraordinariamente veloz en los tiempos modernos. De esta manera, el hombre ha construido, sobre la base de su mundo natural, tanto interno como externo, un ambiente sociocultural muy complejo. Este será llamado en adelante la dimensión sociocultural. Es claro que la evolución biológica ha sido la misma para todos los hombres. Pero, respecto a la dimensión cultural, ¿Está llevando la evolución sociocultural a todas las sociedades humanas a un mismo punto? La brecha del adelanto científico-tecnológico existente entre muchos países, particularmente entre desarrollados y en-vías de- desarrollo, ¿es o no expresión de puntos terminales distintos?

El ambiente del hombre es, en consecuencia, el conjunto de condiciones -tanto naturales como socioculturales- que rodean e influyen en la vida de él. De este modo, el ambiente del hombre es esencialmente bidimensional. Por esta razón, la ecología -como ciencia natural- ha sido

incapaz de interpretar adecuadamente la naturaleza multifacética de los problemas ambientales del hombre. El gran número de variables implicadas requieren de un enfoque que "superseda" a las ciencias ecológicas y que se nutra tanto de ellas como de las ciencias humanas, dentro de un marco teórico que le de coherencia y sustentabilidad. En la actualidad, una contribución armónica de las ciencias ecológicas y de las ciencias humanas a la comprensión de la crisis ambiental no existe, y reducir la crisis ambiental a un plano meramente ecológico es asumir una naturaleza no humana del hombre.

### El equilibrio ecológico

Implícito en la problemática ambiental se encuentra el paradigma del equilibrio ecológico. La mayor parte del tiempo el equilibrio ecológico es entendido de una manera superficial y dogmática, producto de una concepción inexacta de como operan en la naturaleza los mecanismos reguladores. Sin embargo, tal concepción está profundamente entronizada en el movimiento ecologista actual, particularmente en el ecologismo radical.

Así como un organismo posee mecanismos de auto-control, los niveles ecológicos también los poseen. Pero -a diferencia de lo que ocurre con un organismo- la escala temporal involucrada en estos

últimos es mucho mayor que la de éste y los mecanismos de regulación mucho más imprecisos y obviamente más lentos. Los grandes sistemas naturales poseen resistencia a los cambios y capacidad de amplias fluctuaciones (elasticidad). En otras palabras, existe un gran dinamismo, pero este dinamismo es organizativo no destructivo. Tal dinamismo normalmente no lo apreciamos porque compromete unidades de tiempo que van más allá de la vida media de una persona. Erupciones volcánicas, (p.e., Lonquimay), terremotos, maremotos y, a menor escala, inundaciones e incendios forestales de origen natural, muestran las fuerzas destructivo-organizativas existentes en la naturaleza.

Además, este dinamismo no sólo es temporal sino también espacial. Tampoco es sólo regional sino también global. La ecósfera está en permanente cambio. Fuera más de los cambios experimentados por las condiciones abióticas, también cambian los organismos. Estos cambios se producen no sólo porque hay migraciones y extinciones, sino también porque hay proliferación natural de especies y porque las especies mismas cambian a lo largo del tiempo. Por lo que sabemos en más de 3 mil millones de años de vida sobre el planeta, ha habido evolución, diversificación y extinción. Los juegos de equilibrio y desequilibrio, permanencia y cambio en los distintos ámbitos del espacio y del tiempo siempre han estado presentes de una u otra forma. El papel peligroso del hombre es estar cargando la ecósfera -a un ritmo demasiado rápido para este balance- de

elementos nuevos que se incorporan a este juego, y a la imposibilidad de prever con exactitud los puntos terminales de un nuevo equilibrio.

Entendida en esta forma el equilibrio ecológico, corresponde brevemente darle un vistazo a algunos de sus componentes principales:

1.- El nicho ecológico. Este se concibe como el conjunto de variables que explican las diferencias de distribución y abundancia de una especie dada y de cómo ésta interactúa con ellas. La hipótesis del nicho ecológico pone especial énfasis en los mecanismos que las especies desarrollan para encajar adecuadamente en las condiciones esencialmente variables del ambiente. En otras palabras, en la naturaleza no existen "espacios funcionales" preestablecidos a los cuales las especies optan a través de sus procesos evolutivos; sino que -más bien- las especies crean sus propios nichos a medida que ellas evolucionan. Parece ser que esta característica se da con especial énfasis en el caso del hombre, a consecuencia de su evolución sociocultural. En otras palabras, el nicho ecológico del hombre se ha ido expandiendo, lo que permite explicar, en parte, su dominancia como especie.

2.- La competencia ecológica. Cuando dos o más especies se sobreponen en la utilización de los recursos, éstas compiten por ellos. Esta competencia se intensifica a medida que las especies incrementan su

sobreposición o éstos se hacen cada vez más escasos. En el contexto ecológico, las especies "más hábiles" para competir desplazan a las "menos hábiles". En caso de ser similarmente hábiles, las especies terminan coexistiendo, pero viviendo en diferentes sectores de este nicho compartido. La hipótesis de la competencia también establece que las condiciones en que se produce la competencia determina el resultado de ella. El hombre ha mostrado ser un muy hábil competidor. Nuevamente, esta ventaja no es el producto de sus habilidades biológicas, sino más bien de sus habilidades socioculturales. El desarrollo de todo un sistema industrial químico para destruir plagas entomológicas es un claro ejemplo de ello. Sin embargo, está introduciendo cambios tan drásticos y tan rápidos que el escenario de la competencia tiende a cambiar, pudiendo favorecer a sus contendores (p.e., plagas y enfermedades).

La teoría predice que la competencia más intensa se da entre iguales por requerimientos de los mismos recursos. Ecológicamente para el hombre esto es grave. Históricamente, ha tenido concomitancias sociales y éticas serias. Cuando se enunció por primera vez, la competencia se interpretó como una lucha despiadada entre iguales ("la ley de la selva"). En la mayoría de los casos los organismos recurren a mecanismos muy sutiles, raramente percibidos por el lego. En muchas especies de animales, estos compiten por el "status social" que los llevará "comodamente" a acceder al recurso.

Evidencias históricas muestran que -bajo circunstancias muy especiales- la especie humana puede comportarse con sus semejantes como la más despiadada de las criaturas. Pero, por lo general, éstas no se han dado en términos de la competencia ecológica ya que no se ha llegado a los niveles globales de escasez de recursos que la desencadenan. Sin embargo, se han producido mortandades por escasez de alimentos en algunas partes del Globo, por una combinación de causas naturales (sequía) y culturales (deterioro del ambiente) como la ocurrida en el Sahel en la década de los 70's.

La competencia ecológica -tal como es predicha por la teoría- puede llegar a ser una de los grandes componentes de la crisis ambiental. Existen preguntas alarmantes: ¿cómo se manifestará el mecanismo de la competencia en la especie humana de llegarse a niveles globales de escasez de recursos?. ¿Existe ya una forma velada de competencia ecológica entre las diferentes sociedades? Así como el hombre compite favorablemente con los insectos gracias a la ayuda de los insecticidas. ¿Será la posesión del conocimiento o la información estratégica, una herramienta para competir favorablemente entre sociedades humanas? o ¿podrán las diferencias en desarrollo científico-tecnológico constituir ventajas comparativas para competir más favorablemente? Uno no puede más que especular con las respuestas a estas preguntas, pero -a mi entender- forman parte de la

problemática ambiental que países en-vías- de desarrollo deberán enfrentar en el futuro.

3. La depredación. Esta juega también un papel fundamental en la comprensión de la dinámica del equilibrio natural. La connotación antropocéntrica de la depredación es usualmente fuera de proporciones y con una marcada carga afectiva ¿recuerdan Uds. el papel del lobo en los cuentos infantiles? Esto ha dado una mala fama a los depredadores naturales, los que frecuentemente son perseguidos por su potencial peligrosidad o, eventualmente, por las pieles maravillosas con que algunos cubren sus cuerpos. El hombre moderno carece de depredadores naturales. Como ocurrió con la competencia, la evolución sociocultural soslayó la incapacidad intrínseca del hombre como depredador (originalmente fue recolector de semillas, frutos y eventualmente comedor de carroña). La vida en grupos le permitió desarrollar armas y técnicas de caza. Salvo en las sociedades primitivas o como una actividad ancestral del hombre, la especie humana actual ha reemplazado las estrategias de depredación por conductas más elaboradas. Estas obviamente siguen siendo el producto de su inventiva. Se ha recurrido, por ejemplo a la domesticación y crianza masiva de animales de carne, lo cual asegura la constancia del suministro de alimentos y elimina los riesgos implícitos del acto de depredar.

O por su temor atávico a los depredadores, o por razones de competencia, o por desprecio, el hombre ha reducido la

"calidad de vida" de muchos depredadores naturales, favoreciendo el desbalance de las poblaciones controlados por ellos. Esto provoca el surgimiento de plagas, las cuales -para ser reducidas en el más breve plazo posible- requieren de la aplicación de pesticidas. El uso masivo e indiscriminado de éstos ha alterado -por contaminación de los sistemas naturales- los recursos y la calidad de vida de muchas otras especies, incluyendo la del hombre mismo.

4.-La regulación poblacional. El crecimiento poblacional de la especie humana es uno de los temas más debatidos de la crisis ambiental. Se estima que dentro de 10 años, la población mundial bordeará los 6.5 miles de millones de habitantes. El crecimiento poblacional actual se debe -en lo esencial- a dos aspectos. Primero, a la potencialidad de todas las especies a crecer tan rápido como se pueda mientras las condiciones del entorno son favorables para ello. Segundo, a la evolución sociocultural que ha permitido que las condiciones del entorno humano alcancen puntos favorables. Lo anterior gracias al desarrollo de la medicina, producción de alimentos, educación, vivienda, nutrición, salud pública, sanidad ambiental, urbanización, por nombrar algunos de los factores más importantes. En otras palabras, el ambiente del hombre se ha ido expandiendo no por la vía natural sino por la vía cultural. Esto le ha permitido soslayar, los mecanismos reguladores que otras especies tienen, tales como la competencia, la depredación, las

enfermedades y el efecto de los factores climáticos adversos.

La teoría ecológica predice que -cuando una población existe en un ambiente que le es favorable, es decir, dispone de los recursos en abundancia y los factores climáticos están en su rango óptimo- tiende a expresar su máxima potencialidad de crecimiento poblacional. Esto determina una tendencia geométrica de crecimiento. Ello ocurre hasta que el ambiente impone sus propias condiciones (la pregunta con que se inició esta reflexión).

Trabajando con organismos bastante más simples que el hombre, los ecólogos han observado que -cuando el ambiente impone sus condiciones a poblaciones con ritmo geométrico de crecimiento- éstas pueden colapsarse por una disminución brusca en los recursos disponibles per cápita y por un deterioro del ambiente provocado por la misma población. Con respecto a la población humana -dado que está creciendo a un ritmo acelerado- no se sabe exactamente que sucederá cuando se alcancen las restricciones del ambiente ni donde se encuentran éstas, ya que el desarrollo científico-tecnológico constantemente le está abriendo a éste nuevos horizontes. Sin embargo, existen situaciones preocupantes, tales como el calentamiento global (efecto climático) y el virus del sida (efecto biológico).

El deterioro en la calidad del ambiente natural -observada actualmente en muchas partes del mundo- se debe al fenómeno de crecimiento poblacional de la especie humana. Este deterioro se ve reflejado en tres aspectos: reemplazo de los espacios naturales por espacios culturales, contaminación y extinción de especies. Esta tendencia se ha visto agravada por la hegemonía de una filosofía que tiende a desconocer el bien común y la valía natural intrínseca de los objetos naturales.

Nótese, además, que el hombre vive en un ambiente bidimensional, de manera que -así como ocurre deterioro en la dimensión natural- también se podría esperar deterioro en la dimensión sociocultural. Sólo que los cambios son menos perceptibles y tal vez atribuibles a otros factores.

Uno de los primeros recursos en verse afectado por el hacinamiento es el espacio. La especie humana parece ser especialmente susceptible a la reducción de éste, aunque sus efectos se manifiesten a través de formas no muy evidentes. El ambiente humano inmediato -de acuerdo a la teoría de la proxémica- se encuentra formado por cuatro tipos diferentes de entorno, ordenados concéntricamente alrededor de la persona. Estos son el íntimo, el personal, el social y el público. El radio de ellos se mide en distancias y varía entre las sociedades. Las aplicaciones de la proxémica a los campos de la salud mental, trabajo y educación han

replanteado el sentido de las implicancias ecológicas de un habitat hacinado.

5.- Los recursos. Es claro que las poblaciones naturales están reguladas por algún tipo de control. Este varía de especie a especie y de ambiente a ambiente. La disponibilidad y abundancia de recursos juega un papel fundamental en la mayoría de las especies. Un recurso es un elemento del ambiente o forma de energía que un organismo requiere para su normal funcionamiento, crecimiento, reproducción y éxito adaptativo, tanto en su aspecto individual como poblacional.

Los recursos se pueden clasificar en esenciales, reemplazables, complementarios, antagonistas e inhibidores. No corresponde acá entrar en detalles respecto a la teoría de los recursos, baste decir que -como la mayor parte del conocimiento en ecología- ésta se ha desarrollado a partir de trabajos con organismos diferentes al hombre.

En la idea de recurso arriba enunciada no tienen ningún rol, por ejemplo, las teorías económicas, que en el caso de las sociedades humanas juegan un papel fundamental. Por otro lado, para el caso humano, los recursos son tanto de origen natural como de origen sociocultural. Muchos recursos lo son mientras el desarrollo tecnológico así lo determina. En otras palabras, diversos elementos del ambiente humano no constituyen recursos hasta que el desarrollo científico-tecnológico les encuentra un valor

(p.e., el petróleo). Para otros, este mismo desarrollo puede ser negativo (p.e., el salitre). El cobre corre un riesgo parecido al del salitre con la invención de alternativas más rentables y eficientes.

Una de las tendencias del movimiento ambientalista actual es reconocer un valor a aquellos recursos sin propietarios como, por ejemplo, el aire. La conciencia pública ya no está tolerando que se viertan residuos al aire o a la tierra sin que a nadie le preocupe. Se espera que el Estado proteja a estos bienes de una explotación irracional y se espera que el hombre se transforme de un explotador de recursos en un cultivador responsable; de un consumista insaciable a un sobrio administrador de ellos. Estas actitudes no serán fáciles de lograr en un breve plazo sin el adecuado convencimiento de todos los estratos de la vida ciudadana.

Los objetos naturales pueden tener tres significados de importancia para el hombre. Primero, un valor de mercado, perfectamente cuantificable en dinero y perfectamente ligado a los principios económicos (es la idea más común de recurso y por la cual algunos países son ricos o pobres en ellos). Segundo, poseer una valía natural intrínseca por su belleza, rareza o valor científico. Y tercero, constituir un símbolo, recuerde "puro Chile es tu cielo azulado". Las dos últimas acepciones desempeñan un papel importante, aunque no siempre reconocido como tal, en una adecuada percepción de la relación del hombre con la naturaleza.

De esto un ejemplo.

En 1964, la Compañía de Aguas de Tees Valley y Cleveland -la cual tenía la obligación de suministrar agua a la gran zona industrial de la región de Tess, en la costa septentrional de Inglaterra- quiso construir un embalse en un lugar llamado Cow Green, situado en un valle remoto y estéril. El embalse debía satisfacer las necesidades de una industria en expansión y permitir a las grandes compañías químicas construir la mayor planta de amoníaco del mundo de esa época. No había problemas de reubicación de asentamientos humanos. Cow Green estaba deshabitado y no era apto para la agricultura; pero era lugar donde crecían diversas especies relictuales de plantas de montaña, únicas en Inglaterra y vestigios de la última glaciación. Consecuentemente, la zona tenía interés botánico. Se creó el comité para la defensa del área. El tema se infló hasta adquirir proporciones de conflicto entre valores. Cuenta la historia que el asunto fue a parar hasta el Parlamento inglés. Pasó en seguida a un comité de expertos, la Cámara de los Lores, luego a otro comité de expertos. Este comité se reunió varias veces. La última sesión duró 8 hrs. Hubo un intento racional de confrontar el costo que suponía para la industria no construir el embalse y el costo que tendría para la ciencia el construirlo. Fue -digamos- un choque frontal entre lo cuantificable y lo no cuantificable.

### III. HACIA UNA ADECUADA PERCEPCION DE LOS PROBLEMAS DEL MEDIOAMBIENTE

#### Un nuevo enfoque

Los aspectos analizados en los párrafos anteriores han pretendido mostrar que la crisis ambiental no es del todo simple. La preocupación originalmente expresada en el ámbito de las ciencias ecológicas no fue una visión ni mística ni bucólica de la naturaleza. En realidad, no se refería en ese entonces ni ahora a la naturaleza, sino al hombre. Está en juego la idea de hombre, de como se concibe así mismo y sus relaciones con los demás, incluyendo a la naturaleza.

Sin respuestas adecuadas a muchas interrogantes, resultará más difícil afrontar las cuestiones prácticas de la salvaguardia del ambiente y del bienestar de la población. Esta situación impide una adecuada percepción del problema, ya que muchas personas no comprenden cabalmente el interés de otras por proteger la naturaleza. Ha contribuido a esto el surgimiento -en la década de los 60's- del ecologismo radical con un enfoque totalizante y dogmático, propiciando una idea rígida de la conservación de la naturaleza. Tal postura no es conveniente, dado que la evolución cultural del hombre ha adquirido un vuelo que no es posible detener, pero sí -creemos como educadores- encauzar.

La crisis ambiental ha puesto en evidencia la necesidad de cambiar los enfoques tradicionales del conocimiento humano y de su aplicación por nuevos enfoques, de carácter multidisciplinarios e interdisciplinarios, incorporando ideas provenientes de disciplinas más nuevas como la cibernética y otras. Esta situación ha planteado un duro desafío educacional para el cual no existen actualmente respuestas satisfactorias dado el grado de entronización de los sistemas educativos tradicionales.

Las cuestiones prácticas del ambiente y del bienestar del hombre requieren de estos nuevos enfoques. Por un lado están en juego valores como solidaridad de todo el género humano; la sobriedad en el uso de los recursos; el respeto a las cosas naturales por su valía intrínseca. Por otro, la necesidad de integrar holísticamente los enfoques y evidencias aportadas por las ciencias ecológicas -eminentemente naturales- con los enfoques y evidencias aportadas por las ciencias humanas. Esto es particularmente importante dado que muchos problemas que incluyen la relación hombre-entorno (p.e., desarrollo) requieren de una acertada atención en el más breve plazo, especialmente en los países en vías-de-desarrollo, donde se reclama, cada vez con mayor insistencia, en una distribución más justa y equitativa de la "riqueza". Si esto no se logra, las ciencias ecológicas y humanas -dentro de este contexto- perderán mucho de su valor, pudiendo quedar en el plano de ciencias

teóricas sin mucha utilidad para la gente común, al destacar problemas, pero no ofrecer formas prácticas de cómo encararlos ni menos de cómo solucionarlos.

La ausencia de una teoría ambientalista coherente y profunda que vaya más allá de la denuncia social de los problemas ambientales- es, en mi opinión, una de las razones fundamentales que limitan una verdadera comprensión del fenómeno ambiental actual y de la oferta de soluciones adecuadas a sociedades que cada vez lo requieren con mayor urgencia. Es decir, que impregne honestamente las actitudes del ciudadano común, de los científicos y técnicos, y de las esferas de decisión política.

En los últimos años ha emergido una serie de enfoques provenientes tanto de las ciencias aplicadas como puras que tienden a considerar en su conjunto la problemática de la relación hombre-ambiente. Este conjunto de disciplinas ha configurado lo que se ha denominado, en algunos círculos académicos norteamericanos y europeos, como Ciencia Ambiental. No es -en el sentido tradicional- una ciencia, pero a carencia de un mejor nombre se le denomina así. Es más bien un enfoque catalizador que puede no sólo orientar una comprensión más cabal de la problemática ambiental del hombre del siglo XXI, sino también orientar sus acciones en todos los planos de la dimensión ambiental. Tal vez en un estado de mayor madurez teórica, logre el nivel de una ciencia transdisciplinaria, con su propia metodología y esquemas conceptuales.

Por ahora, es una forma de interpretar los problemas ambientales en un contexto global.

Muchas universidades de Norteamérica y Europa están incorporando este tipo de enfoques a la formación del recurso humano cuyo quehacer profesional tenga que ver con el ambiente, particularmente ingenieros, educadores e investigadores en ciencias sociales. La falta del recurso humano adecuadamente entrenado dentro de esta concepción integradora, requerido para afrontar la crisis ambiental de los próximos años, es evidente. Sin embargo, se producen situaciones contradictorias. Por un lado, la formación del recurso humano tiende a seguir la vía de la especialización monodisciplinaria ya que así lo requiere la ciencia y las técnicas modernas para alcanzar un alto grado de eficiencia en el desarrollo de la actividad profesional. Esto, sin embargo, limita la aplicación de enfoques globalizadores al análisis de problemas que así lo requieren. Por otra parte, los enfoques globalizadores corren el riesgo de quedarse en las generalidades, cayendo rápidamente en el descrédito y siendo reemplazados por soluciones inmedatistas y tecnocráticas, de buen rendimiento en el corto plazo, pero sin seguridad de ello en el largo plazo. Se requiere, en consecuencia, de especialistas en la concepción global de los problemas del medioambiente.

Esto, en mi opinión, no es fácil de lograr en los países en vías de desarrollo dado que (1) exigen de una cierta madurez de las

ciencias ecológicas y humanas locales tal que permitan abordar con real conocimiento de causa la solución a los problemas ambientales que les aflige; (2) estos países están demasiado ocupados de seguir los pasos de desarrollo que han seguido los países industrializados, muchos de los cuales sirven de modelos a aquéllos y por lo tanto, buscan con ahinco la especialización monodisciplinaria, (3) la especialización interdisciplinaria y multidisciplinaria no es un objetivo fácil de lograr en el estado actual de muchas instituciones universitarias en los países en vías de desarrollo.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

- Allen Ashby, E. 1981. Reconciliar al hombre con la naturaleza. Blume Ecología. Ed. Blume Barcelona, España.
- Baron, J. & K.A. Calvin. 1990. Future directions of ecosystem science. *Bioscience*. Vol. 40(9):640-642.
- Bartholomew, G.A. 1986. The role of natural history in contemporary biology. *Bioscience*. Vol. 36 (5): 324-329.
- Begon, M. J. L. Harper & C.R. Townsend. 1986. *Ecology: individuals, populations, and communities*. Sinauer Associates, Inc. Pub. Sunderland, USA.
- Capurro, L. 1978. De la ecología a la ciencia ambiental (introducción). En: De la ecología a la ciencia ambiental. Vicerrectoría de Extensión y Comunicaciones. Unidad de cursos y seminarios. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Cole, L.C. 1975. La ecósfera. En: *El hombre y la ecósfera*. Pp: 11-17. *Scientific american*. Madrid, España.
- Comisión de desarrollo y medio ambiente de América Latina y El Caribe. 1990. *Nuestra propia agenda*. BID-PNUD. New York, USA.
- Comisión mundial del medio ambiente y del desarrollo. 1988. *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial. Madrid, España.
- Di Castri, F. 1980. La huella del hombre. *El Correo de la Unesco*. Año XXXIII. Pp: 20-23.
- Enger, E.D., J.R. Kormelink, B.F. Smith & R.J. Smith. 1983. *Environmental Science. The study of interrelationships*. Wm. C. Brown company Publishers. Dubuque, USA.
- FAO. 1990. *Alimentos para el futuro*, Roma.
- Gall, P. 1990. Una nueva escala de progreso. *Desarrollo mundial (PNUD)*. Vol. 3(3):4-13.
- García de Guinea, E. 1991. Gaia. Planeta vivo. En: *Muy Interesante (especial N°1): Salvar la Tierra*. Pp: 26-31. Ed. Lord Cochrane S.A. Santiago, Chile.
- Johnson, P. 1990. Sobre el origen del ecologismo. *El Mercurio* (Mayo 13, E13). Santiago, Chile.
- Kormondy, E. 1973. *Conceptos de ecología*. Alianza Editorial S.A. Madrid, España.
- Margalef, R. *Ecología*. Editorial Planeta. Barcelona, España.
- Mifsud S.J., T. 1990. La ecología: una preocupación eclesial. *Mensaje* 391 (Agosto): 273-275.
- Miller Jr., G.T. 1979. *Living in the environment*, Wadsworth Publishing Company. California, U.S.A.
- Naveh, Z. & A. Lieberman, 1983. *Landscape ecology. Theory and Application*. Springer Verlag, New York.
- Pickett, S. & P. Fiedler, (In press). The new paradigm in Ecology. Implications for conservation biology. Above the species level. (Chapter 4). In *conservation biology. The theory and practice of*

Nature Conservation, Preservation and Management. P. Fiedler and S. Yain (Editors). Chapman & Hall, New York.

San Martín, H. 1968. El hombre y su ambiente. Joaquín Almeyda editor. Buenos Aires, Argentina.

Tilman, D. 1982. Resource competition and community structure. Princeton University Press. Princeton, U.S.A.

Vogel, C. 1978. La implicancia psicológica de los cambios ambientales. En: De la ecología a la ciencia ambiental. Vicerrectoría de Extensión y Comunicaciones. Unidad de Cursos y Seminarios. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

White, R.M. 1990. The great climate debate. Scientific American. Vol. 263(1):36-43.



## PRINCIPIOS PARA UNA POLITICA AMBIENTAL

CONICYT, 1988

I.- Toda persona tiene derecho irrenunciable e imprescindible a que se preserven y restablezcan, en su caso, las condiciones ambientales que soportan y favorecen la vida en la Tierra, en todas sus manifestaciones.

Toda persona se encuentra sujeta a la obligación correlativa de preservar, conservar y restablecer estas condiciones ambientales y de ejercer sus demás derechos de manera consecuente y propicia a dicha finalidad.

II.- El desarrollo social y económico debe ser entendido como un proceso de mejoramiento continuo, simultáneo y armónico de la calidad de vida de todos los miembros de la sociedad y de la sustentabilidad de ésta en su medio ambiente.

La calidad de vida refleja el grado en que los miembros de la Sociedad están satisfaciendo sus necesidades y ejercitando plenamente sus potencialidades humanas. Está condicionada por el medio ambiente, en cuanto al hábitat humano, pudiendo ser mejorada permanentemente.

La sustentabilidad refleja la capacidad de la sociedad de apoyar, en sus propios recursos, el mejoramiento continuo de su calidad de vida para el largo plazo. Está condicionada por el medio ambiente, en cuanto a fuentes de recursos naturales, pudiendo ser mejorada indefinidamente.

III.- Los problemas ambientales trascienden las fronteras políticas de los países, afectando a la humanidad en su conjunto. Chile debería compartir las inquietudes internacionales para prevenir y solucionar estos problemas.

IV.- La alta mar, los fondos marinos y el espacio ultraterrestre, son patrimonio de la humanidad y ningún Estado puede contaminarlos sin perjudicar a los demás. En consecuencia, Chile, en su calidad de país soberano, debe prohibir los ensayos nucleares y termonucleares y la acumulación de basura radiactiva que potencialmente pueda alterar o destruir sus recursos naturales o la salud de la población.

V.- Los componentes vivos del ambiente no deben ser utilizados más allá de su capacidad natural de regeneración sostenible. Sus componentes inertes

deben ser aprovechados de tal manera que se asegure la compatibilidad entre su explotación y el normal funcionamiento de los sistemas naturales y de los procesos ecológicos soportantes de la vida.

- VI.- Son patrimonio de la Nación todos los animales de cualquier especie, que vivan en estado salvaje y que no hayan sido objeto de domesticación o mejoramiento genético, cualquiera que sea la fase de desarrollo en que se encuentren. Su apropiación, por caza o captura, debe ceñirse a las normas legales y reglamentarias pertinentes. Nadie puede maltratar, torturar o causar a un animal sufrimientos o agonía innecesarios.
- VII.- Los ecosistemas y sus componentes, individualmente considerados, no deben ser intervenidos o utilizados sino de manera tal que tiendan al logro sostenido de su capacidad de uso y que no comprometan el equilibrio o integridad de los demás ecosistemas o sus componentes.
- VIII.- No existen especies vivas intrínsecamente malignas o nocivas, por lo que sólo pueden ser calificadas de dañinas o perjudiciales ciertas poblaciones vegetales o animales específicas, con referencia a marcos espaciales y temporales determinados. Debe protegerse toda la gama del material genético de los organismos vivos.
- IX.- La conservación de los soportes ambientales que condicionan la sustentabilidad del desarrollo, debe ser buscada con una perspectiva global e integradora. Para estos efectos, la conservación debe basarse en el reconocimiento de las interacciones dinámicas que se dan entre los componentes del ambiente y debe tender a mantener y fortalecer la estabilidad de los ecosistemas que los acogen en su estructura.
- X.- Es deber de la Nación, promover una política de conservación de su patrimonio natural, que permita mantener sin alteraciones ecosistemas representativos de su territorio.
- XI.- La planificación, adopción de decisiones y realización de actividades de desarrollo social y económico, deben prestar cabal y explícita atención a la necesidad de conservar los presupuestos ecológicos de su continuidad, sobre la base de un enfoque integral e integrado en que la conservación ambiental sea considerada y valorada no como una actividad sectorial más, sino como un prerrequisito y una dimensión connatural a toda forma de desarrollo genuino y solidario.

