

CENTRO DE INVESTIGACION Y PLANIFICACION DEL
MEDIO AMBIENTE
CIPMA

Medio Ambiente en Chile

Fernando Soler Rioseco
Editor



EDICIONES UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Indice

	Págs.
1. ECOSISTEMA TERRESTRE _____	11
Juan Gastó	
Sergio Gallardo	
2. AMBIENTE OCEANICO _____	55
Patricio Bernal / Ramón Ahumada	
3. CONTAMINACION ATMOSFERICA _____	107
Baldomero Sáez	
4. AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS _____	139
Carlos Weber	
Alejandro Gutiérrez	
5. RECURSOS NO RENOVABLES _____	165
José Corvalán / Comisión Chilena del Cobre	
6. ENERGIA _____	183
Alfredo del Valle	
7. SALUD _____	225
Horacio Boccoardo	
Hernán Sandoval	
Germán Corey	
8. ENTORNO CULTURAL _____	261
Hernán Godoy	
9. LA GRAN CIUDAD _____	279
Ignacio Santa María	
10. DIMENSION INTERNACIONAL _____	313
María Teresa Infante	
11. DERECHO _____	335
Rafael Valenzuela	
12. DESAFIO AMBIENTAL _____	371
Fernando Soler	
Carla Grandi	
NOMINA DE INSERCIONES _____	381
CUADROS • DIAGRAMAS • FIGURAS • GRAFICOS • TABLAS	387
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS _____	391
NOMINA DE AUTORES Y COLABORADORES _____	411

CAPITULO 1

Juan Gastó y Sergio Gallardo

Ecosistema Terrestre



Ecosistema Terrestre

Ambiente es cualquier cosa que puede ser usada, en una u otra forma, por un organismo y que, por lo tanto, influye en sus posibilidades de reproducirse y sobrevivir¹. El ambiente o medio ambiente de un organismo o cualquier componente ecosistémico es, por consiguiente, el ecosistema del cual a su vez forma parte. Desde un punto de vista antropocéntrico, el medio ambiente se ha conceptualizado como todo aquello que rodea al ser humano y que comprende los elementos naturales, tanto físicos como biológicos —biogeoestructura—, los elementos artificiales —tecnocultura—, los elementos sociales —socioestructura— y las interrelaciones de éstos entre sí².

El concepto de un sistema ecológico integrador de la materia viva con la inerte, a pesar de haberse propuesto desde hace casi un siglo, ha sido de amplio uso y aceptación sólo a partir de los últimos años, aproximadamente desde la década de 1950. En la actualidad no sólo se le emplea con frecuencia, sino que constituye el concepto básico en el estudio e interpretación del funcionamiento de la naturaleza. Una población o comunidad no existe en la naturaleza como tal, son sólo un fragmento de una unidad más compleja que incluye el medio ambiente donde se desarrolla. Conceptos parciales, tales como clima, vegetación, suelo y comunidad, para que expresen su real valor, deben ser considerados con criterio sintetizador o de ecosistema³.

El ecosistema puede ser de variados tamaños, desde muy pequeño, tal como ocurre con un tubo de ensayo, un acuario, o de mayor tamaño como un cultivo, un campo con ganado, una represa, un bosque, e incluso los recursos ocupados por un país entero. El mínimo de tamaño debe ser tal que contenga todos los elementos básicos que constituyen el sistema. Teóricamente, pueden considerarse hasta unidades infinitamente pequeñas.

Por otra parte, ningún sistema ecológico es completamente independiente⁴. Todos ellos reciben recursos y elementos del hábitat y de la biocenosis* desde fuera, y liberan otros. No es válido, por

* *Biocenosis: comunidad animal y vegetal organizada en el ecosistema. Es el componente biótico del ecosistema.*

ello, referirse a sistemas abiertos en oposición a sistemas cerrados, pues los límites entre una unidad de microecosistema en relación a las vecinas no son nítidos y, por lo tanto, lo que le ocurre a uno afecta en alguna forma a todos los demás. Es por ello que cada unidad constituye un microecosistema que se puede integrar a otros de tamaños cada vez mayores hasta formar el macroecosistema. Se podría, incluso, considerar que todos los sistemas de un país funcionan, en último término, como un macroecosistema nacional. La unión de todos los sistemas del globo terrestre en funcionamiento simultáneo e interdependiente constituye la ecósfera.

La unidad espacial natural del ecosistema donde el hombre se desarrolla es la cuenca. En ella se integran los componentes sólidos, líquidos y gaseosos, formando unidades definidas de ocupación del espacio. La cuenca tiene ciertos atributos, restricciones y ordenamiento de sus componentes que deben ser considerados en las modificaciones antrópicas* que se pretenda realizar (Gráfico 1.1). Las condiciones ambientales que deriven de estas acciones determinan el medio ambiente en el cual el hombre se desenvuelve y evoluciona.

La cuenca constituye un conjunto de elementos espaciales diversos, ordenados de manera que conforman una unidad o ecosistema. En ella la materia se organiza con un definido nivel de integración: los sólidos, los líquidos, los gases y los organismos se disponen y organizan complejamente, dando origen fisiográficamente a la geoforma, hidroforma, aeroforma y bioforma. Son estos cuatro componentes los que, en definitiva, constituyen la cuenca, en tanto que el conjunto de cuencas constituye una región.

Ecosistema - Origen

El ecosistema-origen puede ser considerado como la unidad básica de los recursos naturales en la que se centra la acción de cualquier disciplina. La comprensión de la génesis del ecosistema, hasta alcanzar su estado actual, debe considerar la existencia de un proceso recíproco, en el cual, en una primera etapa, el medio ha modelado al hombre hasta hacerle alcanzar, a través de un proceso evolutivo, atributos similares a los del hombre actual. A su vez, especialmente durante los últimos milenios, siglos y décadas, la acción del hombre sobre el medio se ha intensificado con su evolución biológica, social, tecnológica y demográfica, hasta alcanzar una etapa en la que ha llegado a ser el verdadero rector de las transformaciones ecosistémicas.

El concepto de ecosistema-origen nace de la necesidad de definir un nivel de organización e integración que permita enmarcar los componentes que caracterizan a los sistemas complejos en los que interviene el hombre. Corresponde al ecosistema completo, integrado al nivel de complejidad propio de la naturaleza, el cual es su centro u origen.

Es factible descomponer el ecosistema-origen en cinco subsistemas, de tal modo que ecosistema-origen puede ser definido como aquella unidad ecológica básica cuya complejidad es el producto de la integración de los subsistemas que la constituyen: biogeoestructura, socioestructura, tecnoestructura, entorno y unidades incidentes. Los subsistemas están conectados entre sí de manera tal que el conjunto actúa como unidad.

Biogeoestructura. Corresponde al recurso natural propiamente tal. En la biogeoestructura se conjugan los componentes inertes del sustrato y de la atmósfera en un solo sistema, integrándolo con los componentes vivos del medio vegetal y del medio animal.

Socioestructura. Corresponde al hombre organizado en estructuras sociales, culturales y laborales definidas. No es posible aislar al hombre dentro del contexto de la naturaleza, porque intrínsecamente es parte de ella. La naturaleza, a su vez, está contenida en el hombre como unidad socioestructural. Las situaciones dinámicas que gobiernan la evolución de los fenómenos naturales son básicamente las mismas que gobiernan la evolución del hombre y de las sociedades⁵.

* **Modificaciones antrópicas:** *cambios realizados por el hombre en el ecosistema.*

Tecnoestructura. Es el componente del ecosistema-origen caracterizado por los elementos tecnológicos generados por el hombre en base a la transformación de elementos naturales bióticos* y abióticos**, provenientes de la biogeoestructura. Esta transformación es, por lo tanto, fruto de la interacción entre socioestructura y biogeoestructura.

Entorno. El subsistema entorno representa el medio ambiente externo del sistema, el cual incide necesariamente sobre éste. Un ecosistema cualquiera, tal como un predio, región o ciudad, tiene un hábitat general que lo circunda, el cual corresponde a su entorno. Debe distinguirse la acepción de entorno del ecosistema del uso corriente que se da al término, referido a un organismo o a un componente del ecosistema. Un ejemplo de entorno es la temperatura media que caracteriza al medio-ambiente del ecosistema en un contexto global. Se diferencia de la caloría, que es una medida del contenido de energía que puede fluir desde un elemento a otro del sistema. El entorno puede ser considerado como el catalizador del ecosistema, es decir, actúa por presencia, sin fluir por el sistema. El comportamiento del ecosistema difiere de acuerdo al entorno que lo caracterice.

Sistemas externos incidentes. Corresponden a las conexiones de flujo entre un sistema dado y los demás. Ningún ecosistema puede ser cerrado, es decir, no tener flujos de masa, energía e información desde o hacia otros sistemas. De acuerdo a la magnitud de las conexiones externas en relación a las internas se tiene el grado de apertura del sistema.

Artificialización

Cuando se decide la utilización de la tierra, debe considerarse que existen varias opciones y combinaciones de opciones entre las cuales se debe elegir. Esta decisión no debe ser, en ningún caso, al azar, puesto que existen principios bien fundamentados que deben considerarse.

El ecosistema terrestre y de agua dulce es el medio ambiente del hombre, y el uso adecuado de la tierra debe tener la consideración que demanda tal condición. Cualquier uso que se dé a la tierra tiene que cumplir tres requisitos: conservación del recurso natural renovable, adaptación de la fitocenosis*** y zoocenosis**** a las condiciones ambientales de suelo y clima y obtención de un elevado grado de productividad⁶.

La forma más adecuada de destinar la tierra, según el principio de uso múltiple, corresponde, generalmente, al manejo sistemático para dos o más usos. El uso múltiple de los recursos terrestres renovables es una necesidad que surge de la escasez de los recursos y de la abundancia de la población que lo requiere.

Los posibles usos que pueden darse a la tierra son: producción de cultivos, pastos de ganado doméstico, producción de madera, cuenca hidrográfica para la producción de agua, vida silvestre de caza y pesca, recreación al aire libre y destinación a fines urbanos e industriales⁷.

La primera consideración que debe tomarse al planificar la artificialización de la tierra es conservacionista, en el sentido de preservar o mejorar las condiciones del recurso con el cual se trabaja. En relación a esta idea, las tierras han sido clasificadas internacionalmente en ocho grupos de capacidad de uso⁸. Se define capacidad de uso como la posibilidad de producir de un suelo, conservándolo o mejorándolo y generando beneficios económicos respecto a cualquier otro uso que se le pudiera dar. De los 75.695.000 de há que posee Chile en el continente americano, solamente el 0,12% corresponde a clase I de capacidad de uso; 0,94% a clase II; 2,9% a clase III, y 3,0%

* Bióticos: *elementos vivos.*

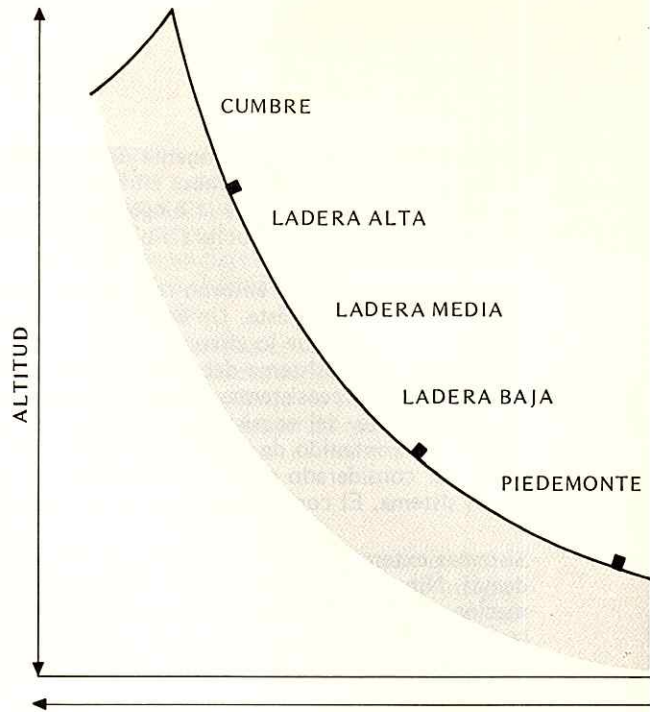
** Abióticos: *elementos inertes.*

*** Fitocenosis: *comunidad vegetal organizada en el ecosistema.*

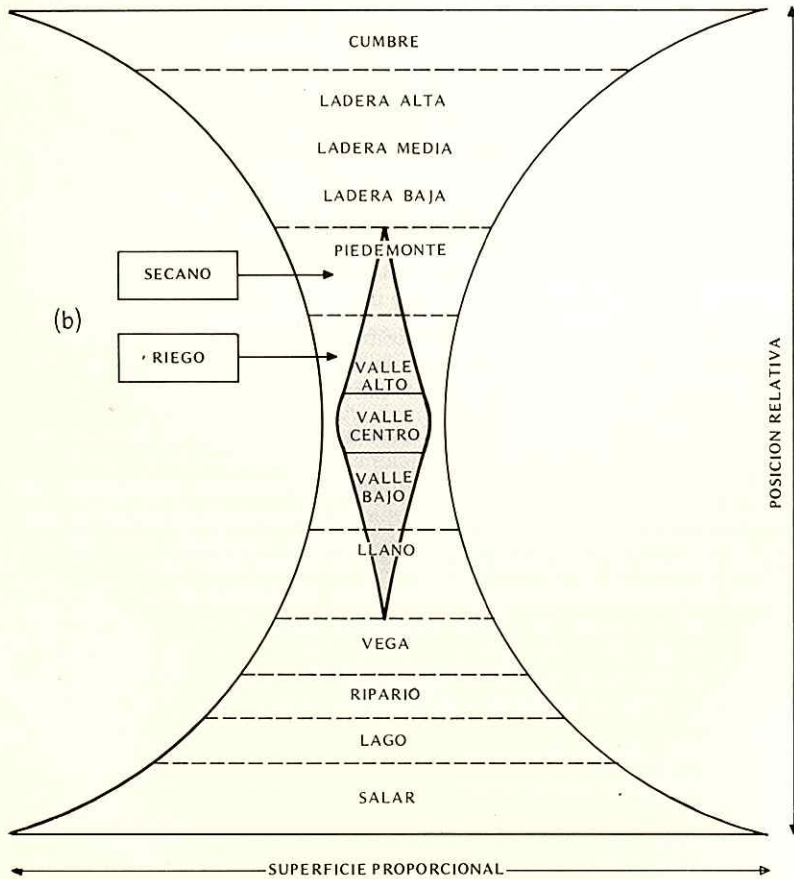
**** Zoocenosis: *comunidad animal organizada en el ecosistema.*

Gráfico 1.1.
 Esquemas Generalizados de las Proyecciones Vertical (a) y Horizontal (b) de una Cuenca.
 Los atributos más relevantes se caracterizan de acuerdo a la posición relativa de la cuenca.

(a)



(b)



Transporte del Sustrato	Calidad del Sustrato	Ecosistema Antrópico	Vegetación Natural
↑	Mala	Alta	Desnudo
	↓	Excelente	Bosque Deciduo
Bosque Perennifolio			
↑	↓	Baja	Matorrales
			Pradera
↑	↓	↓	Pradera Alta
			Pradera Méjica
↑	↓	↓	Bosque Hidrico
			Matorrales Hidricos
↑	↓	↓	Vega de Ciperáceas
			Juncáceas
↑	↓	↓	Pantano
			Ciperáceas
↑	↓	↓	Juncáceas
			Lago
↑	↓	↓	Halófitas
			Leñosas
↑	↓	↓	Halófitas
			Cespidos
↑	↓	↓	Desnudo
			Lacustre
↑	↓	↓	Mala
			Alta

POSICION RELATIVA

a clase IV. El resto no son arables y suman 93,04% del total nacional. El 3% es de clase V, 8,6% clase VI, 16,3% clase VII y 65,1% clase VIII. La clase VIII representa a los suelos no agrícolas, aptos solamente para recreación y producción de agua (Cuadro 1.1).

Se define a la artificialización como la transformación o cambio de estado que ocasiona el hombre en el ecosistema como producto de las actividades propias de su evolución y desarrollo. El cambio de estado provocado por el hombre significa, además, cambios en el medio ambiente en el cual se desenvuelve y a los cuales debe adaptarse. Los cambios ambientales generados pueden ser de mayor o menor permanencia.

Los procesos generales de transformación del ecosistema de recursos naturales en estados artificiales son los siguientes⁹: Urbanización, Industrialización, Ganaderización, Culturización, Forestización y Devastación.

Los seis procesos pueden operar independiente o simultáneamente en la transformación del ecosistema natural en uno artificial. Expresado en términos relativos, el grado máximo de artificialización que puede lograrse es cien, lo cual se alcanza cuando el cambio es total (Gráfico 1.2). En un ecosistema cualquiera, cada uno de estos procesos se expresa en magnitudes diferentes, pudiendo conservarse en un cierto grado los elementos naturales. El estado final de cualquiera de estos procesos, aplicados en circunstancias y magnitudes inconvenientes que conducen al deterioro del ecosistema, puede ser el del 'agri desierto'¹⁰.

Urbanización. Puede ser definida como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones de cambio de estado de un ecosistema desde el estado natural a uno de carácter urbano. El grado de urbanización puede alcanzar extremos cercanos a cero, cuando las tecnoestructuras urbanas desarrolladas dentro del ecosistema originalmente natural son insignificantes. Ello es lo que ocurre en campos alejados de la influencia humana, donde predomina la biogeoestructura. La urbanización incipiente ocurre en circunstancias en que las tecnoestructuras urbanas están incluidas en un sistema de baja artificialización, o bien, cuando la densidad de elementos urbanos es baja. El extremo opuesto lo constituyen los ecosistemas intensamente urbanizados.

