

# **El Valor de la Biodiversidad en Chile**

## **Aspectos económicos, ambientales y legales**

### Investigadores:

Consuelo Espinosa P.  
Marcela Arqueros W.

**Editores:**

Marcel Claude  
Rodrigo Pizarro

## INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica o biodiversidad se refiere a la variedad y variabilidad de todos los organismos vivos. No se trata de la suma de todos estos organismos, sino que por el contrario representa la variabilidad dentro y entre ellos. Por lo tanto, se trata de un “atributo de la vida”, a diferencia de los “recursos biológicos”, que son componentes bióticos tangibles de los ecosistemas.

La biodiversidad puede medirse a diferentes niveles: desde variantes genéticas pertenecientes a la misma especie, pasando por conjuntos de géneros, familias, hasta la variedad de ecosistemas. Estos niveles de la biodiversidad son producto de más de tres mil millones de años de evolución y constituyen la base para la supervivencia de nuestra propia especie.

La biodiversidad tiene un valor intrínseco para los humanos, ya que sustenta nuestra existencia, nuestra economía, nuestro desarrollo social y nuestras comunidades humanas, y de hecho, representa un activo global de gran valor para las generaciones presentes y futuras. Ante esta realidad, el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), reconoce los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos de la biodiversidad y de sus componentes, y busca protegerla y conservarla proponiendo la utilización sustentable de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos existentes en ésta.

Desafortunadamente, a pesar de este reconocimiento, la biodiversidad mundial se ha visto amenazada por diferentes causas, entre las que se puede citar a las inmediatas y subyacentes. Entre las causas inmediatas está la

conversión y degradación de hábitats, la sobreexplotación de recursos, la contaminación, el cambio del ambiente global y la introducción de especies. Entre las subyacentes se puede citar la distorsión de precios (fallas de mercado), la inequidad en la distribución del ingreso, la ausencia de contabilidad de costos ambientales totales, los fracasos en las políticas sectoriales, las fallas en la asignación de los derechos de propiedad, etcétera.

La disminución de la biodiversidad es tan crítica que se estima que la actual tasa de extinción de las especies es entre 1.000 a 10.000 veces mayor que sus tasas naturales de extinción. Si esta tendencia continúa, se estima que cerca de dos millones de especies de plantas y animales serán exterminadas en todo el mundo a mediados de este nuevo siglo.

La biodiversidad chilena no escapa a esta realidad, y ya para finales de 1999, 47 especies de animales fueron catalogadas como en peligro de extinción y otras 90 como vulnerables. De hecho, la biodiversidad chilena se ha visto sujeta a muchas amenazas, especialmente por la mala utilización y sobre explotación de sus componentes, poniendo en peligro el hábitat de muchas especies.

La pérdida de biodiversidad por parte de Chile todavía no es considerada como crítica, ya que si bien se han desarrollado investigaciones que permiten evidenciar una disminución y deterioro en sus componentes, no existe un reconocimiento respecto al valor potencial de aquellos bienes y servicios que se están perdiendo por esta disminución.

Inclusive, existe una tendencia a valorar solamente los productos que se obtienen de la explotación directa de la biodiversidad (tales como madera, productos agrícolas, productos del mar, entre otros), y no a valorar los otros usos de la biodiversidad que se pierden ante esta explotación (tales como

funciones ecosistémicas de reciclaje de nutrientes y de residuos, de estabilidad climática y de potencialidades en biotecnología y ecoturismo), por lo que en el ámbito del diseño de políticas públicas, priman las decisiones que se inclinan por la explotación de la biodiversidad por sobre su conservación. Es decir, a falta de un indicador real respecto al valor de la biodiversidad, se desconocen las pérdidas en las que se incurren por su destrucción, y las decisiones tomadas en torno a ésta apuntan a su destrucción.

Pero, ¿qué tan importante es la biodiversidad chilena? Tratamos de dar las primeras luces en torno a este tema, ya que el desconocimiento de los valores económicos asociados a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad se traduce en un deterioro progresivo de la misma. Es decir, consideramos que para que los argumentos tendientes a la protección de la biodiversidad tengan un peso efectivo, éstos deben ir respaldados en términos económicos.

Sin embargo, no existe consenso sobre la forma en que la biodiversidad debe ser medida, y por lo tanto en la manera en que debe abordarse su valoración. Si bien son limitadas las investigaciones que valoran la biodiversidad en otros países, se han podido identificar dos estudios de factible replicación en el país: el estudio de Pimentel e investigadores y el de Costanza e investigadores.