- XII.- Constituye deber de la Sociedad, crear y mantener condiciones bajo las cuales el hombre y los demás componentes del ambiente puedan coexistir en armonía productiva, para resguardo y promoción de la vida, en todas sus formas y satisfacción de las necesidades y aspiraciones de las presentes y futuras generaciones.
- XIII.- Es obligación de la Sociedad actual disponer de suficiente conocimiento sobre su medio ambiente y las relaciones existentes entre las actividades humanas y la calidad ambiental. El fomento a la investigación científica y tecnológica que genera conocimiento sobre estas materias y sobre el modo de actuar en ellas, debe ser considerado necesariamente como parte integrante de una política ambiental.
- XIV.- Los problemas ambientales, pese a la nutrida gama de interrogantes y de tareas que suscitan en el ámbito de las ciencias naturales, plantean, fundamentalmente, cuestiones de valores y de actitudes y, por ende, de opciones conductuales, pertenecientes al dominio y esfera de acción propios de las ciencias sociales y, particularmente, de las disciplinas llamadas a orientar o a ejercer control sobre los comportamientos humanos.
- XV.- El ambiente no constituye un sector de la realidad nacional, sino que representa una dimensión de esta realidad que corta a través y se hace presente en los diversos sectores a que se extiende la administración del Estado.
- Los problemas ambientales, en consecuencia, deben ser visualizados y asumidos, en su globalidad, como problemas de política general y no sectorial. Por lo tanto, ninguna autoridad, ministerio ni servicio público puede marginarse o eximirse de tomar en debida consideración o de prestar su concurso a la protección del ambiente, a pretexto de serle ello ajeno.
- XVI.- Constituye deber del estado, promover la transmisión de los conocimientos, el desarrollo de las habilidades y destrezas y la internalización de los ideales, valores, intereses y actitudes propicios al respeto y conservación de la vida, en todas sus expresiones y a la mantención de los ciclos, procesos y equilibrios ecológicos que la soportan y favorecen.
- XVII.- La formación ambiental, debe ser concebida como una dimensión y función omnipresente de la educación, en todas sus formas y niveles, no debiendo quedar circunscrita al sólo marco de una disciplina o materia especializada más, adicionada a los programas tradicionales de enseñanza.

La formación ambiental, debe dar cabida a la consideración crítica de los factores sociales, económicos, tecnológicos y éticos que se encuentran en la base de los problemas ambientales y de su solución, debiendo impartirse con una orientación teleológica o sentido de finalidad que organice y evalúe lo especulativo y lo práctico, a partir de un marco valorativo que se defina y desarrolle, precisamente, en torno a los objetivos ambientales por lograr.

XVIII.

Los componentes básicos del ambiente, sea que se encuentren sometidos a dominio público o privado, o que constituyan cosas que la Naturaleza a hecho comunes a todos los hombres, deben ser explotados o utilizados sobre la base de análisis o de criterios decisorios que hagan explícito y permitan atribuir responsabilidades por los impactos ambientales derivados de su uso, goce o disposición.

La prevención del deterioro o degradación del ambiente deben formar parte de toda actividad o proceso susceptible de provocarlos.

XIX.-

La propiedad tiene una función ambiental que obliga al propietario, usufructuario, usuario, titular de un derecho de aprovechamiento de aguas o de un pedimento, manifestación o concesión minera de exploración o de explotación, y, en general, a todos quienes deriven de ellos sus derechos, a usar, gozar y disponer de los componentes básicos del ambiente, sin degradarlos ni deteriorarlos, conservando la capacidad natural de regeneración que posean y sujetos al deber de ceñirse a las indicaciones y restricciones que se establezcan para conservarlos, restaurarlos o incrementarlos o para mantener o restablecer el equilibrio ecológico global. La función ambiental de la propiedad es parte de su social.

XX.-

Nadie puede justificar acciones, disculpar omisiones o eximirse de responder por acciones u omisiones imputables a su descuido o negligencia, de las que se hayan seguido, se sigan o puedan seguirse efectos degradantes o deteriorantes del ambiente, a pretexto de estar actuando en lo propio o en el ejercicio de facultades discrecionales de que sea titular o con estricta sujeción a los requisitos, condiciones o modalidades que le estén señalados por la ley o por autorización, licencia o permiso obtenidos de autoridad administrativa competente.

XXI.-

Todo acto u omisión que, por la intención de su autor, por su objeto o por las circunstancias en que se realice, sobrepase los límites ambientales que

establezca la sociedad para el ejercicio de los derechos señalados en el principio anterior, será considerado abusivo y legitimará la adopción de medidas judiciales o administrativas que pongan pronto fin al abuso, sin perjuicio de las responsabilidades civiles o penales que haya lugar a perseguir.

XXII.- Dado que es obligación de la sociedad en su conjunto proteger el ambiente, la responsabilidad ambiental de cada persona se extiende a todas las consecuencias futuras de acciones u omisiones que tengan impactos ambientales y sean y sean anticipables por cualquier otra persona que disponga del conocimiento científico pertinente y no sólo por el interesado.

Para toda obra o actividad, pública o privada, debidamente tipificada, deben realizarse evaluaciones de impacto ambiental dentro de su proceso de identificación, diseño y programación de actividades. Para estos efectos, tales evaluaciones deben ser realizadas por personas o instituciones idóneas e independientes de los proponentes de la obra o actividad y financiadas por éstos, identificando necesidades de restauración ambiental, formulándolas técnicamente e incorporadas al costo e inversión final del proyecto, debiendo ser difundidas y sujetas a revisión pública.



## EL MEDIO AMBIENTE ANDINO

Prof. Jorge Cepeda P., Ph. D.  
Ecología  
Departamento de Biología  
Universidad de la Serena

**Geología**

Los Andes son montañas relativamente jóvenes que se formaron al final de la era mesozoica, aproximadamente al mismo tiempo que surgieron las montañas Rocallosas de América del Norte. Su estructura consiste, principalmente, en pliegues y fallas de sedimentos marinos (por lo que es posible encontrar, en algunos sectores, fósiles de animales marinos), de grosor descomunal, originados en diversas épocas geológicas, junto con vastas intrusiones ígneas y materias volcánicas. Las intrusiones ígneas han sido más marcadas en las partes orientales de la cordillera, mientras que el vulcanismo se ha producido con intensidad en la parte occidental, donde todavía perdura. Hay tres zonas volcánicas principales en los Andes: la central en Chile y Argentina, la del centro-norte y la de Colombia meridional y Ecuador. La frecuencia con que ocurren las erupciones y los terremotos a lo largo de la elevación andina es un reflejo de las perturbaciones relativamente recientes de la corteza terrestre que dieron origen a la Cordillera de los Andes.

El sistema montañoso andino se puede dividir en tres zonas principales: septentrional, central y meridional. En este documento sólo se describirá la zona meridional.

Los Andes meridionales pueden considerarse como un sistema que se extiende, sin ser límites exactos, desde la región de Atacama (III Región) hasta la latitud del Cabo de Hornos y forman la sección más estrecha y compacta de toda la cadena de montañas. Esencialmente, los Andes meridionales consisten en una sola cordillera principal de montañas más elevadas en el norte (por ejemplo, la cordillera de Dña. Ana). Por su condición de laderas escarpadas y de aridez, ofrecen difíciles condiciones para el establecimiento de asentamientos humanos. El punto más elevado de todo este sistema es el monte Aconcagua (7035 msnm) en Argentina y cerca de la frontera con nuestro país. Hacia el sur, los Andes bajan. Los vestigios de glaciaciones pasadas son particularmente notables y aún hoy día abundan los glaciares, que, en muchos casos, llegan hasta el mar, como es el caso del Glaciar de San Rafael, de la laguna del mismo nombre, donde las masas de hielo se separan flotando como icebergs.

## Clima

Una zona tan vasta que ofrece tan acusadas diferencias de latitud, altura, aspecto, relieve, como la Cordillera de los Andes está naturalmente sujeta a grandes variaciones climáticas, sin olvidar que localmente se puede originar un mosaico muy diverso de microclimas (para conocer más detalles sobre este punto ver Implicancias de la explotación de los recursos naturales en los ecosistemas andinos, en esta misma serie de documentos). El efecto más notable de los Andes es el de crear una zona vertical de clima, particularmente en lo que a temperatura se refiere. En este sentido se reconocen cuatro zonas de esta clase: la zona baja es la llamada tierra caliente (sector de los Andes tropicales y húmedos) y comprende desde el nivel del mar hasta unos 900 msnm. Montañas arriba, entre los 900 y los 2000 msnm aparece la tierra templada, zona subtropical, con temperaturas medias de 17 a 24°C. Desde los 2000 a cerca de los 3000 msnm se encuentra la tierra fría, donde prevalece el clima estrictamente templado y las temperaturas oscilan entre los 10-17°C. De los 3000 a los 4000 msnm dominan los fríos y desiertos. Es una zona donde la temperatura varía mucho durante el día y sufre de fuertes vientos. Sobre los 4000 msnm existe una zona subglacial que subyace a la zona de los hielos eternos.

El régimen de lluvias, -el que depende de la latitud, la altura, el relieve y la orientación respecto al sol-, está sujeto a tantas variaciones como la temperatura. Las laderas descubiertas en los terrenos de considerable y mediana altura pueden recibir copiosas lluvias, en tanto que los valles profundos y resguardados son escasos en lluvias y llegar a ser semidesérticos o desérticos, como es el caso de la región chilena de la Cordillera de los Andes en los segmentos norte y central.

En general, los Andes presentan una considerable barrera climatológica, pero en el norte (Andes septentrionales) el efecto de esta barrera es mínimo. Los Andes septentrionales (Venezuela, Colombia y Ecuador) reciben abundante precipitación, con la sola excepción de los distritos abrigados. Esto se debe a que esta región se encuentra la mayor parte del año dentro de la zona de lluvias ecuatoriales y a que los vientos portadores de lluvias pueden llegar tanto a las laderas del margen occidental como las del margen oriental. Desde el sur del Ecuador hasta aproximadamente La Serena la precipitación disminuye, con excepción de la vertiente oriental, gran parte de la serranía es seca y hasta desértica. Entre los 30-40° latitud sur (La Serena-Valdivia), ambos flancos de la Cordillera de los Andes son igualmente áridos debido al aire seco descendente de estas latitudes y al efecto desecador que las corrientes frías oceánicas de estas costas ejercen sobre los vientos provenientes del mar. Al sur de Valdivia, los Andes caen bajo el dominio de los vientos del Pacífico portadores de humedad que derraman abundantes precipitaciones sobre las vertientes occidentales, ninguna en las orientales y escasa en el oeste argentino.

## Flora y Fauna

La variabilidad de las condiciones ecológicas de los Andes ha dado lugar a una vegetación muy variada que comprende desde las selvas tropicales en los Andes septentrionales hasta un ecosistema tipo tundra. Esta variabilidad no sólo es de sur a norte, sino también de mar a cordillera. De este modo, en las faldas inferiores de los Andes tropicales existen selvas donde crecen árboles de hoja ancha y siempre verdes. En las vastas extensiones secas de las montañas como los Andes Centrales, sólo, puede sobrevivir una vegetación resistente a la aridez del ambiente.

La fauna es muy variada y abundante, particularmente en insectos y aves. Sin embargo, los animales andinos más característicos son los mamíferos de la talla de las auquénidos (vicuñas, alpacas, etc), chinchilla, vizcacha y pumas.

Detalles de la biota del sector El Indio es discutida en otros documentos de esta misma serie.

## Actividad económica

Tradicionalmente la economía andina se ha basado esencialmente en la minería, agricultura, ganadería trashumante. Las actividades agrícolas y ganaderas es la base principal de sustento para la mayor parte de la población humana asentada en la región andina. Sin embargo, una gran parte de los Andes resulta agrícolamente improductiva, las laderas son demasiado escarpadas, frías o con suelos pobremente desarrollados.

Los Andes se han potenciado con el incremento del turismo de aventura (andinismo y turismo ecológico) y con un mejor aprovechamiento de las reservas de agua por la actividad económica de las partes bajas con la construcción, en la montaña media, de tranques y embalses.



#### IV REGION: EL SISTEMA FISICO AMBIENTAL COMO BASE DE RECURSOS NATURALES. LA ALTA MONTAÑA

Instituto Geográfico Militar.  
Tomo IV Región "de Coquimbo".

##### Alta montaña

Esta unidad que corresponde al macizo de la Cordillera de los Andes, ocupa la posición extrema oriental de la Región y se distingue netamente por sus alturas, su capacidad de retención nival y por servir de tronco maestro organizador del territorio regional.

Un rasgo propio de la cordillera andina de la IV Región es la ausencia de vulcanismo cuaternario, el cual es característico, tanto al norte como al sur de la misma. La actividad volcánica cuaternaria se interrumpe a la latitud de Copiapó y se reanuda al interior de Santiago.

Se trata, además, de una cordillera alta y maciza, cuyas cumbres superan ampliamente los 3500 m. Asimismo son abundantes las cimas de más de 5000 m y sobre la frontera de Chile y Argentina se llega, en puntos culminantes, a los 6000 m. Manifiesta numerosas huellas de actividad glacial, tanto como en sus laderas como en sus valles que la surcan, hoy ocupados por ríos, cuyas nacientes se encuentran en circos glaciales.

##### Características Físicas

La sección más septentrional de la alta montaña es la Cordillera del Elquí que corresponde básicamente a aquella parte de la Cordillera de los Andes, desde donde se originan cursos de aguas que forman el río Elquí o Coquimbo.

Se distingue por poseer una apariencia maciza y alta, mucho mayor que las secciones meridionales. Según Paskoff (1970), se le puede estimar un ancho de 60 km y una superficie de más de 6000 km cuadrados. Sus alturas sobre la línea fronteriza superan con creces los 4000 m.

En la actualidad constituye un claro dominio de los procesos periglaciales, característicos de una alta montaña árida. Sin embargo, en un pasado no muy lejano, estuvo englazada, lo que se aprecia en las numerosas herencias del modelado glacial. En ésta área, se distinguen dos periodos fríos: el primero, una glaciación antigua cuyos vestigios se encuentran hasta los 2500 m, y un segundo periodo glacial más reciente, que afectó hasta los 3100 m, ambos descritos para el caso del río Turbio. Todas las formas de acumulación glacial existentes en los valles andinos han sido remodeladas en el

periodo actual por el proceso tanto preglacial como torrencial.

En la actualidad, este macizo cordillerano se encuentra surcado por numerosos ríos y arrollos de orientación controlada por factores geológicos. Estos ríos bajan por valles glaciales y fluviales, labrados en dirección N - S o SE - NW, siguiendo líneas de control estructural. La pendiente con que descienden estos cursos de agua es muy marcada a causa de las escarpadas laderas, lo cual les otorga una condición torrentosa.

Desde el punto de vista climático, las características de altura que se han destacado conducen al hecho de que esta subunidad presente la mayor extensión de climas de tundra de la cordillera regional, donde la acumulación de nieve durante un período importante del año se transforma en uno de los hechos más destacables. Por su parte, este descenso de la temperatura, a medida que se asciende por la montaña, explica la estratificación vegetal que se presenta en sus laderas y quebradas. La estepa andina aparece por sobre los 3000 m de altitud y está compuesta básicamente por praderas xerófitas de gramíneas y hierbas, ocasionalmente acompañadas por arbustos enanos. En pequeñas cuencas donde la humedad permanece por más tiempo, se desarrolla un tapiz herbáceo más denso, que es el que se explota en las "veranadas" entre octubre y marzo. Sobre el área de los pastos andinos, aún se encuentran llaretales, cuya extensión en la Cordillera del Elqui es la más importante a nivel regional. Más allá de los 4000 m, las condiciones de clima y la ausencia de suelos orgánicos, impiden el desarrollo vegetal, excepción hecha, probablemente, de algunos líquenes.

La acumulación de nieve en la alta cordillera otorga a los ríos formativos del Elqui, un carácter marcadamente nival. Esto es más notorio en el caso del río Turbio, debido a que posee una mayor cuenca de recepción cordillerana (4.154 km<sup>2</sup>) y sus nacientes se encuentran a las mayores alturas. El río Derecho, en cambio, con una cuenca andina de sólo 1500 km<sup>2</sup> recibe tributarios que tienen un régimen un tanto más fluvial.

Al sur de la Cordillera del Elqui se ha identificado una segunda subunidad, la cordillera del Limarí, siendo uno de los principales hechos que le confieren individualidad a esta subunidad el que la cadena andina va perdiendo su altitud paulatinamente. Las alturas de 4000 m, la regla en el caso anterior, se las encuentra ahora sólo en las divisorias de aguas con la cuenca del Elqui y en las nacientes de los formativos del río Limarí, ubicadas en el borde septentrional de su cuenca. A medida que se avanza hacia el sur las alturas sobre los 4000 m son cada vez más escasas llegando, en el caso de la Cordillera del Choapa, a constituir excepciones.

Junto a la disminución de altura, la cordillera también pierde su macizos. Los valles que la surcan son más

numerosos y amplios y de pendientes más suaves. Para el caso del Choapa, la situación es aún más marcada, perdiendo los valles superiores las características cordilleranas que se podían en las dos situaciones anteriores.

Todos estos cambios en la configuración de la cordillera traen consigo modificaciones en los patrones climáticos. Uno de los resultados de los citados cambios, es la desaparición, también paulatina, de los climas de tundra. Ya en la cordillera del Choapa, éstos se ausentan. Una expresión de esta modificación, se aprecia en la magnitud de la caída y acumulación de nieve durante la estación fría. Otro tanto ocurre con su permanencia en el tiempo, que se ve marcadamente disminuída.

La menor disponibilidad relativa de nieve provoca un ligero cambio en el régimen hídrico de los cursos de agua, comenzando a mostrar una mayor influencia de las precipitaciones invernales, situación que se acentúa hacia el sur.

Las condiciones locales del clima en la cordillera del Limarí no sólo manifiestan un cambio a causa de las modificaciones en el relieve, sino también un incremento en la humedad al aumentar la latitud. Este hecho afecta a su vez, la distribución de la vegetación natural, presentándose una clara formación de matorral, subdesértico, que hacia los 3500 m de altitud, pasa a constituir una estepa arbustiva, altoandina, para culminar en una muy débil manifestación de la formación de plantas en cojines al sobrepasar los 4000 m. El desierto altoandino, ligado estrechamente al clima de tundra ha desaparecido o bien ha visto tan disminuída su superficie, que ésta no resulta representativa cartográficamente.

En la Cordillera del Choapa las máximas alturas están bajo las condiciones de un clima caracterizado como el clima de estepa fría de montaña (IREN, 1977). Este tipo de clima era el que ocupaba el piso inmediatamente más bajo que la tundra en el caso del Elquí. En la composición vegetacional, lo anterior se traduce en un mayor predominio de la estepa arbustiva altoandina, en detrimento de la formación de plantas acojinadas, que alcanza una expresión reducida.

**Dotación y aprovechamiento de los recursos naturales.  
Potencialidades y limitaciones.**

Atendidas las características físicas de la unidad en estudio, los recursos de tipo agropecuario se reducen sólo a algunas áreas donde los materiales aluviales o coluviales han favorecido la existencia de suelos. Es el caso de algunos valles como el estero Guanta o el propio río Derecho; en este último caso, se debe agregar la existencia de condiciones locales de clima, como limpidez atmosférica, alto porcentaje

de días despejados y ángulo de exposición, que permiten la existencia de laderas dotadas de alta radiación solar, lo que constituye un aliciente de primer orden, para la ocupación de los suelos, aún cuando éstos sean delgados y de baja calidad.

En estos valles de alta cordillera, se debe destacar la existencia de las "veranadas", importante recurso que hace posible la mantención del ganado durante la estación seca. La superficie de veranadas de esta región se estima entre 100 y 150 mil há. En estos valles cordilleranos o precordilleranos, el ganado puede encontrar durante el estío, una cubierta de hierbas y arbustos que le permiten superar la carencia de pastos de las tierras bajas.

Esta necesidad de complementación es la que da origen, precisamente al interesante fenómeno de la trashumancia, característico de esta región. A raíz de las condiciones del clima a lo largo de la alta montaña, en un sentido N - S se puede apreciar una importante modificación en las características de las veranadas. Así por ejemplo, en la cordillera del Elqui, éstas sólo se encuentran en el lado chileno y ocupan valles de los cursos superiores de los ríos Claro y Turbio, a una altura de más de 3000 m. En la Cordillera del Limarí, las veranadas son de menor calidad y ubicadas a mayor altura que las del Elqui. Este hecho, asociado a una mayor masa ganadera y a las mayores facilidades que ofrece la cordillera para ser flanqueada, hacen más conveniente el uso de las veranadas argentinas que las del lado chileno. Por su parte, las condiciones más restrictivas de la Cordillera del Choapa hacen que la proporción del ganado que es conducido a las veranadas del lado argentino, sea mayor. En este caso, sólo se registra una veranada por sobre los 3000 m en el lado chileno. Las restantes ocupan valles de la media montaña, lo que puede explicar la pobreza de sus pastos.

El recurso de mayor abundancia relativa lo constituye, sin lugar a dudas, el agua en forma de nieve y de escurrimiento superficial o subterráneo. En este sentido, el estudio de SERPLAC y otros (1979), estimó una alta capacidad de regulación derivada de la constitución geológica de gran parte de estas cuencas de almacenamiento, con rocas fracturadas y sedimentos volcánicos en que se detectan vulcanitas, rocas porfiríticas y queratofíricas, areniscas, lutitas y conglomerados de Cretáceo y Triásico, lo que permite almacenar estos grandes volúmenes de agua en forma similar a un gran embalse subterráneo y liberarlo en un período de aproximadamente 36 meses. Esto implica una prolongada recesión en la curva de caudales después de un año lluvioso. Para la cordillera del Elqui, esta capacidad es del orden de los 700 millones de metros cúbicos, que se descomponen en 500 millones en la cuenca del río Turbio y 200 en los ríos Claro y Derecho.

En lo que respecta a la Cordillera del Limarí, ésta

también dispone de agua en cantidad suficiente para constituir su principal recurso disponible. Si bien la capacidad de regulación es de solo 70 millones de metros cúbicos en la cuenca del río Hurtado, con un período de recesión del orden de los 24 meses, el volumen disponible de agua superficial se ve manifiestamente aumentado.

La Cordillera del Choapa por su parte, presenta condiciones inferiores para la producción de agua superficial. Su capacidad de almacenamiento subterráneo se reduce a 60 millones de metros cúbicos, en la subcuenca del río Illapel y su tiempo de retención fluctúa entre 12 y 20 meses.

Teniendo en cuenta la naturaleza de la unidad de alta montaña, no se puede esperar una gran dotación de recursos de tipo agropecuario. Sin embargo, esto que es una realidad para el caso de la cordillera del Elqui, no lo es tanto para el Limarí donde a la dotación de agua, se debe agregar la disponibilidad de suelos de aptitud agrícola. Estos se localizan en los amplios valles de los cursos superiores de los ríos, los cuales en muchos casos presentan terrazas de sedimentación. Así, por ejemplo, las comunas de Monte Patria y Río Hurtado, ambas en la cuenca superior del Limarí, disponen de alrededor de 10000 hárs de suelos agrícolas regables. De este total, aproximadamente 9000 hárs se localizan en los valles formativos del río Grande (Mostazal, Rapel y Grande).

El principal factor limitante para el desarrollo de la agricultura en la montaña es el clima, especialmente por la ocurrencia de heladas y la precipitación en forma de nieve. Sin embargo, a la altitud que se presenta la vegetación de estepa andina, los valles muestran condiciones totalmente distintas de los interfluvios. El abrigo que ofrecen los vientos, las condiciones favorables de explotación de algunas laderas y otros factores de tipo microclimático, hacen posible el cultivo en éstas áreas. Por lo demás, se debe considerar que el trazado del límite inferior de esta unidad ha sido generalizado a partir de los 3000 m. Por lo anterior, al hablar de valles cordilleranos, éstos no se restringen a los que tienen altitudes superiores a la mencionada cota, sino que en ocasiones se trata de altitudes entre 1000 y 2000 m sobre el nivel del mar. Además los valles actúan como rutas de penetración de las influencias del mar, por lo que se suavizan aún más las condiciones del clima imperantes tanto por altitud o como por exposición.

En lo que respecta a la presencia de recursos minerales a la Cordillera del río Elqui, presenta yacimientos de cobre y polimetálicos, siendo el más importante el mineral de El Indio, actualmente en explotación. Según datos de la Secretaría Regional Ministerial de Minería de la IV Región, las reservas conocidas de este yacimiento son de 90000 ton de cobre fino y 48000kg de oro fino, constituyendo el 28% de las reservas regionales de este último.

La Cordillera del río Limarí se presenta como un área pobre en recursos mineros, registrando sólo pequeños yacimientos de cobre, plata y polimetálicos, explotados principalmente por la pequeña y mediana minería.

En la cordillera del río Choapa, vuelven a aparecer importantes recursos mineros. Se trata del yacimiento de los Pelambres, cuyas reservas de cobre se han determinado en 3,4 millones de ton, más otros 2 de reservas probables.

En otro rubro de interés, la limpidez atmosférica y la belleza escénica de los paisajes de alta cordillera, ligadas a las características de tipo cultural, hacen del área un importante atractivo turístico. En este sentido, cabe destacar algunos hechos singulares como la existencia de varios pueblos tradicionales en el valle de los ríos Derecho y Turbio, la tradición vitivinícola y pisquera, la fabricación de tejidos artesanales en el pueblo de Chapilca (río Turbio) y la tumba y museo de Gabriela Mistral, en la localidad de Monte Grande, constituyen atractivos recursos turísticos.

Junto a ellos, se puede mencionar la existencia de termas aún no explotadas y la disponibilidad de lugares para la pesca en los ríos y lagunas de la cordillera. También el paisaje cordillerano se presta para la práctica del excursionismo y montañismo.

Una de las principales limitaciones que presenta el área, para el uso de los recursos naturales es el alto riesgo de ocurrencia de avalanchas y deslizamientos que al afectar las instalaciones humanas, se transforman fácilmente en catástrofes. A esto deben agregarse las eventuales inundaciones de las áreas agrícolas. Según Conte (1986), estos dos tipos de riesgos, ligados a la probabilidad de sequías que afectan a toda la región, hacen que los valles de los ríos de alta montaña ostenten un grado medio de vulnerabilidad a eventos naturales catastróficos.

#### **Perspectivas de uso futuro**

La fragilidad del sistema de alta montaña implica la necesidad de prestarle especial atención, para asegurar la permanencia y éxitos de cualquier obra a realizar en este medio.

Tomando en consideración la dotación de recursos ya analizada, se puede advertir que las perspectivas que ofrece esta unidad son de gran envergadura. En el caso de los recursos turísticos a que se hizo alusión, que en la actualidad se utilizan en pequeña medida, la escasa infraestructura vial limita su acceso para una adecuada explotación.

Por otra parte, como se señalara anteriormente, la unidad de alta montaña posee importantes yacimientos de cobre, oro y plata. Se debe tener en cuenta en este contexto la incompatibilidad latente que puede existir entre el uso minero y el turístico, cuando ambos pretenden coexistir en un mismo territorio.

Los principales impactos que provoca la minería en la calidad turística del medio, se relacionan con formas variadas de contaminación, si no se adoptan las medidas preventivas. Esto es válido tanto para el medio atmosférico, como para los cursos de agua superficiales y subterráneos. Este hecho lleva la necesidad de aplicar estrategias insertas en una política global para las actividades económicas que incorpore al proceso productivo, el costo de minimizar estos impactos, para reducir la eventual incompatibilidad y lograr un uso compartido del espacio físico y cultural.

El incremento de los recursos de importancia agropecuaria hace pensar en las posibilidades de un mayor aprovechamiento de las aguas superficiales, por medio de la construcción de embalses de regulación, en el curso superior y medio de estos ríos. Estos reservorios de agua pueden ser diseñados para cubrir propósitos múltiples: regadío, hidroelectricidad, turismo y recreación.

Esto es particularmente importante para el caso de los ríos Elqui y Choapa, dado que la actual capacidad de embalse de la cuenca del río Limarí parece suficiente para cubrir las necesidades del sector, considerando además, que una obra de almacenamiento, en el sector alto, podría redundar en un desequilibrio en el actual sistema de regadío.

En este aspecto, surge nuevamente el problema del aprovechamiento del mismo territorio con propósitos de multiuso. Una obra de almacenamiento, por ejemplo, puede significar la inundación de tierras que, pese a una baja fertilidad y reducida capacidad de uso, a causa de los notables recursos climáticos existentes en algunos de los valles de la alta montaña, pueden sustentar actividades agrícolas productoras de frutas de exportación.

De esta manera, se puede concluir que para un aprovechamiento integral de los recursos disponibles en la unidad de alta montaña, se hace necesario tomar en cuenta un conjunto de factores limitantes. De partida, es indispensable disponer de un importante volumen de antecedentes sobre el funcionamiento natural de este medio, para su explotación. En todo momento se debe tener presente la eventual incompatibilidad de usos en un mismo territorio, que es particularmente significativa en esta unidad.



## IMPLICANCIAS DE LA EXPLOTACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN LOS ECOSISTEMAS ANDINOS

Jorge Cepeda P. Ph. D.  
Ecología  
Departamento de Biología  
Universidad de la Serena

### A. Base regional de los recursos naturales de los ecosistemas andinos regionales.

Los ecosistemas andinos regionales aportan diversos tipos de recursos naturales, tanto renovables como no renovables y ecosistémicos o paisajísticos. Estos recursos fortalecen la actividad económica regional.

Los recursos naturales más importantes aportados por el sistema físico corresponden al agua, las aguas termales, la atmósfera y los recursos minerales. Siendo una zona desértica, el agua es el principal recurso suministrado por el sistema andino, ya sea en forma de nieve o de escurrimiento superficial o subterráneo. En lo que respecta a la presencia de recursos minerales, la zona cordillerana regional posee importantes yacimientos de cobre y polimetálicos, siendo el más importante el mineral de El Indio. Otro rubro de interés es la limpidez atmosférica lo que ha favorecido la puesta en marcha de importantes proyectos de desarrollo de la investigación astronómica y astrofísica. Las aguas termales y las bellezas escénicas le confieren a la región un potencial turístico en términos del ecoturismo y turismo de aventura.

Los recursos bióticos a su vez aportan biomasa vegetal para el ganado trashumante y leña. En términos de biodiversidad, constituyen importantes reservas genéticas y químicas, aspectos pobremente conocidos. El sistema vegetal juega además un rol significativo en la estabilidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos al controlar la erosión y deslizamientos de masas de tierra, formar bancos de semillas para el repoblamiento natural o reforestación artificial y suministrar refugios y alimento a la fauna local, tanto silvestre como doméstica. Por otro lado y teniendo en cuenta las características de la unidad de alta montaña, no se puede esperar una gran dotación de recursos agropecuarios.

El recurso faunístico silvestre regional de mayor importancia potencial es la chinchilla. Recuperado el habitat

y sus poblaciones, puede transformarse en recurso económico interesante para la zona. Los componentes de la fauna silvestre tienen importancia en la estabilidad del ecosistema andino al actuar como dispersores y facilitadores de la germinación de semillas de plantas autóctonas, polinizadores, estimulantes del vigor de la vegetación, además de formar parte del paisaje cordillerano y poseer valor estético, científico, ecológico e idiosincrático. En la región el ganado doméstico es esencialmente trashumante y no está constituido por especies típicamente andinas.