Industrialización. Es el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones de cambio de estado de un ecosistema natural a uno de carácter industrial. El objetivo de la industria es la transformación de los elementos naturales del suelo, aire, plantas y animales en tecnoestructuras con diversos grados de artificialización, que cumplan el propósito de satisfacer necesidades de la socioestructura. El desarrollo creciente de la industrialización permite una mayor capacidad de transformar la biogeoestructura en tecnoestructura.

Ganaderización. Puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones que derivan de o conducen a estados ganaderos. Ganaderización es, por lo tanto, la aplicación al ecosistema original de agentes de transformación que artificializan el ecosistema¹¹. Se considera que el cambio de estado desde un ecosistema natural a uno ganaderizado no implica solamente la inclusión del ganado o de la fauna en general, sino una transformación global del sistema. La ganaderización del ecosistema implica, por lo tanto, cambios armónicos de las estructuras que constituyen el ecosistema.

Forestización. Puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones que deriva de o conduce a estados forestales. El proceso de forestización comprende el conjunto de acontecimientos y acciones involucrados en la transformación del ecosistema en uno forestal.

Este proceso no incluye, obviamente, sólo las actividades de forestar, es decir, las de establecer alguna especie forestal, sino que comprende el proceso global de transformación que involucra tanto las modificaciones de la biogeoestructura como el de la socioestructura y tecnoestructura, tales como construcción de caminos, desarrollo de viveros, establecimiento de aserraderos, elaboración de la madera, organización de predios forestales coherentes y diversos otros acontecimientos y acciones que usualmente pasan inadvertidos¹².

Cuadro 1.1. CLASIFICACION DE LA CAPACIDAD DE USO MULTIPLE DE LA TIERRA

Clase de Uso	Características	Uso Primario	Uso Secundario
Tierras Arables			
I	Tierras excelentes sin limitaciones de uso. Planas o con pendientes muy ligeras, profundas, fértiles, buena textura y permeabilidad, no erosionables. Pueden ser de riego o de secano.	Frutales Cultivos	Cultivos forrajeros Vida silvestre Recreación
II	Tierras buenas con ligera limitación de uso. Planas o ligeramente inclinadas en cuyo caso pueden estar expuestas a la erosión. La textura puede variar entre extremos algo más arenosos o arcillosos que la clase anterior; profundidad media. Puede ser de riego o secano.	Cultivos Frutales Cultivos forrajeros	Vida silvestre Recreación
III	Tierras moderadamente buenas, con limitaciones moderadas de productividad. Planas, ligeramente inclinadas o lomajes con pendientes moderadas. Susceptibles de erosión, requieren de fertilizantes, escasa profundidad; y los rendimientos son generalmente medios. Puede ser de riego o secano.	Cultivos Cultivo forrajero Praderas	Frutales Vida silvestre Urbano-industrial Recreación
IV	Tierras regulares con limitación para cultivos. Escasa profundidad, excesiva pedregosidad, baja fertilidad, textura arenosa o arcillosa, salinidad, pendiente sobre 5 por ciento u otras limitaciones. Pueden ser de riego o secano.	Praderas Cultivos Forestal Urbano-industrial	Cultivos forrajeros Vida silvestre Recreación
Tierras No Arables			
V	Tierras ganaderas. Suelos planos o ligeramente inclinados, potencialmente cultivables. Sus problemas pueden ser de drenaje, inundaciones frecuentes, pedregosidad excesiva, climáticos u otros, algunos de los cuales se pueden resolver con inversiones específicas.	Praderas Forestal Producción de agua Urbano-industrial	Vida silvestre Urbano-industrial
VI	Tierras forestales sin limitaciones importantes. El porcentaje de pendiente, el riesgo de erosión, el clima y otras causas impiden cultivarlas.	Forestal Pradera Produc. de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
VII	Tierras forestales con limitaciones mayores. Se acentúan las características que imposibilitan su uso en cultivos. Su uso ganadero es restringido.	Forestal Producción de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
VIII	Tierras no aptas para pastoreo ni cultivo forestal. Serias limitaciones de uso, debido a topografía, clima, etc. Agrupa a los terrenos constituidos por roqueríos, nevados, glaciales, pantanos no drenables, dunas, desiertos, sin posibilidades de regadío, etc.	Producción de agua Recreación	Vida silvestre Urbano-industrial
<i>Fuente: Gastó y Gastó, 1970 (modificado).</i>			

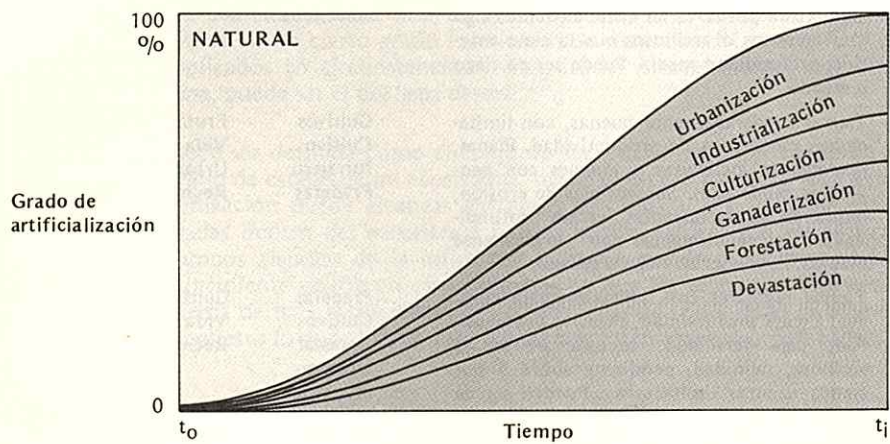
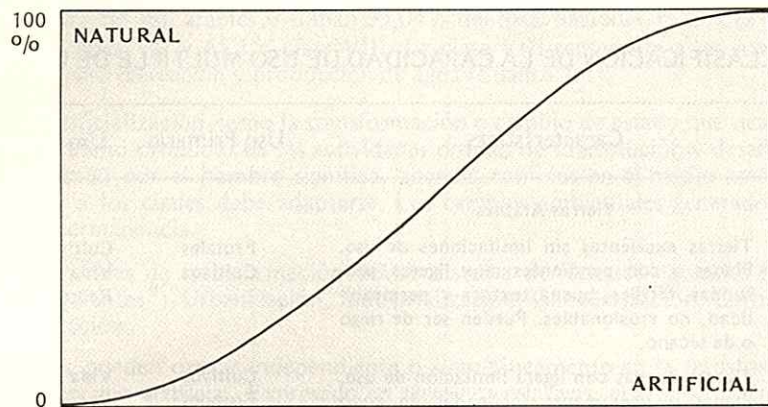
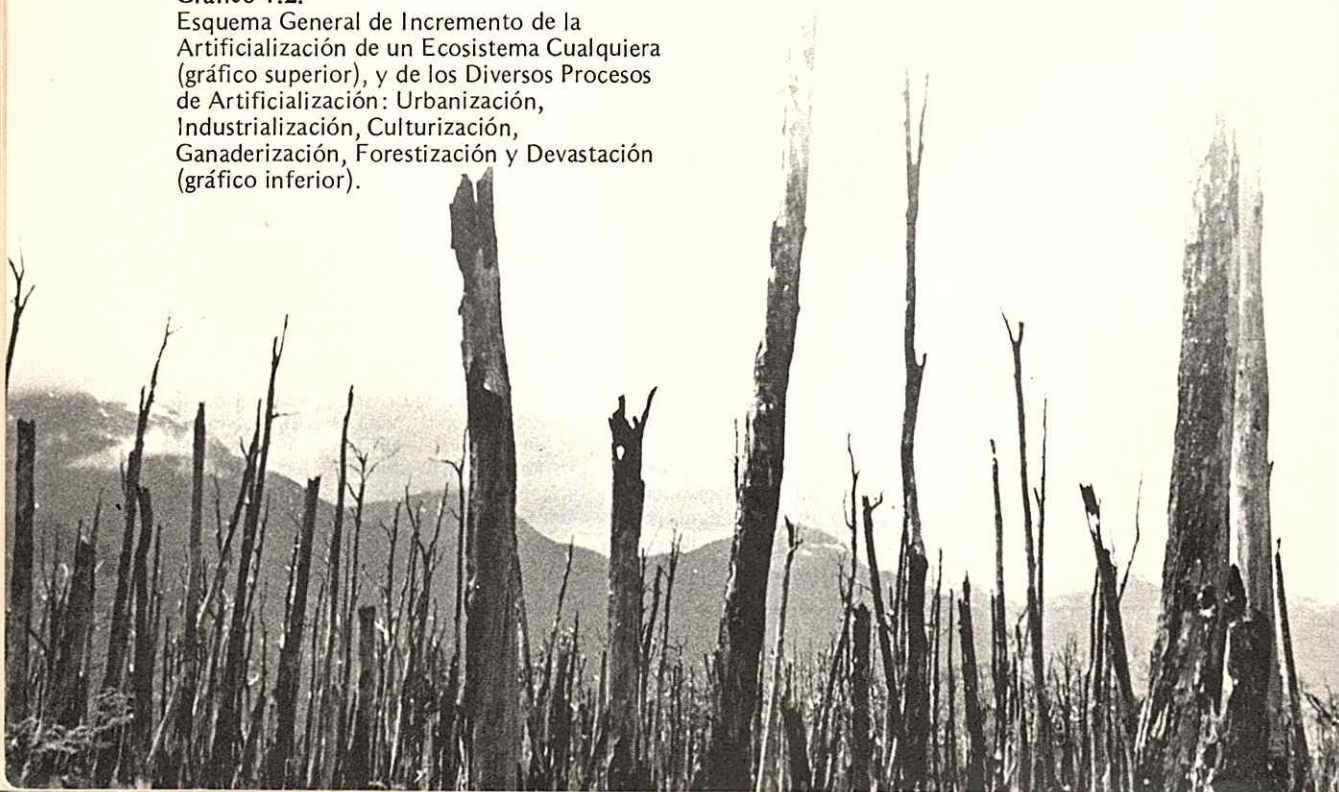


Gráfico 1.2.
 Esquema General de Incremento de la Artificialización de un Ecosistema Cualquiera (gráfico superior), y de los Diversos Procesos de Artificialización: Urbanización, Industrialización, Culturización, Ganaderización, Forestación y Devastación (gráfico inferior).



Ecodesarrollo y ecosistema

'Ecodesarrollo' es un estilo de desarrollo que intenta dar soluciones específicas a los problemas particulares de cada región natural, de acuerdo con sus características ecológicas y culturales y según sus necesidades tanto inmediatas como de largo plazo¹. Esto implica la comprensión de los problemas relativos a los recursos naturales y la formulación de un marco conceptual en el cual se inserten². De este modo, el planteamiento ecodesarrollista puede contribuir a la definición de una posible estrategia de solución. Sus características son las siguientes³:

- En cada región natural el esfuerzo se dirige al aprovechamiento de sus recursos para satisfacer las necesidades fundamentales de la población en materia de salud, alimentación, alojamiento y educación, sobre una base realista, con el fin de evitar las distorsiones propias de la sociedad de consumo.
- El ecodesarrollo debe permitir la realización plena y humana, por ser el hombre el recurso más valioso.
- La identificación, valorización y manejo de los recursos se lleva a cabo con una perspectiva de solidaridad con las generaciones futuras.
- Las consecuencias negativas de la actividad humana sobre el ambiente antrópico se reducen mediante procedimientos de organización de la producción que permitan aprovechar los elementos complementarios y utilizar los desperdicios con fines productivos.
- Se prefieren formas naturales actuales de combustible sobre los combustibles fósiles.

- Se considera un estilo tecnológico particularmente adaptado a una sociedad en armonía con su medio. El cambio tecnológico surge como variable multidimensional en el proceso de planificación.

Las circunstancias actuales obligan a pensar en la necesidad de definir los objetivos que se persigan en un desarrollo sano y acorde con un enfoque ecosistémico. El ecodesarrollo debe permitir seleccionar entre los diversos estados del hombre y su medio aquel que le permita optimizar la relación para lograr una armonía permanente entre ambos: disfrutar de un hábitat que optimice las condiciones para una salud corporal y mental estable, y en el cual los intereses del grupo sean compatibles con los individuos. Debe considerar, también, la estabilidad que debe lograr la socioestructura en lo que respecta a su crecimiento ya que, siendo limitada la capacidad de la biósfera, no es posible pensar en un crecimiento ilimitado sin afectar la armonía de la biogeoes-structura. La socioestructura debe estabilizarse en un tamaño tal que las disponibilidades de recursos y condiciones ambientales le permitan obtener un desarrollo material óptimo, generando condiciones permanentes para lograr un mejoramiento mental y espiritual continuado.

En este sentido, los avances tecnológicos deben ser empleados en beneficio de la humanidad, enmarcados, por lo tanto, dentro de la idea de conservación de la naturaleza, entendiéndola como una ordenación de los recursos naturales de la tierra, al aire, al agua, al suelo, a las diferentes especies de plantas y animales y al hombre, a fin de lograr una óptima y permanente calidad de vida para la humanidad⁴.

Culturización. Este proceso puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones que deriva de o conduce a estados de cultivos. Entre los estados y tipos de cultivos puede mencionarse: cerealicultura, horticultura, fruticultura, chacarería, plantas industriales o cualquier otra.

Devastación. Este proceso de artificialización puede ser definido como el conjunto secuencialmente ordenado de acontecimientos y acciones de 'cosecha' de los elementos más valiosos del ecosistema natural, que se expresa en una secuencia ordenada de estados degradados del ecosistema, lo cual concluye en el estado de 'agri deserti'.

No existe, en este caso, el propósito de mejorar el ecosistema a través de procesos definidos de artificialización —como lo son la urbanización, industrialización, ganaderización, forestización y culturización—, sino que solamente se procura retirar los elementos más valiosos que se encuentran en el ecosistema para utilizarlos en otros sistemas ecológicos, sin que exista ningún fin o acciones destinadas a su mejoramiento. Ante tales circunstancias, la única meta posible es, usualmente, el 'agri deserti'.

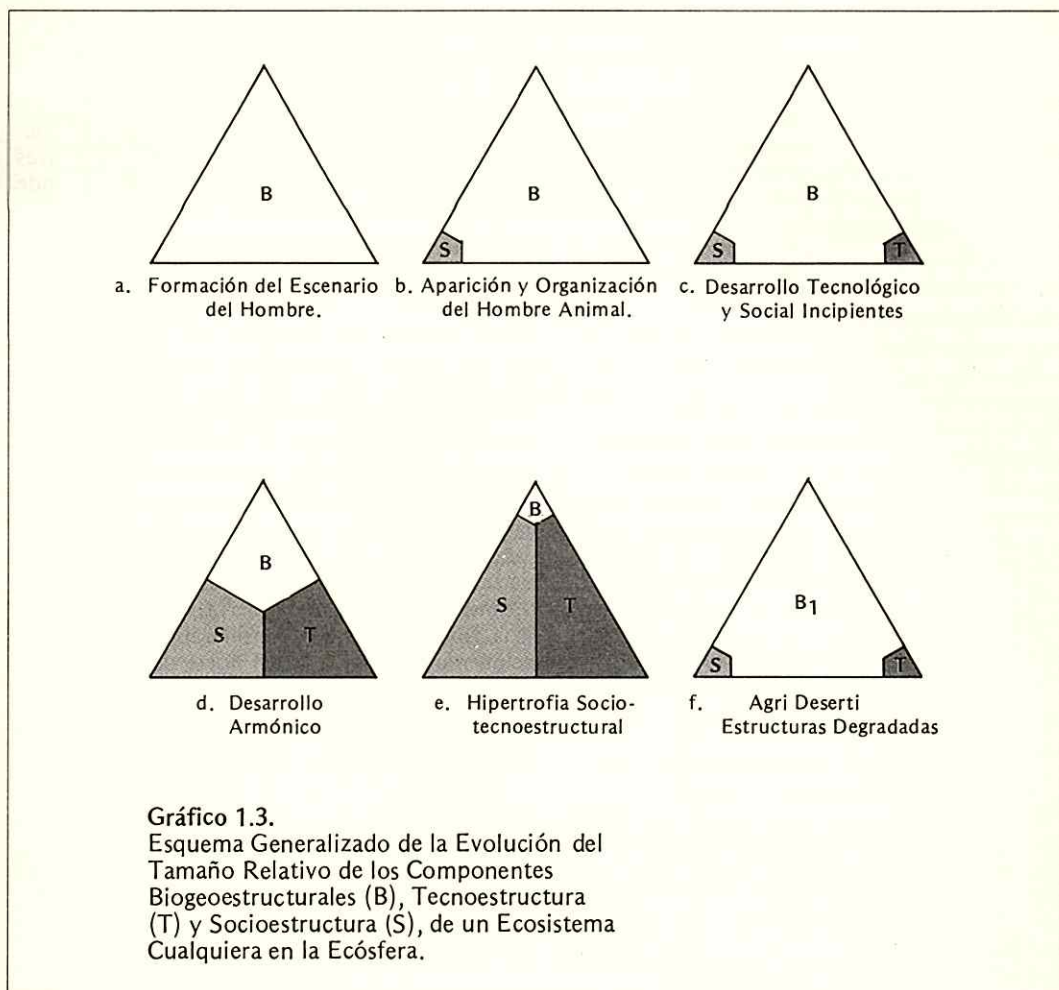
En la realidad, en cualquier ecosistema, los seis procesos de artificialización analizados ocurren simultáneamente y en distintas intensidades. En cada región geográfica, y de acuerdo a las características socioestructurales de la población, los ecosistemas naturales se transforman, para cada uno de los procesos, en grados diferentes de artificialización, dando, en esta forma, un estado diferente de armonía del estado del ecosistema logrado¹³.