Para este fin, el presente estudio se divide en cinco capítulos. Previo a la aplicación de las metodologías de valoración consideramos necesario destacar la importancia de la biodiversidad chilena, así como su estado actual jurídico y de conservación, para lo cual, en el primer capítulo se realiza una breve descripción de la biodiversidad genética, de especies y ecosistémica chilena, haciendo énfasis en su variabilidad y nivel de endemismo. El segundo capítulo resume el estado de conservación de los niveles de la biodiversidad presentado en el capítulo anterior, el cual permite evidenciar el

estado crítico en el que se encuentra la biodiversidad chilena. Posteriormente, en el tercer capítulo se aborda el marco jurídico nacional e internacional existente en torno a la biodiversidad, con el fin de conocer de qué manera las leyes nacionales están incidiendo en el estado de conservación de la biodiversidad chilena.

En el cuarto capítulo se exponen los procedimientos de valoración para las dos metodologías mencionadas anteriormente, lo que permitió la estimación de dos valores para la biodiversidad chilena en 1999. Finalmente, en el quinto capítulo se analizan los resultados obtenidos y se hace una revisión de las principales conclusiones del estudio, tanto desde el punto de vista económico, como ambiental y jurídico.

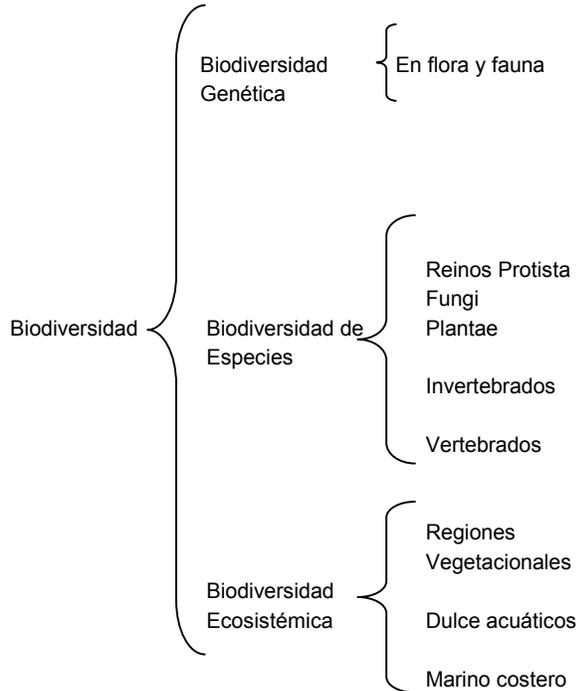
Como resultado específico del trabajo, se estiman dos valores del valor económico total (VET) de la biodiversidad chilena, los cuales son muy diferentes entre sí, debiendo atribuirse estas diferencias a aspectos meramente metodológicos. Estos valores denotan que la biodiversidad chilena no sólo es importante por la magnitud de sus componentes y por el nivel endémico de los mismos, sino también por el valor potencial que se puede obtener de sus servicios. Mientras tanto, las estimaciones presentadas deben representar el pie para futuras investigaciones en el tema y deben ser consideradas como elementos de discusión dentro de los procesos de toma de decisiones de las políticas públicas.

# CAPÍTULO I

## CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CHILENA

Antes de cuantificar la biodiversidad chilena, es necesario caracterizarla para reconocer su riqueza y singularidad. Para este fin a continuación se presenta la biodiversidad chilena desde los tres niveles más frecuentemente utilizados para su análisis: la biodiversidad genética, de especies y ecosistémica. El camino a seguir se analiza en el siguiente esquema:

**Diagrama 1: Niveles y organismos de la biodiversidad chilena**



Los genes constituyen la principal unidad de herencia que se transmite de un organismo a su descendencia, y ya sea de manera individual o colectiva, los genes activan un sinnúmero de procesos en todos los organismos<sup>1</sup>. El número de genes en una especie varía de 1.000 en bacterias a 10.000 en algunos hongos, e incluso a 700.000 o más en algunas plantas y animales<sup>2</sup>. La diversidad genética, por lo tanto, representa la variación genética dentro de los organismos vivos,

es decir, las diferencias genéticas entre la población de la misma especie y entre los individuos de dichas poblaciones<sup>3</sup>.

Por su parte, las especies son referidas como poblaciones dentro de las cuales ocurre un flujo de genes bajo condiciones naturales. La magnitud de la biodiversidad de especies a nivel mundial es virtualmente desconocida, pero hay autores que se han aventurado en una estimación. Así, Wilson<sup>4</sup> estima que el número absoluto de especies varía entre los 5 y 30 millones, de las cuales sólo 1,4 millones han sido descritas<sup>5</sup>. Para evaluar la biodiversidad de especies de una región o país, no sólo es importante enumerar las especies, sino también determinar cuán diferentes son éstas entre sí y cuán únicas son en comparación con las demás especies del mundo<sup>6</sup>. Es decir, es importante mencionar la variabilidad de las especies que se analizan, así como su grado de endemismo.