Los elementos físicos y biológicos han logrado complementarse a lo largo de miles de años de evolución de los ecosistemas andinos y llegar a constituir unidades de paisaje de particular belleza. Esto último favorece planes de turismo ecológico y de aventura.

Sin embargo, la explotación con sentido ecológico de estos recursos asume que la protección del ambiente andino es una de sus piedras angulares. La puesta en marcha de estrategias de protección requiere de una adecuada descripción de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos. Estos aspectos que serán descritos en los párrafos siguientes.

## **B. Vulnerabilidad de los ecosistemas andinos**

Los ecosistemas andinos son más vulnerables que los ecosistemas costeros o de menor altura. Son vulnerables a alteraciones de diversa naturaleza, tanto de origen natural como de origen humano. La altura, pendiente, aspecto, ubicación con respecto a zonas de alto riesgo sísmico predisponen a los ecosistemas andinos a violentas y a veces catastróficas reacciones. Esta vulnerabilidad está relacionada con la topografía, generalmente muy abrupta, con una conducta meteorológica de difícil pronóstico, con suelos ubicados en laderas de mucha pendiente, pobremente desarrollados y desprotegidos de cubierta vegetal.

## **C. Morfología y ecodinámica de la montaña andina**

Tanto las condiciones morfológicas como climáticas juegan un rol fundamental en la forma como se relacionan los diversos elementos del ecosistema andino.

Este está muy influido por los efectos del relieve, altura, aspecto y pendientes. Estos factores determinan las peculiaridades del clima local, del desarrollo de los suelos y las características de la biota.

En el contexto del manejo de los recursos andinos, la

altura per se constituye una medida de los efectos que pueden causar sobre la actividad laboral, los asentamientos humanos y el ganado la rarefacción del aire y la energía gravitacional.

La rarefacción del aire es la consecuencia de una disminución de la presión atmosférica con el aumento de la altura. La disminución de la presión atmosférica reduce el contenido de oxígeno y de vapor de agua del aire. De este modo, se pone un límite a la actividad humana. A bajos niveles de oxígeno el funcionamiento normal del cuerpo humano solo es posible si la densidad de los glóbulos rojos aumenta sobre los niveles considerados normales para los habitantes de la costa.

La altura también afecta la distribución de la energía gravitacional. En ambientes de elevado relieve, la altura proporciona una fuente de energía que acelera la tasa de denudación del suelo. Esto hace que el ecosistema andino sea altamente energético. Las pendientes son muy vulnerables a alteraciones facilitadoras de desmoronamientos, avalanchas y deslizamientos de tierra y rodados. La distribución de la biota también está asociada a esta combinación de altura y pendiente.

Sin embargo, la importancia relativa de los rasgos morfológicos en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos varía entre regiones. Por ejemplo, la situación no es la misma para montañas que han sufrido fuertes glaciaciones -donde existen fuerte contrastes morfológicos- que para aquéllas que no lo han sufrido, donde los contrastes son menos marcados.

El relieve y el aspecto (posición de la ladera) determinan las causas y concentración de masas de aire y sus movimientos. Estos, por ejemplo, prevalecen en pendientes muy gastadas (meteorizadas) y abruptas. De importancia particular para el caso del agua es el efecto de las pendientes sobre las tasas de erosión. En una gradiente de pendientes, la velocidad del agua aumenta al doble cuando la pendiente (en %) se cuadruplica. Este aumento de la velocidad del agua incrementa por 64 veces el tamaño de las partículas que ésta pueda arrastrar durante su recorrido. La longitud de la pendiente es otra de las variables a considerar en el problema de la erosión de las laderas. La tasa de erosión aumenta con la extensión de la pendiente. Esto ocurre por que volúmenes mayores de agua se acumulan en pendientes más largas, lo que incrementan su capacidad de arrastre. La tasa de erosión también depende de la intensidad y duración de las lluvias, el tipo y abundancia de la cobertura vegetal, las características del suelo y la inclinación de la pendiente.

Otras avariabes importantes en el análisis de la morfología de las pendientes y que influyen en el manejo de los recursos andinos son el aspecto y el sombreado topográfico. Por ejemplo, en el hemisferio sur las laderas

expuestas al norte interceptan más energía solar por unidad de área y son por lo tanto más cálidas que las pendientes de área similar expuestas al sur que son más frías y húmedas. Lo inverso ocurre en el hemisferio norte. Debido a esta distribución diferencial de la energía, el aspecto (la cara de la ladera expuesta a la radiación solar según el momento del día) afectan la distribución de la flora, de la fauna, de los patrones microclimáticos, el tipo de suelo, los procesos geomorfológicos y el tipo de uso de los recursos. Por ejemplo, la disponibilidad de pastos, agua, nieve u otros recursos depende del aspecto de la ladera.

#### D. Dinámica del clima de la montaña andina

Las condiciones climáticas en ambientes montañosos son el producto de los grandes contrastes producidos durante el juego de las interacciones entre la altura y el aspecto de las laderas con las fuerzas prevalente de calor y humedad. Es aceptado generalmente que el clima cambia con la altura (cambio vertical) en forma similar a como lo hace del Ecuador a los Polos (cambio horizontal). Esto no siempre ocurre así, especialmente en ambientes montañosos de topografía muy irregular, donde estos patrones generales puede que no se cumplan. Así, los climas de montaña se caracterizan por extremos de variabilidad espacial y temporal de calor y humedad. A nivel de la macroescala (el país por ejemplo) el clima está determinado por la latitud, la cercanía de grandes masas de agua (mar) y su posición en relación a las rutas que siguen las grandes masas de aire transiente. La latitud determina particularmente la cantidad de radiación solar que llega a la montaña. Las montañas de latitudes más altas son más frías y con una mayor variación anual de la radiación solar que las montañas de latitudes más bajas.

Las diferencias regionales en las condiciones climáticas son factores importantes en los ambientes de montaña. Se acepta generalmente que tanto las montañas de regiones templadas como las montañas de regiones tropicales están caracterizadas por una gradual disminución de la temperatura ambiental con el aumento de la altura. Las montañas de regiones templadas muestran una marcada estacionalidad en las temperaturas ambientales. Esto determina condiciones cambiantes de estación en estación y de un piso altitudinal a otro para el uso de los recursos.

Las condiciones de precipitación son aún mucho más difíciles de generalizar. Tanto las montañas de las regiones tropicales como las de regiones templadas se caracterizan por un aumento de las precipitaciones con la altura. Las montañas de los trópicos reciben gran parte de la precipitación en forma de lluvia. En los trópicos existe una alternancia de una estación seca con una húmeda lo que determina la ecología

del ecosistema y el patrón de uso de los recursos renovables. Por ejemplo, la meseta que existe en el norte grande tiene una altura, en general, superior a los 4000 msnm y no es sino la extensión ecológica de la puna boliviana que representa una degradación altitudinal extrema del clima tropical. En esta zona, influencias tropicales y continentales se mezclan, dando un régimen pluviométrico con precipitación típicamente estival. A pesar de las fuertes limitaciones por el largo período de aridez, el frío prolongado, la notable variación térmica, la humedad muy baja y los persistentes vientos que agudizan los efectos de la sequedad y del frío, es la región andina del norte chileno que mantiene las formaciones vegetales más densas como así mismo abundantes poblaciones de fauna local. Parte de las influencias de los andes del norte alcanzan la región de Coquimbo. En las zonas templadas, el período de actividad ecosistémica se concentra en verano (desde octubre-noviembre hasta febrero-marzo), la extensión dependiendo de la latitud y de la altitud. Esta zona presenta en promedio una gran amplitud térmica de una estación a otra y de la mañana a la noche. Las mínimas son frecuentes bajo los 0°C, la humedad relativa muy baja y la precipitación variable. En estos ambientes, la estacionalidad de las precipitaciones es un factor crítico para la estabilidad de las laderas. Si la estación seca precede a la lluviosa, los procesos que favorecen la disgregación de los suelos son estimulados, lo que aumenta la velocidad de erosión y las probabilidades de graves deslizamientos de tierra.

Las condiciones morfoclimáticas arriba descritas generan variaciones espaciales en el uso de los recursos. En la zona templada, la mayor parte de los asentamientos humanos se encuentra en la media montaña y laderas de baja pendiente y altura. En las regiones tropicales, la explotación de los recursos es posible a elevaciones mayores debido a sus condiciones climáticas más favorables.

A una escala local, el efecto de variaciones topográficas puede ser mayor que aquel debido a la latitud, continentalidad o masas de aire transiente. En este caso, las variaciones espaciales y temporales de calor y humedad se originan a partir de diferencias en altura, especialmente en sus efectos sobre la presión atmosférica.

Como se indicó más arriba, la presión atmosférica disminuye con la altura. Sin embargo, la disminución de la presión atmosférica per se es menos importante para el uso de los recursos que el efecto de la rarefacción del aire. La disminución vertical de la presión atmosférica reduce la humedad absoluta. Algunos autores señalan que más de la mitad del vapor de agua de la atmósfera está bajo los 2500 msnm. Como la presión disminuye con la altura, el aire se hace cada vez más ineficiente en su capacidad de carga de vapor de agua y de este modo, baja la humedad relativa de él. La sequedad atmosférica y los fuertes vientos promueven la erosión y el

esparcimiento de los incendios naturales (común en ciertos ambientes cordilleranos).

Debido a efectos orográficos, la precipitación aumenta con la altura, pero en muchas localidades montañosas este aumento sólo es posible hasta el límite superior de alta presión. Sobre los 2200 msnm, la precipitación comienza a declinar con la altura.

De particular importancia para el uso de la vegetación con fines pastorales es la efectividad de la precipitación. Temperatura y vientos afectan las tasas de evaporación y evapotranspiración, lo que a su vez afecta el balance hídrico del ecosistema. La velocidad promedio del viento aumenta con la altura. De la misma manera lo hace la evapotranspiración potencial, de allí el carácter arido de gran parte del paisaje cordillerano.

La variabilidad climática descrita para la escala continental y nacional, se complica localmente por los efectos de las variaciones topográficas, estado del ecosistema, cercanía de cuerpos de agua, tipos de suelo, turbulencias de los vientos de los valles, patrones de distribución de la temperatura y de la humedad. En los ambientes de montaña, los factores locales y microlocales pueden tener tal influencia que se pueden producir diferencias microclimáticas, aún entre áreas pequeñas. De esta forma, una relación lineal entre altitud y variables climáticas existe sólo cuando promedios generales más que valores absolutos son considerados en la tipificación de la variabilidad climática a lo largo de gradientes espaciales o temperales. No es correcto esperar entonces que la precipitación siempre aumente o la temperatura disminuya con la altura. A veces, sombras topográficas a elevaciones menores pueden provocar una mayor frecuencia de temperaturas de congelamiento que lo que puede ocurrir a alturas mayores, pero carentes del efecto sombra. Así las características climáticas constituyen uno de los componentes físicos del ecosistema de montaña más importantes para determinar la forma, velocidad y el tipo de uso de los recursos naturales. En las laderas pronunciadas, la lluvia y el derretimiento de la nieve proporcionan fuerzas que favorecen la erosión. En las laderas intensamente meteorizadas tanto las lluvias intensas de corta duración como aquéllas prolongadas pero de baja intensidad son causa de riesgos de deslizamientos y avalanchas. La probabilidad de ocurrencia de tales fenómenos aumenta por el uso inadecuado de los recursos.

Otro rasgo característico del ambiente de montaña son las temperaturas de congelamiento. Este fenómeno conlleva riesgos de sobrevivencia para las personas, animales y vegetales. Las depresiones de altura en los pisos de los valles y las localidades protegidas de los vientos son particularmente propensos a heladas y temperaturas de congelamiento. Estas afectan el uso de los recursos vegetales al reducir la

extensión del período de crecimiento, la actividad humana y animal. La acumulación de nieve en grandes cantidades puede llegar a paralizar la actividad productiva en el sector. Los efectos de la nieve son de mayor riesgo cuando existen probabilidades de aludes y derrumbes. Dado que los aludes tienden a ocurrir en los mismos sitios a lo largo del tiempo, éstos mantienen la vegetación en etapas de poco desarrollo y en constante repoblamiento, lo que contribuye al permanente riesgo de aludes y deslizamientos de tierra.

#### E. Suelos

El desarrollo de los suelos de la cordillera andina depende de factores como el relieve, el ecoclima y la cubierta vegetal. Debido a la fuerza gravitacional, las laderas con pendientes pronunciadas y abruptas tienen poco o caso nada de mantillo orgánico, excepto en sus bases donde se desarrollan los abanicos aluviales y los conos de deyección. Estas laderas con suelos delgados o mantillos parcialmente incorporados al suelo poseen una baja potencialidad agropecuaria. La vegetación está restringida a la existencia de líquenes, musgos y gramíneas duras, especialmente a elevaciones mayores. En las laderas de pendientes moderadas, suelos con mayor desarrollo pueden existir hacia la base de la montaña que en la cima, donde los suelos orgánicos se concentran bajo los arbustos y pastos, con muy poco o casi nada de suelo entre ellos. En estos ambientes, la mayor actividad biológica del suelo se realiza bajo los arbustos y pastos, donde incluso se puede acumular una turba de varios centímetros de espesor. En las partes altas de los cerros, el viento, la erosión hídrica y las bajas temperaturas limitan el desarrollo de los suelos. Los procesos formadores de estos son más activos a alturas menores que a altura mayores.

En las laderas más altas, más descubiertas de vegetación, los procesos de avalanchas, partiduras de rocas por congelamiento, desprendimientos y desarrollo de material coluvial son más activos. En contraposición, debido a que las laderas más bajas tienen suelos más profundos, los deslizamientos de tierra, hundimientos y erosión adquieren un rol más significativo.

En las zonas de precipitaciones elevadas, la erosión de laderas de elevada pendiente debe ser una preocupación fundamental de parte de los manejadores de los recursos naturales. En general, prácticas de cultivos, pastoreo, minería, construcción de caminos, aumentan los riesgos de fenómenos de avalanchas y derrumbes de tierra en estas zonas. La destrucción de la vegetación tiene particular importancia en el aumento de los fenómenos de derrumbes ya que reduce la capacidad de infiltración del suelo, con lo que aumenta la velocidad y cantidad de escorrentía, acelerando la destrucción

del suelo. Esto promueve la erosión e impide los procesos de repoblamiento natural por parte de la vegetación, teniendo como consecuencia la disminución de la estabilidad física y biológica de los habitats de laderas.

#### F. Patrones de distribución de la biota

En los ambientes andinos, los patrones de distribución de la vegetación están primariamente determinados por las condiciones de humedad, temperatura y desarrollo del suelo. Consecuentemente, las zonas de vegetación cambian con la altura y la topografía (por ejemplo, para conocer detalles de la vegetación de la zona del mineral de El Indio ver los capítulos Lista de especies de la flora de El Indio y Heterogeneidad espacial de la vegetación de alta montaña en la zona andino-desértica de Chile, 30°S, en esta misma serie de documentos). Otros factores que complican los patrones de distribución de la vegetación son el efecto sombra de la topografía local, el aspecto de las laderas, su ubicación en relación a las rutas de las tormentas y vientos húmedos, cercanía de masas de agua y la altura promedio de la cadena montañosa. Comparados a las tierras bajas, estos factores causan complejos patrones de vegetación aún entre áreas pequeñas. Así, la vegetación adquiere una configuración de parches y mosaicos. Los patrones de distribución de la fauna muestran una estrecha relación con los patrones de distribución de la flora (para conocer mas detalles sobre los animales pequeños del suelo del sector ver Heterogeneidad espacio-temporal de la fauna edáfica en la Cordillera de los Andes del norte-centro de Chile en esta misma serie de documentos). En general, el tamaño de los animales tiende a declinar con la altura. Las aves y los insectos son más numerosos que los mamíferos, reptiles y anfibios (para conocer más detalles de la fauna del sector ver el capítulo de la fauna de vertebrados e insectos en esta misma serie de documentos).

#### G. Implicaciones de la ecología de la montaña en el uso de sus recursos naturales

Desde la perspectiva ecológica, el manejo de los recursos naturales renovables puede definirse como una estrategia en el diseño y ejecución de planes de utilización de estos recursos basados en un claro y preciso conocimiento sobre la dinámica de las relaciones fundamentales entre los componentes del ecosistema. El propósito básico del manejo ecológico de los recursos es su aprovechamiento, considerando a la vez su protección, gestión y restauración, para que permanezcan permanentemente productivos, incluyendo a las generaciones

futuras. El conocimiento referente a los componentes del ecosistema y de sus relaciones contribuye a determinar el uso potencial de los recursos y sus restricciones y limitaciones. Así como la evaluación del impacto ambiental que genera su extracción, utilización y uso.

El análisis de la dinámica ecológica -reseñado en los párrafos anteriores- ha demostrado que los ecosistemas andinos están caracterizados por su complejidad, su diversidad y su vulnerabilidad. Estas características influyen de manera decisiva en el desarrollo de planes de utilización de los recursos. La mayor parte de los problemas asociados al uso de los recursos del medio andino se originan por su variabilidad meteorológica, morfológica y ecológica.

La variabilidad morfológica determina que la accesibilidad y el aislamiento, particularmente en situaciones de desastres, sea un factor importante en el desarrollo de vías terrestres de comunicación. Las condiciones morfoclimáticas además facilitan una variedad de formas de vida vegetal, hábitas y zonas ecológicas que hace que los ecosistemas andinos tengan un potencial mayor de recursos naturales que ofrecer que áreas similares localizadas en los ecosistemas de menor altura. Esta situación puede originar algunos conflictos que revelan la complejidad de los problemas ambientales.

Los conflictos más importantes que se pueden originar son una proliferación de instancias contraloras y creación de conflictos de jurisdicción, sobreposición de intereses entre grupos que hacen uso simultáneo de los recursos, y conflictos debido al uso incompatible de ellos.

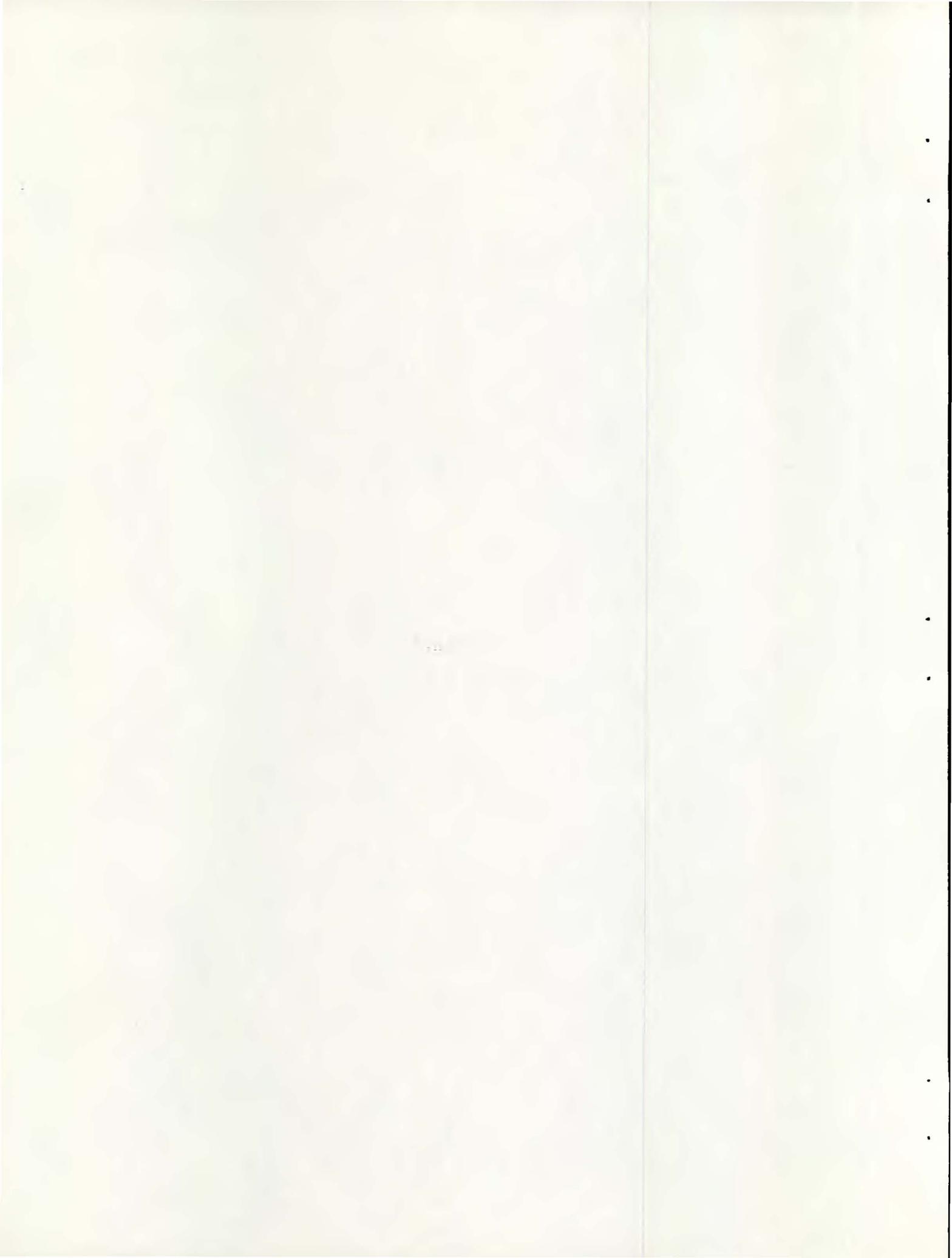
La variabilidad en las condiciones del ecosistema crea condiciones difíciles para quienes laboran en actividades de explotación de los recursos y, a veces, los costos de protección y gestión ambiental son claramente superiores a los de otros ecosistemas terrestres. En muchas regiones montañosas, las fluctuaciones meteorológicas están asociadas con frecuencias relativamente altas de aluviones, inundaciones, aludes, deslizamientos de tierra, y erosión severa. El ordenamiento horizontal de las zonas ecológicas de los ecosistemas andinos contrasta marcadamente con el arrastre vertical de materiales. Este flujo atraviesa diferentes zonas ecológicas que usan al ecosistema de diferente forma, pudiéndose generar conflictos entre los habitantes de los pisos superiores e inferiores y reforzando la necesidad de una coordinación más eficiente (revise por ejemplo el conflicto actual entre la Compañía Minera Ojos del Salado y los cultivadores de ostiones de Calderilla y de Bahía Inglesa).

En consecuencia, la complejidad, diversidad y vulnerabilidad de los ecosistemas andinos exige de cuidadosas estrategias de desarrollo y uso de sus recursos. En general,

se debieran aplicar criterios preventivos y restaurativos. Se requiere de una cuidadosa selección de lugares y tiempo para poner en ejecución los proyectos de explotación del ecosistema. La estructura del ecosistema andino requiere de unidades pequeñas de manejo con el propósito de monitorear eficientemente las tendencias de los impactos y proceder a las medidas correctoras y mitigadoras. Requiere, además, de la existencia de exclusiones permanentes que conserven unidades de paisaje con mínima alteración y sirvan para evaluar con mayor precisión las tendencias de cambio y las medidas correctoras y mitigadoras.

Finalmente, el establecimiento de políticas claras de gestión ambiental que promuevan y apoyen un uso ecológicamente sostenible de los recursos andinos permitirá contribuir al desarrollo económico con equidad social.

ANEXOS



## PERFIL ECOLOGICO DE LA IV REGION

J. Cepeda P.  
C. Campusano L.

### INTRODUCCION

En el perfil ecológico que a continuación se presenta, se ensaya una síntesis de la información ecológica que se tiene de la Región. En realidad éste representa un primer intento de integrar, con un enfoque holístico, el conocimiento de la Región en su dimensión ecosistemática. Los estudios ecológicos regionales no son abundantes, aunque existe información, que en muchos casos es muy detallada y precisa, sobre algunos aspectos particulares de sus recursos naturales. Sin embargo, este conocimiento no pasa de ser general en lo referente a la clasificación, estructura, dimensión y cartografía de los ecosistemas regionales y de sus interacciones con las comunidades humanas que viven dentro o alrededor de ellos. Este conocimiento es evidentemente importante ya que permite, entre otros, cuantificar la dinámica de los recursos naturales renovables que contienen; la estabilidad para resistir la utilización de ellos, y decidir sobre las estrategias de desarrollo que los comprometen. No se puede dejar de insistir que el uso de los recursos naturales no sólo se comporta de acuerdo a leyes científicas de origen social, sino que también por leyes naturales las que han quedado claramente evidenciadas cuando surgen las llamadas "enfermedades ecológicas", vg., desertización, contaminación, eutroficación y muchas otras de índole similar.

La IV Región constituye un cinturón climático transicional. Recibe influencias desérticas por el norte y mediterráneas por el sur. Esta condición influye fuertemente en la fisionomía del paisaje, producto de una entremezcla de comunidades naturales. Por tal razón, desde un punto de vista ecológico, representa más bien una zona ecotonal. Conocida de antiguo "Norte Verde" lo que en términos lugareños equivale a "Desierto Verde", aparentemente una contradicción. La presencia de lomas y serranías, además, da la oportunidad para que exista un mosaico de microecosistemas con importancia agropecuaria y recreacional.

Sin embargo, este "Desierto Verde" debe ser manejado con criterio ecológico, entendiéndose con esto que existe la necesidad, ahora más que antes, de adquirir una mayor información sobre la ecología básica y aplicada de los ecosistemas regionales y con ésta desarrollar una estrategia educativa que, a nivel de escuela y comunidad, busque renovadamente los cambios de actitud que tal postura ecológica requiere del ciudadano de la Región.

Este perfil ha sido dividido en dos componentes. Una dimensión física que incluye los aspectos geográficos generales, topográficos, edáficos y climáticos, y una dimensión biológica que comprende el conocimiento de la fitocenosis y zococenosis terrestres.

---

Así, como se dijo al comienzo de esta introducción, se presenta una primera aproximación, al nicho ecológico del Hombre de esta Región.

Los autores agradecen a los estudiantes de sus cursos de Zoología, Ecología y Seminarios de Título de la Universidad de Chile (La Serena) que a partir de 1970 los han acompañado en sus campañas de prospección y conocimiento de la realidad ecológica de la Región.

## A. Dimensión física

### 1. Ubicación geográfica y extensión

La IV Región, Coquimbo, se extiende desde aproximadamente los 29° a los 32° 15' Lat. sur y entre los 60° 45' y 71° 45' de Long. oeste. Su forma rectangular se centra en el meridiano 71° de Long. oeste; tiene un ancho promedio de, aproximadamente, 130 Kms; su parte más ancha, a la latitud del Tangué, es de 170 Km.; mientras que la más angosta, a la latitud de Illapel, es de 96 Km.

Posee una superficie territorial continental cercana a los 39.647 Km<sup>2</sup>, correspondiéndole un 5,24% de la superficie sudamericana de Chile.

Denominada de antiguo el norte verde, constituye un cinturón ecotonal donde se entremezclan comunidades bióticas e influencias climáticas típicamente desérticas por el norte y mediterráneas por el sur.

### 2. Relieve

El relieve de la Región es confuso y abrupto. El macizo andino domina gran parte de su territorio, con excepción de la franja costera y de sus valles transversales.

Se distinguen cuatro conjuntos de relieve:

- a) La alta cordillera,
- b) la media montaña,
- c) los valles transversales, y
- d) la franja costera

a) La alta cordillera fue modelada durante el cuaternario por los sistemas de erosión glacial y periglacial. La morfología es abrupta y escarpada, especialmente en el límite septentrional.

Las alturas van desde los 3.000 a más de 6.000 m., descendiendo hacia el sur. En el límite con la III Región, Atacama, destaca la cordillera de la Punilla con una altura promedio de 5.000 m. Un poco más al sur, en la zona del Elqui, el Cordón del Tilo y la Cordillera de Doña Ana se encumbran a los 5.000 m. A la latitud de La Serena sobresale el cerro Las Tórtolas (6.323 m.), y al sur del Paso de Aguas Negras, el Cerro de Olivares (6.252 m.). La existencia de valles interiores con sedimentos morrénicos y fluvio-glaciales en sus lechos, ha generado en algunos lugares pequeñas cuencas cerradas en las que de una primaria acumulación lagunar se ha llegado, por sucesión ecológica, a la formación de vegas y bofedales.

b) La Media Montaña. Presenta un modelado actual derivado de procesos fluviales. La acción de las lluvias y el posterior escurrimiento labraron profundos cortes sobre esta topografía original dando origen a quebradas y cañadas con cursos de agua permanente u ocasional.

c) Los Valles Transversales. Estos son largos y profundos. Terrazas fluviales y conos de deyección son apreciables sólo en los valles de los ríos principales y en las confluencias de algunos ríos secundarios. En los ríos principales es característica la presencia de 3 niveles de terrazas. En las

proximidades de la costa éstos pasan a plataformas litorales las que en algunos sectores alcanzan hasta el mar y en otros entran en contacto con un conjunto de bloques solevantados como ocurre en los "Altos de Talinay".

Los tres valles transversales evidencian acción glacial en sus cursos superiores, ensanchamiento en sus tramos medios y acción aluvial en los inferiores. Además de las cuencas andinas —Elqui, Limarí y Choapa— que presentan escurrimientos durante todo el año por el efecto regulador de la alta cordillera, existen en la Región cuatro cuencas pluviales principales: Lagunillas, Punitaquí, Canela y el Teniente, algunas son afluentes a los ríos principales, pero su respaldo nival es nulo o despreciable.

d) La franja costera. De ancho variable, entre algunos metros a varios kilómetros. Está compuesta por diferentes formas, tanto del punto de vista topográfico como por su constitución.

Existe un cordón costero conformado por una serie de bloques fallados y diferencialmente solevantados ("Altos de Talinay"); de topografía abrupta, con una cubierta de gravilla y arena, fácilmente movilizables en períodos lluviosos. Estos relieves tienen importancia ecoclimática por el efecto de biombo que ejercen, concentrándose la precipitación y la humedad en la vertiente de barlovento.

Alrededor de bahías, entre el pie occidental de la Media Montaña y la base de los Altos de Talinay, y al oeste de estos últimos, se encuentran relieves costeros planiformes, algunos formados por sedimentación y otros por abrasión marina.