El desarrollo urbano afecta intensamente a todos los procesos, expandiendo las fronteras de la acción humana, lo cual implica necesariamente una reducción de los ecosistemas naturales¹⁴. La presencia de urbes desencadena usualmente procesos degradativos de los ecosistemas periféricos, y de otros más alejados sometidos a su influencia, debido a los requerimientos de productos por parte de la urbe para su sustentación y a las modalidades que imprime el desarrollo cultural, laboral y social de la población en los procesos de artificialización de la cuenca y de la región, proceso recíproco que alcanza tanto a las relaciones 'urbe → campo' como 'campo → urbe'.

Por otra parte, no puede existir un desarrollo urbano permanente si no existe una armonía real entre el componente biogeoestructural y tecnoestructural. El desarrollo urbano debe ser consecuencia de la búsqueda de armonía o simetría entre campo y urbe. Los pueblos y ciudades deben ser armónicos con los recursos naturales y su ordenamiento espacial en la cuenca. La presencia de centros periféricos, destinados al saqueo o devastación de los recursos naturales fácilmente cosechables y generadores de riquezas rápidas, ha sido, por siglos, la modalidad preponderante en el continente americano. Se ha desarrollado una estructura y una cultura de la devastación, lo cual concluye necesariamente en la destrucción del ecosistema y, por ende, en la destrucción de la socioestructura y del hombre mismo. El desarrollo se ha caracterizado por el flujo de materias primas agrícolas y geológicas de bajo costo hacia los ecosistemas-centro, representados por las capitales internacionales, nacionales y regionales.

Mientras más crece la urbe, mayores son sus necesidades y más se alejan las posibilidades de encontrar la forma de satisfacer las necesidades tecnoestructurales y socioestructurales a través del aporte de recursos de los ecosistemas periféricos que los alimentan, originados en la devastación de los recursos naturales renovables localizados en las diversas partes de la cuenca, de la región o del país.

Durante las próximas décadas deberá invertirse el proceso, y deberá tenderse cada vez más hacia una mayor armonía entre los recursos naturales, representados formalmente por la biogeoestructura y por la tecnoestructura, susceptible de desarrollarse a partir de éstos, todo lo cual deberá ajustarse a la socioestructura susceptible de soportar el sistema. Lo anterior corresponde a la búsqueda de la armonía que debe existir entre las tres estructuras esenciales del sistema: biogeoestructura, tecnoestructura y socioestructura (Gráfico 1.3).



Desarrollo histórico de los ecosistemas en Chile

Evolución del Escenario Natural

La configuración actual de los ecosistemas es el resultado de un largo proceso de transformaciones, en el cual han intervenido procesos internos de la corteza terráquea, la evolución y transformación propia de la biocenosis a través de más de dos mil millones de años y la aparición reciente del hombre, hace apenas un millón de años. El estado actual y la proyección de los problemas ambientales sólo se conciben y explican en una dimensión histórica de la trayectoria de los eventos y etapas de su evolución.

La historia de la evolución de los ecosistemas en el planeta se inicia hace más de cinco mil millones de años, cuando la Tierra era sólo una masa esférica de materia que se encontraba a temperaturas muy altas. Fue necesario que pasaran varios millones de años para que la temperatura se redujera a niveles que permitieran alguna forma de vida.

Los seres vivos se adaptan al medio en forma individual, modificando su morfología, tamaño o funcionamiento interno, lo cual se denomina plasticidad ecológica. Es una característica propia de

cada individuo, pero su margen de plasticidad potencial está fijado al momento de nacer, de acuerdo con su estructura genética. Las poblaciones de organismos de la misma especie necesitan, además, adaptarse ecológicamente, lo que se logra a través de la selección y evolución de estos organismos, lo que conduce, finalmente, al desarrollo de estructuras genéticas capaces de producir poblaciones de organismos mejor ajustados al medio. Un tercer mecanismo de adaptación al medio es mediante las sucesiones ecológicas. Los ecosistemas naturales se van modificando a través del tiempo, y ajustan los grupos de organismos y la proporción de ellos de acuerdo al medio donde se desarrollan, lo cual es, en verdad, una adaptación integral de la comunidad.

El medio físico terrestre ha cambiado con el transcurso del tiempo. Los organismos, que originalmente se encontraban adaptados a un medio determinado, tuvieron que modificarse y adaptarse al nuevo medio o desaparecer.

Aquellos que no fueron capaces de cambiar, lograron persistir por períodos más largos, migrando hacia otros lugares donde existían condiciones de hábitat compatibles con sus límites de tolerancia. Otros, en cambio, lograron modificarse y adaptar su anatomía y comportamiento a las condiciones del medio cambiante. Los que no lograron adaptarse al lugar original o al lugar al cual migraron desaparecieron, dejando en este proceso sus nichos y hábitats desocupados.

Todos los cambios, tanto los de naturaleza geomorfológica y climática como los debidos a la biocenosis, fueron modelando nuevos ambientes. La evolución de nuevas especies encontraba como marco y fuerza seleccionadora a ecosistemas muy diferentes a los de las eras anteriores. El Cenozoico, iniciado hace unos 60 millones de años, es la era más reciente y de mayor importancia para la especie humana, pues aparecen sobre la Tierra los mamíferos. Los cambios climáticos y geológicos ocurridos en el período Terciario cambiaron la faz de la Tierra. Durante el Eoceno, sin embargo, el clima tendió a mantenerse y la flora no cambió considerablemente. En la Patagonia, la flora era casi subtropical, con vegetación muy similar a la del norte de Argentina y sur de Brasil. La Antártica estaba cubierta de bosques de *Nothofagus* —robles, raulés y coigües— y de araucaria. Después, durante el Oligoceno, el clima cambió bruscamente: se hizo más frío, la flora se transformó y los cambios continuaron hasta el término del Terciario. Los grandes reptiles se extinguieron definitivamente y los mamíferos comenzaron a evolucionar hasta que lograron finalmente dominar la Tierra*.

Durante el Pleistoceno hubo cuatro glaciaciones, que se denominan Gunz o inicio glacial, Mindel o daniglacial, Riss o gotiglacial y Wurm o finiglacial. Los hielos llegaron hasta Santiago, lago Nahuel-Huapi y Península de Valdés. La vegetación de la zona austral migró hacia el norte, hasta una latitud difícil de precisar, pero que se presume corresponde aproximadamente a la del río Elqui. Junto al aspecto climático, el plegamiento de la corteza terrestre continuó durante todo el Terciario y el Cuaternario, lo cual circunscribió aún más las migraciones florísticas y contribuyó a la desertización del norte de Chile**

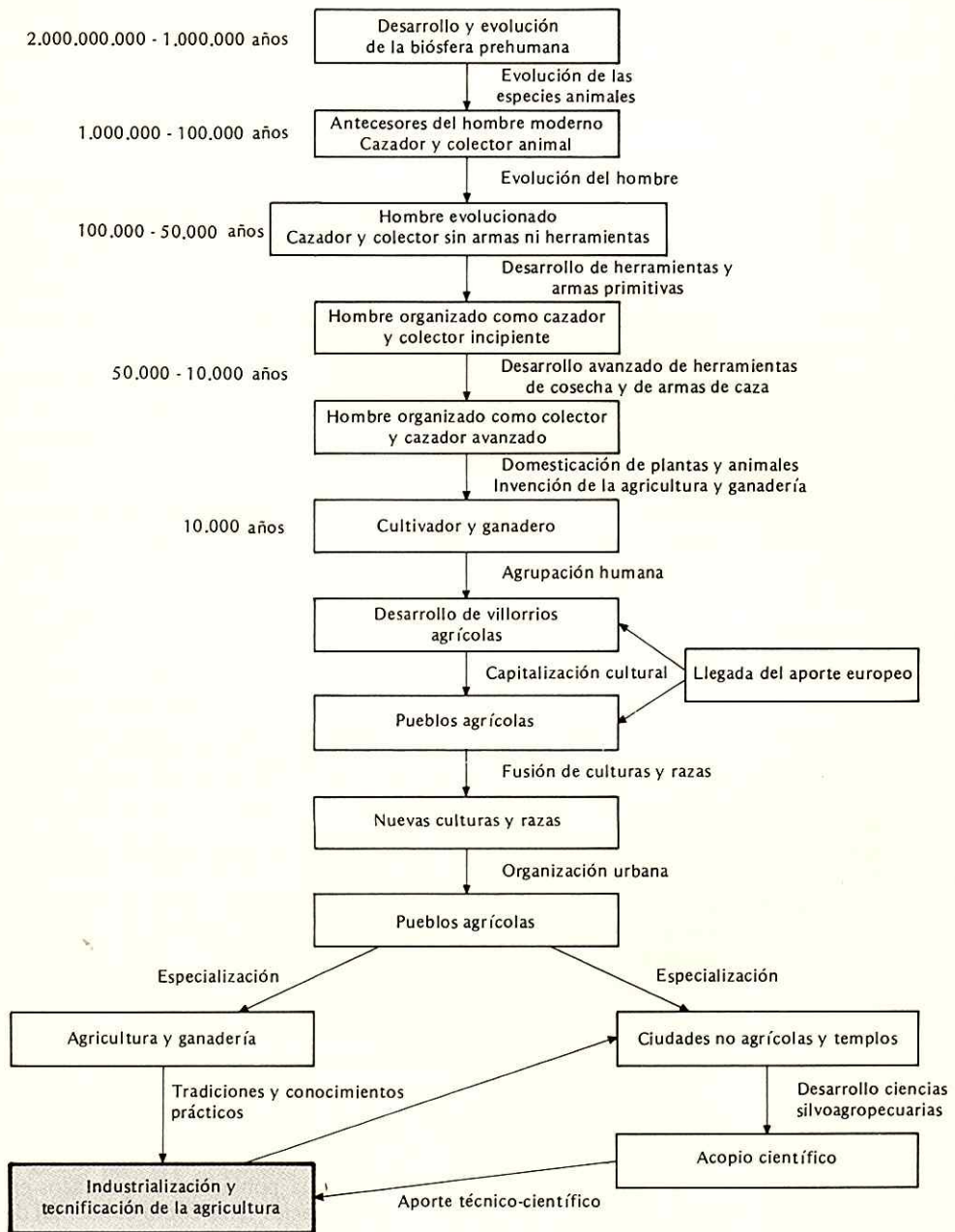
En la región norte, de acuerdo con Sparre, existen una vegetación atacameña y otra antofagastina que migraron desde el noreste, donde existían centros más evolucionados. Estos, en la actualidad, se hallan situados a mayores altitudes que al momento de ocurrir las migraciones. Hacia el sur, desde Coquimbo a Linares, la vegetación es de origen similar, pero está fuertemente mezclada con elementos australes incorporados durante las migraciones pleistocenas. Los bosques de Fray Jorge y de Talinay, en la provincia de Coquimbo, donde predominan *Aetoxicon punctatum* —olivillo—, *Drimys winteri* —canelo—, *Rhaphithamnus spinosus* —arrayán macho— y *Myrceugenia corraefolia* —petra—, son elementos australes que, debido a condiciones mesoclimáticas especiales, han logrado permanecer ocupando el extremo septentrional de su área de distribución. No son, por lo tanto, verdaderos relictos de vegetación, aunque más hacia el sur los elementos australes comiencen a dominar.

Los atributos biológicos del hombre, en relación al ambiente en que vive, emanan de sus características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, características fundamentalmente similares a las de otros mamíferos. Sus requerimientos alimenticios y nutritivos son también similares

* Estos alcances se basan en un estudio realizado por Sparre, B.: "Rasgos Florísticos en Chile de las Glaciaciones Pleistocenas", *crf. Agronomía, Santiago, Chile, agosto 1956.*

** *Ibid.*

Gráfico 1.4. ETAPAS DEL DESARROLLO SILVOAGROPECUARIO⁸.



a los de otras especies animales con las cuales ha competido tradicionalmente en la utilización de los limitados recursos disponibles. Las transformaciones ecosistémicas provocadas por la acción del hombre desde su aparición en la Tierra han sido determinadas por las diversas modalidades de desarrollo y avances científicos y tecnológicos logrados en el transcurso de su historia. Las etapas de desarrollo histórico de los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas* nacionales han estado condicionadas, fundamentalmente, por el proceso natural de evolución de la biosfera, el modelo de desarrollo europeo y el modelo autóctono, adaptándose en el transcurso del tiempo a la acción de otras influencias y necesidades.

Período Pre-hispánico

El primitivo habitante de Chile, que arribó hace unos catorce mil años, fue predador de la fauna silvestre que lograba capturar y de los frutos naturales, hojas y raíces que recolectaba con sus manos. Con la posterior incorporación de implementos, tales como flechas, lanzas y trampas, sus disponibilidades de alimento dejaron de estar limitadas por su capacidad de captura y cosecha, comenzando a estarlo por la capacidad productiva de la biocenosis natural. El desarrollo de herramientas lo hizo más eficiente en la cosecha de productos vegetales, y paulatinamente, fue aprendiendo y practicando cierto manejo del ecosistema.

Con anterioridad a la llegada de los ejércitos incásicos a Chile, ocurrida alrededor del año 1450, existía ya en el centro y sur del país una cultura avanzada. Era la cultura chibcha, que se expresaba materialmente a través de la alfarería, de los avances en la industria del tejido, en la crianza de ganado doméstico y en la agricultura¹⁵. La conquista incásica de Chile se afianzó hasta el río Maule y duró hasta la llegada de los conquistadores hispánicos, poco menos de un siglo después. Los incas se caracterizaban por no destruir las culturas existentes en los territorios que conquistaban, dándoles, además, una unidad territorial y un ordenamiento político, de comunicaciones, de comercio y cultural equivalentes a los de una gran nación. Fomentaron también las obras de riego, que ya existían en el país.

A la llegada de los conquistadores españoles, en la primera mitad del siglo XVI, se observaba ya un panorama con intervención marcada de los nativos del país. Los indígenas vivían de la agricultura y ganadería y no de los frutos naturales de la tierra, como frecuentemente se ha dicho, siendo el avance agropecuario del país un legado de las culturas que precedieron a la incásica. El riego se empleaba hasta el río Cachapoal, y la base de su alimentación eran los cultivos de maíz, papas, frejoles pallares, quinoa, madi, ají, zapallos, calabazas, mango (cereal), tabaco y una avena pequeña¹⁶. Sólo se practicaba una agricultura de riego en el ambiente árido chileno. En ninguna parte del Norte Chico existía una agricultura de secano y toda la producción de alimentos estaba basada en la construcción de sistemas de regadío en torno de los valles, y en el desarrollo de una agricultura de riego. Era una agricultura de valles, los cuales producían abundancia de granos y ganado¹⁷. Hacia el sur, la agricultura era de secano.

Entre las fibras, utilizaban la del algodón que cultivaban en los valles del Norte Grande y Chico y la de una planta natural no identificada que llamaban *cabuya majalán*¹⁸. Antes de la invasión incásica, los naturales consumían pescado de agua dulce y salada, mariscos del mar y carne de chinchillas. Herrera¹⁹ indica que utilizaban los peces para su sustento; y por último, en la literatura, se menciona también a los perros o chollos, que se consumían ocasionalmente.

La fauna silvestre de caza era abundante en el Norte Chico, según se desprende del relato de Lovera²⁰, quien expresa que la abundancia de perdices era tan grande que en un día de caza se capturaban 40 perdices, a pesar de la calidad de las armas de la época. Indica que, además de aves, tenían importancia los venados, camélidos silvestres —posiblemente guanacos o vicuñas— y ardas cenicientas —posiblemente vizcachas o chinchillas—. La vida silvestre de caza mayor jugaba un papel importante, de acuerdo con las crónicas que estimaban la población de guanacos en una cifra superior a 1.000.000 de animales. Fuera de ello, otras especies tales como el huemul del sur y del norte, el pudú y varios otros, proporcionaban abundante alimento.

* Dulceacuícolas: de agua dulce.

El aumento de la población, como consecuencia del arribo de tribus tales como los araucanos, originó mayor demanda, la que fue suplida por la habilitación de suelos para la ganadería y agricultura mediante el roce a fuego y por otras técnicas. Los métodos culturales eran simples, por lo que se presume que los rendimientos por unidad de superficie eran más bien bajos, y por ello era necesario disponer de una elevada superficie habilitada de suelos. Una confirmación de esto son los relatos de Villagra, en su viaje a Chiloé, que indican que en el llano central de Osorno y Llanquihue se encontró abundancia de praderas y árboles de escaso desarrollo.

La ganadería presentaba un desarrollo moderado y se dedicaba tanto a la producción del alimento necesario para la población como también a actividades relacionadas con lana, pieles y tracción. Una parte de la producción pecuaria provenía de animales domésticos, tales como los camélidos que se extendían en forma natural hasta la isla de Chiloé.

La base ganadera de los mapuches era producto de la asimilación a la cultura chibcha chilena de dos especies domesticadas: la alpaca y llama²¹, que en Chile se denominaban *hueque* y *chillihueque*. Según Diego de Rosales²², era gran riqueza de un indio tener 2 ó 3 de estos animales. Si se relaciona la población humana con la riqueza ganadera per cápita, es legítimo deducir que la masa ganadera puede haber sido considerable. Otro explorador, Juan Bautista Pastene, al llegar a Chiloé en el año 1544, vio en San Pedro o Carelmapu abundancia de sementeras de maíz y otros cultivos y tomó 20 llamas y alpacas domésticas de los indios²³.

Introducción de Especies, Tecnología y Orden Europeo (1536-1600)

La llegada del colonizador español a América trajo consigo cambios de la más variada naturaleza. El hombre europeo era diferente en su actitud frente al medio, en relación a su contrapartida del Nuevo Mundo. Introdujo un concepto de vida diferente que incluía tanto la religión, el vestuario, las relaciones humanas, la genética racial, las jerarquías, la lealtad y el vasallaje. Todo lo cual trajo, como consecuencia, modificaciones profundas en la utilización de los ecosistemas.