### 3. Suelos

El sustrato geológico está constituido por rocas depositadas durante el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. Las rocas paleozoicas y que constituyen el basamento, están distribuidas en dos franjas longitudinales de dirección norte-sur, ubicadas en el borde occidental y en el extremo nor-oriental de la Región. Las rocas mesozoicas y cenozoicas abarcan casi todo el territorio, desde la costa a la frontera con Argentina. Están formadas por rocas sedimentarias marinas, continentales y paquetes de rocas volcánicas. Rocas intrusivas de edades diferentes atraviesan las unidades meso-cenozoicas.

El suelo, en estrecha correlación con la pluviosidad, la vegetación y en algunos sectores con la intensidad de su uso, muestra características que van desde suelos rojos de desierto a pardos forestales típicos. Los suelos de mejor desarrollo se encuentran en el fondo de los valles de los ríos principales y terrazas aledañas.

Se han reconocido 19 series de suelos, la mayoría de ellos son delgados, de textura fina, de coloración pardo-amarillenta u oscura, bien drenados, con una más bien moderada a baja capacidad de retención de agua aprovechable. Además existen suelos de terrazas aluviales siendo éstos planos, delgados o moderadamente profundos; suelos de terrazas marinas, delgados a muy delgados, pardo-cálcicos, generalmente pedregosos; suelos de terrenos escarpados siendo éstos delgados a muy delgados, sobre rocas metamórficas, de drenaje excesivo y generalmente de textura muy fina; suelos de terrenos rocosos, con muy poco desarrollo. Finalmente, las dunas y arenas ocupan una superficie importante de los suelos misceláneos de la Re-



*La mayoría de los suelos regionales son delgados, de textura fina, de coloración pardo-rojiza, de fertilidad baja y fácilmente erosionables. En la fotografía suelo de estepa de *Acacia caven* (espino). Los suelos de mejor desarrollo se encuentran en el fondo de los valles de los ríos principales y terrazas aludadas.*

gión con aproximadamente 70 mil Hás. Se desarrollan de preferencia en la zona costera, al norte de la desembocadura de los ríos y esteros importantes, debido al predominio de los vientos del sur-oeste. Existen en la desembocadura de los ríos Elqui, Limarí y Choapa; pero es en esta última donde adquieren una real importancia por el carácter invasor de las masas de arena, las cuales son desplazadas tierra adentro por los vientos imperantes en el área; por otro lado, en esta desembocadura, el área de acumulación de arena se encuentra al sur del río.

Es evidente que el principal problema que han tenido los suelos de la Región para evolucionar hacia estados más avanzados de pedogénesis, ha sido la falta de agua y ello es válido para cualquier tipo de suelo en cualquier posición topográfica. Lo que es particularmente serio para la Región en este aspecto, es la observación de una tendencia descendente en el nivel de las precipitaciones. Basado en datos recopilados durante los últimos 30 años se ha visto que las precipitaciones han descendido en forma paulatina en un valor cercano o inferior al 50% respecto a los valores observados a principios de siglo. Esta tendencia hace que el límite entre los climas desértico y de tendencia mediterránea se vea desplazado hacia el sur.

Dado que el suelo y la vegetación conforman un sistema ecológico de mutuo beneficio cuya homeostasis está condicionada principalmente por el marco climático del sistema, la destrucción gradual pero continua de la vegetación ha causado en muchas partes estados erosivos y retrogresivos del

suelo de muy difícil, por no decir imposible, recuperación. Desde la época colonial, pero especialmente durante los siglos pasado y presente, la población humana ha ido destruyendo incontrolablemente el suelo en esta Región. Tanto en la III como en la IV Regiones las minas y las fundiciones, con sus exigencias de madera, carbón y leña, han inducido al agotamiento y destrucción del matorral y las formaciones boscosas de chañares, sauces chilenos, molles y guayacanes. En el siglo presente el empleo del espino para carbón y leña de uso doméstico e industrial; el descortezamiento del quillay; el uso de técnicas agropecuarias ecológicamente erradas han limitado enormemente el desarrollo de los suelos regionales, manteniéndolos o retrogradándolos a estados muy primitivos del proceso de pedogénesis; por lo que gran mayoría del territorio regional manifiesta un deterioro evidente de este recurso.

Otro factor importante, aunque de menor cuantía, es el de la exposición; la ladera sur de la pendiente muestra, en casi todos los casos, un notorio incremento de la vegetación.

En los Altos de Talinay (Bosques de Talinay y Fray Jorge) se han prospectado suelos pardos forestales típicos. Esta situación se repite al sur de la Región, en algunos sectores de contrafuertes andinos.

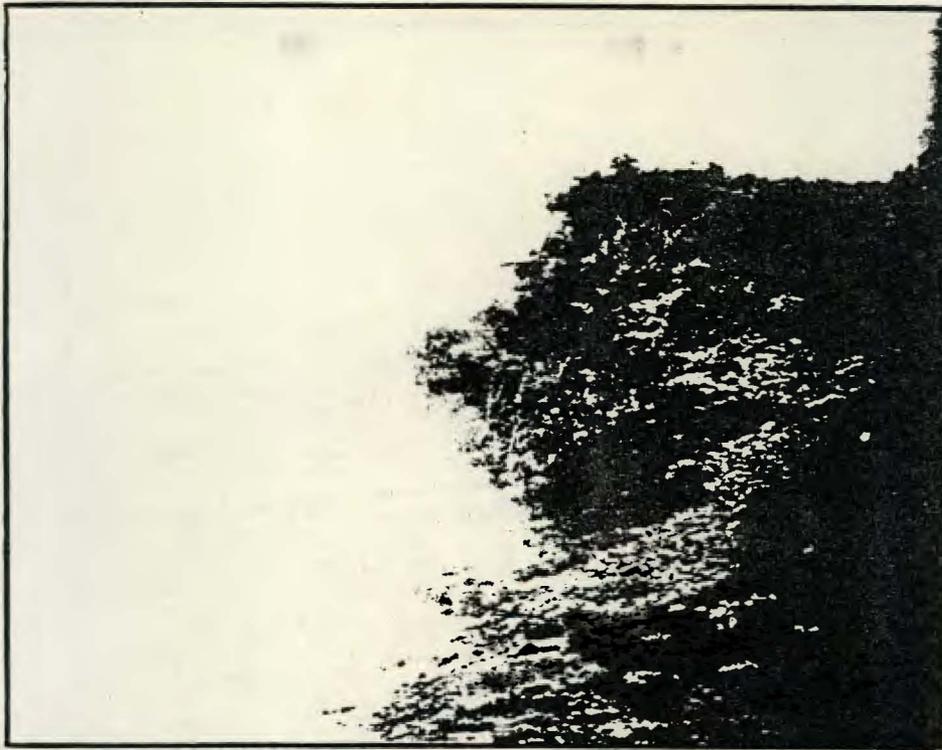
#### 4. *Clima*

Desde un punto de vista ecológico es posible diferenciar tres niveles de climas: el microclima, el ecoclima y el macroclima o simplemente clima. Para el análisis de comunidades bióticas terrestres tienen particular interés las dos últimas categorías.

La disposición que adoptan el relieve y las alturas relativas permiten distinguir ciertas diferencias climáticas de la costa con respecto al interior de la Región. Por otro lado, la presencia de serranías de considerable altura y pendiente, originadas por el desprendimiento de cordones montañosos desde los Andes a la costa, favorecen la existencia de ecoclimas interiores bien particularizados y de extensión variable. Una situación de particular interés ocurre en los Altos de Talinay. Las características del relieve, la proximidad del mar y del río Limarí condicionan un ecoclima dentro del cual sobreviven los manchones boscosos de Fray Jorge y Talinay. En ellos se ha podido estimar que la equivalencia de la captación de neblina es cercana a los 1000 mm. anuales, repartidos en todos los meses del año, en una región donde el macroclima queda definido por una pluviosidad que no supera los 300 mm. y centrada principalmente en los meses de invierno.

El macroclima que impera en gran parte del territorio regional es de tipo mediterráneo con lluvias en invierno y un período seco en verano. Desde un punto de vista bioclimático, la zona mediterránea de Chile es típicamente transicional entre climas de tendencia desértica y de tendencia oceánica. Ya que la IV Región representa el límite septentrional de esta zona climática, en ella impera el componente árido en distintos grados; existiendo interpenetración del desierto costero e interior en su extremo norte. Regionalmente se reconocen de norte a sur las siguientes regiones climáticas.

a. Región Mediterránea per-árida. Corresponde a la parte más septentrional. Las condiciones desérticas son claras tanto en la costa como en el interior. Cubre hasta la cuenca de Los Choros. Existen 9-10 meses absolutamente áridos en la costa, 11 en el interior y 9 en la región pre-andina.



*La humedad del mar condensada en forma de neblina como factor ecológico de gran importancia en la existencia y mantención de las comunidades naturales costeras (Altos de Talinay).*

Estación fría sólo sobre los 2.000 m. El período de mayor actividad biológica ocurre en invierno. Las temperaturas medias oscilan entre los 11.0 °C y los 16.5 °C, la humedad relativa disminuye de mar a cordillera, desde un 75% a un 25%, mientras que la pluviosidad lo hace en sentido inverso, 20-25 mm. anuales en la costa y la región interior, 50-75 mm. en la región pre-andina.

Entre las cuencas de Elqui y Limarí e interior de la de Choapa existe la:

b. Región Mediterránea árida. La aridez continúa siendo un rasgo dominante, sin embargo se diferencia de la anterior por rasgos más mediterráneos y una influencia más debilitada de clima desértico.

Existe un período árido reducido a ocho o nueve meses y tres o cuatro meses subhúmedos, ausencia de período frío. [La actividad biológica se manifiesta principalmente en invierno; excepto en algunas colinas costeras donde se puedan acumular densas neblinas durante todo el año, existiendo una actividad biológica más prolongada.] Influencias marinas penetran a menudo a lo largo de los lechos de los ríos más importantes.

Las temperaturas y la pluviosidad medias aumentan, de costa a interior, de 14.7 °C a 15.5 °C y de 115.0 a 145.0 mm., respectivamente, mientras que la humedad relativa desciende de 82% a 65%. La precipitación pluvial puede alcanzar hasta los 200-300 mm. al sur de esta región.



*La aridez, factor ecológico determinante de la fisionomía del paisaje. Como la IV Región representa el límite septentrional del clima mediterráneo —meses cálidos ocurriendo en verano; lluvias concentradas en invierno— de norte a sur existe una graduación del componente árido del clima, excepto en ecoclimas bien particulares donde la aridez puede disminuir o acentuarse respecto a la fisionomía general de la comunidad natural (fotografía tomada en el límite con la III Región, Atacama).*

El principal factor limitante fuera de la aridez, lo constituye la irregularidad de las precipitaciones con años normales y otros desde secos a extremadamente secos. Estos últimos pueden repetirse consecutivamente por varios años.

Desde Choapa al sur se tiene :

c. Región mediterránea semiárida. En esta región comienzan a observarse tendencias continentales más manifiestas, la existencia de una cordillera de la costa bien desarrollada impide la penetración de las influencias marinas.

El promedio de duración del período seco es de 7 meses y 1 ó 2 meses semiáridos. La máxima actividad biológica se observa a principios de primavera y a fines de otoño, con una pequeña disminución en invierno. El período de actividad biológica es más largo en la costa.

Los datos promedios de temperatura, humedad relativa, y pluviosidad son respectivamente: 15.0 °C, 67% y 330 mm. Del interior a la costa o a la cordillera existen características que las acerca a regiones meridionales más húmedas o más frías. El aporte hídrico en la costa es especialmente recibido por la niebla, mientras que en la zona pre-andina hay aporte plu-

vial. Los datos promedios de temperatura, humedad relativa y pluviosidad son, para la franja costera y el sector pre-andino, respectivamente: 14.0° - 13 °C; 80-60% y 400-600 mm.

Sobre los 1.500 y hasta los 4.000 aproximadamente existe una franja orientada de norte a sur con un clima de:

d. Estepa fría de montaña. Su principal rasgo es que a partir de su límite inferior comienzan a producirse precipitaciones en forma sólida, variando desde 150 a más de 350 mm.

Las temperaturas medias anuales están por bajo los 12°C descendiendo en relación inversa con la altura. Hay fuertes variaciones de temperatura entre el día y la noche, asociándose a este ciclo el viento que acompaña al período de insolación.

Sobre los 4.000 m. impera el:

e. Clima de tundra de alta montaña. Presenta baja temperatura durante todo el año, con variaciones por debajo y sobre los 0°C, pero que durante el verano alcanzan temperaturas sobre los 10 °C. La precipitación casi siempre sólida, varía desde los 150 a 350 mm., estando concentrada en invierno.

En la figura 1. se muestran los diagramas ombrotérmicos para las ciudades de La Serena, Vicuña y Ovalle.

## B. Dimensión biológica.

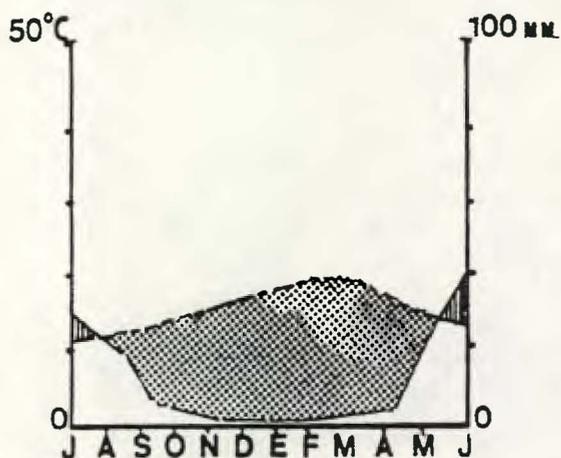
Regionalmente es posible reconocer diferentes unidades ecológicas de distinta magnitud y complejidad las que dependen del nivel de percepción ecológica de referencia. A un nivel continental, desde varias decenas de Kms. de Altitud, se pueden caracterizar tres zonas ecológicas con el rango de provincia biogeográfica. Estas son:

1. La provincia alto-andina. Abarca las altas montañas de la Cordillera de Los Andes desde Venezuela a Tierra del Fuego. La Vegetación es pobre y en ella predominan las gramíneas xerófitas y las cotiledóneas rastreas o en cojín. Existen numerosos géneros endémicos. Las comunidades vegetales son muy numerosas a lo largo de sus casi siete mil kilómetros de cordillera. Entre la fauna representativa se pueden citar a la chinchilla, la vizcaya, diversos tuco - tucos, la vicuña, el guanaco, la llama, el puma, y varias aves como los flamencos, el cóndor, jotes y gallinazos, distintos tipos de patos y diversas otras aves.

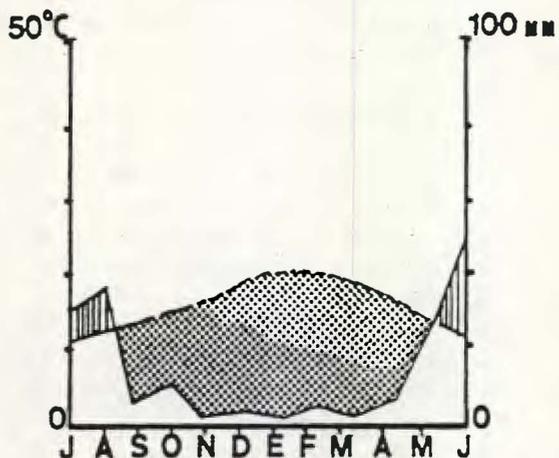
2. La provincia del desierto. Se extiende desde la costa norte del Perú a la altura de la cuenca de Los Choros, un poco al norte de La Serena. Los caracteres de la flora son muy peculiares. Predominan las nolanáceas como *Calandrinia*, *Balbisia*, *Argylia*, *Mentzelia*, *Tarasa*, *Loassa*, fuera de bromeliáceas y cactáceas. En los valles pueden crecer los algarrobos (*Prosopis chilensis*); los tamarugos (*Prosopis tamarugo*); el chañar (*Geoffroea*); el molle (*Schinus*) y varias otras especies arbóreas y arbustivas. Entre los elementos faunísticos merecen citarse a zorros y zorrillos (*Dusicyon* y *Conepatus*, respectivamente); varios murciélagos (*Myotis*, *Tadarida* y otros). Los roedores son particularmente numerosos (*Phyllotis*, *Akodon*, *Neotomys*, *Caria*, *Ctenomys*). Entre las aves se cuentan varios chorlos, algunas palo-

# Diagrama Ombrotérmico (Hajek y di Castri 1975)

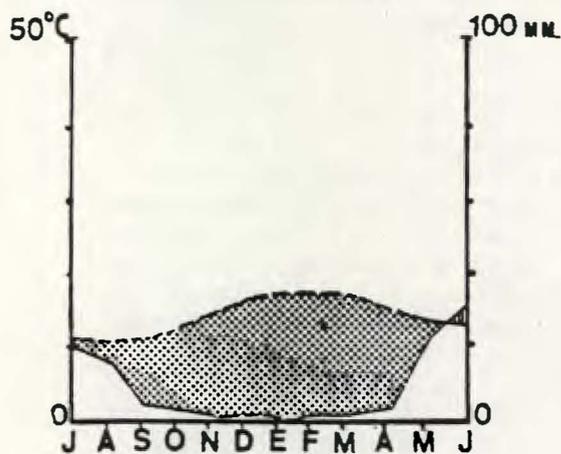
## LA SERENA



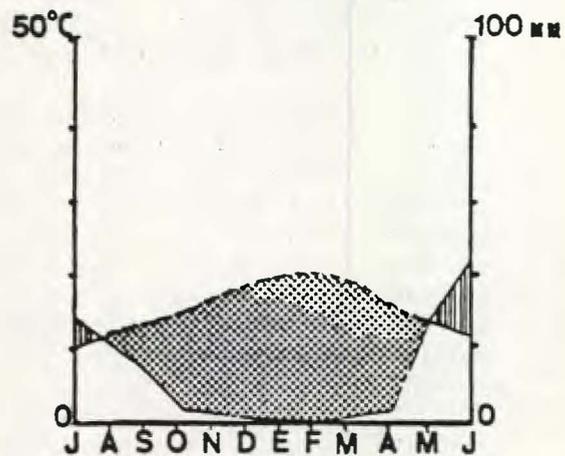
## VICUÑA



## COQUIMBO



## OVALLE



mas, picaflones, varios fringílicos, psitaciformes, carpinteros, junto a numerosas paseriformes. De los reptiles los más representativos son las lagartijas *Liolaemus*, *Gonatodes* y *Callopistes*. Entre los anfibios algunas especies de *Telmatobius* y *Bufo*. Existe también una interesante fauna de invertebrados no mayormente estudiada.

3. Provincia chilena central. Desde el paralelo 30° a 38° Lat. S., con una área transicional al norte de los 30° donde hay interpenetración con la provincia del desierto. Fisionómicamente predomina la vegetación arbustiva, con mucha variación de altura y cobertura desde el extremo norte al sur. Entre las comunidades vegetales más típicas se hallan los matorrales arborescentes o bosques esclerófilos de la costa de Chile Central. Desde el punto de vista faunístico esta provincia tiene pocos endemismos, caracterizada más bien por elementos del desierto, alto-andinos y subantárticos.

Conjuntamente con la confluencia de estas tres provincias biogeográficas continentales, se agrega el territorio marítimo con sus 200 millas marinas, el que, en esta Región, pertenece al dominio biogeográfico peruano-chileno.

Desde un nivel más detallado de percepción ecológica, sobre unos 10 Kms. o más de altura, se pueden reconocer las siguientes regiones ecológicas, las que corresponden a las unidades bioclimáticas reseñadas anteriormente:

1. *Región ecológica mediterránea per-árida.*

Por el interior de la Región, desde su límite norte hasta un poco al



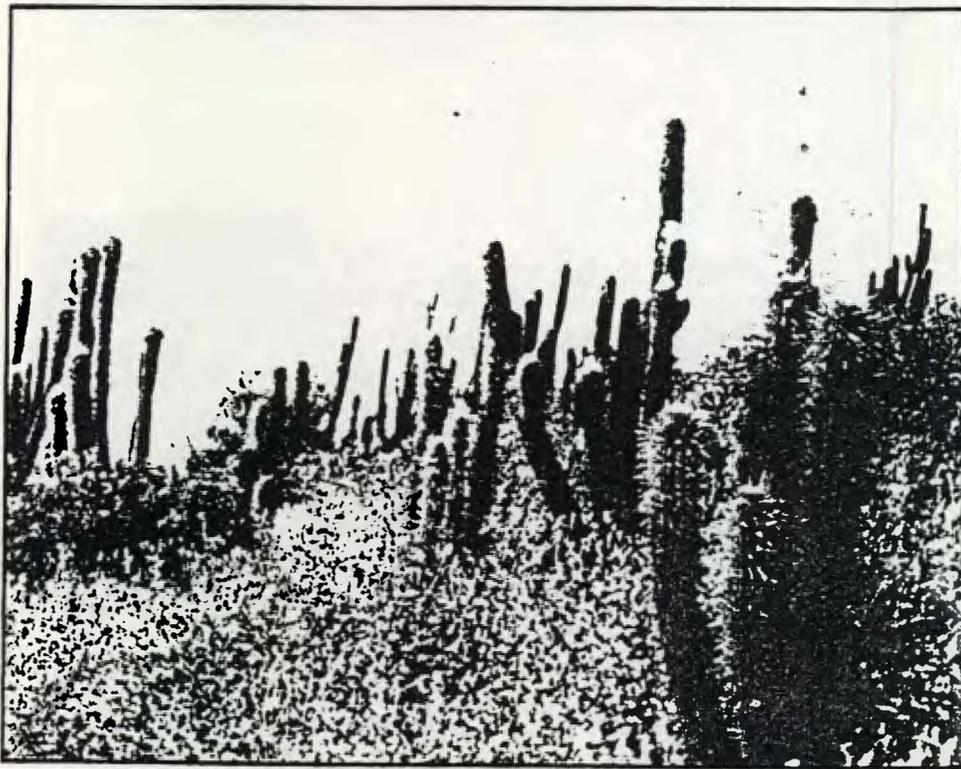
*Región Ecológica Mediterránea Per-árida. Las condiciones desérticas son claras en el interior de la parte norte de la Región. Existen once meses absolutamente áridos. Los arbustos reverdecen con algunas lluvias ocasionales (límite con la III Región).*

sur de Vicuña. La comunidad vegetal dominante corresponde al jaral desértico y resulta de una penetración de las condiciones desérticas. Las especies vegetales más características son: *Adesmia argentea* (varilla), *Ophryosporus foliosus* (cola de zorro); *Cordia decantra* (carbonillo); *Haplopappus cerberianus* (romerillo); *Gutierrezia gayana* (monte amarillo); *Balbisia peduncularis* (copa de oro); *Tricocereus* sp. (quisco); *Neoporteria* (viejito); *Eulychnia* (copao). En los años lluviosos aparece una rica y diversificada comunidad de plantas anuales como alstroemerias, verbenas, calandrinias, loasas y otras.

La fauna es xerófila y de hábitos esencialmente nocturnos. Los invertebrados en su mayoría se encuentran asociados a las raíces de los arbustos o bajo piedras. Abundan los coleópteros tenebriónidos, carábidos y meloideos; arácnidos como arañas, solífugos y escorpiones; himenópteros formícidos, mutílidos y véspidos; langostas y langostas-palotes; algunos caracoles. Entre los vertebrados son características las lagartijas del género *Liolaemus*; los zorros chilla y culpeo; roedores como el degú (*Octodon*), ratón lanudo (*Akodon*), ratón topo (*Notiomys*), laucha orejuda (*Phyllotis*); herbívoros de la talla del guanaco (*Lama*) y pequeños depredadores como el quique (*Galictis*). Entre los anfibios se cuenta el sapo de secano (*Bufo*) y el sapo de cuatro ojos (*Pleurodema*). La fauna ornitológica está representada por jotes, gallinazos, pequeños, loros tricagüe, tórtola cuyana y muchas otras. Dado que la fauna depende directamente de la cobertura vegetal, las densidades de las especies animales son más bien bajas en esta región ecológica.

## 2. Región ecológica mediterránea árida.

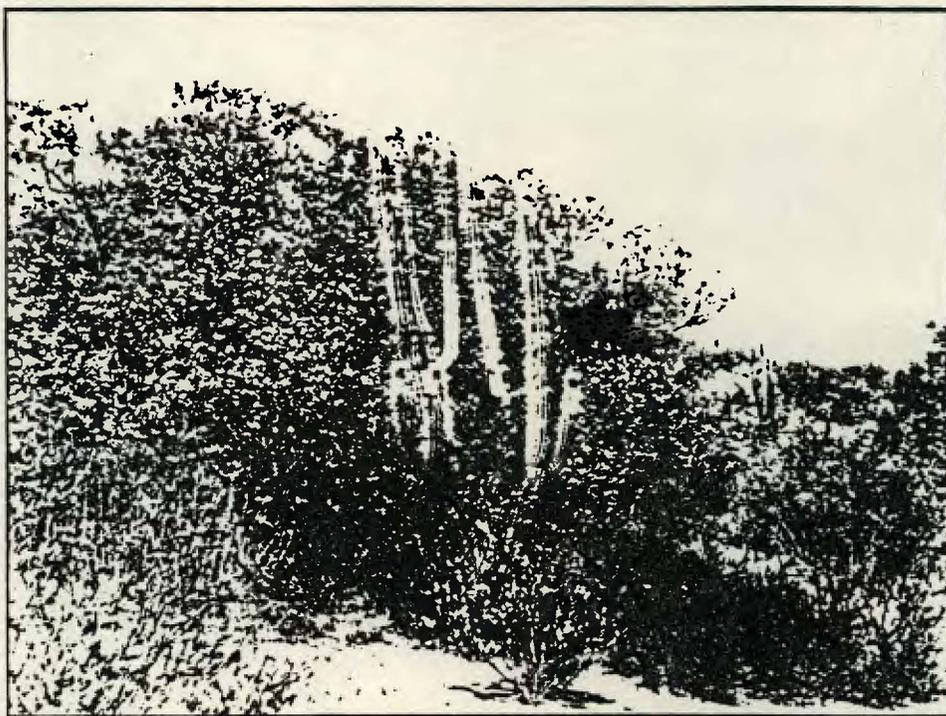
Geográficamente se extiende, aproximadamente, por la costa, desde



*Matorral arbustivo. Comunidad de cactáceas con maravilla del campo (Parque Nacional Fray Jorge, Sector árido).*

el límite norte de la Región hasta la Cuenca del río Limarí e interior de la del Choapa. Fisionómicamente la biocenosis se entremezcla con el jaral costero, cuyo límite sur puede observarse hasta la altura del Panul. Avanzando hacia el sur, por la costa, el matorral muestra tendencia a adquirir mayor altura y cobertura, especialmente en fondos de quebradas, cerros de la cordillera de la costa o lugares planos favorecidos por la neblina. Entre las especies vegetales ampliamente distribuidas se encuentran principalmente: chamiza (*Bahia ambrosioides*); churco (*Oxalis gigantea*); guayacán (*Porlieria chilensis*); cardón (*Puya chilensis*); chagual (*Puya berteroniana*); romero (*Baccharis* sp.); pucana (*Proustia pungens*); monte amarillo (*Gutierrezia resinosa*); palo negro (*Heliotropium*); quisco (*Trichocereus coquimbensis*); mollaca (*Muehlenbeckia hastulata*); cuerno de cabra (*Haplopappus foliosus*); litre (*Lithraea caustica*); alcaparra (*Cassia coquimbensis*) y otras.

En esta región aumenta el número de especies animales y las densidades que pueden lograr. Entre los grupos mayoritarios figura el de las aves con bandurrias (*Theristicus*); perdices (*Thinocorus*); torcazas (*Columba*); tórtolas (*Zenaida*, *Metropelia*); lechuzas (*Tyto*); pequeños (*Speotyto*); chunchos (*Glaucidium*); mineros (*Geositta*); tordos (*Notiopsar*); loicas (*Pezites*); jilgueros (*Spinus*); diucas (*Diuca*); turcas (*Pteroptochus*). La fauna



*En la zona costera y sobre cierto nivel de altura respecto al mar, las mayores condiciones de humedad favorecen un mayor desarrollo de la fitocenosis.*

herpetológica de la costa y su planicie próxima está representada por el gecko *Garthia*, las lagartijas *Liolaemus*, y las culebras de cola larga (*Dromicus*) y cola corta (*Tachymenis*); el sapo de secano (*Bufo*), el sapo de 4 ojos (*Pleurodema*) y la rana (*Callyptocephalela*). Entre los mamíferos, la marmosa (*Marmosa*); el ratón lanudo (*Akodon longipillis*); el ratón topo (*Notiomys*); el cururo (*Spalacopus*); el ratón chinchilla (*Abrocoma*); el ratón de

pirca (*Octodon*) y varias especies de murciélagos; depredadores como el zorro chilla y zorro culpeo (*Dusicyon griseus* y *D. chilla* respectivamente), el quique (*Galictis*) y el chingue (*Conepatus*); lagomorfos como el conejo *Orytolagus cuniculus* y la liebre *Lepus europeus*.

Entre los animales invertebrados se pueden citar a las arañas migalomorfas Migas, *Accola* y *Calatotarsus*; la araña viuda negra (*Latrodectus*); a coleópteros tenebriónidos como las vaquitas (*Gyriosomus*) y carábidos como *Calosoma*; hormigas *Dorymyrmex*; langostas y langostas-palotes; diversas especies de abejas, avispa y pompilidos. Entre los lepidópteros las formas más llamativas corresponden a la mariposa negra (*Battus*); la mariposa del chagual (*Castnia*); la mariposa colorada (*Cynthia*); la mariposa Yranea; la mariposa amarilla (*Phoebis*) y la mariposa *Colias*. Hemípteros como la vinchuca (*Triatoma*) y varios otros grupos de menor talla.



En épocas de lluvias favorables, la planicie costera adquiere una policromía inusual debido a la emergencia de una gran diversidad de hierbas las que, en época de floración, le comunican un aspecto multicolor. Abundan las ñañucas (*Hippeastrum* spp.), lirios del campo (*Alstroemeria* spp.), cebollines (*Leucocoryne* spp.).

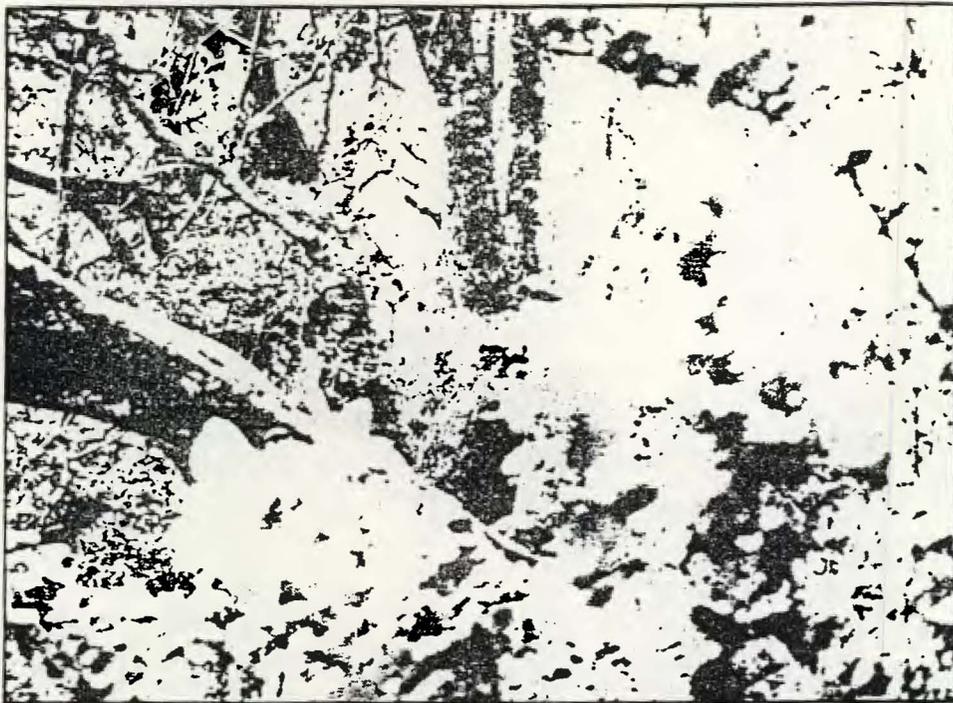
La presencia en la franja costera de poblaciones vegetales o ejemplares relictuales es una de las particularidades que nos permiten diferenciar a esta región ecológica de la anterior. Entre los principales lugares se pueden nombrar a Juan Soldado donde aún persisten algunos individuos de *Peperomia coquimbensis* y *Ribes functatum*. Más al sur, a la altura de Tongoy, existen ejemplares de canelo y de peumo (*Drimys winteri* y *Cryptoria alba*, respectivamente). Frente al mar, e inmediatamente al norte y sur, respectivamente, de la desembocadura del río Limarí, existen los manchones boscosos de Fray Jorge y Talinay. Ambos formados, entre otros, por olivillo (*Aextoxicon punctatum*), y canelo, especies representantes de los bosques



*La comunidad vegetal de la planicie costera representa una fuente alimentaria de herbívoros domésticos y silvestres. Caballares, ovejas, asnos y cabras comparten los recursos con roedores de diversas especies, liebres, conejos, aves granívoras, insectos y otros componentes de la comunidad natural.*



*Vista panorámica de algunos manchones boscosos del Parque Nacional Fray Jorge en los Altos de Talinay (unos 500 mts. sobre el nivel del mar). Estos manchones con aspecto de Parque están separados por zonas de vegetación arbustiva. En primer plano un denso stand de puyas y otros arbustos.*



Interior de uno de los manchones boscosos del Parque Nacional Fray Jorge. Ellos están formados principalmente por olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y arrayán (*Myrceugenia correaefolia*); pero hay profusión de otras especies vegetales. Lianas, plantas epifitas y arbustos crecen a la sombra de árboles más grandes. La mayoría de los troncos y ramas están cubiertas por musgos y helechos en los que viven desde bacterias a insectos de variadas formas y tamaños.

valdivianos (al sur de los 37° Lat. S.); junto a una serie larga de árboles, arbustos y hierbas, entre los que se puede señalar figuran el arrayán (*Myrceugenia correaefolia*) y el chin-chin (*Azara borealis*). Faunísticamente estos lugares no difieren esencialmente de la fauna de la formación principal. Sin embargo, en Fray Jorge la micro y mesofauna edáfica muestra afinidades con poblaciones valdivianas, con entremezcla de elementos tropicales.

En los cerros de la cordillera de la costa, desde un poco al norte de Tongoy, se desarrolla en algunos sectores la formación del matorral arborescente o bosque esclerófilo, con dominancia de mirtáceas del que esta región es su límite septentrional. No obstante, la tala y el sobrepastoreo repetidos, en la actualidad no permiten prosperar más que estepas arbustivas esparcidas o sólo asociaciones herbáceas estacionales. Además de las especies vegetales ya señaladas, es posible encontrar molles (*Schinus polygamus* y *S. latifolius*); maitén (*Maytenus boaria*); bollén (*Kageneckia oblonga*); quillay (*Quillaja saponaria*) arrayán (*Myrceugenella chequen*); lunca (*Escallonia revoluta*); maqui (*Aristotelia maqui*); coligüe (*Chusquea coleu*); quila (*Chusquea quila*); boldo (*Peumus boldo*).

Entre la costa y la cordillera de Los Andes la fitocenosis muestra un marcado xeromorfismo, exhibiendo una fisionomía de jaral desértico en algunas áreas mientras que en otros el de una estepa con espino (*Acacia cavendishii*) y otros árboles de baja talla (litre, guayacán). En las partes más

expuestas a la insolación aparecen las cactáceas *Trichocereus*, *Eulychnia*, *Echinocactus*, *Erioseyca*, *Opuntia*. En los sectores más bajos abundan el incienso (*Flourensia thurifera*); monte amarillo (*Gutierrezia resinosa*); pie de pajarito (*Senecio*); huañil (*Proustia baccharoides*); colliguay (*Colliguaya odorífera*) y varias adesmias (varillas). Abunda el pimiento (*Schinus molle*); carboncillo (*Cordia decantra*); jarillas (*Larrea*); chilca (*Baccharis*) y *Haplopappus* (*H. glutinosos*). La zoocenosis se encuentra representada por los mismos grupos del matorral costero, aún cuando muchas están circunscritas a áreas de mayor humedad. Son particularmente interesantes los ortopteros, especialmente langostas que en ciertos años son muy abundantes, y la presencia del lagarto *Callopistes*.

### 3. Región ecológica Mediterránea semiárida.

Desde el río Choapa al sur, entremezclándose con la región mediterránea subhúmeda.

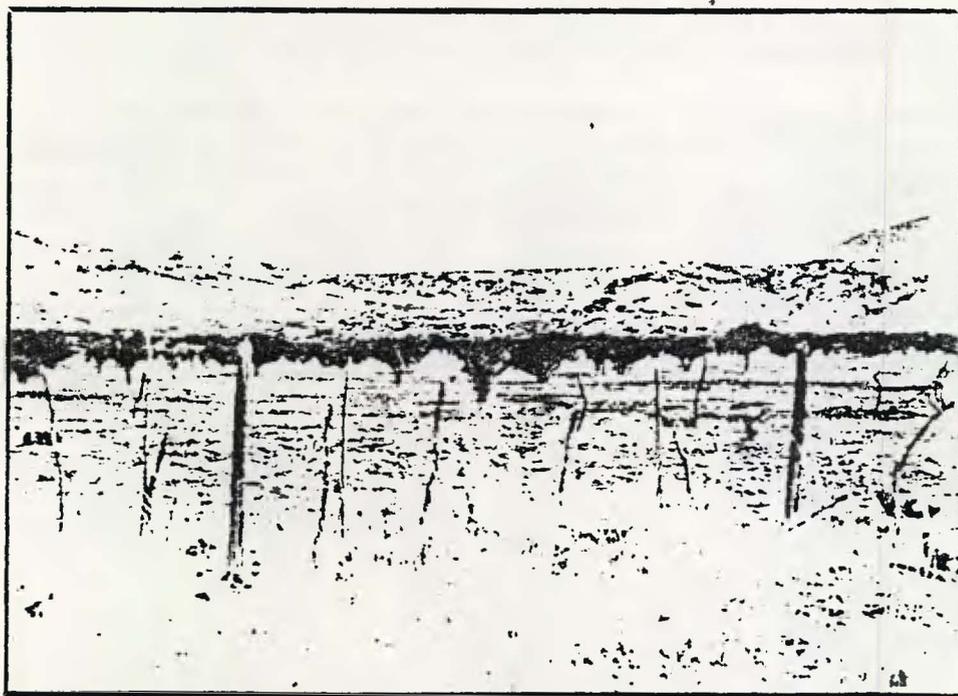
La vegetación es eminentemente mesomórfica, la xeromórfica se restringe a bolsones áridos o a faldeos escarpados con exposición norte.

En la costa, por su humedad relativa más alta, existe mayor cobertura del matorral. Igualmente se pueden encontrar bolsones relictos como los de Chiqualoco y Sta. Inés, justo en el límite con la V Región.

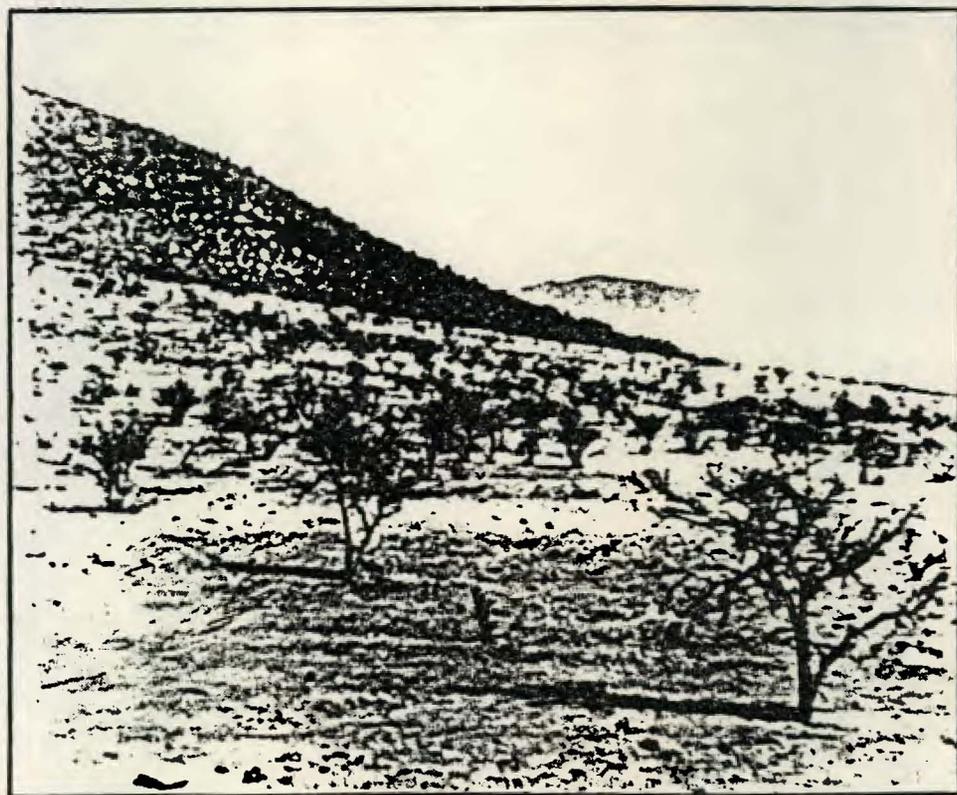
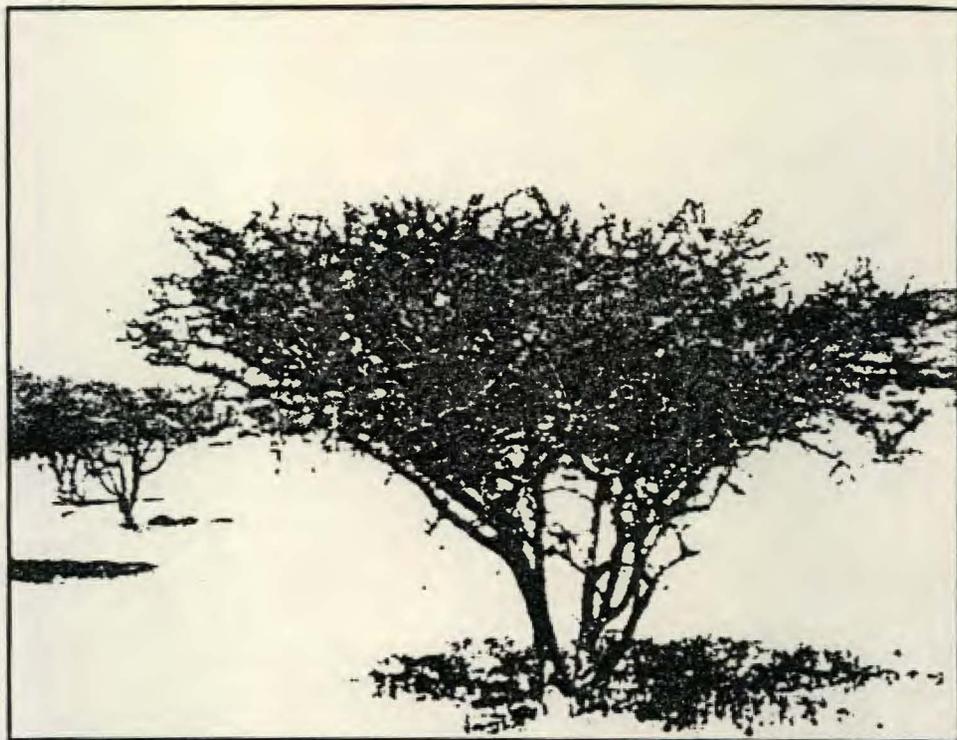
Como rasgo principal de esta región se da una disminución creciente de las cactáceas hacia el sur y un predominio del espinal-asociación del espino (*Acacia caven*) con otros árboles como litre, maitén, boldo y arbustos.



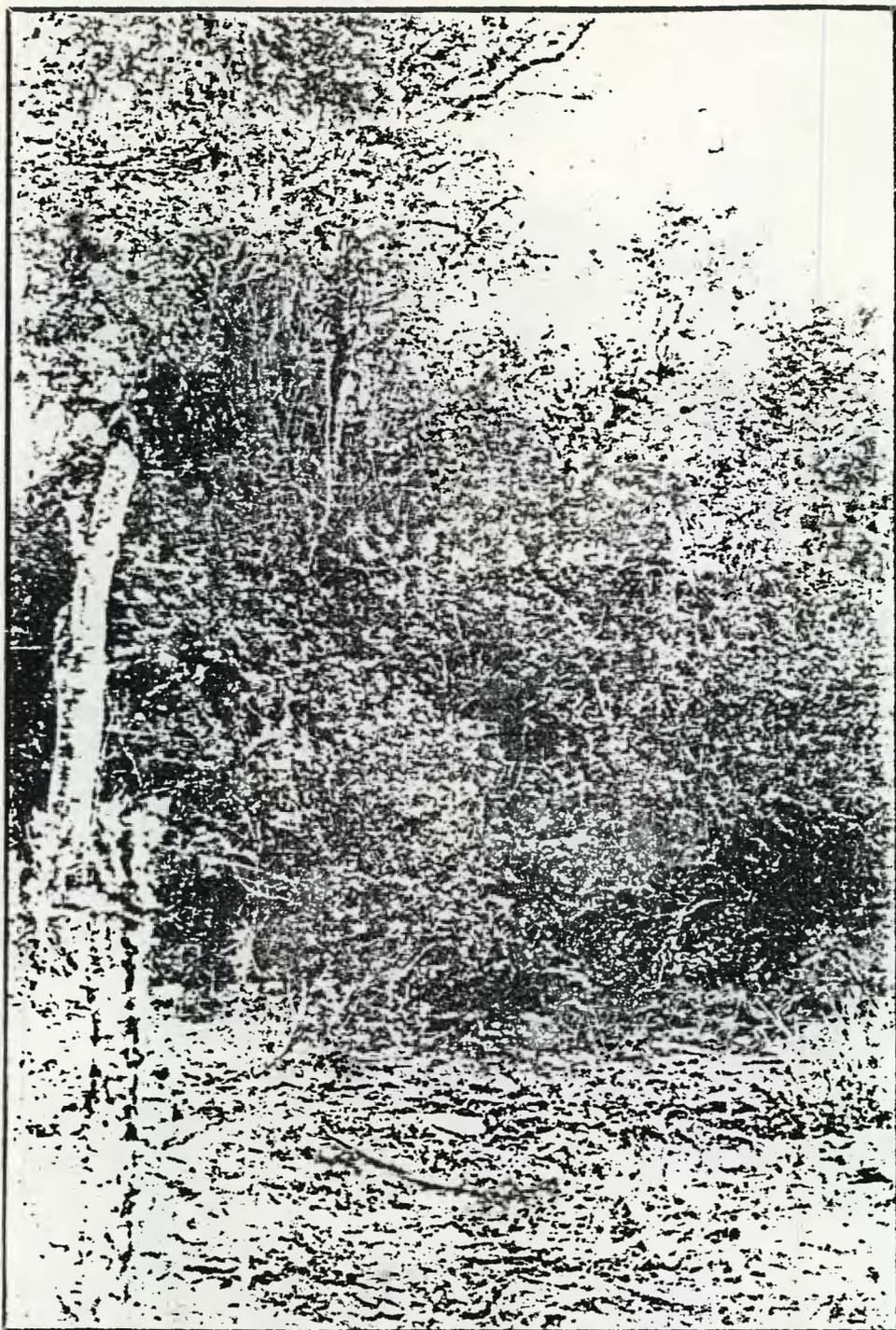
Entre la costa y la Cordillera de los Andes la fitocenosis muestra un marcado xeromorfismo, exhibiendo una fisionomía de jaral desértico en algunos sectores; mientras que en otros hay señales de intensa degradación antropógena. Ambientes másicos se conservan en fondos de quebradas o alrededor de cuerpos de agua (tranque La Paloma).



Por el interior de la Región, desde aproximadamente Tambillos al sur encontramos la estepa de *Acacia caven* o espinal. Según algunos ecólogos correspondería a una degradación antropogena del bosque esclerófilo o matorral arborescente, del cual aun es posible encontrar muestras en el sector Las Cardas y cerros de la cordillera de la costa a la altura de Tongoy. Por otro lado, el espinal presenta, en algunos sectores del sur de la región, signos evidentes de sobreuso, dando paso a una comunidad de arbustos desfallecientes y ralos (camino a Salamanca).



El espino (*Acacia caven* (Mol, Hook et Arn), arbusto dominante del espinal, sin embargo, se encuentra asociado con otros arbustos o árboles de talla pequeña como alcaparra (*Cassia coquimbensis*) y litre (*Lithraea caustica*). Por sus cualidades com-  
burentes, el espino es muy apreciado para la elaboración de carbón



Bosque esclerófilo o matorral arborescente. Sobre la cadena de la Cordillera de la Costa o en sectores planos no degradados y con agua freática domina este tipo de comunidad. Las especies vegetales más conspicuas son plantas leñosas más bien achaparradas, muchas de las cuales tienen hojas siempre verdes, anchas y endurecidas, tales como el maitén, boldo, litre, maqui, arrayán macho. Esta vegetación es característica del llamado clima mediterráneo, el cual tiene inviernos benignos y húmedos; pero veranos secos y calurosos. Lamentablemente en algunos lugares la tala ha transformado la fitocenosis en un matorral o estepa arbustiva rala o, peor aún, un simple pedregal (Cuesta de Cavilolén).

Diferencias extremas de la vegetación y la fauna según la exposición, suelen ser características de esta región. En sectores favorables con vegetación tupida se pueden encontrar elementos incluso de afinidad antártica; por el contrario, en otros sectores, arbustos espinosos mantienen a poblaciones de animales netamente xerófilos muy cercanos a los de la región árida o per-árida.

#### 4. *Región ecológica Andina.*

Esta región comprende los territorios de los Andes chilenos comprendidos entre el límite de las nieves eternas y el de los árboles (1.500 a 4.000 m.). Al norte queda limitada por la Región tropical de altura, al sur se extiende en forma discontinua hasta el extremo meridional del continente. La estación biológicamente activa es siempre el verano. Entre los 1.500 a 4.000 m. la fisionomía de la fitocenosis corresponde a la del tolar: faldeos cordilleranos, altas mesetas y cordones interiores de la cordillera. Hay dominancia de arbustos resinosos, de ramas abiertas y follaje oscuro. Principales especies son *Baccharis tola*, *Fabiana ericoides*, *F. denudata*, asociadas con *Adesmia histrix*; *Atriplex axollaris* y *Haplopappus baylahuen*.

Sobre los 4.000 la fitocenosis adquiere el aspecto de estepa andina y tundra, siendo caracterizada por plantas que crecen en pajonales (*Stipa*, *Festuca*); el cojín (*Laratia*, *Azorella*); pequeños arbustos (*Fabiana*, *Adesmia*) y especies arrosetadas como las del género *Viola* y *Chaetanthera*.

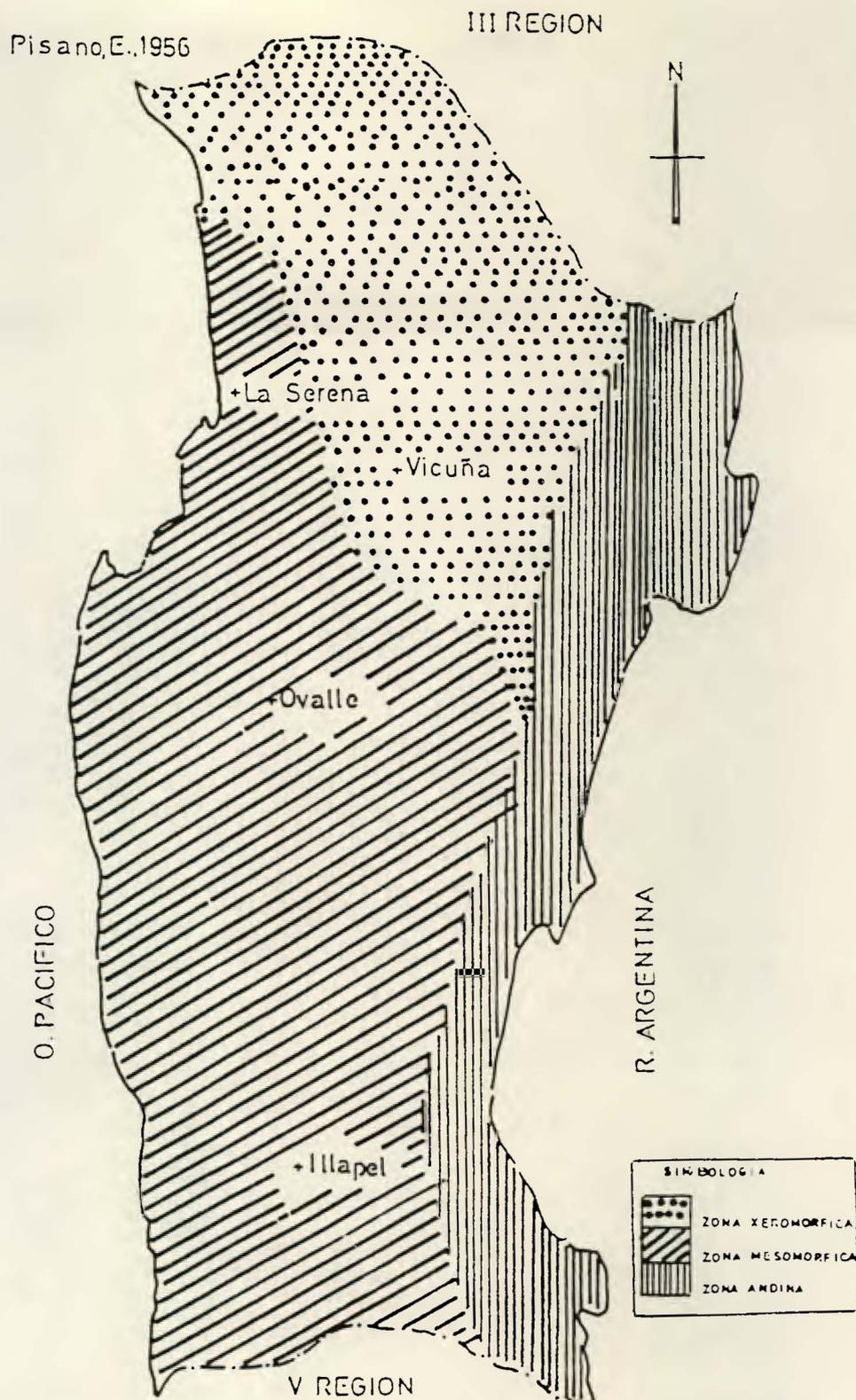
El carácter xeromórfico de la fitocenosis aparece igualmente en la



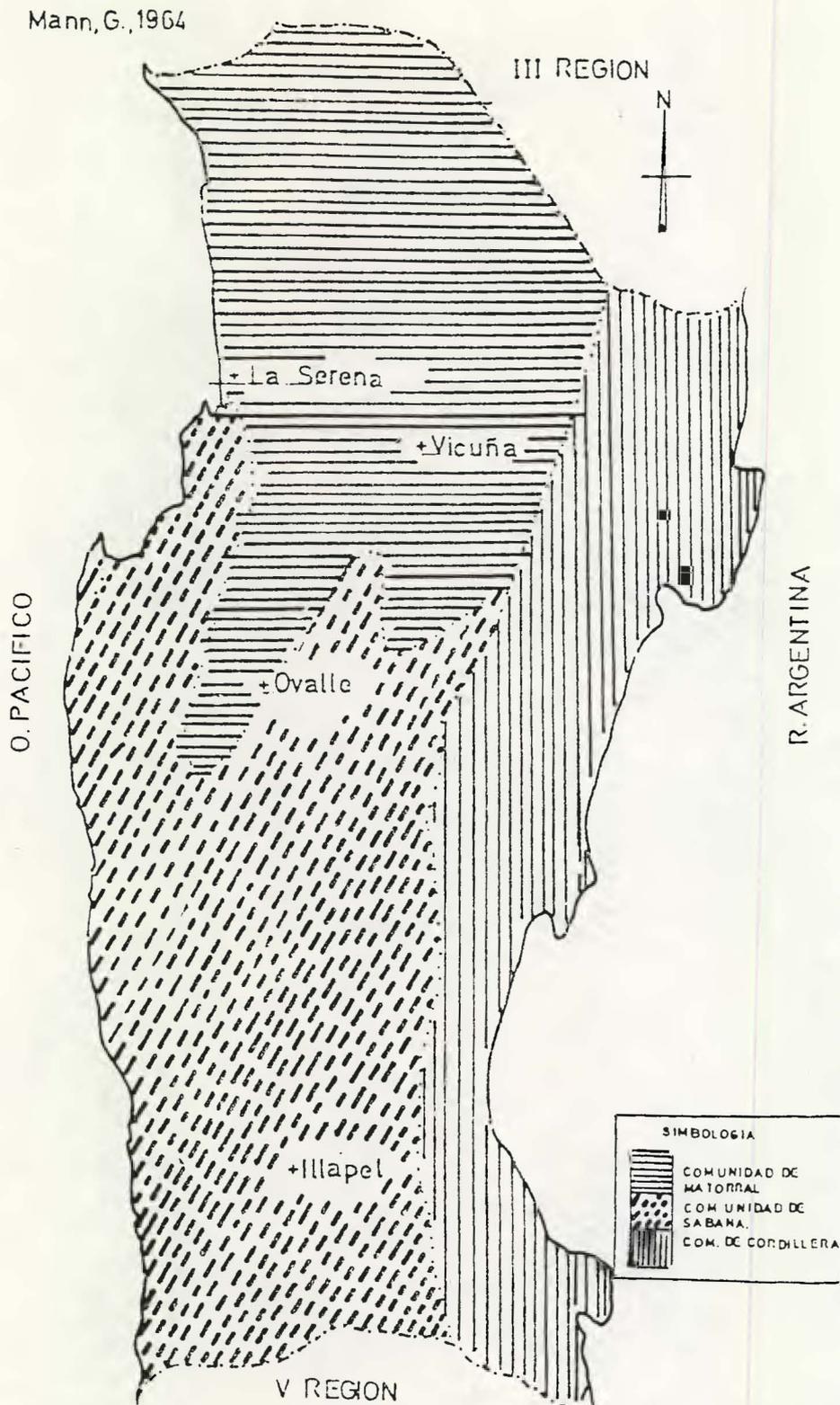
*Comunidad de altura. La sequedad atmosférica, los fuertes vientos, la precipitación en forma de nieve y las bajas temperaturas condicionan la fisionomía de la comunidad natural que presenta un marcado xeromorfismo. El gran número de noches con cielos despejados, la ausencia de contaminación y otras ventajas han favorecido el desarrollo de la astronomía por la instalación de importantes observatorios (Cerro Tololo).*

zoocenosis. Los arácnidos, tenebriónidos, quilópodos y las hormigas *Araucomyrmex tener* y *Camponatus* son numerosas. Sin embargo, en el medio lapídico, en los límites con la nieve, al lado de los arroyos temporales, y en las vegas y bofedales puede encontrarse una rica fauna higrófila con afinidades australes. Entre la macrofauna andina merecen especial mención la chinchilla, y la viscaya, el chinque real, las lauchitas *Euneomys*, el ratoncito andino (*Akodon andinus*); el tiuque cordillerano (*Phalcoboenus*); el picaflor cordillerano (*Oreotrochilus*); el cóndor (*Vultur*). Por su parte la fauna herpetológica está representada por *Liolaemus fuscus*; *L. nitidus*, *L. monticola*, *L. nigrovirides campanae*; *L. fitzgeraldi*; *Garthia peñai*. Entre los mamíferos carnívoros, el puma (*Felis concolor*) y el gato montés (*Lynchailarus pajeros*).