De esta manera, la introducción del hombre europeo en los ecosistemas chilenos significó cambios profundos en sus elementos integrantes como, asimismo, en la concepción de éstos, y en la idealización de su estructura y de su funcionamiento. El conocimiento de la metalurgia del hierro, el desarrollo artesanal y la disponibilidad de elementos de tracción animal y mecánicos trajo como consecuencia la estructuración de modelos silvoagropecuarios más productivos y eficientes. El desarrollo de estos modelos requería de elementos de trabajo, densidad poblacional alta y disponibilidad de la flora y fauna domesticada en su medio natural. Afanosamente, el elemento hispánico trató de reproducir su propio modelo en las tierras de América. No lo logró jamás, pero, en cambio, desarrolló un nuevo ecosistema que integraba algunos de los mejores componentes del sistema europeo y del americano, de acuerdo a la interpretación de la época.

El éxito inicial de la aplicación de estos esquemas fue variable. Almagro, el descubridor de Chile central y norte, organizó una estructura extractiva del macrosistema chileno: sólo le interesaba retirar metales preciosos que pudieran saciar su interés personal. Jamás comprendió que el éxito de su empresa dependería de su habilidad de hacer funcionar este macroecosistema y por ello fracasó.

Pedro de Valdivia, coetáneo de Almagro, con otra concepción y sacando provecho de su antecesor, concibió un desarrollo integral y permanente del macroecosistema chileno. Sabía por experiencia que las limitantes principales a la productividad eran las disponibilidades hídricas y la calidad de los suelos. Le bastó llegar al valle del Mapocho para percatarse de su potencial productivo, requisito fundamental para sustentar una nueva nación.

A continuación, exploró gran parte del territorio, con el objeto de conocer la cantidad y calidad de los recursos de los cuales dispondría. Comprendió que, inicialmente, el esfuerzo debería localizarse en los mejores ambientes, puesto que allí se obtendrían mejores resultados. Pudo haber desarrollado un solo lugar y, sin embargo, organizó y desarrolló, en sólo 12 años, un país entero. Organizó la utilización de los recursos naturales con un criterio conservacionista y dictó normas para evitar la destrucción de ellos. Cabe destacar su concepción de manejo del ecosistema, al resaltar su ímpetu en hacer producir lo que el medio abiótico indicaba como aconsejable, para lo cual introdujo aquellas especies vegetales y animales mejor adaptadas.

Comprendió las características fisiográficas del territorio y estructuró un modelo para mantener a la nueva nación integrada a las demás. Entendió que el país, en general, era un ecosistema, una unidad, pero también comprendió que esta gran unidad estaba dividida en otras más pequeñas o microecosistemas constituidos, en cada caso, por las cuencas y valles de cada sistema fluvial. A cada una de ellas la organizó y le dio una estructura autónoma y, al mismo tiempo, integrada. Es difícil encontrar un descubridor y colonizador con una mejor concepción del ecosistema que el primer gobernante de Chile. Los fundamentos de esta estructura aún perduran.

La capacidad de transformación de ecosistemas, utilizando la tecnología europea, era superior a la tradicional americana, pero el empleo generalizado del fuego y de la tracción llegó a menudo a destruir el sistema natural. Estas transformaciones no se hacían por malicia sino que eran, eventualmente, el resultado del deseo de progresar, de la ignorancia o de la ambición.

Las transformaciones del ecosistema, originadas en las introducciones hispanas, pueden agruparse, desde el punto de vista de utilización de los recursos naturales, en varias categorías: introducción de nuevas especies de plantas y de animales, introducción de rotación y barbechos, empleos de la tracción animal en labores agrícolas y de transporte humano y métodos de cultivo al voleo. Se caracterizó el uso de la tierra y se utilizó recursos que, hasta ese entonces, el nativo no había sido capaz de aprovechar. La demanda de productos para alimentos, vestuario y exportaciones también cambió.

Los conquistadores trajeron consigo los elementos necesarios para modificar el ecosistema y hacerlo más productivo para el hombre, utilizando las técnicas y elementos de la Europa mediterránea. Corresponde a esto la introducción de cereales, vides y, en general, todos los frutales del Viejo Mundo: ciruelos, duraznos, damascos, higueras, nogales, almendras, naranjos, perales, olivos y especialmente manzanos. Se introdujo también anís, comino, lino y cáñamo. Se reglamentó la corta de los árboles forestales, lo que solamente podía efectuarse con previo permiso del Cabildo²⁴. La autoridad reglamentó la distribución del agua, a la que le correspondía vigilar, se ordenó marcar a los animales y se veló por la conservación de las crías y padrones.

Los terrenos forestales fueron protegidos y se reglamentó la corta de árboles para obtener madera, pues se tenía especial preocupación por la conservación de las vertientes y cuencas para producir agua. Esta reglamentación no se aplicó; sin embargo, los bosques no se destruyeron ni se explotaron inicialmente en forma excesiva, debido a la falta de demanda y de la capacidad de desmontar. Es así que lo más característico de la agricultura de la Conquista fue la introducción de especies de plantas y animales del Viejo Mundo, las que prosperaron rápidamente. Al término del siglo XVI se calcula que ya existían 800.000 ovinos solamente en el área de influencia de Santiago. Las otras especies animales que se introdujeron tuvieron también un desarrollo significativo durante el mismo período: vacunos, equinos, porcinos, caprinos y aves. Las especies animales autóctonas disminuyeron hasta desaparecer en un corto período. Los camélidos, que formaban la base ganadera de Chile hasta la isla de Chiloé, fueron desplazados a terrenos relictuales, con características de marginales.

La necesidad de productos pecuarios cambió en un período corto. La demanda de sebo y cuero en el Reino de Chile y en el Virreinato del Perú, los transformaron en los rubros con mayores requerimientos, muy superiores a los de la carne. La única materia prima para producir luz era el sebo, en tanto que el cuero era requerido para el vestuario y para el ejército. La lana se empleaba para confeccionar prendas de vestir, en un medio donde no se producía el algodón. El subproducto animal de mayor importancia era la carne, que en su mayor parte se desperdiciaba, con lo cual se llegó a ocasionar algunos problemas de polución, obligándose a tomar medidas para evitar la contaminación atmosférica²⁵.

El enriquecimiento de la agricultura autóctona a través de los aportes de los conquistadores fue compensado con el aporte de elementos nativos. El trigo, la cebada, los frutales y las hortalizas se introdujeron en la misma época, pero no lograron desplazar completamente a los elementos autóctonos americanos: papa, maíz, quinoa, tomate, ají, frejol, madi, mango, teca, palta, lúcuma, chirimoya, papaya y otras especies domesticadas. Algunas de ellas desaparecieron posteriormente sin lograr expandirse y desplazar a las especies del Viejo Mundo. Sobresalen, sin embargo, la papa y el maíz como dos de los cultivos nativos que contribuyen actualmente al sustento de los habitantes del mundo moderno.

Los naturales eran expertos chacareros cultivando el maíz, papas, zapallo, ají, calabazas y muchos otros cultivos que se introdujeron rápidamente como alimentos en las nuevas ciudades; pero no ocurrió lo mismo con los cereales autóctonos. La teca o avena nativa, diversos cereales y el mango (*Bromus mango*) desaparecieron y se redujeron en importancia en un corto período, dando paso a los cereales europeos, especialmente trigo, avena, cebada y centeno. Luego de la introducción de estos cereales de clima templado, el trigo adquirió la mayor importancia. En 1548, se instaló el primer molino de granos en Chile, y en 1552 el segundo, un año después el tercero, y a fines del siglo XVI había abundancia de molinos de granos en todo el país.

Los colonizadores europeos introdujeron el concepto de barbecho y de rotaciones en Chile, sin los cuales hubiera sido muy difícil desarrollar la agricultura colonial. Era la estrategia más recomendable para mantener la fertilidad del suelo, controlar las malezas y maximizar la producción.

Otra característica digna de destacar de la Colonia es la institucionalidad del orden europeo. Se organizó el país en provincias o términos que abarcaban áreas extensas de territorio, mayores que las actuales provincias, pues correspondían a agrupaciones de ellas. Incluía La Serena, Santiago, Bío-Bío, Concepción, Villarrica, Valdivia y Osorno. Se organizaron ciudades en las cabeceras de provincias y sus respectivos cabildos o gobiernos locales. Las estancias o haciendas equivalían, en cierta medida, a una división de la provincia. La jerarquía del predio agrícola se organizó de manera que los agricultores y ganaderos desempeñaban también la función de oficiales. Las provincias se integraban en un ecosistema nacional unificado por los escasos caminos y senderos, comunicaciones y organizaciones del país. Ello, a su vez, estaba integrado al Virreinato del Perú y éste al Imperio. La producción agrícola debió adaptarse a esta nueva estructura política, administrativa y de comercio. El ambiente y su transformación, y su eventual deterioro, tuvieron, de esta manera, un cierto orden jerárquico, bajo el cual operaron las acciones antrópicas.

Estabilización Colonial (1600-1810)

Resulta difícil, en la actualidad, distinguir entre lo que corresponde a la ocupación de nichos y desarrollo agrícola-ganadero con lo que fue verdaderamente destrucción del paisaje. No podían introducirse especies o habilitar suelos para aumentar la productividad sin ejecutar transformaciones importantes en el paisaje y, por ende, en el medio ambiente nacional.

Una de las limitantes principales para la agricultura en las épocas de la Conquista y de la Colonia, fue la cubierta arbustiva y arbórea que ocupaba los suelos susceptibles de ser utilizados, siendo la aridez del medio otras de las limitantes. La habilitación de suelos y desarrollo de obras de regadío permitió aumentar paulatinamente la producción, a medida que las necesidades aumentaban, lo cual fue de poca consideración. A fines del período se construyó la primera obra de ingeniería de riego —el Canal San Carlos, en el valle de Santiago—, que permitió el riego de suelos profundos y altamente productivos, obra que se proyectó en 1709, pero que comenzó a operar en 1815.

Según Cunill²⁶, la destrucción del paisaje chileno se inició en el siglo XVI con la llegada de los españoles, pero luego se aceleró para tomar mayor auge en el siglo actual. La nalca, la palma, el quillay y otras especies fueron casi exterminadas. El bosque santiaguino se destruyó en el siglo XVI, no alcanzando a resistir 40 años de dominación española, calculándose que, entre 1552 y 1558, los conquistadores cortaron 12.000 árboles, los que fueron utilizados en construcciones. Este proceso se acentuó en el siglo XVIII, provocando la desaparición de una alta proporción de flora y de fauna en la zona central. La destrucción, sin embargo, debió haber comenzado mucho antes de la llegada de los conquistadores; de otra manera no es posible explicarse los cambios fisiológicos que describen los cronistas e historiadores en relación a la vegetación *clímax** que debería existir en cada una de las regiones.

Hasta comienzos del siglo XVIII, los valles del Norte Chico fueron lentamente ocupados, pero al comenzar la explotación minera, la necesidad de producir más alimento originó una intensificación

* *Clímax: estado de máximo desarrollo natural de un ecosistema en un ambiente determinado y que corresponde a su estado de equilibrio.*

del cultivo del trigo y comenzó a manifestarse la erosión, acompañada de la desaparición de especies animales de la zona, tales como la vizcacha, el guanaco y la vicuña.

Los productos más importantes que sustentan la economía de Chile en el siglo XVII eran, según Ovalle, la ganadería destinada a la producción de sebo y cuero para la exportación al Perú, Panamá, Colombia, Argentina y de allí a Brasil; cáñamo para los navíos e hilo y mulas para las minas de Potosí; cocos de los bosques naturales de palma (*Jubaea chilensis*) y almendras, legumbres y comino.

La agricultura, a comienzos de los siglos XVII y XVIII, no tenía mayores incentivos. Las necesidades de la población se satisfacían con poco esfuerzo y no se producía más porque no había a quién venderle. Se sembraba sólo para suplir la escasa demanda y cuando, por alguna causa fortuita, escaseaba el alimento, las autoridades ordenaban aumentar el área cultivada y prohibían las exportaciones de productos agropecuarios al Perú.

La reducida producción de cultivos era obtenida *in situ* o debía recorrer distancias muy cortas. La carencia de caminos y las dificultades de transportes no eran, en ese entonces, limitantes de la producción. En 1680 se construyó el puente de *Cal y Canto* sobre el Mapocho; y en 1687 se construyeron varios puentes para darle salida a los productos de exportación hacia el Perú.

En forma paulatina se continuó limpiando los terrenos agrícolas cubiertos del bosque nativo. Las vías de comunicación aumentaron poco a poco y tomaron mayor auge al término del período como una respuesta a las necesidades cada vez mayores de poder contar con vías de comunicación que permitieran comercializar algunos productos que demandaban mercados externos.

La etapa de estabilización agrícola colonial es una de las más prolongadas y donde se registran los menores cambios que modifiquen estructuras o magnitudes. La época colonial se caracterizó por una marcada abundancia de todos los productos agrícolas de origen europeo, los cuales se podían adquirir a menudo sin costo alguno. Los frutales como ciruelos, almendros, nogales, durazneros, damascos, higueras, naranjos, perales, olivos, guindos y especialmente manzanos eran muy abundantes. Las legumbres, el anís, comino y cáñamo también se cultivaban. A fines del siglo XVIII la producción agrícola excedía a las demandas y era posible exportar, enviándose cargamentos al Perú equivalentes a 150.000 fanegas de trigo.

La dificultad de encontrar mercado a una serie de productos, especialmente de origen vegetal, obligó a los agricultores a concentrar sus esfuerzos en algo más remunerativo como lo era, por ejemplo, la crianza de animales. La ganadería, al término de la Colonia, obedecía en su desarrollo a las condiciones del medio. En el Norte Chico predominaban los caprinos, de Aconcagua a Maule, los bobinos, de Maule al Bío-Bío, los ovinos y en la región insular de Chiloé, los cerdos²⁷.

El Ecosistema Nacional en el siglo XIX (1810-1913)

Dos hechos se conjugan en este período, de manera tal que las repercusiones posteriores fueron importantes: la libertad de comercio y el cambio de actitud de la población, que se canalizaron en la planificación y desarrollo de la utilización de los ecosistemas. Se hicieron caminos, puentes, canales de riego hasta completar un millón de hectáreas bajo agua; se desarrollaron ciudades importantes en todo el país y se incorporó la Araucanía y Magallanes²⁸.

La falta de una mayor demanda de producción había constituido el mayor freno al progreso. Durante los primeros años sólo se cultivaban los mejores suelos de los Valles Transversales y Llano Central. La mayor demanda de superficie cultivada obligó a trasladarse a los suelos más pobres, los que presentan las mayores probabilidades de degradación del sistema.

El aumento de demanda de producción, generada por la libertad de comercio, no se tradujo, sin embargo, en hechos concretos de importancia inmediata, pues fue necesario preparar al país para un desarrollo posterior. Faltaban aún las estructuras económicas y la infraestructura requeridas para producir y exportar.

Las posibilidades de mejorar el ecosistema tenían su mayor limitante en las dificultades de transportar los productos agrícolas desde el microecosistema predial e introducirlos en el macroecosistema nacional e internacional. En 1840 se estudió la construcción de un canal navegable entre

Santiago y Valparaíso y, en la misma época, se inició la construcción de la flota de cabotaje, lo que permitiría exportar la producción agrícola y los recursos naturales extraídos de los ecosistemas nacionales. Pocos años después de la iniciación de la navegación a vapor, en 1840, ya había 32 vapores dedicados al comercio con los países vecinos.

La construcción y mejoramiento de los puertos era necesaria para aprovechar las facilidades de transporte marítimo; sin embargo, faltaban los caminos de acceso. Algunos caminos y puentes se construyeron pero eran aún insuficientes y de mala calidad. En algunas regiones no era posible transportar los productos del agro ni siquiera en carreta.

Vicuña Mackenna²⁹ cataloga los problemas relacionados con la utilización de los recursos naturales en varios grupos: falta de mano de obra, necesidad de maquinaria, inmigración, legislación agraria, escasez de crédito y capital, excesivo tamaño de los fundos y falta de mercado. No se mencionaba, en ese entonces, el problema ambiental ni la destrucción de los recursos naturales renovables.

La falta de mano de obra, debido al tamaño limitado de la población, era uno de los problemas más graves. Había más tierra y necesidades de habilitarla que gente para hacerlo. La población del país se había mantenido casi estática durante el período de la Colonia. De 1,2 millones de habitantes que supuestamente tenía el país a mediados del siglo XVI, apenas alcanzaba a 1,5 millones trescientos años después. Era un aumento insignificante, pero notorio cuando aún no se utilizaban las maquinarias. La productividad aumentaría incorporando maquinaria o aumentando la población y es por ello que se recomendaba también la inmigración con el propósito de aportar mayor tecnología y capacidad de trabajo. En 1845 se establecen las normas para la inmigración que tanto éxito y beneficio traería en la segunda mitad del siglo.

La segunda mitad del siglo XIX marca el período de engrandecimiento económico y comercial de Chile. Es la época de los ferrocarriles, de los caminos, de los grandes puentes y de todas las obras de desarrollo de la producción. La apertura de mercado hacia California y Australia fue incentivo para un desarrollo acelerado. La posición geográfica de Chile y la flota de cabotaje ya existente hacían del país la única fuente de suministro de trigo para esos países. Desgraciadamente, no existía aún la red vial y de transportes terrestres hacia los puertos y la organización agrícola adecuada que le hubiera permitido a Chile sacar más provecho de un mercado tan efímero y ventajoso como fue California a partir del descubrimiento del oro en 1848. La única estrategia posible para formar capitales que tenía un país como Chile era a través de la exportación de productos agrícolas. Esto permitió explotar una superficie cada vez mayor de los recursos naturales, generándose cambios en el medio ambiente.

Durante la segunda mitad del siglo XIX se dio énfasis a la solución del problema del transporte. Se diseñó y construyó una red de comunicación terrestre que permitiera aumentar la cosecha agrícola en los centros de consumo urbano y en los puertos. En 1851 se inició la expansión ferroviaria con la construcción del ferrocarril de Caldera a Copiapó. En 1890 el ferrocarril llegaba a Valdivia, conectando los centros urbanos y puertos más importantes. Junto con dar salida a la producción agrícola, el desarrollo ferroviario estimuló la explotación de los recursos naturales y la incorporación de nuevas tierras a la agricultura. La creación del Ministerio de Obras Públicas, en 1888, vino a contribuir a la complementación del ferrocarril con caminos y puentes que dieron salida a los productos hasta la vía férrea y puertos.

El impacto de la colonización alemana, iniciada a mediados del siglo pasado, fue mayor que la magnitud de esta inmigración. Ella equivalió a una introducción masiva de tecnología, experiencia y organización a un vasto sector de la agricultura. Dicha colonización introdujo tecnología agrícola aplicada en una época en que aún no existía en el país una enseñanza agrícola adecuada. Otras colonizaciones la siguieron y tuvieron también trascendencia, pero fueron de menor significación. Esta colonización desarrolló una zona en forma integral, presentando nuevas formas de vida, en una región en la cual otros colonizadores no se habían adaptado; abrió campos de cultivo y ganaderos, y creó una prosperidad económica nunca vista. Las perspectivas de aumentar la población eran muy limitadas, por lo cual era necesario recurrir al incremento de la eficiencia del trabajo humano. Hasta esa época, incluso en el período siguiente, la estrategia era aumentar la producción incrementando la superficie agrícola y no la productividad por unidad de superficie. Esta estrategia fue posible y recomendable para una época en la que aún existían terrenos arables y ganaderos improductivos, y que no canalizaban sus biomásas a través de productos utilizables.

El desarrollo de la región árida y semiárida del Norte Chico y Zona Central hasta el río Bío-Bío, donde están localizados algunos de los mejores suelos y donde la cosecha de agua de los ríos es abundante, requería para su desarrollo de la adición de agua, que era obviamente el principal factor limitante de estos suelos para aumentar la productividad. Así lo comprendieron en la época, y se prepararon para la etapa siguiente desarrollando una infraestructura de riego que resultaba gigante para la época y que cubriría, al finalizar el período, una proporción muy alta del total que se ha logrado regar en el país. Ante la escasez, que ya era evidente en muchas zonas agrícolas, se reglamentó las mercedes de agua, en 1882.

Otra de las limitantes para el mejoramiento del ecosistema que debió comenzar a superarse fue el escaso desarrollo de las disciplinas e instituciones relacionadas con su utilización. La creación de la Sociedad Nacional de Agricultura, la Quinta Normal de Agricultura, la Escuela Práctica de Agricultura, como también la Escuela de Artes y Oficios y la primera revista agrícola de Chile, contribuyeron al desarrollo de los ecosistemas. La contratación del naturalista Claude Gay para formar un gabinete de Historia Natural y la creación del Museo Nacional de Historia Natural fueron también un aporte valioso. La difusión del conocimiento, la introducción de nuevos cultivos y la experimentación incipiente en el país fueron sustentadas durante muchos años por éstas y otras iniciativas.

La introducción de razas de ganado mejoradas, más exigentes, trajo acompañada la necesidad de mejorar el ambiente donde la ganadería se desarrollaba. Es por ello que se introdujeron algunas forrajeras mejoradas, una de las cuales, el trébol rosado, se trajo desde Inglaterra en 1869, simultáneamente con otras forrajeras introducidas en el mismo período.

La introducción de especies animales y vegetales exóticas es, a menudo, una decisión muy delicada y requiere, por lo tanto, de cuidados y estudios. Si se tiene éxito, es decir, si no se transforma en una plaga al aumentar en exceso, puede también desplazar a otras especies ya adaptadas. En ese caso, la evaluación de los resultados debe considerar el beneficio que se obtenga en relación al perjuicio que ocasiona el desplazamiento de las predecesoras ya adaptadas. La diferencia entre ambas es lo que cataloga el éxito o fracaso.

Muchas de las introducciones se transformaron en plagas como es el caso de la galega, la zarzamora, la chéptica, el chamico y varias otras. Algunas de estas especies se introdujeron como cultivos y otras, en forma accidental, como malezas.

El traslado de la ganadería desde los terrenos montañosos al llano central fue un cambio de significación para el futuro ganadero del país. Significó una variación en el tipo de ganadería, en razas y en los productos logrados por el ganadero. La introducción del alambre de púa, a fines del siglo pasado, permitió también un mejoramiento ganadero, significando, además, la intensificación de las rotaciones agrícolas-pastorales, lo cual trae acompañado el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el mejoramiento del rendimiento del cultivo. El traslado de la ganadería desde el cerro al plano hizo que fuera más productiva que los cultivos.

Entre los aspectos negativos, cabe destacar la introducción de la fiebre aftosa en el año 1871 desde Argentina, país al que, a su vez, se introdujo accidentalmente desde Europa en 1870. Las enfermedades animales comenzaban a tener su impacto en una ganadería ya más tecnificada.

La ganadería se expandió también a Magallanes, luego de tomarse posesión de aquel territorio, en 1843. La incorporación de este territorio marca un factor importante en el desarrollo silvoagropecuuario del país. Con esta acción se inicia la etapa de ocupación de nichos y territorios en una zona que, hasta ese entonces, no había sido incluida en el desarrollo. Se introdujeron los bovinos y equinos desde Chile Central, y en 1877 se importaron 300 ovejas desde las Islas Malvinas, aumentando la masa que primitivamente se había introducido desde Valdivia y Chiloé en el año 1852. Un año después, en 1878, se hizo una segunda importación, esta vez de 500 ovinos.

La ocupación de nichos, hábitats y territorios fue rápida en su primera etapa, para estabilizarse en las últimas. El mejoramiento de Magallanes durante los últimos años se debió a estrategias diferentes. Llama la atención, sin embargo, que en Magallanes no hubo expansión de ganado bovino similar a la de Chile Central. Ello se puede explicar basándose en el hecho de que en ese entonces las praderas eran coironales y, por lo tanto, no tan aptas para el vacuno, además del mayor interés que existía en ese entonces por la lana. La expansión ganadera de Magallanes se logra como consecuencia del desmonte, habilitación de suelos y siembras de praderas, debiendo interpretár-

sele como un desarrollo integral del ecosistema. Entre 1850 y 1860, se quemaron más de 50 mil hectáreas de bosques en Magallanes, destruyéndose, en esa década, una gran proporción de la flora, fauna y población humana de la región. La incorporación de la Patagonia a la agricultura significó la destrucción de los recursos³⁰.

La incorporación de la Región de La Frontera, después de la pacificación de los araucanos por Saavedra en 1883, fue el inicio del desarrollo silvoagropecuario de la zona comprendida entre el Bío-Bío y el Toltén. La zona empezó a ser colonizada de inmediato, y con ello comenzaron, además, algunos problemas que con el tiempo pasaron a ser graves.

Desde 1896, en la zona de Linares, Victoria y Traiguén, se inició la erosión que ha seguido hasta nuestros días. El rendimiento del trigo bajó desde 15 qq/há, que existían en 1900, a 7 qq/há en 1930³¹.

La producción agrícola y ganadera de la región recién incorporada creció en los primeros años a medida que aumentaba en superficie, pero luego, una vez copada su expansión, la producción disminuyó debido a la degradación edáfica. Aún no existía un criterio de conservación para evaluar lo que significaba la erosión en términos de destrucción de los suelos y de su incidencia en la disminución de los rendimientos.

En 1890, por primera vez, se valorizó el problema de la erosión, y se tomaron medidas para controlar las dunas de Chanco, iniciándose la replantación de las dunas que se habían originado algunos años antes, al intensificarse los cultivos y erosionarse la cuenca circundante.

La revolución industrial produjo, como subproductos, sustancias que podían ser empleadas como fertilizantes, tales como las escorias Thomas, y posteriormente pesticidas y otras³². Bajo tales circunstancias, los países desarrollados pudieron intensificar su agricultura y ganadería como un subproducto de su industria, sin incurrir en gastos de divisas, generando, además, una fuente de mano de obra y de exportación.

La expansión de la industria salitrera durante el último cuarto del siglo pasado creó un poder de compra de productos agrícolas que creció consistentemente hasta la primera guerra mundial. La producción de salitre llegaba a varios millones de toneladas en 1900. Esta expansión originó mayores ingresos, la mayor parte de los cuales se capitalizaron en la construcción de caminos, ferrocarriles, canales de riego y en la apertura de un mercado agrícola importante, lo cual estimuló la producción de ganado, trigo, licores, vinos, chacras, papas de Chiloé y maderas de la Araucanía. Los recursos forestales de Chile, en ese entonces, se consideraban ilimitados, no había aún una conciencia ecológica y conservacionista y, por lo tanto, cualquier medida tendiente a desmontar el ecosistema era considerada progreso. Debieron pasar muchos años antes de que se le diera a la silvicultura la importancia que se merece, y aún no se administra racionalmente una alta proporción de los bosques del país. Entre los cultivos comenzaron a tomar auge y a modernizarse la fruticultura y la viticultura.

En 1883 la inquietud por la mecanización era ya muy marcada entre los agricultores; fue así como en esa fecha la Sociedad Nacional de Agricultura organizó la Sociedad de Fomento Fabril que cumpliría una función análoga a la primera, pero de fomento a la industria. Ello suscitó gran interés de parte de los agricultores, que vieron en ella una forma de cultivar mayor cantidad de tierra con los limitados recursos humanos disponibles en esa época en el país.

Saturación y Tecnificación (1914-1960)

Durante este período se materializaron algunas de las medidas del período anterior y se terminó de copar el territorio disponible para la producción silvoagropecuaria. Se pensaba que el fin era producir más y se tomaron diversas medidas en relación a la educación silvoagropecuaria, organización de servicios relacionados con la utilización de los recursos naturales y adquirió gran importancia la incorporación de tecnología. El desarrollo de las universidades y centros de estudios superiores enfatizó principalmente este último aspecto.

La economía del país, que había considerado a la agricultura como uno de sus soportes principales, tiende a enfatizar el desarrollo industrial. Este paso de una economía eminentemente agrícola a una industrial se da fundamentalmente con la creación de CORFO, en 1939, corporación que estimularía el proceso de industrialización en el país, como también el de mecanización. El crecimiento poblacional y metropolización, o crecimiento y desarrollo de ciudades, generaron un aumento en la demanda de producción, la cual debió satisfacerse principalmente en base a la extracción de los recursos naturales. Las vías de comunicación terrestre y aérea se intensificaron, disminuyendo la distancia entre ciudades y ciudad y campo. El ferrocarril fue lentamente desplazado por camiones y aviones. La extracción de recursos fue acentuada, y hacia el final del período el agotamiento de las reservas de algunos fue evidente. Salvo el mar, nada quedó por explotarse y recursos minerales como oro, cobre, salitre y hierro adquirieron gran importancia en la economía. La cosecha de bosques nativos y explotación intensiva de las praderas naturales y de otros recursos deterioraron los ecosistemas de muchas regiones.

Diversas ciudades y villorrios del país han tenido una existencia efímera, en la medida en que el ecosistema como un todo se ha deteriorado. A manera de ejemplo, pueden citarse numerosas ciudades y pueblos del desierto de Atacama, cuyos procesos de urbanización ocurrieron a tasas elevadas, lo cual permitió, simultáneamente, un desarrollo considerable de la socioestructura. La artificialización del ecosistema se logró en base a la cosecha indiscriminada de la biogeoeestructura, la cual, al agotarse, concluyó con el abandono del ecosistema. Es frecuente observarlo en antiguos poblados mineros de oro, salitre, plata y cobre, cuya longevidad usualmente no sobrepasa los cincuenta o cien años, dejando tras sí las viviendas, calles y cementerios abandonados, junto a un suelo y subsuelo devastado.

Algunos ecosistemas de otras regiones naturales han sufrido la misma suerte. Tal es el caso de diversos sectores de la Cordillera de la Costa de Chile Central, donde otrora existiera una intensa actividad ecosistémica. Desde mediados del siglo XIX, cuando la demanda por cereales se incrementó agudamente, ocurrió un intenso proceso de desmonte y transformación de terrenos forestales en tierras de laboreo destinadas a la producción de cereales. Ello trajo como consecuencia un crecimiento urbano considerable, acompañado de un desarrollo socioestructural compatible con las actividades comerciales y de cosecha de explotación de la biogeoeestructura. En un período que, en algunos casos, no alcanzó ni siquiera a los cincuenta años, los ecosistemas desarrollados comenzaron a decaer y antes del término del siglo el proceso de desertificación era evidente y generalizado. El desaparecimiento del bosque nativo y la erosión laminar de los suelos eran generalizados, y la erosión de cárcavas daba al paisaje evidencias avanzadas de haber alcanzado ya estados incipientes del 'agri deserti'. La pérdida de la capacidad productiva se presentaba a través de la reducción marcada de los rendimientos de los cereales, hasta niveles usualmente insignificantes, dejando extensas áreas inhabilitadas en forma casi permanente para su producción. La ganadería, deteriorada a través de la pérdida de la productividad de las praderas, que ocurre simultáneamente con el deterioro físico y químico del suelo, ha demostrado, en las últimas décadas, las dificultades de revertir el proceso. En muchos sectores, donde originalmente existían suelos de aptitud para cultivos y ganadería, sólo ha quedado como solución establecer plantaciones forestales masivas que permitan contribuir a la recuperación del suelo. La socioestructura vive, usualmente, en condiciones modestas o de pobreza extrema. Los predios agrícolas son, generalmente, de escaso desarrollo. La cantidad y calidad de trabajo generado en la zona son inferiores a su potencial³³.

Entre las medidas de progreso que se tomaron en relación a la educación silvoagropecuaria, está la creación de la Escuela de Medicina Veterinaria y la Clínica Especial. En 1917 se construyó el edificio del Instituto Agronómico, con mejores facilidades para la enseñanza de la agricultura. El Jardín Zoológico se creó en 1936, y en 1918 se había ya creado una Escuela de Arboricultura en Temuco, lo cual indica que comenzaba a materializarse el interés por la tecnificación silvícola y la fauna silvestre.

Algunas medidas aisladas de protección de la ganadería vienen a confirmar las estrategias de mejoramiento que se aplicaban en la época. En 1926 se dictó el Decreto Ley número 538 que prohibía el beneficio y castración de hembras de cuatro años. Esto era la resultante de la crisis ganadera que comenzaba a materializarse, pues ya entre 1915 y 1920 se internaban alrededor de 35.000 cabezas bovinas al año. La dictación del Reglamento de Policía Sanitaria Animal se hizo en 1918.

El aumento de la producción silvoagropecuaria hasta 1935 se debió al incremento de la superficie cultivada con cereal. Desde la segunda mitad del siglo pasado, el centro de gravedad de la producción de cultivos se movió hasta la zona sur. Dos tercios de la producción de trigo provenían de la región de Ñuble o más al sur, mientras que los mejores suelos arables abandonados por el cereal en la región central, fueron ocupados por otros cultivos tales como papa, frejoles, alfalfa, lechería, cebada y maíz.

Los recursos naturales renovables son una parte esencial del medio ambiente del hombre. Al hacer agricultura el hombre artificializa su medio, con lo cual las condiciones ambientales pueden mejorar o deteriorarse de acuerdo al tipo de artificialización y a su magnitud.

Lo que pudiera haber sido un ejemplo de desarrollo silvoagropecuario destacado, se ha transformado en otro caso de desertificación generalizada. Donde debieron haber primado procesos de ganaderización y forestación y, ocasionalmente, culturización, simultáneamente con una urbanización compatible con el medio, se produjo un proceso masivo de devastación de la biogeoestructura, lo cual vino acompañado del crecimiento acelerado del ecosistema artificial, cuyas consecuencias ya han sido descritas. Este proceso de crecimiento corresponde al saqueo de los recursos naturales y al crecimiento excesivo de la urbe y de la socioestructura, lo que concluye necesariamente en la destrucción y, eventualmente, en el abandono del ecosistema.



Situaciones similares a las descritas se presentan, también en forma generalizada, en otras regiones, tales como el Norte Chico, la Precordillera, la región Andina Austral, la región Insular y caletas pesqueras, por citar sólo algunas.

La destrucción del bosque nativo, que desde hace tantas décadas y siglos ha ocurrido y continúa ocurriendo, ha permitido el desarrollo de poblados periféricos de leñadores y madereros, con el solo propósito de cosechar los recursos naturales susceptibles de generar una riqueza fácil y rápida, dejando tras de sí poblados abandonados y 'agri deserti'. Lo mismo ha ocurrido con la caza de animales pelíferos, entre los cuales puede citarse a la chinchilla, especie de la cual se llegó a exportar durante este siglo hasta un total de aproximadamente 500.000 pieles al año, llegando, en la actualidad y desde hace varias décadas, a la casi total extinción de la actividad.

El mismo proceso destructivo del campo está asociado al crecimiento y decadencia de diversas culturas durante un período de más de siete mil años, en diversos lugares de la tierra³⁴, especialmente en la región circundante al mar mediterráneo³⁵.

Hacia el final del período, se visualizaron los problemas de contaminación, tanto de agua como de aire y de suelos, principalmente por los desechos de la producción industrial. Las consecuencias de una extracción intensa de los recursos comienzan a evidenciarse. Sin embargo, simultáneamente, se desarrolló una tendencia a la demanda excesiva por la posesión de bienes materiales, lo que constituiría la mentalidad predominante del período siguiente. Los cambios producidos en el medio ambiente, y sus consecuencias en la calidad de vida, constituirían la mayor preocupación de las décadas posteriores.