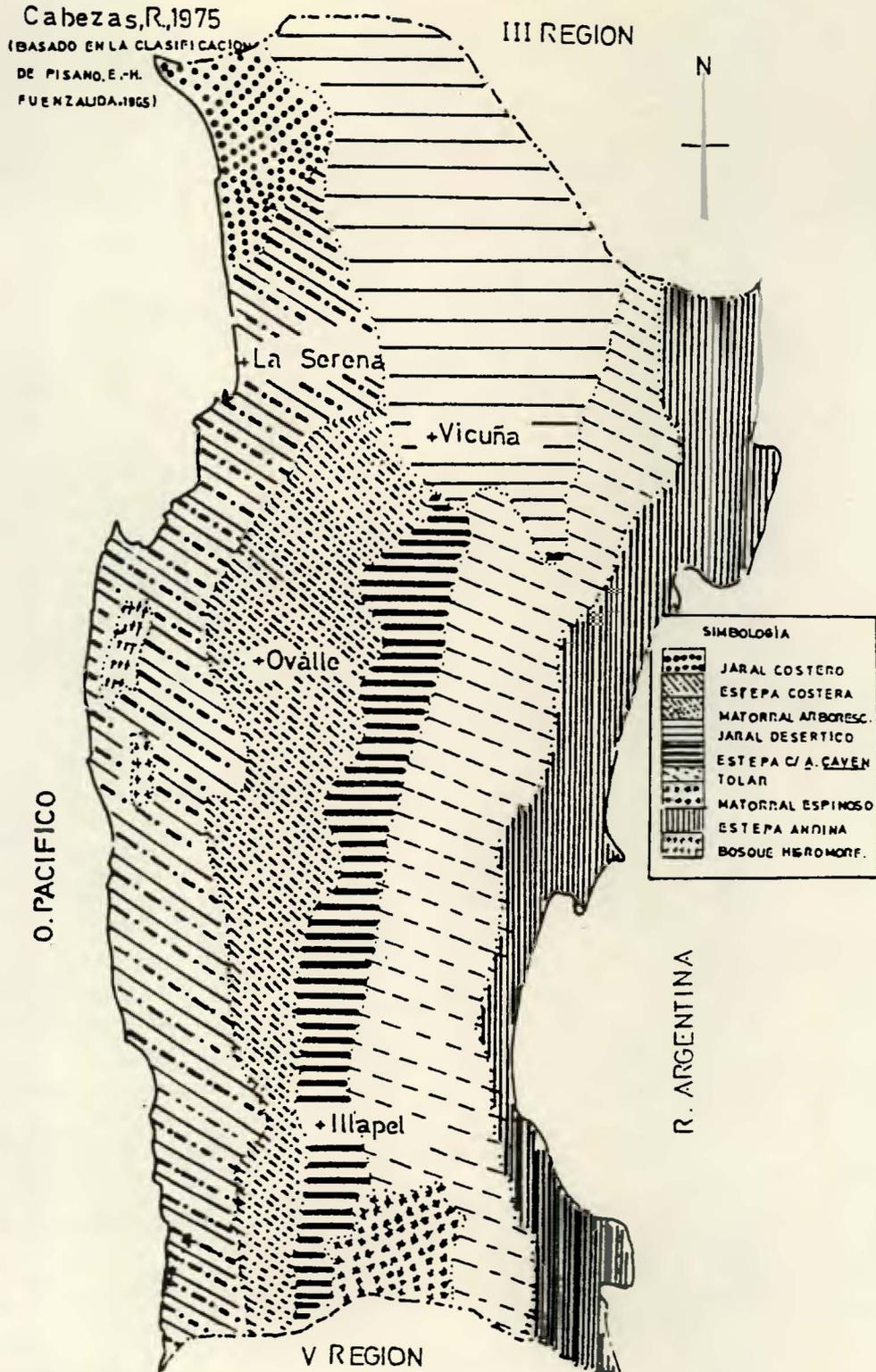
En la Fig. 2 se muestran algunos ensayos de clasificación y tipificación de las comunidades naturales regionales.



Ensayo de clasificación de las comunidades naturales regionales basado en el trabajo de E. Pisano, Esquema de clasificación de las comunidades vegetales de Chile (*Agro-nomía*, 2(1):30-33), 1956. El autor se ha apoyado principalmente en el método florístico que considera a las especies vegetales como prueba de las relaciones de carácter sinecológico, singenético y sincorológico de una zona.

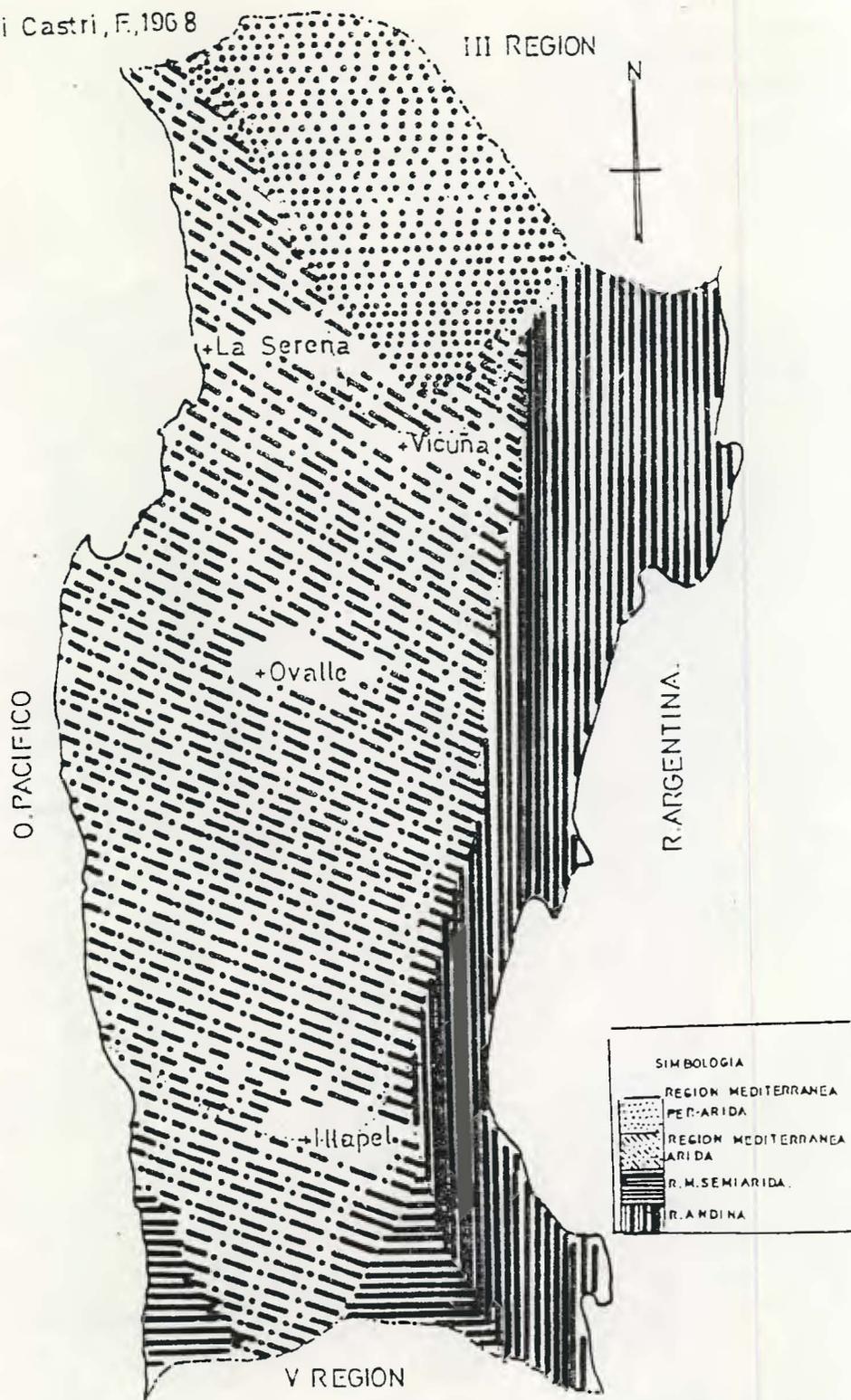


Ensayo de clasificación de las comunidades naturales regionales basado en la presentación de G. Mann sobre Regiones Biogeográficas de Chile (Inv. Zool. Chilenas VI: 15-49), 1960. La división está hecha basada en las formaciones vegetales y el aspecto topográfico de las zonas.



Ensayo de clasificación de las comunidades naturales regionales de acuerdo a los antecedentes aportados por H. Fuenzalida y E. Pisano en el capítulo de Biogeografía de Chile en Geografía Económica de Chile, CORFO (texto refundido) 1965

Di Castri, F., 1968



Ensayo de clasificación de las comunidades naturales regionales de acuerdo con el criterio de F. di Castri (Esquisse Ecologique du Chili. Biologie L'Amérique Australes N° 4) El criterio usado por el autor es fundamentalmente climatológico.



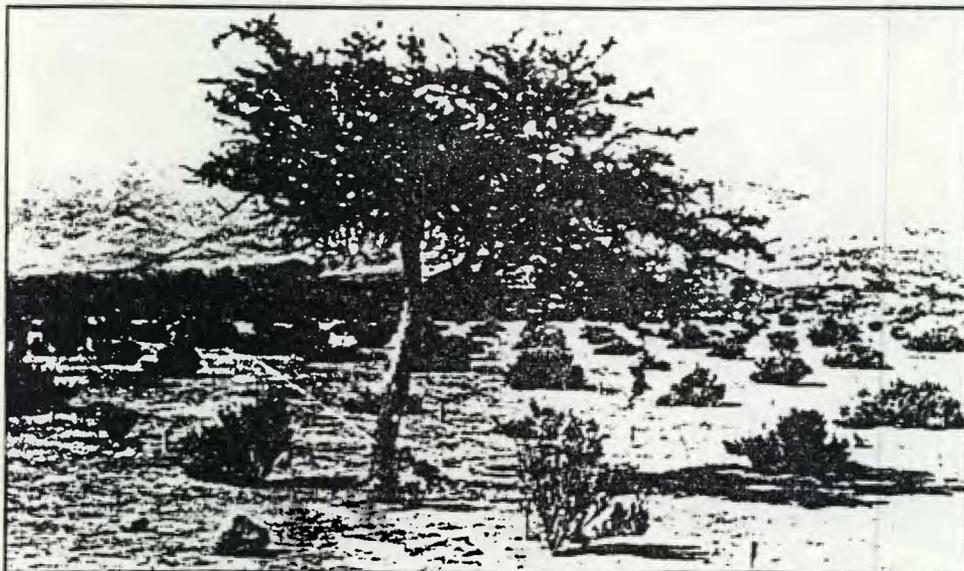
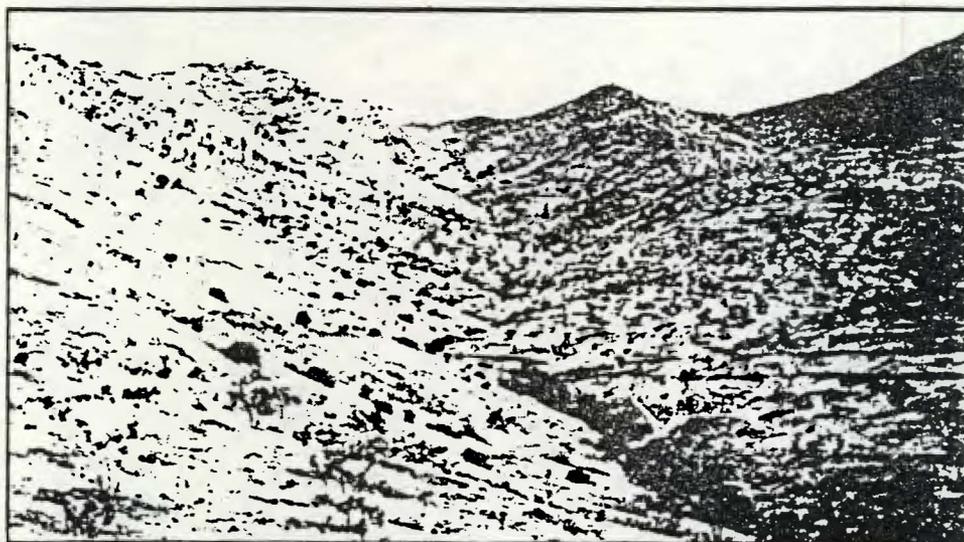
Piso de uno de los manchones boscosos de Fray Jorge. Gran cantidad de hojarasca y ramillas en vías de descomposición. En algunos sectores las raíces de los árboles jóvenes no alcanzan al suelo mineral por lo que la renovación de los árboles añosos es lenta.



Parque Nacional Fray Jorge, una joya ecológica de la región. Por sus características vegetacionales y ecológicas forma parte del sistema mundial de Reservas de Biosfera. En nuestro país, sólo cinco Parques Nacionales tienen esa categoría. En la fotografía un stand de olivillo (*Aextoxicon punctatum*), una de las especies arbóreas predominantes.

## ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LA IV REGION

Ecológicamente, Chile es un país que posee diferentes ambientes, desde un desierto cálido por el Norte a un desierto frío por el Sur, pasando por todos los ambientes intermedios que existen en la naturaleza, como son: bosque templado higrófilo (selva Valdiviana), bosque de coníferas, bosque caducifolio, bosque esclerófilo, sabanas, matorrales, praderas, estepas, y tundras. Esta diferenciación que se observa de Norte a Sur, también se observa en sentido altitudinal (de mar a cordillera), con lo que resulta que nuestro territorio posee una distribución en mosaico, de sus ecosistemas y ambientes naturales.



*Intervención antrópica. Una ganadería o agricultura ecológicamente inadecuada favorece el proceso llamado desertización. El desarrollo de mejores técnicas, la reforestación y la formación de las nuevas generaciones de ciudadanos con una clara concepción de su responsabilidad para con el medio ambiente natural son factores claves en las estrategias de recuperación de los ecosistemas regionales.*

La IV Región es un Area biogeográfica que presenta abundantes recursos naturales que el hombre ha aprovechado desde hace siglos, en múltiples actividades productivas.

La Agricultura dispone 104 mil Hás. del suelo de cultivo bajo riego, aportando el 7,5 del producto bruto regional. Sin embargo el recurso agua está limitando a la Agricultura por bajas precipitaciones cuyos índices llegan a ser tan bajos que significan prolongadas sequías. La mala distribución de aguas de riego y el uso irracional de los suelos provoca un escaso aprovechamiento de los suelos y erosión en los terrenos de cultivos. En cambio el clima, la altitud y la luminosidad constituyen condiciones ventajosas para cultivos como frutales y hortalizas.



*Ejemplo dramático del mal uso del ecosistema. Al lado derecho, matorral arborescente en buen estado de conservación; al lado izquierdo ha habido destrucción de éste lo que favorece la degradación del ecosistema y la invasión por especies vegetales mejor adaptadas a las nuevas condiciones, pero sin valor económico. (Cuesta de Cavilolén).*

Pese a que la Agroindustria tiende a un mayor desarrollo aún se encuentra en un estado inicial de desarrollo, en la provincia de Choapa (frutales) y Elqui y Limarí (Papayos-Pisqueras).

La minería es otro recurso importante en la zona, por sus yacimientos de manganeso, oro, apatitas, cuarzo, yeso, etc. pero fundamentalmente por sus reservas de hierro, cobre y oro, que constituyen y sustentan las principales Industrias Mineras de la Región. La industria minera aporta 50% del producto regional, aporte que, se ha alcanzado luego de un elevado crecimiento en los últimos años. (SERPLAC).

El sector pesquero tiene amplias perspectivas a futuro. En la actualidad aporta el 0.5 del p.b.r., con amplias perspectivas a futuro, mejorando

la infraestructura de las Plantas, la Tecnología de Pesca y el cuidado que se tenga con los recursos que están siendo extraídos. Entre los peces más comunes procesados por la industria pesquera tenemos: jurel, sardina, agujilla, merluza, anchoas, cojinovas, y entre los moluscos: machas, almejas, locos, choros, ostiones.

Finalmente en lo Turístico y Recreativo la IV Región presenta amplias posibilidades. Sobresalen las playas de Pichidanguí, Los Vilos, Tongoy, Peñuelas. Otros lugares de atracción son el Parque Nacional "Fray Jorge" y numerosos lugares de hermoso paisaje existentes en los Valles interiores, que incluyen además manifestaciones culturales autóctonas y folklóricas (Andacollo, Sotaquí, Chapilca).

Es, esta distribución en mosaico de los Ambientes Naturales existentes en la IV Región lo que nos permiten dividirla en cuatro (4) zonas biogeográficas:

- a.- alta cordillera
- b.- la media montaña
- c.- los valles transversales y
- d.- la franja costera.

*a. - La Alta Cordillera:*

En este sector se encuentra la mayor concentración de praderas naturales de potencialidad vegetativa estival. Ellas sirven de base a una tradicional explotación pecuaria con profundas raíces étnicas e histórico-culturales, como el ganado caprino.

En relación a este rubro y sus subproductos se calcula que el número de animales fluctúa anualmente entre un mínimo de 400.000 y un máximo de 950.000 cabezas (Campusano, Apey y Palta, 1975), constituyendo la principal fuente de sustento del 52% de la población rural. (70.000 personas). Según las estadísticas de IREN la producción caprina aporta el 40% del valor total de la producción agropecuaria de las comunidades.

Las cifras presentadas en el cuadro corresponden a los estudios realizados por Campusano, Apey y Palta en 1975 en relación a los productos de origen caprino producidos en la IV Región.

Rubro	Cantidad
Carne cabrito	4.000 qq. métricos
Quesos	20.000 qq. métricos
Sebo	1.500 qq. métricos
Charqui	3.000 qq. métricos
Cueros	550.000 piezas
Guano	13.000 Toneladas
Leche	2 litros x animal/día.

Por otra parte en esta zona los recursos mineros son de una alta significación para la economía regional. Así a la minería tradicional de Andacollo y de la zona cordillerana se han agregado, nuevos yacimientos tales como "El Indio" que contiene cobre - oro - plata, con una inversión total programada de US\$ 100.000.000.- "Los Pelambres" yacimiento de cobre, actualmente en licitación y "Andacollo" con una producción total de 78.000 Toneladas de cobre puro al año.

A lo anterior debe agregarse un conjunto de inversiones de menor escala, pero de fuerte trascendencia regional a corto y/o mediano plazo para explotar, cobre - oro - polimetálicos y baritina.

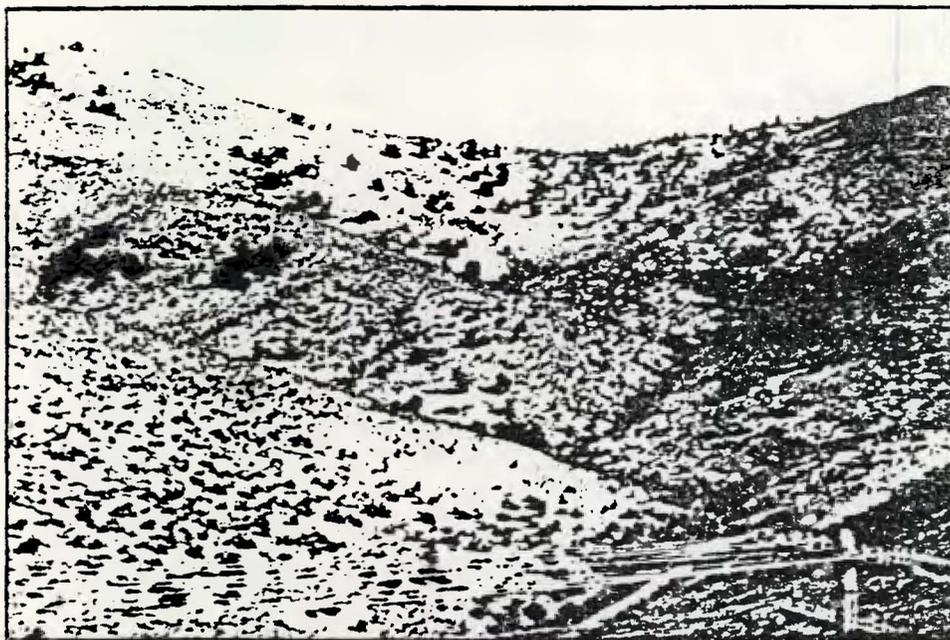
El Gobierno Regional con aportes del Fondo Nacional de Desarrollo (FND) ha orientado la prospección de nuevos recursos y la evaluación de los ya existentes.

*b. - Media Montaña (Precordillera):*

En esta área encontramos praderas de verano (veranadas) que complementan la alimentación del ganado caprino y ovino. Además existen al-

gunos recursos agropecuarios poco considerados, pero que podría tener una significación importante en la ganadería de la IV Región; es el caso de los Auquénidos, Chinchillas y Viscachas: animales que además de su aporte en proteína animal, puede promover la instalación de una agroindustria para el aprovechamiento de sus subproductos. Además podrían ayudar a la diversificación de la Artesanía regional.

Esta zona es también importante productora de vides, tanto para la industria Pisquera, como para la exportación de uva de mesa.



*El bosque esclerófilo en vías de extinción en este sector. Últimos vestigios de representantes de un ecosistema característico del sector que ahora luchan por sobrevivir en un ambiente cada vez más árido. En sitios como éste de la foto, lluvias intempestivas favorecen la destrucción del suelo (camino a Salamanca).*

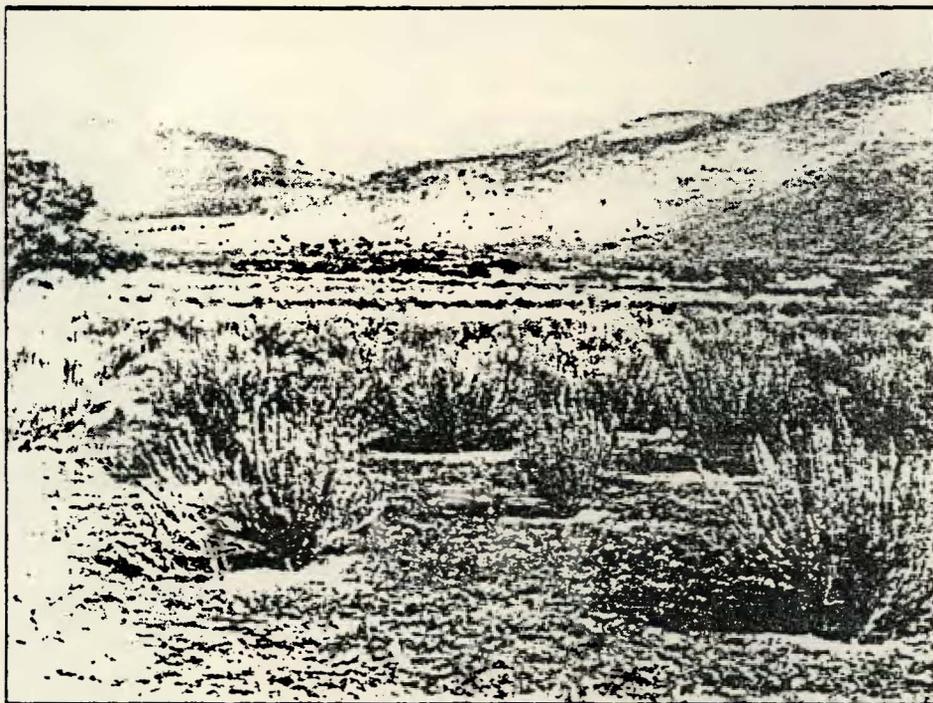
#### *c - Valles Transversales:*

En primer lugar es importante señalar que para este sector el FND se fijó un programa que ha reforestado en los últimos 5 años (1975-1980) una cifra aproximada a las 6.000 Hás.

Esta reforestación ha tenido diferentes objetivos. Así en el sector Las Cardas se ha reforestado con diferentes variedades de Atriplex cumpliendo la finalidad de evitar la erosión, proteger los suelos y aportar una fuente extra para la alimentación del ganado caprino y ovino.

En otros sectores, particularmente en las áreas o laderas directamente tributarias al sistema Paloma; la reforestación arbustiva y arbórea ha tenido por objeto detener la erosión, recuperar la cubierta vegetal y reducir la sedimentación en el Embalse; prolongando con ello su vida útil.

En el período 1976 - 1980 (SERPLAC) se han reforestado 1.400 Hás



Forestación y reforestación, una estrategia vital para la protección y recuperación de los suelos regionales. Las especies más usadas en estas campañas han sido *Atriplex* spp., *Prosopis chilensis*, *Schinus molle* y otras (foto superior, sector Las Cardas; foto inferior, sector Campus Oriente, Universidad de La Serena).

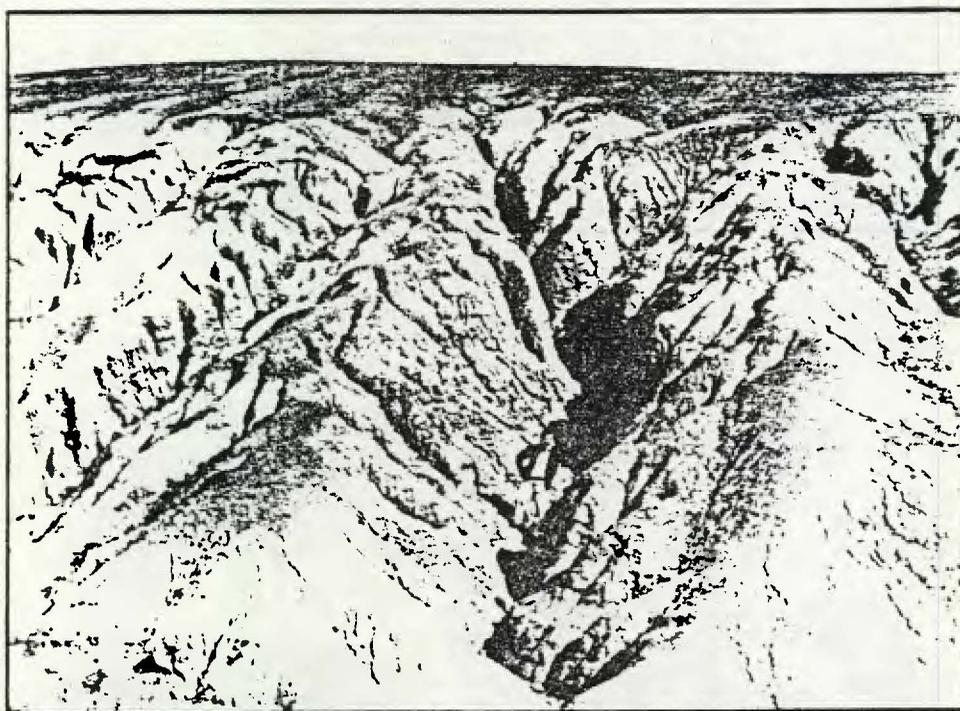
en las laderas de aporte y cajas de río de los Embalses Recoleta, Cogotí y Paloma. Las especies más utilizadas en las plantaciones son *Atriplex repanda*, *A. numularia*, *Prosopis chilensis*, *Schinus molle*, *Cassia* sp. *Eucaliptus* sp. *Caesalpinia spinosa*, *Acacia cyanophylla*.

En el plano agropecuario es posible diferenciar claramente una ganadería intensiva representada por ganadería bovina y por avicultura y una ganadería extensiva representada por ganado caprino y ovino.

La producción agrícola es significativa en esta zona.

En los cuadros siguientes se puede apreciar el uso actual de los suelos por provincia (SERPLAC 1979 - 1980).

Así en los últimos 5 años ha aumentado la superficie cubierta por vi-  
des que han permitido una expansión de Industria Písquera.



*Erosión, cáncer del suelo. Es frecuente el tipo de erosión como el mostrado en la foto, causada por el agua al escurrir cerro abajo. Cuando estos surcos se reúnen o cuando reciben desde los lados más agua, se producirá otra zanja más profunda y ancha llamada cárcava (un lugar cualquiera de la IV Región).*

Las proyecciones de Industria Pisquera son enormes. Considerando que la tendencia supone que entre 1980 - 1985 se alcanzaría una cifra de 11.608 Hás de viñas cuya producción puede alcanzar a las 147.000 toneladas métricas de uvas en el año 1985.

#### USO ACTUAL DE LOS SUELOS POR PROVINCIA (Hás) 1979 - 1980

Rubros	Elqui	Limarí	Choapa	Total
Cultivos anuales	6.480	10.500	7.760	24.740
Hortalizas	992	1.481	42	2.515
Frutales	1.689	1.579	882	4.150
Viñas y parronales	3.075	3.693	340	7.108
Praderas artificiales	1.648	4.956	2.529	9.133

#### SUPERFICIE TOTAL CON VIDES EN LA IV REGION (Hás) 1979 - 1980

Vides	1975	1976	1977	1978	1979
Pisqueras	3.444	3.454	3.606	4.125	5.345
De mesa	357	397	621	1.233	1.763
	3.801	3.851	4.227	5.358	7.108

#### PROYECCION DE LA SUPERFICIE CON VIDES 1980-1985 IV REGION (Hás)

Vides	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Pisqueras	5.945	6.545	7.145	7.445	7.745	8.045
De mesa	2.163	2.563	2.963	3.163	3.363	3.563
	8.108	9.108	10.108	10.608	11.108	11.608

Fuente de Información : Ministerio de Agricultura IV Región.

Por otra parte las disponibilidades agua en esteros, tranques y ríos de la IV Región es alentadora para las posibilidades de la Agricultura Regional.

Así en 1979 existían 823.720.000 m<sup>3</sup> en los Embalses de la Región. Esta disponibilidad producto de las precipitaciones de la temporada pasada y de excelentes acumulaciones de nieve, permiten un buen aprovechamiento de la capacidad instalada para riego.

Paloma, Recoleta y Cogotí son Embalses que han acumulado los mayores volúmenes de agua que bien administradas y utilizadas aseguren el riego para tres o cuatro años más.