Crisis. Enfermedades del ecosistema y conflictos ambientales (1960-1984)

Este período presenta una alta proporción de los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas intensamente modificados, como consecuencia de las transformaciones históricas determinadas por los procesos naturales de cambio y, fundamentalmente, por los procesos de artificialización tendientes a satisfacer las necesidades de la población y del individuo. Diversos factores han tenido especial incidencia en las modalidades e intensidades de utilización de los ecosistemas en los últimos años. El aumento de población ha generado mayor demanda de productos y de espacio habitable, así como también la apertura de fronteras comerciales ha producido un flujo creciente de materia hacia los centros de mayor requerimiento. El fenómeno de la transnacionalización ha significado, en muchos casos, el predominio de modelos de desarrollo y cosecha, no acordes con el medio natural y una demanda excesiva de productos desde el exterior. La mentalidad consumista de la época y la explosión demográfica han sido también determinantes de la existencia de una demanda acentuada de bienes materiales con la consiguiente repercusión sobre los ecosistemas. Las modalidades de producción, determinadas por economías de escala, han tendido a la explotación masiva de los recursos, sin considerar, frecuentemente, las limitantes ecológicas del sistema natural.

Como consecuencia de lo anterior, se presenta un mosaico de situaciones o estados ecosistémicos a menudo alejados del óptimo. La génesis de estos estados ha conducido, frecuentemente, al desarrollo de enfermedades ecosistémicas que han afectado, en diverso grado, fundamentalmente a la socioestructura, tecnoestructura y biogeoestructura, presentándose en variada intensidad y significado en las diferentes regiones, modificando el medio ambiente y la calidad de vida tanto rural como urbana.

En diversos aspectos, el medio ambiente actual del hombre presenta diversos grados de deterioro como resultado de un período de extracción y sobreutilización de los recursos naturales. La degradación del recurso edáfico ha sido una de las más evidentes y sus causas más inmediatas son diversas. El uso de los suelos, sin considerar su capacidad potencial, tanto como su sobreutilización o manejo inadecuado, han sido factores relevantes. La disminución de la superficie cultivable por pérdida de fertilidad, erosión, salinización, carreteras, urbanización u otros procesos ha ido creciendo en importancia. Simultáneamente, el desarrollo de la ciencia y tecnología, relacionadas

con la utilización de los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas, han aumentado el rendimiento y productividad. Tal es el caso del uso de fertilizantes, el mejoramiento genético de especies animales y vegetales, el desarrollo de sistemas de manejo del agro y de la introducción de especies exóticas.

Las enfermedades ecosistémicas corresponden a un deterioro debido a la intervención antrópica y se determinan en relación al estado óptimo de armonía que es factible, dada dicha intervención y los componentes de cada sistema. Se diferencia, de esta manera, de las catástrofes naturales y limitantes propias de cada ecosistema las que, sin embargo, frecuentemente favorecen o incrementan estas desarmonías.

Enfermedades biogeoestructurales

Erosión

La erosión es una enfermedad ecosistémica que afecta al suelo destruyendo su estructura y horizontes, los que con frecuencia son arrastrados fuera del sistema. Se debe en gran medida a la sobreutilización y cultivación de los ecosistemas. La degradación y deterioro del recurso edáfico ha sido una de las enfermedades más acentuadas y ha afectado en forma fundamental a la subregión de las Serranías, Lomajes de la Costa, regiones de la Cordillera de la Costa con Bosque y Terrazas y Mesetas Litorales.

- Las subregiones de la Serranía y de Lomajes de la Costa son zonas con factores climáticos, topográficos y edáficos críticos que determinan una alta susceptibilidad a la erosión laminar y de cárcava. En la subregión de Serranías, el sobrepastoreo por caprinos ha sido una de las determinantes más importantes, y en la de Lomajes de la Costa se menciona al cultivo de cereales de secano con prácticas culturales a base de barbecho como favoreciendo el proceso de erosión, pues deja el suelo sin protección durante las lluvias invernales. En general, las prácticas culturales de los lomajes han sido semejantes a las de los terrenos planos, lo que ha incrementado esta enfermedad.

- En la región de Precordillera y Piedemonte Andino la erosión de manto y de zanja han sido intensas como consecuencia de regar por derrame en pendientes. En la subregión de la Cordillera de la Costa con Vegetación Mixta, los terrenos habilitados han sido severamente erosionados, pues estos suelos no son aptos para cultivo.

- Algunas regiones son potencialmente muy erosionables debido a la presencia de agentes erosivos que se expresan con gran intensidad. En la región de Mesetas y Estepas de Aysen y Magallanes los vientos alcanzan altas velocidades durante prácticamente todo el año. En Punta Arenas, a manera de ejemplo, se puede citar el año 1947 en el que se registraron durante 168 días vientos con velocidades superiores a 30 km/hora. Esto dificulta en forma sustancial la habilitación del suelo para cultivo, existiendo una gran proporción de suelo desnudo en aquellos sitios donde se ha intentado, sea porque no se han tomado las debidas precauciones o porque no existe la posibilidad de establecer cultivos sin desencadenar el proceso de erosión.

- Como medida de referencia de la extensión que ha afectado a algunos ecosistemas el proceso erosivo, se puede mencionar un estudio aplicado a seis millones de há clasificadas, entre las provincias de Linares y Llanquihue, donde se determinó que un 73,7 por ciento de los suelos estaba afectado por procesos de erosión, es decir 4.422.000 há ³⁶.

Salinización y Alcalinización

Es una enfermedad ecosistémica que se presenta principalmente en la región de los Valles Transversales del Desierto. Estos valles incluyen suelos de clase I y II que abarcan una superficie de 32.000 há gran parte de la cual está bajo riego normal. Entre los valles, algunos de los cuales son denominados también quebradas por su estrechez, se pueden mencionar Lluta, Azapa, Camarones,

Loa y Copiapó. El origen de sus aguas de riego se encuentra en el altiplano o en la cordillera andina donde se producen precipitaciones en sus hoyas hidrográficas. Se presenta en estos valles, desde hace varias décadas, un deterioro progresivo de los suelos en el curso inferior de los ríos por salinización y alcalinización, como consecuencia de la falta de drenaje y elevación del nivel freático. Este estado es más acentuado en la zona cercana al mar donde ha alcanzado en algunos sectores niveles de salinización y alcalinización incompatible con los cultivos.

En otras regiones y subregiones naturales el fenómeno de salinización y alcalinización es de baja o nula importancia relativa, si bien en aquellos lugares donde está presente constituye una limitante productiva grave.

Desertificación

La desertificación o empobrecimiento de los ecosistemas es una de las enfermedades más generalizadas, abarca un gran número de regiones y se caracteriza por la pérdida de información del sistema. Es particularmente importante en las regiones de la Cordillera de la Costa con Bosque, Terrazas y Mesetas Litorales, Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes y en las subregiones Serranías, Lomajes de la Costa y Lomajes y Llanos de la Isla Grande de Chiloé. La devastación de la biocenosis y del edafótomo* es el mecanismo desencadenante de la enfermedad siendo relevantes la tala masiva de la vegetación para la obtención de madera, leña, carbón y el mal manejo del ganado caprino, bovino u ovino, además, del proceso de urbanización.

- La subregión de Serranías presenta un proceso de tala masiva de la vegetación, en tasas superiores a su capacidad de regeneración, principalmente para la obtención de energía para la calefacción, minería y alimentación, y al mal manejo del ganado, siendo particularmente importante el sobrepastoreo del ganado caprino, que se caracteriza por ser poliespecífico en su alimentación y donde presenta la más alta densidad del país. La limitada pluviosidad de la región favorece la existencia de esta enfermedad ecosistémica. La desertificación en esta zona es más notoria en aquellas propiedades con régimen comunitario, del cual participa un alto porcentaje de la población rural. Estas comunidades agrícolas están, a menudo, sobrecargadas de ganado caprino y carecen de un sistema adecuado de manejo y de cercado. La cabra constituye una de las principales fuentes de sustentación de la comunidad y la inadecuada utilización de este recurso está atentando contra su propia permanencia debido a la acentuada destrucción de pastos y arbustos forrajeros. El ganado caprino, bien manejado, constituye una excelente opción ganadera en ecosistemas de matorrales y esteparios con topografías abruptas.

- La subregión de la Cordillera de la Costa con Vegetación de Matorral y Bosque ha conservado su carácter boscoso, debido a la baja fertilidad natural de los suelos y a las características climáticas de otoño e invierno muy lluviosos y húmedos y verano muy seco, lo que limita las opciones de utilización, no adaptándose para un buen aprovechamiento agrícola. El fenómeno de desertificación es acentuado y los árboles de mayor valor maderable en alta proporción han sido ya explotados, siendo la vegetación actual fundamentalmente renovals, cuya principal utilización es para leña y carbón. Una significativa proporción de estos suelos se ha destinado a la reforestación con pino insigne.

- La sobreexplotación de los bosques nativos y su reemplazo por especies arbóreas introducidas, principalmente pino insigne, en ésta y otras regiones, constituye en la actualidad un problema con opciones y soluciones encontradas. Diversas medidas gubernativas han estimulado las plantaciones de la especie, las que se han efectuado en forma masiva ocupando ocasionalmente incluso suelos capacitados potencialmente para cultivos de alimentos y de praderas. Si bien los beneficios económicos de productividad, empleo y ecológicos más inmediatos pueden resultar evidentes, los costos en términos del deterioro del ambiente natural, fundamentalmente del recurso edáfico, microfauna y fauna silvestre, no han sido aún claramente establecidos. La pérdida de información del ecosistema o desertificación, determinada por su condición de monocultivo principalmente, resulta en algunos casos evidente y ha determinado su denominación de

* Edafótomo: ambiente inorgánico del suelo.

Desertificación

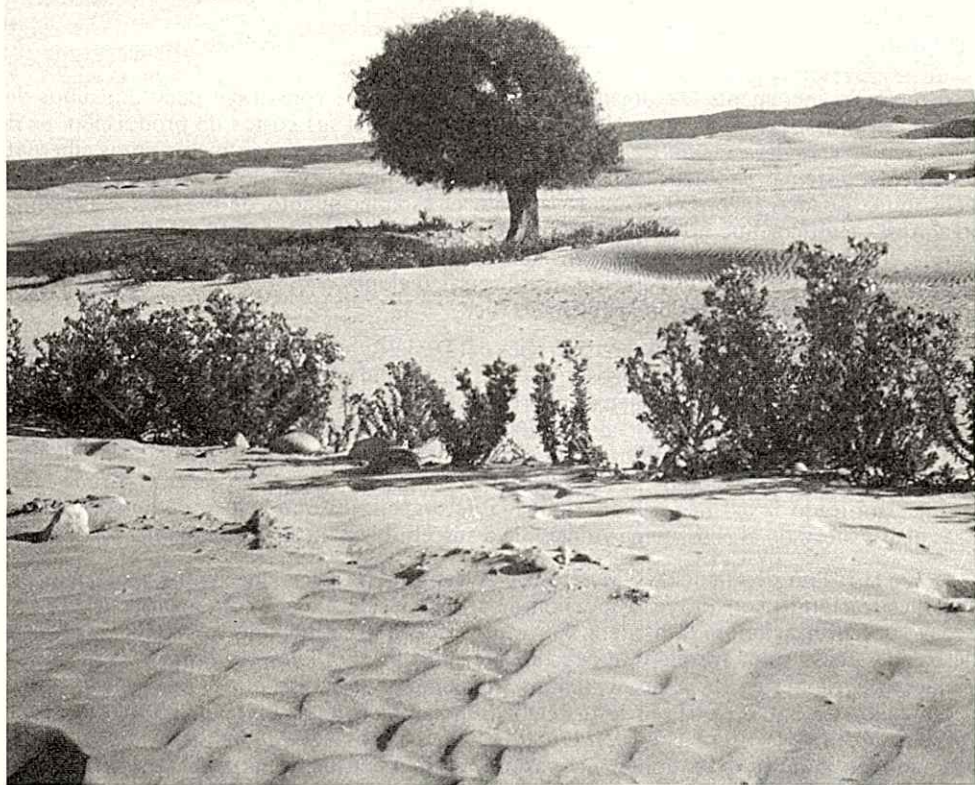
“Es el empobrecimiento de los ecosistemas de regiones áridas, semiáridas y subhúmedas por efecto combinado del impacto de la actividad del hombre y de la sequía. La etapa final del proceso en su grado más avanzado corresponde a un desierto generado por la acción del hombre o ‘agri desierto’ ”¹.

Reconocido como un problema medioambiental, que afecta, en general, a zonas de todo el mundo, la desertificación es una amenaza para el futuro de cerca de 628 millones de personas que habitan la tierra y un peligro inminente que afectaría una superficie de aproximadamente 20 millones de km².

Una investigación realizada por un grupo científico multidisciplinario en la India estableció que hace 7.000 años en el actual desierto del Thar crecían árboles y arbustos, que lo atravesaban ríos y lagos y que en él se asentaba, incluso, una próspera civiliza-

ción. Hoy día, sin embargo, el Thar es simplemente un árido desierto en expansión progresiva hacia áreas donde aún hay algún tipo de vegetación.

La causa de estos procesos es producto de acciones humanas, y sus consecuencias afectan al hombre en sí, a la familia, a la comunidad en general, y por ende, a la nación. Tecnoestructuras mal concebidas en sus efectos ambientales, como caminos, líneas férreas y canales, deforestación, apacentamiento de ganado y desarrollo de cultivos en condiciones desfavorables, son ejemplos de acciones humanas que pueden incidir en los procesos de desertificación. Como consecuencias de este proceso puede citarse: hambre, enfermedades, reducción aguda de los rendimientos y otras. A esto se unen los efectos económicos negativos que devienen necesariamente de la pérdida de grandes extensiones de tierras forestales, de cultivo y de pastoreo.



desierto verde. En beneficio de una decisión global deben ser analizados, además de los beneficios más inmediatos, los costos y beneficios de usos opcionales de estos ecosistemas y la consideración del concepto de uso múltiple, lo cual constituye un complejo problema al que se ven enfrentados actualmente los investigadores y planificadores.

- En la Cordillera de la Costa con Bosque, con similitudes a los bosques andinos de esa latitud y donde están presentes tepa (*Laurelia serrata*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), laurel (*Laurelia sempervirens*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), olivillo (*Aetoxicon punctatum*), lingue (*Persea lingue*) y araucaria (*Araucaria araucana*), presenta un acceso relativamente fácil debido a que la altitud no excede de los 1.700 m.s.n.m. y no es frecuente la precipitación en forma de nieve. Esto ha significado que en su gran mayoría estos bosques hayan sido explotados, y su actual desarrollo corresponda a renovales o bien han sido sustituidos por pino insigne.

- La habilitación de suelo para la agricultura y ganadería ha significado una acentuación de la desertificación en regiones tales como Terrazas y Mesetas Litorales, Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes y región Insular de Chiloé, Aysen y Magallanes.

- En la Cordillera Andina con bosques, gran parte del área ocupada por el bosque nativo no puede considerarse bosque maderable, pero sí como bosque protector, el que si se elimina puede provocar la destrucción del suelo, lo cual ha ocurrido con frecuencia. Una gran proporción de los bosques son de escaso valor económico aparente por estar sobremaduros y ser de moderado o bajo rendimiento maderable. Algunos estudios demuestran, sin embargo, que, al ser bien manejados, su alto potencial productivo y sus posibilidades de uso múltiple, estos sistemas pueden evidenciar su valor como recurso forestal o de usos opcionales. En esta subregión existe, además, el peligro de que se extingan algunas especies de alto valor económico tales como alerce (*Fitzroya cupressoides*), laurel (*Laurelia sempervirens*), araucaria (*Araucaria araucana*), lingue (*Persea lingue*), roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*) y mañío (*Podocarpus saligna*).

Pestización

La pestización o incremento de organismos en un ecosistema constituye daño a algunos de sus componentes, disminución de su productividad o aumento en sus costos de producción. Se debe, principalmente, a la devastación de algunos elementos que comprenden mecanismos cibernéticos de control del sistema. En otros casos, las diversas opciones de manejo de los recursos naturales del ecosistema pueden favorecer secundariamente el establecimiento de plagas. La introducción de organismos exóticos que no tienen enemigos naturales, tal como ocurre en su lugar de origen, determina en el nuevo ambiente una densidad poblacional elevada, constituyéndose, a menudo, en organismos dañinos de consideración. En diversas regiones o subregiones naturales nacionales esta enfermedad ecosistémica es un problema crítico.

- La subregión de los Valles Transversales del Desierto presenta, fundamentalmente, presencia y riesgo latente de plagas de hongos e insectos, favorecidas por los factores de clima subtropical y templado-cálido y la alta humedad relativa que existe especialmente en las proximidades al litoral. Se puede mencionar, a modo de ejemplo, el caso de la mosca de la fruta, que se estableció en esta zona, a pesar de los numerosos intentos realizados por erradicarla, lo cual ha significado un elevado costo. La aplicación de insecticidas y de controles químicos en general, para las diversas plagas, ha significado la extinción indiscriminada de organismos que actúan como control natural de otras plagas, dejando al ecosistema vulnerable o susceptible para su propagación.

- En la región de Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes uno de los problemas principales de pestización lo constituye la invasión de arbustos tipo maleza como consecuencia del mal manejo y sobreutilización de la pradera. Por efecto del fuego a menudo se produce una invasión de hierbas de escaso valor forrajero, especialmente murtilla (*Empetrum rubrum*). La murtilla ocupa grandes extensiones en los mejores suelos y actualmente se estima que es una especie dominante en alrededor de 350.000 há. En esta región son también importantes mata verde (*Chilothrichium diffusum*), mata negra (*Verbena tridens*), mata barrosa (*Mulinum spinosum*) y otras que ocupan también grandes extensiones. Las razones de invasión de la mata negra se han atribuido, en general, a deficiencias en el manejo de la pradera natural por exceso de ganado en algunas épo-

El pino insigne en Chile

Introducir una especie arbórea interesante desde el punto de vista económico, desde un país a otro, es un problema que debe estudiarse y evaluarse detenidamente.

Que una especie, fuera de su lugar de origen, encuentre condiciones adecuadas para su establecimiento y desarrollo, llegando a superar sus tasas de crecimiento históricas, no significa que el problema esté resuelto. La respuesta de la especie al nuevo medio —suelo-clima— es tan importante como el efecto de la misma sobre ese medio, en el inmediato, mediano y largo plazo.

En la medida en que sea posible, a través de la investigación, se debe detectar, evaluar y proyectar los efectos de introducir masivamente una especie, de modo de poder dirigir y controlar adecuadamente ese recurso artificial. Vale decir, estaremos en condiciones de saber dónde, cómo y cuánto plantar.

El caso más importante de introducción de especies en Chile lo representa el Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don). Especie conífera originaria de Monterrey, California, E.E.UU., que llega al país a principios de este siglo.

Especie interesante por el rápido crecimiento que alcanza en las condiciones locales —edad comercial entre 20 a 25 años—, por sus múltiples usos —celulosa y papel, madera serrada, madera tableros, postes, etc.—, por su calidad homogénea y su facilidad de explotación.

Se puede afirmar que en la orientación, planificación y dirección del recurso forestal de Pino Insigne en el país, ha primado fundamentalmente un criterio de rentabilidad económica.

Los evidentes signos de degradación que presenta gran parte de nuestro paisaje

natural, la pérdida indiscriminada de un recurso base tan valioso y lento de recuperar como el suelo, producto del uso y manejo inadecuado de la tierra y sus recursos forestales nativos, le han permitido al Pino Insigne tomar un lugar importante como alternativa para detener procesos erosivos y recuperar suelos prácticamente improductivos. En este sentido, los riesgos ecológicos que implica trabajar con un monocultivo forestal masificado —peligro potencial de enfermedades y plagas— se atenúan cuando el área natural utilizada ya está fuertemente degradada y no existe una mejor alternativa de producción.

Sin embargo, los riesgos económicos siguen vigentes. En la actualidad, cuando se ha llegado a casi un millón de hectáreas (10.000 kilómetros cuadrados) con plantaciones de Pino Insigne (Estadísticas Forestales 1983. Instituto Forestal), es importante tomar conciencia de lo que representa manejar y utilizar ese recurso racionalmente.

Las políticas forestales deben ser acordes con la capacidad física que tiene el país para soportar un recurso forestal artificial, y con la capacidad económica para poder extraer, transportar y transformar ese recurso en productos rentables.

La legislación forestal debe ser lo suficientemente completa y ágil en su aplicación, de modo que regule con un criterio económico y ecológico el fomento y manejo de plantaciones de Pino Insigne.

Por último, debe existir una mancomunidad de intereses, en la que el Estado, la empresa privada y la investigación forestal trabajen unidos para obtener soluciones consistentes y objetivas con los múltiples desafíos y riesgos que implica trabajar con este recurso natural renovable.

Antecedentes del pino insigne en Chile

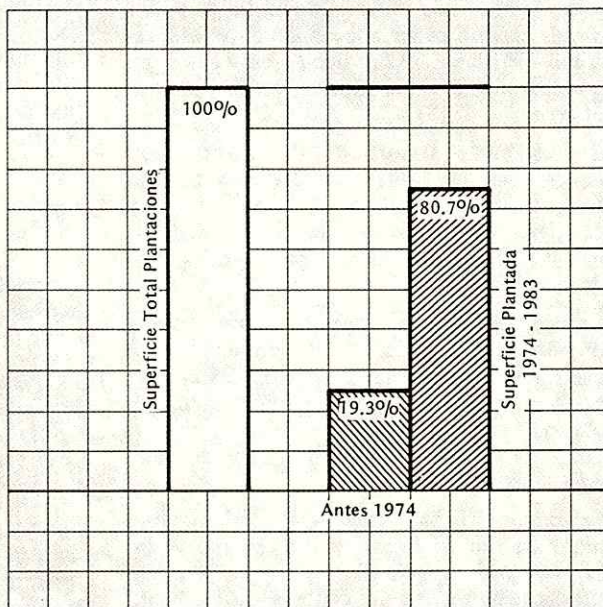
1. SUPERFICIE BOSQUE NATIVO Y PLANTACIONES FORESTALES

i) Superficie bosque nativo comercial*			7.616.500 há
ii) Superficie plantaciones forestales			
Pino Insigne	967.719 Há	(90.6%)	
Otras Especies	99.969 Há	(9.4%)	
Subtotal	1.067.500 Hás.	(100.0%)	1.067.500 há
iii) TOTAL			8.684.000 há

* No incluye Areas Protegidas.

2. SUPERFICIE ANUAL PLANTADA CON PINO INSIGNE

AÑO	SUPERFICIE (Há)
1974	56.223
1975	82.594
1976	107.703
1977	93.212
1978	78.987
1979	52.018
1980	72.734
1981	93.214
1982	68.633
1983	76.331
TOTAL/74-83	781.649



3. PINO INSIGNE POR REGION

REGION	SUPERFICIE (Há)	VOLUMEN ESTIMADO* (mill. m ³)
Metropolitana	1.025	0.1
V	23.817	2.5
VI	50.168	1.9
VII	166.941	18.4
VIII	496.701	52.4
IX	162.987	13.7
X	66.080	5.0
TOTAL	967.719	94.1

* Metros cúbicos de plantaciones por región.

4. INSUMO ANUAL DE MADERA EN TROZO PARA LA INDUSTRIA

AÑO	MILLONES DE m ³
1974	4.3
1975	3.6
1976	4.8
1977	4.9
1978	6.7
1979	8.2
1980	8.0
1981	7.0
1982	6.2
1983	8.0

5. PROYECCION DE VOLUMEN POR TRIENIOS

TRIENIO	VOLUMEN DISPONIBLE (mill. m ³)
1983 - 1985	10.9
1986 - 1988	11.8
1989 - 1991	17.7
1992 - 1994	20.1
1995 - 1997	21.9
1998 - 2.000	41.7
2001 - 2003	37.1

6. PROYECCION POR REGION DE LA EVOLUCION DE LA DISPONIBILIDAD DE MADERA EN PIE

Base = Trienio 1983 - 1985
 Proyección = Trienio 2001 - 2003

REGION	CRECIMIENTO RESPECTO A BASE
V	1.3 veces
VI	12.0 veces
VII	2.0 veces
VIII	3.5 veces
IX	3.2 veces
X	12.2 veces

Fuente: Estadísticas Forestales 1983. Instituto Forestal.

Los volúmenes disponibles de madera, a partir de los próximos años, obligan a pensar en un importante crecimiento de la infraestructura portuaria, caminera y ferroviaria y en un crecimiento significativo de la capacidad instalada industrial del sector. *Las posibilidades de comercialización de*

los productos estarán sujetas, por una parte, a la venta en los mercados internacionales, pero fundamentalmente a las posibilidades de procesar y utilizar en el país esta materia prima, transformándola en un producto accesible, que permita dar soluciones a múltiples necesidades de nuestra población.



cas del año, a la falta de cercados adecuados, a escasez de forraje en períodos críticos, y a degradación del suelo por erosión eólica.

En general, el deterioro de la pradera y la menor densidad de la cubierta dan lugar a una invasión de arbustos y plantas tipo cojín que pueden llegar a desplazar a la pradera original, con lo cual disminuye su calidad. El control de la mata negra ha permitido que en suelos donde sólo existía la posibilidad de criar una oveja cada veinte há se haya logrado obtener cinco ovejas por há, con lo cual el costo de habilitación es compensado ampliamente, de acuerdo con algunas experiencias locales³⁷. Los conejos han sido también una plaga en la región, invadiendo con consecuencias catastróficas Tierra del Fuego, lo cual ha sido controlado parcialmente.

- La pestización también constituye un problema relevante en las subregiones de Lomajes de la Costa, Precordillera y Piedmont Andino, Llano Central, Valles Transversales de las Serranías, Lomajes y Llanos de Chiloé y en la región de la Cordillera de la Costa. En el Llano Central, en la zona de riego, el agua se ha convertido en un vehículo para la diseminación de la semilla de malezas. Como consecuencia del descuido que existe para mantener limpios los bordes de los canales, éstos están cubiertos de maleza. Estos bordes sirven de asiento para el desarrollo de malezas perennes, tales como zarzamora y galega, cuyas semillas caen al canal de riego. El sistema usual de mantención de los canales es incompatible con el control de malezas.

- Otras plagas que tienen relevancia en diversos ecosistemas son: maicillo (*Sorghum halepense*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), gusanos cortadores (*Agrostis spp.*), hierba azul (*Echium vulgare*), pulgones del trigo (*Sitovium avenae*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalo Siphum padi*), nematodo de la alfalfa (*Ditylenchus dipsasi*) y avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*). Estas plagas deterioran el aspecto sanitario de los ecosistemas productivos. Algunas plagas son favorecidas por la roturación del suelo, lo cual genera problemas serios de competencia por los recursos con los cultivos, como es el caso de maicillo y hierba azul en los cultivos de trigo, afectando su rendimiento.

Contaminación

La contaminación del medio ambiente, tanto en su aspecto hídrico, atmosférico o biocénico, por acumulación de desechos provenientes de productos aplicados al control de plagas, de la combustión, de la fertilización y otros, es una enfermedad ecosistémica que se presenta principalmente en la región de Valles y Llanos, en los que los procesos de urbanización, industrialización y la aplicación de tecnología en forma intensiva e indiscriminada han sido una característica acentuada.

Inundación

La inundación se presenta como enfermedad ecosistémica, en general, sólo en algunos ecosistemas en forma localizada y con cierta frecuencia, aunque la magnitud de los daños que ocasiona puede ser elevada. En la región de Valles y Llanos y, fundamentalmente, en el Llano Central, la devastación de la fitocenosis, pérdida de la estructura del suelo y obstrucción de los cauces naturales, ha favorecido el escurrimiento hídrico superficial excesivo, dando lugar a periódicas inundaciones durante el período de lluvias invernales con graves consecuencias para la población. Los desbordes de los ríos, con la consecuente inundación de terrenos agrícolas y urbanos, anegamiento de casas, ruptura de puentes e interrupción de las vías terrestres de comunicación, han producido en ocasiones pérdida de vidas y pérdidas económicas considerables. Sin embargo las soluciones apuntan, en general, hacia los efectos y no hacia las causas y es así como el fenómeno se repite periódicamente haciéndose crónico.

Sedimentación

La sedimentación excesiva de partículas transportadas por agentes hídricos, eólicos, atmosféricos o gravitacionales se presenta con relativa importancia en la subregión de Lomajes de la Costa y en la región de Valles y Llanos, excepto en la subregión de Valles Cordilleranos. Un caso particularmente notorio lo constituye la formación de dunas en el litoral. Esta enfermedad resulta insignificante en el resto de las regiones y subregiones.

Enfermedades tecnoestructurales

La cementación se presenta con una importancia relativa muy alta en la subregión del Llano Central y tiene un desarrollo acelerado en esta etapa de transformación de los ecosistemas naturales. El exceso de estructuras de hormigón, piedra, pavimento y otros ha significado una desnaturalización del medio urbano, principalmente, y también del rural. En los Valles Transversales de las Serranías y, en menor grado, en la subregión de Lomajes de la Costa es también importante.

El desarrollo de estructuras urbanas excesivas en relación a la posición y tamaño de cada cuenca —o gigantización— se presenta con gran relevancia en el Llano Central y en los Valles Transversales y en menor grado en los Lomajes de la Costa.

El desarrollo de los centros urbanos, industrias y caminos obliga a la agricultura a desprenderse de una parte de sus tierras. A pesar de ser los suelos de mejor calidad tan escasos es precisamente en ellos donde se está produciendo una acelerada urbanización. Son muchas las ciudades construidas en esta clase de suelos y, en este momento, no debe planificarse su expansión a base de ellos. La expansión urbana descontrolada sólo se justifica desde un punto de vista histórico, cuando la población del país era reducida, las necesidades de alimento escasas y las disponibilidades de tierra consideradas como ilimitadas. En la actualidad el problema es diferente, y la expansión de las ciudades se ha hecho en forma irracional en relación a la sustracción de tierras agrícolas. En el futuro cercano el problema va a ser grave, por cuanto se presume un aumento abrupto de las áreas urbanas, industriales y viales.

La miniaturización o estructuras urbanas insignificantes en relación a la posición y tamaño de cada cuenca y al óptimo potencial de cada ecosistema, es una enfermedad particularmente importante en la subregión de Archipiélagos con Vegetación Mixta Matorral Boscosa y en la región de Planicies y Mesetas de Aysen y Magallanes como también en los Valles Cordilleranos. Estas regiones se caracterizan, en general, por una baja densidad poblacional en relación a la que podrían mantener. En otras regiones —como la Cordillera de la Costa con Bosque, Terrazas y Mesetas Litorales, subregión de Cordillera Andina de Estepa y Montes y Cordillera Andina con Bosques— esta enfermedad tiene una importancia media. En muchas regiones la miniaturización y la gigantización se presentan simultáneamente como problema relevante en las diferentes cuencas que las conforman.

La reducción del tiempo y del espacio a magnitudes mínimas, como ocurre con la televisión, jardines, invernaderos, radios, música envasada, etc., es también una expresión de la miniaturización que termina, eventualmente, en un mundo exterior irreal que cuando se exagera puede afectar la calidad de vida.

El ruido es una enfermedad poco generalizada, pero es importante, fundamentalmente, en las grandes ciudades de algunas subregiones del Llano Central y Lomajes de la Costa. En los sectores rurales no se presenta en la actualidad como un problema.

Los cercados o muros artificiales de separación se presentan también en las grandes ciudades en forma exagerada en algunos casos, principalmente en el Llano Central. En el campo se expresa en el establecimiento de divisiones de la propiedad que, a menudo, no corresponden a divisiones naturales de la cuenca, de tal forma que permitan un mejor manejo del ecosistema predial. Esta situación se presenta con una importancia media en el Llano Central y Valles Transversales de las Serranías y, en menor grado, en la región de la Cordillera de la Costa con Bosque, Terrazas y Mesetas Litorales y subregiones de Lomajes de la Costa y de Serranías.

Enfermedades socioestructurales

El aumento creciente de la complejidad, diversificación y artificialización de las estructuras urbanas ha generado un ambiente diferente de aquel en el que el hombre ha evolucionado preponderantemente desde su aparición sobre la tierra. El hombre primitivo evolucionó en un medio diversificado de animales, plantas y recursos abióticos. La velocidad y magnitud de artificialización

Urbanización y reservas de la biósfera

Las variaciones en relación al tipo de utilización del espacio, de los recursos, y el desarrollo de otros sectores de la economía del país, han producido un desplazamiento del recurso humano hacia diferentes actividades económicas desde sectores que han decrecido proporcionalmente. La participación del sector agrícola ha ido disminuyen-

do progresivamente en los últimos años, siendo actualmente del orden del 15 por ciento. Una de las causas de la pérdida de capacidad de empleo del sector ha sido su fuerte tecnificación en las últimas décadas, la cual ha provocado la migración de la población rural hacia las ciudades.

PARTICIPACION DE LA FUERZA DE TRABAJO DEL SECTOR AGRICOLA EN LOS TOTALES DEL PAIS			
Año	%	Año	%
1930	37,5	1970	20,0
1940	35,5	1980	16,3
1952	30,1	1981	15,0
1960	27,7		

Fuente: INE, 1982.

El crecimiento poblacional ha presentado una tasa anual diferente, dependiendo de si se trata del componente urbano o rural. Entre el censo de 1960 y el de 1970, la población urbana aumentó en un 32,7

por ciento, con una tasa anual de 2,9 por ciento. La población rural, en cambio, tuvo un decrecimiento de 5,66 por ciento, con una tasa de disminución de 0,58 por ciento.

POBLACION TOTAL, URBANA Y RURAL DE CHILE; CIFRAS EN MILES DE PERSONAS					
CENSOS	POBLACION TOTAL	URBANA	RURAL	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	
				Urbana	Rural
1960 %o	7.374,1 100,0	6.029,1 68,2	2.345,0 31,8	—	—
1970 %o	8.884,8 100,0	6.672,5 75,1	2.212,3 24,9	2,89	-0,58
1982 %o	11.275,4 100,0	9.132,9 81,0	2.142,5 19,0	2,65	-0,27

Fuente: Gémines, Geografía de Chile, Andrés Bello, Santiago, Chile, 1982.

Entre 1970 y 1982, la población urbana aumentó en un 36,9 por ciento, con una tasa anual de 2,7 por ciento; en tanto, la población rural decreció en un 3,2 por ciento, con una tasa negativa anual de 0,3 por ciento. Las cifras ponen de manifiesto el fenómeno de migración rural.

Dada la presión humana por intervenir y 'cosechar' los más diversos ecosistemas, se requiere de un esfuerzo especial para

preservarlos de su acción, tanto en lo que se refiere a la 'cosecha' como al efecto de productos y actividades originadas en sectores circundantes. A menudo, resulta de un costo elevado mantener reservas de la biósfera. En el país existen algunas reservas de este tipo que cumplen estrictamente con este objetivo, por estar reglamentadas y controladas adecuadamente: parques nacionales, monumentos nacionales, bosques nacionales, etc.

Existe, sin embargo, una insuficiencia de sectores pequeños, excluidos de procesos de intervención y 'cosecha', de manera que no es factible comparar significativamente el efecto de la actividad humana sobre el eco-

sistema. Las exclusiones de este tipo son, en la actualidad, consideradas como esenciales en los planes de estudio del manejo y conservación de los recursos naturales renovables.