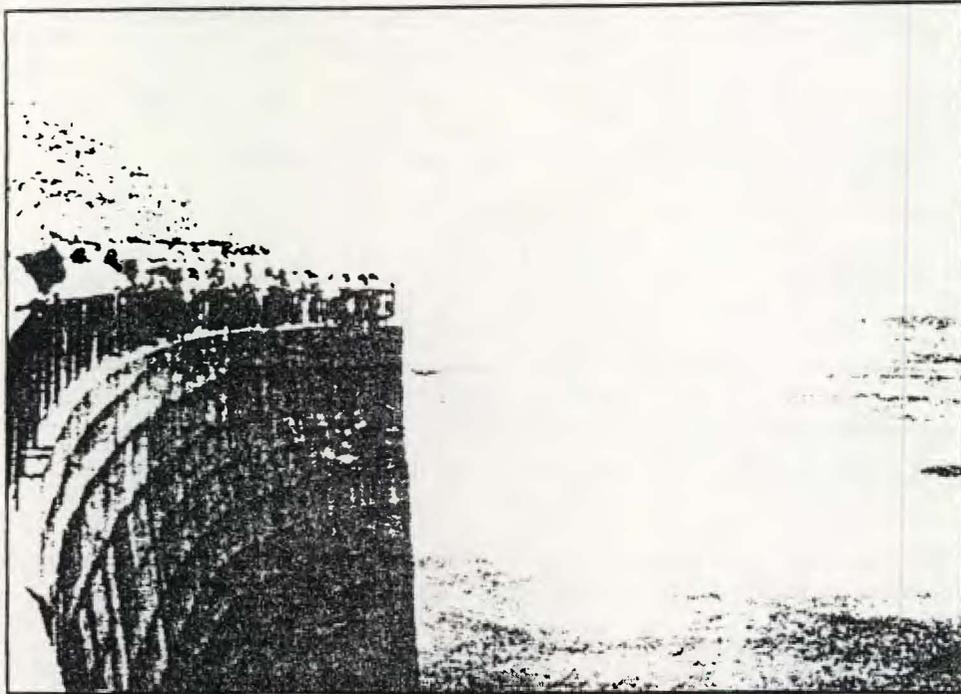
Además, desde el punto de vista Turístico-Recreativo estos Embalses presentan las mejores condiciones para la pesca deportiva, picnic y camping.

ESTADO DE LOS EMBALSES DE LA IV REGION - 1979  
miles de m<sup>3</sup> (SERPLAC)

EMBALSE	CAPACIDAD INSTALADA	ACUMULADO
La Laguna	40.000	31.900
Recoleta	100.000	72.800
Paloma	760.000	573.000
Cogotí	150.000	146.000

*d.- Franja Costera:*

En este sector de la IV Región se encuentra en plena expansión la Industria Pesquera. De acuerdo a los informes de SERPLAC, S.A.G. y de las Empresas Pesqueras Regionales se ha llegado a una captura aproximada de 30.200 toneladas métricas de pescado en el primer semestre del presente



*Expertos en zonas áridas y semáridas de diversas partes del mundo en visita al tranque La Paloma durante el Congreso Internacional de Estudio de Zonas Áridas y Semáridas celebrado en La Serena (1980). En éstas, los recursos hídricos son los principales factores limitantes de la productividad del ecosistema; de modo que su buen manejo y conservación deben formar parte importante de las estrategias de eódesarrollo para estas regiones.*



*Marea gris. Dunas o masas de arena que arrastradas por el viento van avanzando lentamente cubriendo terrenos cultivables que se pierden para la agricultura. Ellas contribuyen a la desertización. Dunas y arenas ocupan algo así como 70 mil hectáreas de los suelos misceláneos de la Región.*

año (jurel, cojinova, merluza, anchoas, aguijilla, sardina). Esta cifra tiende a aumentar por la eficiencia de las flotas y por la captura de nuevas especies que no aparecían en capturas anteriores.

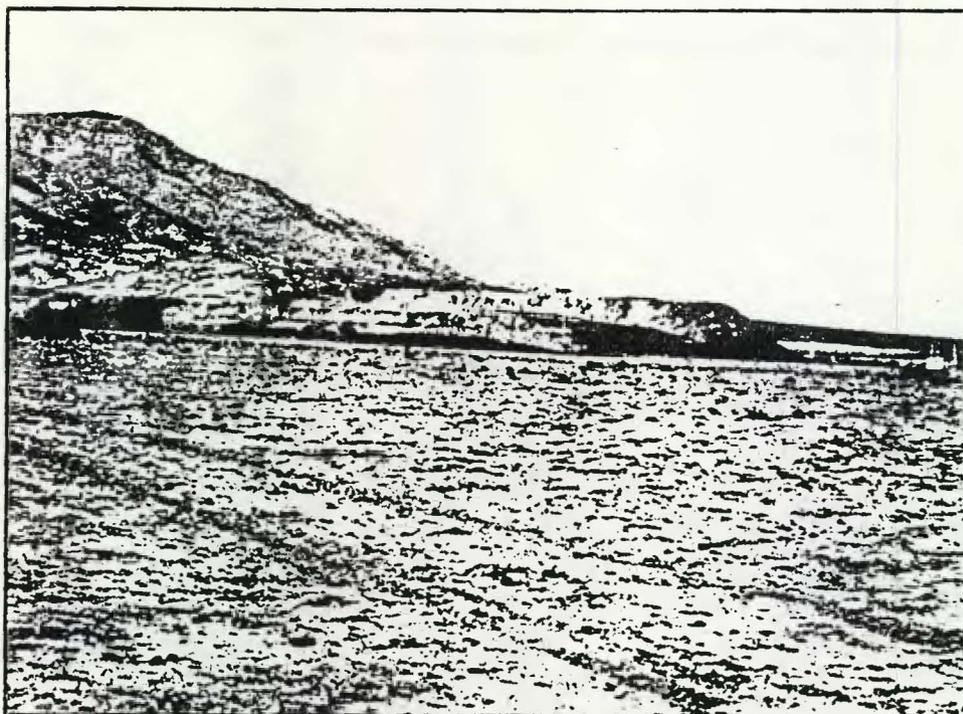
En relación a mariscos la industria pesquera a llegado a un volumen de captura de 886,8 Toneladas/año que en su mayoría son exportados a los mercados de Asia y EE.UU.

Además de lo señalado la Industria Pesquera Regional elabora un alto porcentaje de Harina de Pescado (jurel, anchoveta, sardina española) y Aceite como subproducto de la elaboración de Harina de Pescado.

A partir de 1978 la Industria Pesquera Regional ha asistido a la instalación de nuevas Plantas Pesqueras como son: la Pesquera Vanguard, South Pacific Sea, Barlovento y Papelera Pons.

Paralelamente la Pesquera Coloso proyecta para los años 1980 - 1981 ampliar sus instalaciones elevando su producción conservera de 450.000 cajones al año a 1.000.000 cajones/año, constituyendo además un fuerte potencial de ocupación de mano de obra y generación de divisas por concepto de exportaciones.

El sector Pesquero Artesanal vierte fundamentalmente sus esfuerzos en la captura de moluscos como la macha obteniendo capturas que alcanzan a 800 Toneladas al año (Cepeda · Campusano, 1979 · SERPLAC).



*Alteración del paisaje. Destrucción de la vegetación por sobre pastoreo, roce para la agricultura de secano y acumulación de relaves. Hasta comienzos del siglo XVIII se produce una ocupación relativamente gradual de los valles regionales, pero luego comienza la explotación minera y por la necesidad de conseguir más aprovisionamiento se va intensificando el cultivo del trigo y comienza a manifestarse la erosión.*

Por otra parte el sector privado ha iniciado con gran éxito el cultivo de ostras, choro zapato y de algas entre las que se destacan el "Pelillo" (Gracilaria). Actividades complementadas por la labor de fomento que realizan los Servicios Públicos.

En el plano Pecuario, el sector costero representa la fuente alimentaria principal del ganado caprino y ovino en el período de Invierno. En este sentido cabe mencionar la Estancia "El Tangué" dedicada por años a la crianza de ovinos de lana y de caprinos de tipo angora.

En el plano Pecuario No Tradicional, el sector costero aporta una fuente importante de alimentos a los Auquénidos (guanacos) que durante Primavera-Verano bajan por la Quebrada de Los Choros.

Finalmente en la costa, roqueríos e islas de la IV Región abundan lobos marinos, chungungos y aves guaneras que podrían alcanzar importancia en un tipo de ganadería no tradicional.

El aspecto agrícola en el sector costero está representado por un alto porcentaje de sus terrenos de cultivos dedicados a hortalizas de temporada y a cultivos anuales, como garbanzos, arvejones, ají, pimientos, papas y tomates. A esto se agrega el incremento de las plantaciones de frutales como limones, nogales, papayos, chirimoyos y paltos, producciones orientadas fundamentalmente al mercado de exportación.

## BIBLIOGRAFIA

- Artigas, J.N. 1975. "Introducción al Estudio por Computación de las áreas Geográficas de Chile Continental". Basado en la Distribución de 903 Especies de Animales Terrestres. Gayana. Miscelánea N° 4. pp.
- Covarrubias, R., I. Rubio, "Observaciones Ecológico-cuantitativas sobre la fauna Edáfica de Zonas Semiáridas del Norte de Chile (Prov. de Coquimbo y Aconcagua). Monogr. Ecología y Biogeografía de Chile". U. de Chile. Bol. Prod. Animal. (Santiago de Chile) Serie A N° 2,110 pp.
- Di Castri, F. 1968. "Biología de L'Amérique Australe". Vol. IV (Esbozo Ecológico de Chile). Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Bs.As.
- IREN (CORFO). 1979. "Estudio Vegetacional del Secano de la IV Región". Informe N° 39, 79 pp.
- IREN (CORFO) - CIFCA. 1978. "Metodologías para el Desarrollo de Zonas en Desertificación". Los Recursos Naturales. Tomo 1 y Anexo.
- Jiles, P., C. 1978. "Breve reseña de la Flora Regional". (Res.) U. de Chile (La Serena, Escuela de Verano): 3er. ciclo: La Desertificación.
- Hajek, E.R., F. di Castri. 1975. "Bioclimatografía de Chile". Ed. U. Católica de Chile, 107 pp.
- Mann, G., S. Mann. 1964. "Compendio de Zoología. I. Ecología y Biogeografía". Centro de Investigaciones Zoológicas, 112 pp.
- SERPLAC IV Región - Coquimbo. 1978 - 1980. "Informes semestrales de Desarrollo".
- Viviani, C.A. 1979. "Ecogeografía del Litoral Chileno". Studies on Neotropical and Environment 14, pp. 65-123.
- Universidad de Chile. "Informes Técnicos". Vols. 1 a 4. PRIZAS. (S. Laihlacar K., Coord. Nac.). 1976 - 1979.

Tabla 1. Lista de Especies de la Flora de El Indio (Septiembre 1992). Las especies están ordenadas por orden alfabético de familias. Al lado de cada especie se indica si se ha seleccionado una foto de hábitat (H) y/o de detalle (D) para la publicación. (\*) = especie introducida.

---

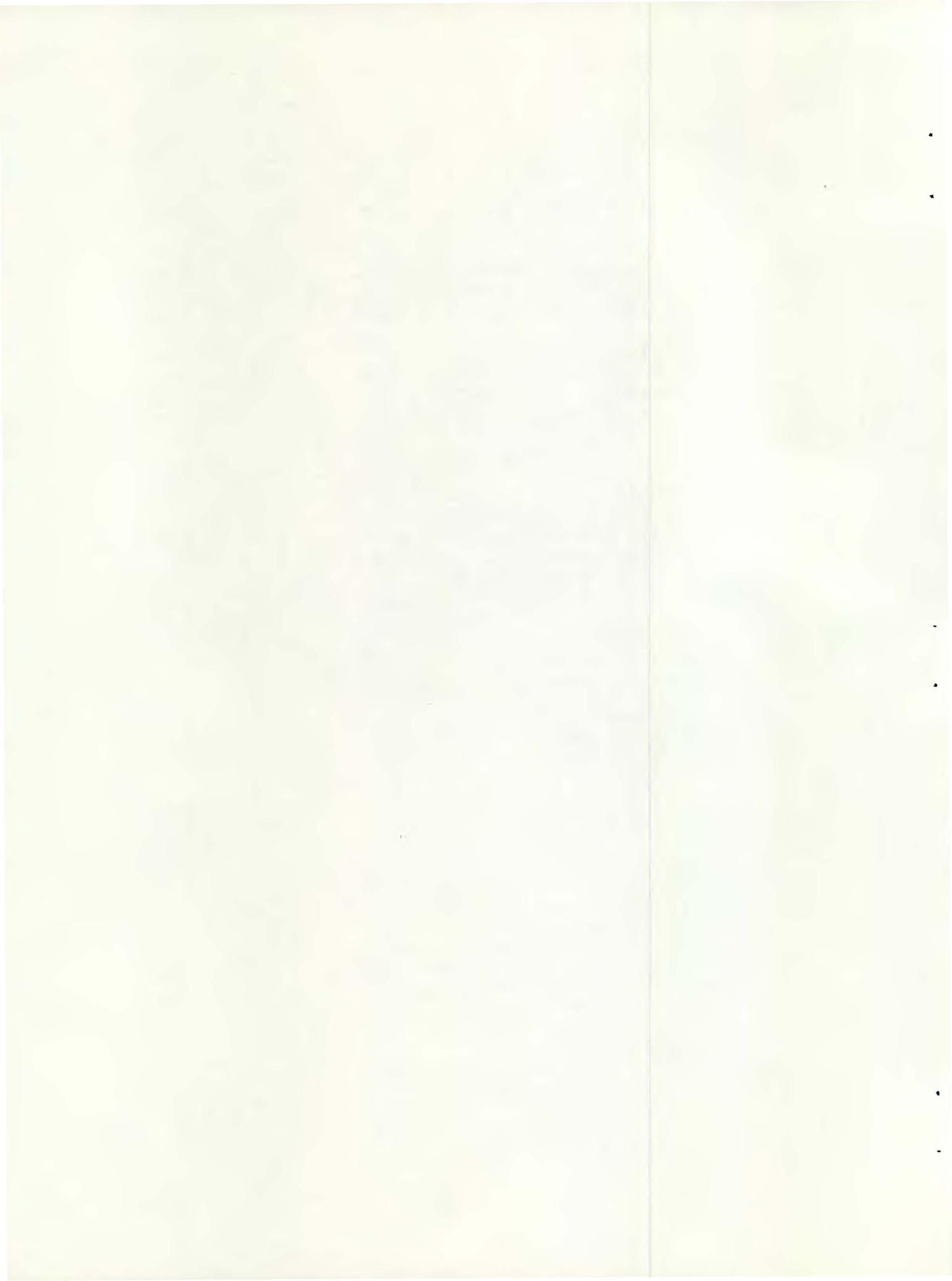
Amaryllidaceae		
Alstroemeria andina Phil. ssp. venustula	H	D
Borraginaceae		
Cryptantha diffusa (Phil.) Johnst.	H	D
Cryptantha involucrata (Phil.) Reiche	H	D
Cactaceae		
Opuntia leoncito Werdermann	H	D
Calyceraceae		
Nastanthus caespitosus (Phil.) Reiche	H	D
Campanulaceae		
Hypsela reniformis (H.B.K.) K. Presl	H	D
Caryophyllaceae		
Arenaria rivularis Phil.		
Arenaria serpens H.B.K.		D
Cerastium nervosum Naud.	H	D
Colobanthus quitensis (H.B.K.) Bartl.		
Spergularia pissisii (Phil.) Johnst.	H	D
Stellaria stenopetala Phil.	H?	D
Chenopodium		
Atriplex deserticola Phil.		
Atriplex oreophila Phil.	H	D
Chenopodium album L. (*)		
Chenopodium frigidum Phil.		
Chenopodium sp. (88180)		
Compositae		
Chaetanthera acerosa (Remy) B. et H.	H	D
Chaetanthera flabellifolia Cabr.	H	D
Chaetanthera gnaphalioides (Remy) Johnst.	H	D
Chaetanthera lanata (Phil.) Johnst.	H	D
Chaetanthera minuta (Phil.) Cabr.	H	D
Chaetanthera pulvinata var. pulvinata	H	D
Chaetanthera spheroidalis (Reiche) Hicken	H	D
Doniophyton anomalum (D. Don) Kurtz.	H	D
Erigeron leptopetalus Phil.	H	D
Haplopappus baylahuen Remy		
Matricaria perforata Mérat (*)		
Mutisia sinuata Cav.	H	D
Pachilaena atriplicifolia D. Don ex H. et A.	H	D
Perezia atacamensis (Phil.) Reiche	H	D
Senecio hickenii Haum.	H	D
Senecio lorentziella Hicken		

<i>Senecio micropifolius</i> DC.	H D	
<i>Senecio</i> sp.1 ( <i>murinus</i> )	H D	
<i>Senecio oreophyton</i> Remy	H D	
<i>Senecio tinctorolobus</i> Johnst.	H D	
<i>Senecio volckmannii</i> Phil.	H D	
<i>Taraxacum officinale</i> Weber (*)		
<i>Werneria pinnatifida</i> Remy	H D	
<i>Werneria pygmaea</i> Gill.ex H.et A.	H D	
Convolvulaceae		
<i>Convolvulus arvensis</i> L. (*)		
Cruciferae		
<i>Brassica rapa</i> L. (*)		
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. (*)	H D	
<i>Cardamine glacialis</i> (Forst.) DC.	H D	
<i>Descurainia pimpinellifolia</i> (Barn.) O.E.Schulz	H D	H D
<i>Hymenolobus procumbens</i> (L.) Nutt.ex.T.ex	H D	
<i>Hymenolobus procumbens</i> -2	H D	
<i>Lepidium bonariensis</i> L. (*)	H D	
<i>Menonvillea cuneata</i> (Gill. et Hook) Rollins	H D	
<i>Schizopetalon rupestre</i> (Barn.) Reiche	H D	
<i>Sisymbrium orientale</i> L. (*)		
<i>Stenodraba imbricatifolia</i> (Barn.) Schulz	H D	
<i>Stenodraba stenophylla</i> (Leyb.) Schulz	H D	
Cuscutaceae		
<i>Cuscuta suaveolens</i> Ser.		
Cyperaceae		
<i>Carex maritima</i> Gunn. var. <i>misera</i> (Phil.) F.		
<i>Carex</i> sp. (88168) 1052; (92073) 2435.	H D	
<i>Carex</i> sp. (91900)		
<i>Eleocharis albibracteata</i> N.et M. ex K.	H D	
Ephedraceae		
<i>Ephedra breana</i> Phil.	H 2D	
Gentianaceae		
<i>Gentiana postrata</i> Haenke	H D	
<i>Gentarella coquimbensis</i> (Brig.) M.et Q.		
Geraniaceae		
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit.ex Aiton (*)		
Gramineae		
<i>Agrostis</i> sp. (88153) 1069, 2491.		
<i>Bromus catarticus</i> Valh		
<i>Bromus setifolius</i> Presl.var <i>brevifolius</i>		
<i>Bromus stamineus</i> Desv.		
<i>Critesion chilense</i> (Roem.et Schult.) Love	H D	
<i>Critesion comosum</i> (J. Presl.) Love	H D	
<i>Deschampsia setacea</i> (Hudson) Hackel		
<i>Deyeusia</i> sp. (88171a)		

<i>Deyeuxia eminens</i> J.Presl	H D
<i>Deyeuxia velutina</i> Nees et Meyen	
<i>Festuca rubra</i> L. (*)	
<i>Festuca werdermanii</i> St.-Ives	
<i>Muhlenbergia asperifolia</i> (N.et M ex T) P	H D
<i>Polypogon</i> sp. (92084) 2302	
<i>Puccinellia oresigena</i> (Phil.) Hitchc.	
<i>Stipa atacamensis</i> Parodi	H D
<i>Stipa chrysophylla</i> Desv.	H D
<i>Stipa pogonathera</i> Desv.	H D
<i>Stipa</i> sp. (88107) 1082	
<i>Stipa vaginata</i> Phil.	
<i>Trisetum preslei</i> (Kunth) Desv.	H D
Haloragaceae	
<i>Myriophyllum quitense</i> H.B.K.	
Hydrophyllaceae	
<i>Phacelia cumingii</i> (Benth.) A. Gray.	H D
<i>Phacelia pinnatifida</i> Griseb. ex Wedd.	H D
<i>Phacelia secunda</i> J.F. Gmel.	H D
Juncaceae	
<i>Juncus balticus</i> Willd. var. <i>mexicanus</i>	
<i>Juncus depauperatus</i> Phil.	
<i>Juncus</i> sp. (91851)	
<i>Oxychloe andina</i> Phil.	H D
<i>Patosia clandestina</i> (Phil.) Buch.	H D
Juncaginaceae	
<i>Triglochin striata</i> R. et P.	
Liliaceae	
<i>Zoellnerallium andinum</i> (Poepp.) Crosa	H D
Loasaceae	
<i>Caiophora coronata</i> (Gill.ex Arn.)H.et A.	H D
<i>Loasa longiseta</i> Phil.	H D
<i>Loasa</i> sp. (91876)	
<i>Mentzelia pinnatifida</i> var. <i>pinnatifida</i>	H D
<i>Mentzelia solieri</i> (Gay) Urban et Gilg	H D
Malesherbiaceae	
<i>Malesherbia lanceolata</i> Ricardi	H D
Malvaceae	
<i>Cristaria andicola</i> Gay	H D
<i>Cristaria dissecta</i> H. et A.	
var. <i>inconspicua</i> (Phil.) M.Muñoz	H D
<i>Nototriche holosericea</i> A.W. Hill.	H D
Onagraceae	
<i>Epilobium ciliatum</i> Rafin.	H D
<i>Gayophytum micranthum</i> H. et A.	H D

Oxalidaceae	
Oxalis compacta Gill. ex H. et	H ?
Oxalis hypsophila Phil.	H D
Papilionaceae	
Adesmia aegiceras Phil.	H D
Adesmia capitellata (Clos) Haum.	H D
Adesmia echinus K. Presl.	H D
Adesmia hystrix Phil. (ó A. sentis)	H D
Adesmia spuma Werd. ex Burk.	H D
Adesmia subterranea Clos	H D
Adesmia sp. (92187) 2452, 2453	
Astragalus bustillosii Clos	H D
Astragalus cruckshanksii (H. et A.) Griseb	H D
Lupinus microcarpus Sims.	H D
Medicago sativa L. (*)	
Trifolium repens L. (*)	
Plantaginaceae	
Plantago barbata G.Forster	H D
Polemoniaceae	
Gilia crassifolia Benth.	H D
Polygonaceae	
Oxytheca dendroidea ssp. chilensis	H D
Polygonum aviculare L. (*)	
Portulacaceae	
Calandrinia affinis Gill. ex Arn.	H D
Calandrinia bandurriae Phil., aff.	H D
Calandrinia callithrix Phil.=glomerata	H D
Calandrinia calycina Phil., aff.	
Calandrinia coplapina Phil.	H D
Calandrinia diffusa Gill. ex Arn., aff.	
Calandrinia modesta, aff.	
Calandrinia oculata Phil. ??	
Calandrinia picta Gill. ex Arn.	H D
Calandrinia salsoloides Barn.	
Calandrinia sp. (92156)	H D
Lenzia chamaepitys Phil.	H D
Potamogetaceae	
Potamogeton strictus Phil.	
Ranunculaceae	
Barneoudia balliana Britton	H D
Myosurus apetalus Gay	H D
Ranunculus chilensis DC.	
Ranunculus cymbalaria Pursh, aff.	
Rosaceae	
Acaena magellanica (Lam.) Vahl	H D

<i>Acaena tipo pinnatifida</i> (ver foto)	H D
<i>Tetraglochin alatum</i> (G.ex H.et A.)O.K.	H D
Rubiaceae	
<i>Cruckshanksia hymenodon</i> H. et A.	H D
<i>Oreopolus macranthus</i> (Phil.) Ricardi	H D
<i>Oreopolus palmae</i> (Clos) Ricardi	H D
Scrophulariaceae	
<i>Calceolaria biflora</i> Lam.	H D
<i>Calceolaria pinifolia</i> Cav.	H D
<i>Mimulus depressus</i> Phil.	H D
<i>Mimulus luteus</i> L.	H D
<i>Veronica anogallis-aquatica</i> L. (*)	H D
Solanaceae	
<i>Fabiana imbricata</i> R. et P.	H D
<i>Jaborosa caulescens</i> Gill. et Hook.	H D
<i>Lycium chilense</i> var. <i>vergarae</i> (Phil.) Be	H D
<i>Nicotiana corymbosa</i> Remy	H D
<i>Reyesia parviflora</i> Phil.	H D
Umbelliferae	
<i>Azorella compacta</i> Phil.	
<i>Azorella cryptantha</i> (Clos.) Reiche	H D
<i>Azorella trifoliolata</i> Clos	H D
<i>Gymnophyton spinosissimum</i> Phil.	H D
<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W.Hill	
Verbenaceae	
<i>Glandularia origenes</i> (Phil.)Schnack et Co	H D
<i>Junellia uniflora</i> (Phil.) Mold.	H D
Violaceae	
<i>Viola chrysantha</i> Phil.	H
<i>Viola domeykoana</i> Gay	H D
<i>Viola frigida</i> Phil.	H D
<i>Viola montagnei</i> Gay	H D
<i>Viola pulchella</i> Leyb. ex Reiche	H D
<i>Viola</i> sp. (91846); (92185) 2489	
<i>Viola</i> sp. 3100 msnm	H D
Vivianaceae	
<i>Viviania marifolia</i> Cav.	H D



VERTEBRADOS PRESENTES EN EL ÁREA DE LA CORDILLERA DE DOÑA ANA Y SECTORES ALEDAÑOS.

Luis Contreras Ph. D.  
Arturo Cortés M. Mg. Sc.  
Departamento de Biología  
Universidad de la Serena

MAMIFEROS

Orden Especie	Nombre común	Distribución & ambiente	Estado de conserv (IV Reg)
Orden Carnivora			
<u>Pseudalopex culpaeus</u>	zorro culpeo	I-XII, amplia	IC
<u>Felis colocolo*</u>	colocolo, gato del pajonal	I-XII, amplia	R
<u>Felis concolor</u>	puma, león americano	I-XII, amplia	V
Orden Rodentia			
<u>Abrothrix andinus</u>	laucha andina	I-Reg.Met., Andes	
<u>Phyllotis vacarum</u>	lauchón orejudo	IV-VII, Andes	
<u>Lagidium viscacia</u>	vizcacha andina	I-X, Rocas	V
Orden Artiodactyla			
<u>Lama guanicoe</u>	guanaco	I-XII, desiertos	EP
<u>Vicugna vicugna*</u>	vicuña	I-III, Andes	
Orden Lagomorpha			
<u>Lepus capensis</u>	liebre	III-XII, amplia	

\* = especies probablemente presentes ya que existen registros de ellas en áreas cercanas. V: poblaciones vulnerables, R: poblaciones raras. NE: poblaciones y estado de conservación no evaluado. IC: información incompleta. EP: poblaciones en peligro.

## AVES

Orden Especie	Ambiente	nombre común	Estado de conserv (IV Reg)
Orden Anseriformes:			
<u>Chloephaga melanoptera</u>	Humed Andes	piuquén	R
<u>Lophonetta specularioides</u>	Humed Andes	pato jaurjural	NE
Orden Falconiformes:			
<u>Vultur gryphus</u>	Andes	cóndor	V
<u>Coragyps atratus</u>	Amplia	jote de cabeza negra	NE
<u>Cathartes aura</u>	Amplia	jote de cabeza colorada	NE
<u>Geranoaetus melanoleucus</u>	Amplia	águila	V
<u>Parabuteo unicinctus</u>	Amplia	peuco	
<u>Buteo polyosoma</u>	Amplia	aguilucho	V
<u>Phalacrocorax macrorhynchos</u>	Andes	carancho cordillerano	NE
<u>Milvago chimango</u>	Amplia	tiuque	NE
<u>Falco sparverius</u>	Amplia	cernicalo	NE
<u>Falco femoralis</u>	Amplia	halcón perdiguero	V
<u>Falco peregrinus</u>	Amplia	halcón peregrino	R
Orden Charadriiformes:			
<u>Attagis gayi</u>	Pastos, Andes	perdicita cordillerana	R
<u>Thinocorus orbignyianus</u>	Pastos, Andes	perdicita cojón	NE
Orden Columbiformes:			
<u>Metriopelia melanoptera</u>	Pastos, Andes	tórtola cordillerana	NE
Orden Strigiformes:			
<u>Tyto alba</u>	Amplia	lechuza	
<u>Bubo virginianus</u>	Amplia	tucúquere	NE
<u>Glaucidium nanum</u>	Amplia	chuncho	
Orden Caprimulgiformes:			
<u>Caprimulgus longirostris</u>	Pastos, Mat	gallina ciega	NE

V: poblaciones vulnerables, R: poblaciones raras. NE: poblaciones v estado de conservación no evaluado. IC: información incompleta. EP: poblaciones en peligro.

## AVES (continuación)

Orden Especie	Ambiente		Estado de conserv (IU Reg)
Orden Apodiformis <u>Oreotrochilus leucopleurus</u>	Andes	picaflor cordillerano	NE
Orden Passeriformes: <u>Geositta isabellina</u>	Andes	minero grande	NE
<u>G. rufipennis</u>	Andes	minero cordillerano	NE
<u>Upucerthia ruficauda</u>	Andes	bandurria	NE
<u>Cinclodes fuscus</u>	Humed Pasto	churrete acanalado	NE
<u>C. atacamensis</u>	Humed Andes	churrete de alas blancas	NE
<u>Chalia melanura</u>	Andes	chiricoca	NE
<u>Aethenes modesta</u>	Andes Mat		
<u>A. humicola</u>	Mat Andes		
<u>Agriornis montana</u>	Andes	mero gaucho	NE
<u>Muscisaxicola rufivertex</u>	Andes	dormilona de nuca rojiza	NE
<u>M. flavinucha</u>	Andes Pasto	dormilona fraile	NE
<u>M. frontalis</u>	Andes	dormilona de frente negra	NE
<u>M. alpina</u>	Andes	dormilona cenicienta	NE
<u>M. maculirostris</u>	Andes	dormilona chica	NE
<u>Troglodytes aedon</u>	Amplia	chercán	
<u>Sicalis auriventris</u>	Andes	chirigüe dorado	NE
<u>S. olivascens</u>	Andes	chirigüe verdoso	NE
<u>Zonotrichia capensis</u>	Amplia	chincol	
<u>Phrygilus atriceps</u>	Pasto Andes	cometocinos del norte	NE
<u>P. fruticeti</u>	Amplia	yal	
<u>P. unicolor</u>	Mat Andes	pájaro plomo	NE
<u>P. alaudinus</u>	Mat Andes	platero	NE
<u>Diuca diuca</u>	Amplia	diuca	

V: poblaciones vulnerables, R: poblaciones raras. NE: poblaciones y estado de conservación no evaluado. IC: información incompleta. EP: poblaciones en peligro.