FUERZA DE TRABAJO POR ACTIVIDAD ECONOMICA DE CHILE: TOTAL, RURAL Y URBANO (Marzo, 1982)						
ACTIVIDAD ECONOMICA	MILES DE PERSONAS			COMPOSICION PORCENTUAL		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
I Actividades productoras de bienes	1.685,2	1.072,4	612,8	43,4	34,7	78,0
● Agricultura, caza, silvicultura y pesca	(693,4)	(157,7)	(535,7)	(17,9)	(5,1)	(68,2)
● Explotación de minas y canteras	(75,6)	(63,6)	(11,9)	(1,9)	(2,1)	(1,5)
● Industrias manufactureras	(615,8)	(579,4)	(36,4)	(15,9)	(18,7)	(4,6)
● Construcción	(300,4)	(271,7)	(28,7)	(7,7)	(8,8)	(3,7)
II Actividades productoras de servicios	1.784,5	1.646,0	138,4	46,0	53,2	17,6
● Comercio	(599,7)	(565,5)	(34,2)	(15,5)	(18,3)	(4,4)
● Servicios de gobierno y financieros	(354,6)	(312,3)	(42,3)	(9,1)	(10,1)	(5,4)
● Servicios personales y de los hogares	(456,1)	(421,1)	(35,0)	(11,8)	(13,6)	(4,5)
● Servicios comunales y sociales	(374,1)	(347,2)	(27,0)	(9,6)	(11,2)	(3,4)
III Transporte, almacenaje, comunicaciones y utilidad pública	258,8	242,5	16,3	6,7	7,8	2,1
IV Actividades no bien especificadas	7,8	7,1	0,7	0,2	0,2	0,1
VI Buscan trabajo por primera vez	142,5	125,0	17,5	3,7	4,0	2,2
TOTAL FUERZA DE TRABAJO	3.878,8	3.093,1	785,7	100,0	100,0	100,0

Fuente: Universidad de Chile, Departamento de Economía.

de los ecosistemas son tales que parecen sobrepasar su capacidad de adaptación y ajuste a los cambios ambientales provocados. Las nuevas adaptaciones que este fenómeno signifique para el hombre aparecen como difíciles de predecir, aunque los efectos actuales son evidentes en relación al aumento de ciertas enfermedades en la población, principalmente a nivel del sistema nervioso. Entre otras, la intensificación del stress o incremento de las probabilidades de fracaso o riesgo de los individuos o de la población genera tensiones nerviosas que afectan la socioestructura e inciden, consecuentemente, en la tecnoestructura y artificialización de la biogeoeestructura. Esta enfermedad se presenta en forma importante en las grandes urbes, principalmente del Llano Central, donde los procesos de urbanización e industrialización han sido mayores. Son también importantes en esta subregión, y en menor grado en otras, enfermedades tales como pérdida de condiciones de recreación, la antropización del medio antrópico y el consumismo.

Hasta hace algunos años, los habitantes de las ciudades se conformaban con disponer de algunas plazas en cada barrio para satisfacer sus demandas de esparcimiento al aire libre. Sólo un porcentaje reducido hacía uso de los balnearios de la costa y cordillera. La disminución de espacios naturales y de lugares silenciosos en la ciudad ha reducido y deteriorado los lugares de recreación de la población. En los últimos años, la demanda de esparcimiento se ha hecho crítica en muchas ciudades. El proceso de crecimiento y urbanización de las grandes urbes ha aumentado considerablemente la distancia desde el medio urbano al rural, donde se podría encontrar el ambiente adecuado de recreación, a pesar del aumento del estándar de vida y de las facilidades de transporte. Se ha restado importancia a la posibilidad de destinar aquellos sectores estratégicamente ubicados para ser utilizados turísticamente y alcanzar así, de acuerdo al principio de uso múltiple y la capacidad de uso, el uso primordial que debe asignárseles a muchas tierras.

La mejor conexión entre urbe y campo, en términos de transporte y comunicación, ha permitido un mayor flujo de información hacia el medio rural. El mayor aislamiento en que se desarrollaba la vida del sector había permitido conservar cierta cultura con características propias que la diferenciaban de la ciudad y que, en la actualidad, están desapareciendo. Conjuntamente con el deterioro del medio rural, el mayor flujo de información desde la ciudad han actuado como elemento de atracción acortando las distancias y ha determinado una migración poblacional desde un sector que ha disminuido proporcionalmente su capacidad de generar empleo. La creciente tecnificación de los ecosistemas productivos ha producido un reemplazo de la mano de obra por la maquinaria y, así, el habitante rural busca nuevas perspectivas laborales y de vida en la ciudad.

Regiones poco artificializadas

Una superficie equivalente a un 26 por ciento de la superficie de Chile en el territorio americano, presenta escasa o nula intervención humana y las enfermedades ecosistémicas tienen una importancia insignificante, comprendiendo la subregión Alta Cordillera de Roqueríos y Nieves Eternas, Cordillera Andina con Glaciares Continentales y región del Desierto de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Esta superficie, poco artificializada debido a la severa adversidad social ambiental natural para la vida humana, se incrementa al considerar la superficie antártica chilena.

La Alta Cordillera de Roqueríos y Nieves Eternas, ubicada sobre la línea de la vegetación, donde las condiciones climáticas y de altitud determinan un bajo valor agrícola, ganadero o forestal directo, comprende aproximadamente 1.790.000 há. Las nieves y ventisqueros de esta zona son importantes pues alimentan las masas de agua, especialmente en el período en que disminuyen las precipitaciones y el aporte hídrico fundamental lo determina el deshielo. La cantidad de agua disponible para el riego se puede predecir mediante un conocimiento acabado de los factores relacionados con la acumulación de nieve, evaporación y deshielo, lo que es importante para regularizar la utilización del recurso hídrico. La belleza de sus paisajes y condiciones de recreación constituyen a esta subregión en fuente de atracción turística.

La Cordillera Andina con Glaciares Continentales representa alrededor de 3.254.000 há. sin valor agrícola, ganadero o forestal directo. La dificultad de acceso a los glaciales, muchos de los cuales terminan en lagos y alcanzan la zona de los canales, ha impedido determinar los usos opcionales

Uso de la tierra

La utilización actual del espacio de recursos naturales renovables del país se relaciona con las características ambientales en las cuales el hombre se desenvuelve, repercutiendo en su alimentación, en el tipo y calidad del empleo y, en general, en su calidad de vida. Según el V Censo Nacional Agro-

pecuario del año 1975-1976, de los —aproximadamente— 76 millones de há. que posee Chile en el territorio americano, una superficie total de 28.759.161 há se la repartían 305.518 predios. La distribución, de acuerdo a su utilización, se muestra en el siguiente Cuadro:

DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE PREDIAL NACIONAL DE ACUERDO A SU UTILIZACION		
Tierras de cultivo y labranza	3.317.812	há.
Praderas naturales	10.854.042	
Praderas mejoradas	1.315.425	
Plantaciones forestales, bosques y montes de explotación	1.523.071	
Bosques y montes naturales de explotación	4.427.254	
Tierras estériles (áridas, pedregales, arenales, dunas, etc.)	6.947.793	
Tierras de uso indirecto (construcciones, canales, etc.)	373.761	
TOTAL	28.759.161	há.

Fuente: INE, 1978.

Antecedentes recientes revelan que de la tierra destinada a cultivos, 610 mil há se destinan a cereales; 260 mil há a leguminosas y papas; 35 mil há a cultivos industriales; 10 mil há a plantas forrajeras; 92 mil há a forestales y 106 mil a viñas y parronales.

La masa ganadera está constituida, aproximadamente, por 3,4 millones de bovinos; 5,7 millones de ovinos, y alrededor de 900 mil porcinos. El incremento de la masa ganadera, en el período 1970-76, fue de un 15 por ciento en los bovinos; 7 por ciento en los ovinos y un 13 por ciento en los porcinos. Estas tasas se han mantenido en períodos posteriores.

La producción de ganadería incluye principalmente carne y leche de bovinos; carne y lana de ovinos; carne y grasa de porcinos y carne y hueso de aves. Genera alrededor del 40 por ciento del producto del sector agrícola, superando por más de un 60 por

ciento a la importancia que, en este aspecto, tienen los cultivos.

Las gallinas, aves y pollos contabilizan alrededor de 12,8 millones. Los patos, pavos, gansos y conejos se mencionan como especies de menor importancia. La producción de huevos es de alrededor de 1,4 millones y la de la leche de 1.200 millones de litros ¹.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Estadísticas indica que las tierras sujetas a explotaciones en Chile, para distintos usos, totalizaban en 1980 una superficie de 37.956.700 há. De ese total, los cultivos anuales ocupaban sólo 1.214.900 há (3,2 por ciento); los cultivos permanentes —viñas y frutales— 202.000 há (0,35 por ciento); las praderas artificiales, 620.300 há (1,63 por ciento); las cifras de barbechos, 1.295.700 há (3,41 por ciento); las praderas naturales y mejoradas, 12.658.700 há (33,35 por ciento), y el resto de las tierras 9.793.800 há (25,80 por ciento).

de la subregión. Se destaca el valor escénico de la zona en general como motivo de atracción para aquellos lugares más accesibles.

La región de Desierto de Tarapacá, Antofagasta y Atacama tampoco presenta uso agrícola, debido a la sequía o aridez absoluta, salvo algunas zonas con algunos valles y oasis que cuentan incluso con riego.

Acciones implementadas

Se han emprendido diversas acciones para combatir las enfermedades de los ecosistemas naturales. Se puede mencionar, entre otras, las medidas para controlar la erosión mediante la aplicación de normas de conservación de suelo, curvas de nivel, gaviones, relleno de cárcavas, reforestación de suelos erosionados con árboles, arbustos y pastizales, control de dunas utilizando la especie *Ammophila arenaria* para estabilizarlas, como etapa previa a la reforestación; aplicación de insecticidas, herbicidas, fungicidas y productos químicos en general, con el propósito de eliminar pestes; medidas tendientes a disminuir la contaminación atmosférica en algunas ciudades y ecosistemas; incorporación de normas de manejo de praderas y silvicultura; creación de establecimientos educacionales relacionados con la utilización de recursos naturales y ordenamiento administrativo del país mediante la regionalización.

El resultado de las acciones emprendidas ha sido variado. A menudo, las medidas han estado dirigidas a reparar los efectos antes que las causas. En algunos casos se ha tenido un éxito momentáneo y en otros se han generado o acentuado otras enfermedades. Aquellas medidas que han apuntado a soluciones con una visión de sustentación permanente del sistema han tenido, en general, mayor éxito.

Algunos sectores de la ecósfera se destinan, actualmente, como lugares de preservación de los ecosistemas naturales en su estado original. Diversos países han establecido santuarios de la naturaleza, donde se preservan los elementos originales, a través de disposiciones legales y administrativas que evitan el uso y la transformación del recurso. Uno de los objetivos que, a menudo, se persigue lograr de este uso de la tierra, es preservar algunos ecosistemas naturales y el germoplasma* existente, que actualmente se encuentra en peligro de extinción, con el propósito de ser empleado eventualmente en las generaciones futuras. Otros objetivos corresponden a fines de recreación, conservación de la estética, educación e investigación medioambiental.

Los sectores excluidos aportan valiosa información acerca de la configuración de los suelos y de la vegetación y faunación. Esta información puede, eventualmente, ser empleada para el diseño de ecosistemas mejorados y para la búsqueda de germoplasma nativo susceptible de ser utilizado en el desarrollo de ecosistemas de mayor calidad antrópica.

La tenencia de la tierra ha sufrido modificaciones en los últimos años como consecuencia de la aplicación de medidas cuyos costos y beneficios aún se discuten. En muchos casos, las divisiones de la tierra no han considerado la existencia de entidades ecosistémicas naturalmente separables y que, por corresponder a unidades funcionales, su utilización sería más fácilmente optimizada. El establecimiento de divisiones dentro de la propiedad, a menudo, tampoco ha considerado divisiones naturales, las cuales están dadas, principalmente, por las diferentes posiciones fisiográficas de la cuenca. Frecuentemente, la ignorancia o la indiferencia hacia principios fundamentales del funcionamiento de los ecosistemas se ha traducido en sub o sobreutilización de muchos predios y regiones.

La preocupación, tanto mundial como nacional, por el problema ambiental y sus consecuencias en la calidad de vida ha ido aumentando en los últimos años. El cúmulo de propaganda concientizadora y de opiniones es una característica de la época actual, considerándose de buen tono referirse o estar de alguna manera relacionado con tal contingencia. A menudo, la iniciativa la han tomado personas o grupos impulsados por un loable espíritu altruista y humanitario; sin embargo, las ac-

* Germoplasma: *material reproductivo*.

Elementos para el desarrollo de una política

- Cualquier política de desarrollo y conservación de los recursos naturales requiere, como etapa inicial, un conocimiento detallado del estado de los recursos naturales, representados cartográficamente a fin de cuantificar periódica y espacialmente la magnitud del daño y evaluar la trayectoria del cambio. Todo lo cual implica una zonificación de las distintas regiones naturales del país con el propósito de minimizar el esfuerzo para recolectar la información.
- Se requiere, además, considerar los indicadores de degradación y deterioro de los recursos naturales a nivel de ecosistemas como un todo —bosques, praderas, desiertos, lagos, ríos, mares, etc.— o de sus diversos componentes —suelo, sedimentos, vegetación, fauna, atmósfera, agua, etc.
- La evaluación del daño supone la investigación del efecto del deterioro en factores tales como productividad del sistema, longevidad, requerimientos de mano de obra, capacidad de uso, etc.; factores que, de una u otra manera, inciden en los beneficios que el deterioro genera para el ambiente del hombre, medidos en términos de rentabilidad, cantidad de empleo y eficiencia en el uso de los recursos, etc.
- Al elaborar políticas de desarrollo y conservación de los recursos naturales es importante, también, generar mecanismos rutinarios de seguimiento del estado de la condición del sistema, según técnicas adecuadas a los problemas específicos, sensores remotos, fotografías satélites, estadísticas periódicas relativas al recurso, etc.
- Fomento y desarrollo de una línea de investigación son elementos que deben considerarse en la determinación de una eventual política de desarrollo medioambiental; como asimismo, es necesario una evaluación ambiental sistemática, en términos de determinar la factibilidad ambiental y conservacionista y no sólo la rentabilidad económica de los recursos naturales renovables.
- La cultura conservacionista, tanto del hombre rural como del habitante urbano, está lejos de ser la ideal dentro de un marco de adecuado desarrollo del país, no ha habido, ni se contemplan programas adecuados de educación a este respecto, lo que permite suponer que actividades de extensión que tiendan al desarrollo de una cultura no devastadora, adecuada a los requerimientos tanto regionales como nacionales, podrían constituirse en elementos adecuados dentro de una formulación de políticas de desarrollo medioambiental.
- Una práctica legislativa inoportuna deriva en un progreso del daño a los recursos naturales y en la carencia de estímulos para un manejo conveniente de los mismos. Por lo tanto, una política de desarrollo debiera insistir en el desarrollo de un cuerpo legal moderno y armónico con los requerimientos del medio y con las necesidades de la población.
- Es necesario estimular y desarrollar las actividades de conservación en instituciones tanto públicas como privadas.

ciones realizadas han sido escasas y, a menudo, inadecuadas, generando conflictos de diversa índole.

Las proposiciones de soluciones de las enfermedades del ecosistema y mejoramiento del medio ambiente no logran consenso. La confusión reinante, sin embargo, no corresponde a un déficit de información ambiental de nivel científico o tecnológico, como tampoco a una tecnoestructura insuficiente. Lo que aparece más evidente es una crisis de objetivos o propósitos del hombre en la utilización de la tierra, en relación a la búsqueda de soluciones permanentes versus soluciones circunstanciales, aplicables a cada caso. La utilización de la tierra, de acuerdo a su capacidad de uso, manejo adecuado del concepto de uso múltiple y al aporte científico-tecnológico existente, parece obstaculizada por un conflicto de escala espacio-temporal. Este conflicto se ha ido acen- tuando con el aumento de la densidad poblacional y de la escasez generalizada de recursos. El conflicto de escala espacio-temporal está determinado por el predominio de los intereses indivi- duales por sobre los poblacionales o sociales, y los de ambos por sobre los generacionales de la espe- cie o de sustentación permanente de los ecosistemas. Este gradiente de prioridades y perspecti- vas es propio de la naturaleza biológica del hombre y, frecuentemente, sobrepasa valores de la especie, principalmente en períodos de crisis.

El marco del conflicto está regulado actualmente por las opciones de desarrollo que presentan los mecanismos de funcionamiento transnacionales, internacionales y nacionales, en orden de jerarquía decreciente. Cada persona en particular tiende a maximizar beneficios económicos en el mínimo plazo y decide el tipo de utilización de su espacio de recursos de acuerdo a las opciones más rentables, determinadas en primera instancia por la nación. De igual forma la nación decide las opciones más rentables de utilización del espacio del recurso nacional, en pos del cumplimiento de metas sociales, de lucro y bien común, determinadas por los mecanismos de funcionamiento entre naciones. El espacio de recursos del conjunto de naciones tiene opciones de utilización deter- minadas por las relaciones transnacionales. Esto ha significado el predominio de una economía de escala aplicada a los recursos naturales que no considera las diferencias en relación a los tipos de utilización del espacio, destinándose los suelos masivamente a las actividades que en el momento presentan las relaciones económicas más atractivas. En otras palabras, el uso de la tierra está de- terminado por la demanda del momento y no por su capacidad de uso, ignorándose y sobrepasán- dose en muchos casos, el funcionamiento y capacidades de regeneración, generación, metaboliza- ción y reciclaje de cada ecosistema. En estos casos, no sólo se subutiliza el recurso en relación a sus usos opcionales, sino que, además, se degrada y frecuentemente se destruye.

Los efectos de las decisiones de utilización de los ecosistemas en el presente, vienen a constatarse en plazos que salen de los usuales en la planificación económica. En la confrontación de priorida- des, que tienden a maximizar beneficios y minimizar costos, las iniciativas conservacionistas y de sustentación permanente representan a la mayoría silenciosa de las generaciones futuras de la espe- cie humana.