## AVES (continuación)

Orden Especie	Ambiente		Estado de conserv (IV Reg)
Orden Passeriformis <u>C. arduelis atratus</u>	Andes	jilguero negro	NE
<u>C. uropygialis</u>	Andes	jilguero cordillerano	NE
<u>C. barbatus</u>	Amplia	jilguero	NE

Código Est=estepa, Mat = Matorral, Andes = Precordillera y/o cordillera de los Andes, Humed = Humedales (ríos, lagos, pantanos y/o pajonales ribereños), amplia = que ocupa varios tipos de ambiente. V: poblaciones vulnerables, R: poblaciones raras. NE: poblaciones y estado de conservación no evaluado. I: información incompleta. EP: poblaciones en peligro.

## REPTILES

Orden Especie	Nombre común	Distribución y ambiente	Estado de conserv (IV Reg)
Orden Squamata <u>Liolaemus lorenmülleri</u>	Lagartija de Lorenz Müller	IV, 2300-3200 m Mediterránea árida	R NE
<u>L. ornatus</u> *	SNC	Antofagasta Jujuy, Argentina	
<u>L. vallecurensis</u> *	Lagartija del Valle de Cura	San Juan, Argentina	NE

V: poblaciones vulnerables, R: poblaciones raras. NE: poblaciones y estado de conservación no evaluado. IC: información incompleta. EP: poblaciones en peligro.

LISTA PRELIMINAR DE INSECTOS PRESENTES EN EL AREA DE LA  
CORDILLERA DE DOÑA ANA.

Hernán Vásquez  
Francisco Squeo P., Dr.  
Jorge Cepeda P., Ph. D.  
Departamento de Biología  
Universidad de La Serena

---

Subclase  
Orden  
Familia  
Género

---

Apterygota

Collembola  
Isotomidae  
gén. no determinado

Pterygota

Thysanoptera  
Thripidae  
gén. no determinado

Odonata  
Petaluridae  
Phenes sp.

Orthoptera  
Acrididae  
gén. no determinado  
Phasmatidae  
Agathemera sp.

Hemiptera  
Miridae  
gén. no determinado  
Lygaeidae  
gén. determinado

---

## INSECTOS (continuación)

---

Subclase

Orden

Familia

Género

---

Homoptera

Psyllidae

gén. no determinado

Cicadellidae

gén. no determinado

Fulgoridae

gén. no determinado

Coleoptera

Carabidae

gén. no determinado

Tenebrionidae

Psectrascelis sp.

Blastinus sp.

Entomochilus sp.

Nycterinus sp.

Coccinellidae

Coccinellina sp.

Eriopsis sp.

gén. 1 no determinado

gén. 2 no determinado

Curculionidae

gén. no determinado

Bruchidae

gén. no determinado

Staphylinidae

gén. no determinado

Cantharidae

gén. no determinado

Bostrichidae

gén. no determinado

Oedemeridae

gén. no determinado

Ptinidae

gén. no determinado

Hydrophilidae

Lancetes sp.

Trichoptera

fam. no determinada

gén. no determinado

---

## INSECTOS (continuación)

---

 Subclase

Orden

Familia

Género

-----  
Lepidoptera

Noctuidae

gén. no determinado

Hesperiidae

Andinus sp.

Pieridae

Tatochila sp.Phulia sp.Colias flaveolaC. vauthieriiColias sp.Eurema devaHypsochila wagenknechtiPhulia nymphula

Nymphalidae

Yramea cytheris.

Satyridae

Faunula leucogleneF. patagonica

Lycaenidae

Leptotes sp.Itylus sp.

Diptera

Phoridae

gén. no determinado

Ephydidae

gén. no determinado

Dolichopodidae

gén. no determinado

Tachinidae

Incarnya sp.Gonia sp.Vibrissomyia lineolata

gén. 1 no determinado

gén. 2 no determinado

gén. 3 no determinado

gén. 4 no determinado

## INSECTOS (continuación)

---

 Subclase

Orden

Familia

Género

-----  
 Sciaridae

gén. no determinado

Syrphidae

Eristalis sp.Scaeva sp.

gén. 1 no determinado

gén. 2 no determinado

Bombillidae

Villa gayiV. festivaVilla sp. 1Villa sp. 2Villa sp. 3

gén. 1 no determinado

gén. 2 no determinado

gén. 3 no determinado

Agromyzidae

gén. no determinado

Tipulidae

Tipula sp.

Tephritidae

Trupanea sp.

Siphonaptera

fam. no determinada

gén. no determinado

## INSECTOS (continuación)

Subclase

Orden

Familia

Género

-----  
Hymenoptera

fam. no determinada

gén. no determinado

## Sphecidae

Prionyx sp.Tachysphex sp.

gén. no determinado

## Ichneumonidae

Ophion sp.

gén. no determinado

## Mutillidae

gén. no determinado

## Vespidae

Hypodynerus sp. 1Hypodynerus sp. 2Hypodynerus sp. 3

## Chrysidae

Chrysis sp.

fam. no determinada

gén. no determinado

## Megachilidae

Anthidium falsificumA. gayiA. spinosaiMegachile coquimbensisM. fasciatellaM. melanotricheMegachile sp. 1Megachile sp. 2Trichothurgus wagenknechti

## Anthophoridae

Centris cinerariaDiadasia nemaglosa

## Colletidae

Colletes sp. 1Leioproctus sp.

-----

NOTA: La entomofauna de los ambientes andinos es muy diversa, sin embargo es pobremente conocida, razón por la cual el conocimiento taxonómico es incipiente así como el estado de conservación de las poblaciones de especies de insectos más característicos de este tipo de ecosistema.



## HETEROGENEIDAD ESPACIAL DE LA VEGETACION DE ALTA MONTAÑA EN LA ZONA ANDINO DESERTICA DE CHILE, 30° S.

Francisco A. Squeo (\*), Heinz Veit (\*\*), Gina Arancio (\*), Mary T.K. Arroyo (\*\*\*), Nancy Olivares (\*).

- (\*) Departamento de Biología Universidad de la Serena, La Serena, Chile.  
 (\*\*) Universidad de Bayreuth, Alemania  
 (\*\*\*) Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

Los ambientes de alta-montaña de la Cordillera de los Andes presentan condiciones climáticas relativamente homogéneas desde la Patagonia (55°S) hasta Venezuela (18°N). Esto habría posibilitado la migración a lo largo de la cordillera de muchas taxa de plantas desde el solevantamiento de la Cordillera de los Andes hace 3 millones de años. Adicionalmente a este aporte de especies provenientes de otras latitudes, las comunidades de plantas que habitan en la zona andino desértica de Chile (30°S) habría recibido un aporte importante de un elemento florístico desértico proveniente de las comunidades basales.

La barrera desértica, que explica la actual diferenciación entre las floras andino-mediterráneas y del altiplano de Chile, determinó un quiebre en la posibilidad de migración, lo que sumado a otros factores ambientales que reducen el flujo genético entre las poblaciones que habitan en ambientes de altamontaña, habría posibilitado la diferenciación de una rica flora endémica en los Andes del Norte Chico.

La definición de los pisos de vegetación presentes en los gradientes altitudinales de los sistemas de alta-montaña está basada en criterios fisonómicos. Entre estos criterios, la abundancia relativa de las distintas formas de vida en cada rango altitudinal entrega una buena aproximación a un límite térmico que limitaría la distribución de las especies. Sumado a este factor, existen otras variables ambientales que podrían estar determinando la distribución espacial de las especies de plantas.

Con el fin de analizar los factores que estarían determinando la distribución espacial de la vegetación en la zona andino-desértica de Chile, se realizó un estudio vegetacional en la Cordillera Doña Ana, Valle del Río Malo (29°45'S y 69°59'O) entre los 3.200 y 4.500 msn.

Se determinó la abundancia absoluta promedio por forma de vida a partir de la cobertura absoluta de las especies obtenida con el método de intercepto punto en 10 transectos cada 50 m de altitud con repetición en laderas contrastantes. Adicionalmente se describió las características de los substratos, el grosor del suelo y tipo de raíces.

La vegetación de la zona andino-desértica estudiada presenta, en general, la zonación altitudinal característica de los ambientes

de alta-montaña que tradicionalmente ha sido explicada en términos térmicos y de radiación. A partir del análisis de la vegetación se pueden definir tres pisos altitudinales.

I. Piso subandino: por sobre el piso subandino desértico y hasta los 3.500 msm existe una vegetación arbustiva que puede alcanzar hasta 1,5 m de altura (p.e., Adesmia hystrix, Ephedra breana) y que se encuentra por sobre el piso subandino desértico. Este tipo de paisaje es similar al descrito para otras latitudes de los Andes chilenos y marca el límite altitudinal para los arbustos mayores de 1 m. La cobertura promedio de la vegetación (Cob. Veg.) en este piso es del 40.4%.

II. Piso andino inferior: desde los 3.500 msm y 4.250 msm dominan especies subarbustivas (p.e., Adesmia aegiceras, A. echinus, Cristaria andicola) y las formas de crecimiento cojín (p.e., Adesmia subterranea, Calceolaria pinifolia, Azorella cryptantha). Este piso, presente a lo largo de todos los Andes, se caracteriza por el crecimiento en cojín y arbustos achaparrados (Cob. Veg. = 26.9%). En el área de la Cordillera Doña Ana, el piso andino inferior puede ser altitudinalmente dividido en dos rangos: (a) bajo (entre los 3.500 y 4.000 msm): se caracteriza por Adesmia aegiceras (con una cobertura absoluta de hasta el 40% en un rango de 50 m de altitud), Stipa chrysophylla (hasta el 22%) y otras especies acompañantes, y (b) alto (4.000-4.250 msm) : se caracteriza por la gran cobertura de Adesmia echinus (hasta el 18.7%) y Stipa atacamensis (hasta el 7.5%).

III. Piso andino superior (desértico andino: desde los 4.250 msm y hasta los 4.450 msm, se encuentra una vegetación rala con una Cob. Veg. inferior al 0.7%. Las especies más importantes son pequeños cojines como Chaetanthera sphaeroidalis (hasta el 1.1% de la cobertura absoluta en un rango de 50 m de altitud), Nototriche holosericea (hasta el 0.04%), y otras pequeñas plantas asociadas a lugares más rocosos como Calandrinia picta (hasta el 0.1%) y Menonvillea cuneata (hasta el 2.5%).

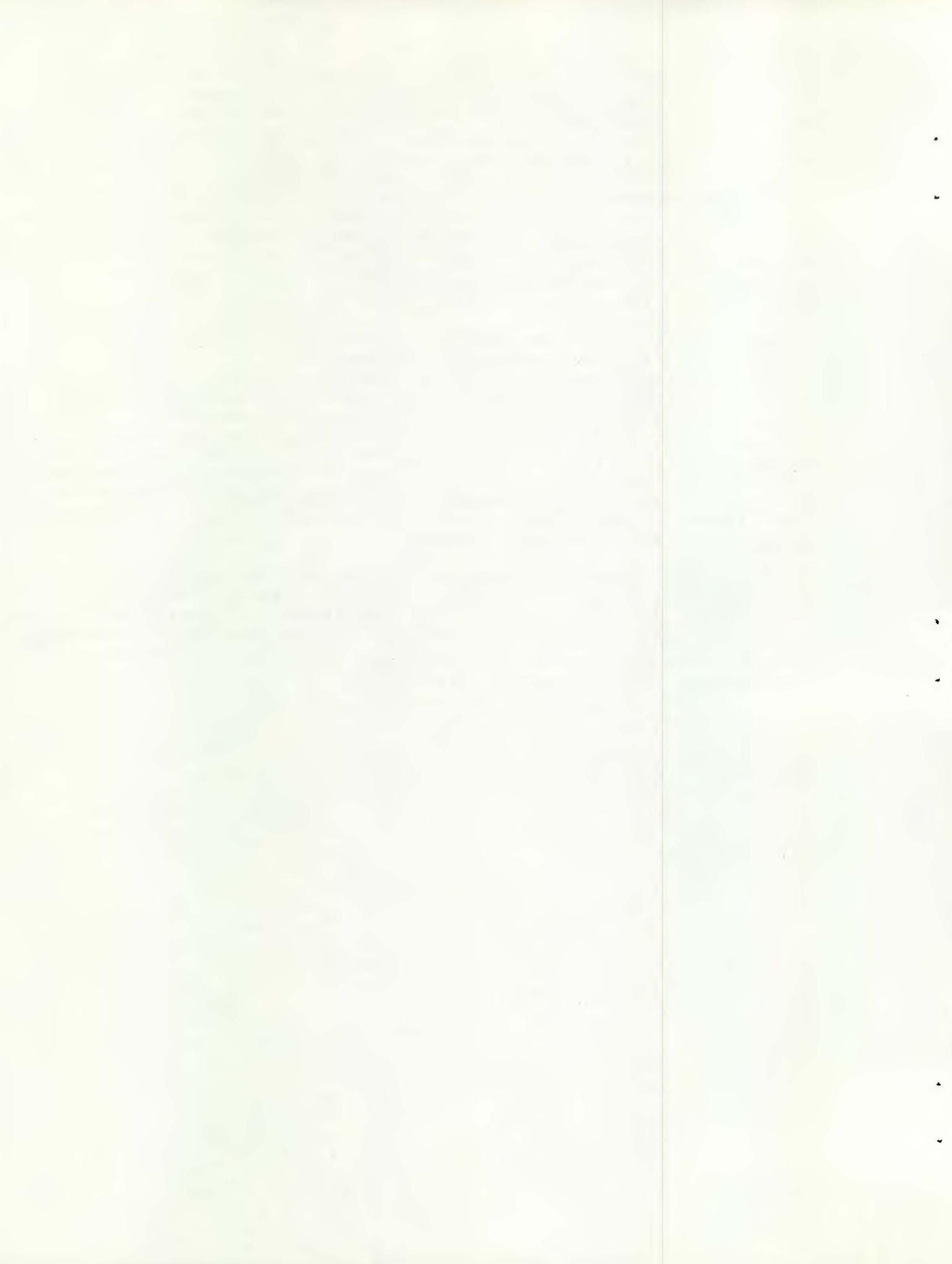
Adicionalmente a la zonación altitudinal de la vegetación, la gran heterogeneidad geológica del área de estudio determina una diversidad de condiciones edáficas con variaciones importantes en las concentraciones de arsénico, manganeso, cobre, zinc y hierro. El calcio tampoco se encuentra distribuido homogéneamente, determinando áreas con pH básico y otras más ácidas. Sumado a estas diferencias inherentes a la constitución mineralógica y composición del sustrato, se encuentran situaciones afectadas por las características de profundidad del suelo, pendiente y estabilidad de las laderas, y diferencias intra e interanuales en parámetros macro y microclimáticos. Todos estos factores estarían determinando un mosaico vegetacional complejo.

El piso subandino de vegetación presenta una mayor cantidad de situaciones pedológicas las que se asocian a grupos de especies. Por ejemplo: Stips spp. son dominantes en los sectores con sedimentos profundos (p.s., conos de deyección, áreas de

relleno), mientras los arbustos altos Adesmia hystrix y Ephedra breana son más abundantes en laderas recostas de exposición norte, con suelos delgados en donde la roca madre, algunas veces rica en calcio, se encuentra a pocos centímetros de la superficie. El subarbusto Viviania marifolia está asociada a laderas de exposición sur, con suelos de distinta profundidad. Las laderas con un manto detrítico profundo y rico en calcio, son en general más secas y con una escasa cubierta vegetal representada por Oreopolus y Malesherbia. En los sectores con sedimento originado de rocas con alteraciones hidrotermales (rica en azufre), la vegetación tiende a ser casi nula salvo cuando estas áreas son cubiertas con sedimento de origen distinto.

En el piso andino se puede encontrar también una gama amplia de situaciones. a) las zonas con anomalías hidrotermales expuestas o taludes de derrubios con un manto detrítico superficial activo no presentan vegetación. b) las hondonadas donde los taludes son menos activos presentan una baja cobertura de gramíneas. c) en las hondonadas o al pie de laderas con substratos que no son de origen hidrotermal (p.e., sedimento de origen intrusivo) presentan abundante vegetación pudiendo ser dominada por especies de cojín (p.e., Adesmia subterranea, Claceolaria pinifolia) en los sitios de acumulación de nieve o por Stipa spp y Adesmia aegiceras en las laderas más expuestas).

Los factores abióticos antes mencionados sumados a otros (p.e., refugios térmicos, disponibilidad de agua), y a las características intrínsecas de las especies que componen la flora de alta-montaña de los Andes Desérticos pueden ayudar a explicar la gran heterogeneidad en la cobertura, composición y dinámica de las especies en este tipo de ecosistemas.



## HETEROGENEIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA FAUNA EDAFICA EN LA CORDILLERA DE LOS ANDES DEL NORTE-CENTRO DE CHILE.

Cepeda, J.G., Aguayo, P.M. Alfaro, L.J. Martínez, X.L.  
 Departamento de Biología  
 Facultad de Ciencias  
 Universidad de La Serena.  
 La Serena, Chile.

En teoría, el desarrollo sustentable aparece como un estilo promisorio de desarrollo. Sin embargo, la aplicabilidad de este nuevo enfoque descansa en un conocimiento adecuado y preciso de la estructura y dinámica de los ecosistemas sometidos a explotación. Para muchos ecosistemas de países en vías-de-desarrollo, este conocimiento es incipiente. En esta categoría se encuentran los ecosistemas andinos, muchos de los cuales históricamente han estado sometidos a una utilización en pequeña escala, p.e., ganadería por las comunidades altiplánicas. En los últimos años, sin embargo, se han puesto en práctica proyectos de aprovechamiento de recursos, p.e. en el área turística o minera, que comprometen al ecosistema andino en una mayor escala.

Dado que el suelo es uno de los primeros componentes del ecosistema terrestre en mostrar los efectos del impacto de la actividad humana, el presente trabajo tuvo el propósito de adquirir información línea-de-base respecto de la variabilidad espacio-temporal de la mesofauna edáfica en un ecosistema andino sometido a explotación minera.

El trabajo se realizó en la IV Región (Coquimbo, Chile), Cordillera de doña Ana, Valle del Río Malo (29°45'S, 69°59'W). La zona donde se efectuó el estudio presenta un terreno extremadamente escarpado, los cerros circundantes se elevan por sobre los 5500 msnm. La cadena montañosa que atraviesa el sector de norte a sur está cortada por profundos ríos, glaciares y valles, siendo común encontrar fuertes gradientes de altura. Esta abrupta topografía es el resultado de una erosión fluvio-glacial en terrenos volcánicos.

El clima del área es riguroso, con temperaturas inferiores a 20°C durante el invierno, estación en la que son comunes los vientos huracanados y los temporales de nieve. Para el período estudiado, datos meteorológicos del sector muestran que las temperaturas máximas del aire fueron entre 15,8 a 20,4°C; las mínimas mostraron un rango de -13°C a 6,5°C; la humedad relativa media anual osciló entre 48 y 52%; la precipitación - mayoritariamente nival - fue entre 19,8 (el año más seco desde 1977) y 52,1 mm. Las rachas máximas absolutas y viento medio fueron de 42 y 9 nudos, respectivamente (1988), y rachas de 88 nudos y viento medio de 10 nudos (1989). Las curvas de temperaturas del aire tienden a aumentar de septiembre a febrero y a disminuir de este mes hacia junio. La curva de humedad relativa del aire se mantiene en su parte más baja en los meses de julio-octubre; mientras que tiende marcadamente a incrementar

hacia febrero. La precipitación es típicamente invernal, pero ocasionalmente pueden ocurrir pequeñas lluvias en primavera o verano.

El estudio se basó en un transecto altitudinal que, en menos de 10 Kms de extensión, incluyó pisos altitudinales desde los 3200 a los 4200 msnm. Aun cuando existen marcadas diferencias en las dominancias relativas de las especies que constituyen la comunidad vegetal a lo largo del transecto, ésta se encuentra caracterizada por especies de género Adesmia (p.e., A. aegiceras, A. subterránea, A. echinus) y Stipa (p.e., S. chrisophylla). Como acompañantes se encuentran especies de los géneros Viviania, Cristaria, Chaetanthera, Calceolaria, Pachylaena y Azorella.

El suelo del transecto es franco-arenoso, no consolidado en los pisos más altos, con bajo contenido de materia orgánica; abundancia de piedras superficiales y sometido a erosión nival y desmoronamiento debido a la gravedad (>3690 msnm).

El trabajo de monitoreo se inició en enero de 1988 y se finalizó en mayo de 1989 (16 meses). El período incluyó las siguientes estaciones temporales: otoño (1988), invierno (1988), primavera (1988), verano (1989), verano-otoño (1989) y otoño (1989).

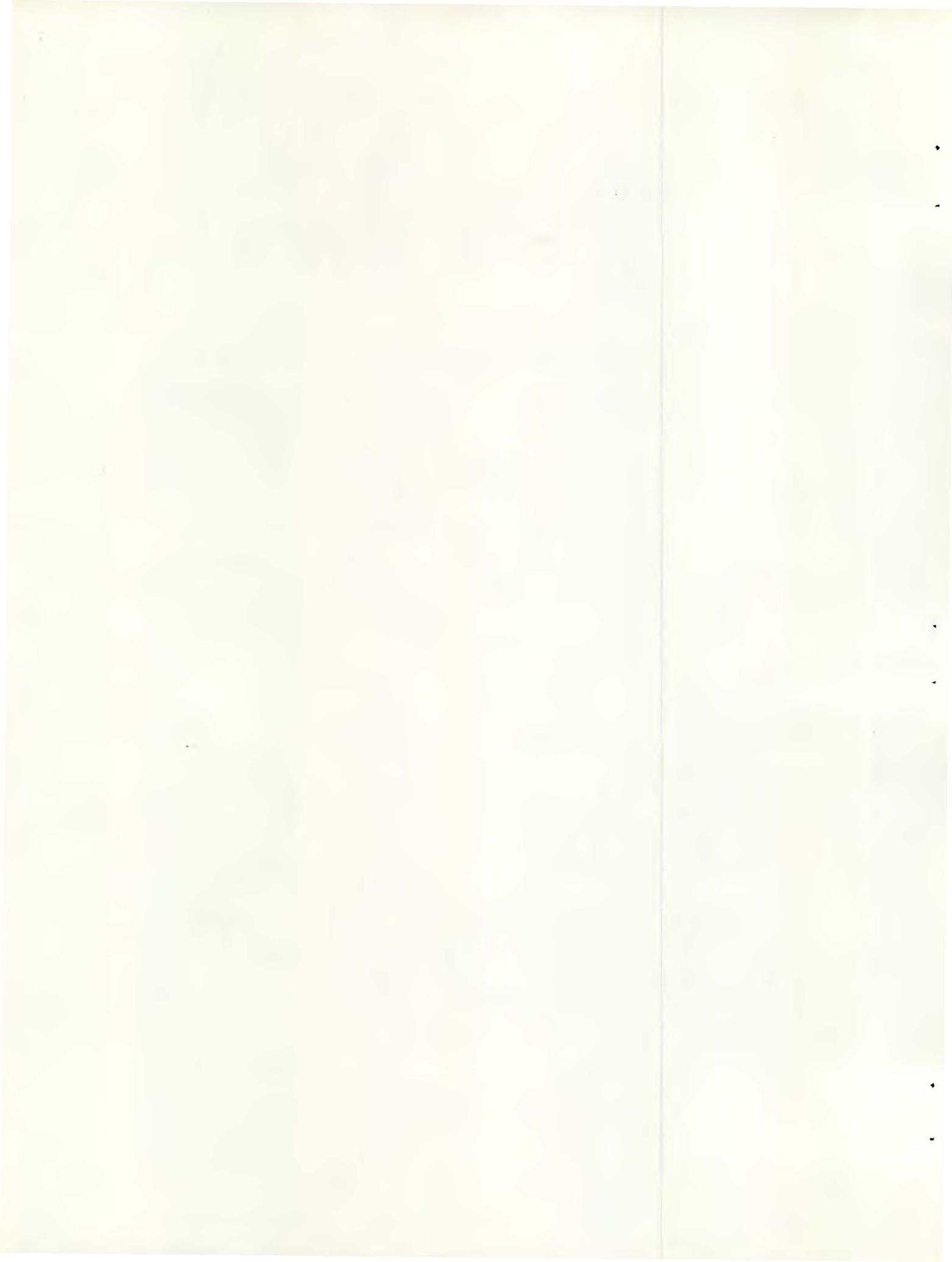
Por cada muestreo (estación temporal y estación espacial) se colectaron 560 cc de hojarasca bajo la canopia de seis diferentes individuos de Adesmia (A. aegiceras, bajo los 4000 msnm; A. echinus, sobre los 4000 msnm). El volumen colectado de hojarasca se transportó al laboratorio en bolsas plásticas, donde se sometió a una gradiente de luz-calor-humedad para la separación de la fauna contenida en ella. En este trabajo sólo se reportan los resultados encontrados para ácaros e insectos pequeños (< 2 mm).

El estudio permitió detectar una marcada heterogeneidad espacio-temporal. Esto se aplica tanto para el grupo de los ácaros como para el grupo de los insectos. Esta heterogeneidad tiende a aumentar sobre los 3690 msnm. Los máximos de densidad se registraron en la estación de verano, en concordancia con los máximos de temperatura y humedad ambiental.

La información reunida sugiere que estamos frente a una comunidad de organismos marcadamente heterogéneos, tanto en su dimensión espacial como temporal. Aparentemente, tres categorías de factores parecen determinar esta heterogeneidad: (1) el patrón de variabilidad microclimática, particularmente temperatura y humedad, (2) la heterogeneidad fisiográfica, particularmente las características del sustrato pedológico, y (3) la abundancia de materia orgánica, representada por los depósitos de hojarasca bajo los individuos de Adesmia prospectados. En los pisos altos (> 3690 msnm), la vegetación está establecida sobre un sustrato pedológico inestable, con una elevada pendiente (30°), expuestos a arrastres nivales y desmoronamientos por gravedad. Carentes de una capa orgánica continua, las comunidades edáficas viven en verdaderas islas de fertilidad, sometidas a los efectos de los extremos ambientales. A niveles inferiores, estos efectos

podrían ser mitigados por la presencia de un mayor desarrollo de la vegetación y de las capas orgánicas bajo los individuos de Adesmia.

Investigadores que diseñen estudios de línea-base y evaluaciones de impacto ambiental sobre los sistemas edáficos andinos deberían considerar esta heterogeneidad en sus programas de muestreos, análisis estadísticos -especialmente si se usan los métodos estándares- y en la interpretación de los efectos de la actividad productiva en los ambientes de alta montaña, particularmente la actividad minera.



## GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES OPERACIONALES

(Se enuncian sólo aquellos contenidos en los principios descritos en el documento de Principios de una Política Ambiental. una lista más completa de términos se encuentra en el libro Glosario Básico de Ecología y Medio Ambiente, en esta misma serie de documentos)

**HABITAT HUMANO:** El sistema de elementos materiales concretos en el que se lleva a cabo la vida y la acción humanas; comprende varios tipos de asentamientos humanos (metropolitanos, urbanos y rurales) con sus viviendas, lugares de actividad, equipamiento, infraestructura (de transporte, agua, energía, comunicaciones, disposición de residuos), paisaje y elementos afines. el hábitat de una sociedad humana determinada es una materialización de su cultura, tanto pasado como actual.

**ECOSISTEMA:** Un sistema relativamente autónomo de seres vivos interdependientes en sus funciones vitales, de componentes inertes en que ellos se sustentan y de procesos químicos, físicos y biológicos que los vinculan.

**NATURALEZA:** El sistema de ecosistemas que se ha desarrollado evolutivamente en el planeta tierra, del cual el hombre, biológicamente, es parte y que constituye su hábitat de origen.

**RECURSO NATURAL:** Un componente de la naturaleza en cuanto ha sido, es o puede ser aplicado a la satisfacción de necesidades o intereses humanos.

**RECURSO NATURAL RENOVABLE:** Un recurso natural que, de no mediar impedimentos puestos por el hombre, posee la propiedad de regenerarse naturalmente, por tiempo indefinido.

**CONSERVACION:** El uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables efectuado de manera tal que permita obtener de ellos el máximo beneficio actual que son capaces de reportar, y que, al mismo tiempo, asegure la mantención y el posible incremento de su capacidad natural de regeneración.

**PRESERVACION:** La mantención del estado natural original de determinados componentes ambientales, o de lo que reste de dicho estado, mediante la limitación de la intervención humana en ellos al nivel mínimo,

compatible con la consecución de dicho objetivo.

CAPACIDAD DE USO: La potencialidad productiva máxima de un recurso natural renovable medida en función de sus aptitudes y limitaciones naturales, en el supuesto que el recurso sea manejado bajo condiciones adecuadas de conservación.

AMBIENTE: Conjunto interactuante de sistemas naturales, contruidos y socio-culturales que se está modificando históricamente por la acción humana y que rige y condiciona todas las posibilidades de vida en la tierra, en especial la humana al ser su hábitat y su fuente de recursos de vida.

COMPONENTES BASICOS DEL AMBIENTE: Aquellos ecosistemas cuyo estado actual o previsible presenta riesgos para el desempeño de la función de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la tierra.

CALIDAD AMBIENTAL: Una apreciación fundada sobre el grado en que los miembros de una sociedad humana están satisfaciendo sus necesidades y están ejercitando plenamente sus potencialidades humanas; la calidad de vida de una sociedad puede ser mejorada permanentemente; el medio ambiente, en cuanto hábitat humano, es uno de los condicionantes fundamentales de la calidad de vida.

SUSTENTABILIDAD: La capacidad de una sociedad humana de apoyar en su medio ambiente el mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros para el largo plazo; la sustentabilidad de una sociedad es función del manejo que ella haga de sus recursos naturales y puede ser mejorada indefinidamente.

DESARROLLO: El proceso de mejoramiento continuo, simultáneo y armónico de la calidad de vida de todos los miembros de una sociedad humana, y de la sustentabilidad de la sociedad en su medio ambiente.

FACTORES DETERIORANTES O DEGRADANTES DEL AMBIENTE: Aquellas acciones humanas que, en forma directa o indirecta, voluntaria o involuntaria, afectan negativamente la calidad ambiental en cualquier grado.

CONTAMINACION: La presencia en el ambiente, por acción del hombre, de cualquier sustancia química, objetos, partículas, microorganismos, formas de energía o componentes del paisaje urbano o rural, en