Por último, un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos que interactúan con su medio "no viviente" como una unidad funcional. En una región geográfica se pueden identificar varios ecosistemas, y si bien no se tiene un conocimiento preciso de su funcionamiento, se cree que existe una correlación entre la diversidad de especies y la estabilidad y flexibilidad de un ecosistema<sup>7</sup>. La medición y evaluación de la biodiversidad a este nivel son más difíciles de definir, por lo cual se han desarrollado, entre otras, técnicas biogeográficas<sup>i</sup> las cuales consideran atributos físicos tales como suelo y clima<sup>8</sup>.

El análisis que se presenta a continuación respecto a estos componentes de la biodiversidad no es homogéneo, ya que si bien para el caso de la biodiversidad de especies se puede hablar en

<sup>i</sup> Basadas en la distribución de especies, ecorregiones o ecozonas.

términos de abundancia y nivel de endemismo, no se puede dar el mismo tratamiento a la biodiversidad genética, ya que su caracterización requiere de otros parámetros.

cultivo de tejidos a nivel nacional<sup>ii</sup>, de las cuales las que reúnen la mayor cantidad de trabajos presentados son la papa (*Solanum tuberosum*) y la *Eucalyptus globulus* (9 cada uno), seguida de la

**Tabla 1: Especies a las cuales se les realiza trabajo de cultivo en tejido *in vitro* presentados en Sociedades Científicas y Congresos de Biotecnología**

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Lechero	<i>Euphorbia lactiflua</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Lúcuma	<i>Pouteria lucuma</i>
Arándano	<i>Vaccinium corymbosum</i>	Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>
Babaco	<i>Carica pentagona</i>	Muña blanca	<i>Minthostachys andina</i>
Belloto	<i>Beilschmedia berteniana</i>	Palto	<i>Persea americana</i>
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	Papaya	<i>Carica pubescens</i>
Cítricos	<i>Citrus sp.</i>	Patagua	<i>Crinodendron patagua</i>
Clavel	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Pepino	<i>Solanum muricatum</i>
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i>	Pichi	<i>Fabiana imbricata</i>
Espárragos	<i>Asparagus officinalis</i>	Pino	<i>Pinus radiata</i>
Eucaliptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Eucaliptus	<i>Eucalyptus sp.</i>	Raúlí	<i>Nothofagus alpina</i>
Eucaliptus	<i>Eucalyptus nitens</i>	Tomatillo	<i>Cyphomandra betacea</i>
Frutilla	<i>Fragaria sp.</i>	Toromiro	<i>Sophora toromiro</i>
Lavanda	<i>Lavandula angustifolia</i>	Trigo	<i>Triticum aestivum</i>

Fuente y elaboración: Sasson A., 1997. Ideas y sugerencias para la Elaboración de un Programa Nacional para el Desarrollo de las Biotecnologías Silviagropecuarias en Chile. INIA Quilamapu. Pg54.

## 1.1. LA DIVERSIDAD GENÉTICA EN CHILE

Chile, a pesar de estar adherido al Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos de la FAO, no tiene un sistema nacional sistematizado de recolección, conservación y evaluación de los recursos genéticos nacionales. Los estudios existentes pertenecen a instituciones autónomas y representan esfuerzos aislados. No obstante, es factible realizar una reseña con la información disponible.

La flora chilena representa un recurso genético importante, especialmente si se considera que existen 5.215 especies de plantas en el país entre nativas e introducidas, con un alto porcentaje (45%) de endemismo de especies y géneros<sup>9</sup>. Esta variedad y elevado nivel de endemismo ha impulsado el desarrollo de varias iniciativas para analizar tejidos de especies vegetales con el fin de conocer su potencialidad para futura manipulación. En la Tabla 1 se presenta un listado de 32 especies que son objeto de estudio en

lúcuma (*Pouteria lucuma*), papaya (*Carica pubescens*), boldo (*Peumus boldus*) y lavanda (*Labandula alpina*), con tres y cuatro trabajos cada una<sup>10</sup>.

En definitiva, las especies forestales y frutales constituyen el principal objeto de estudio a nivel nacional (33% y 21% respectivamente), mientras que las hortalizas, cereales, plantas u otras están poco representadas. De hecho, las especies frutales y forestales representan el principal foco de interés en laboratorios de investigación universitaria, mientras que en los comerciales lo son las frutas y plantas.

Por otro lado, mucha de la riqueza genética faunística en Chile se ha utilizado para fines medicinales. Tal como se presenta en la Tabla 2, 561 especies de plantas tienen algún uso medicinal; de ellas 469 son nativas y 92 son exóticas<sup>11</sup>. Es decir, cerca de un 10% de la flora chilena tiene un potencial medicinal y curativo.

<sup>ii</sup> De estas 23 especies, el 75% son especies introducidas.

**Tabla 2: Flora Medicinal de Chile**

Taxa	Flora Total		Nativa		Exótica	
	Total	Medicinal	Total	Medicinal	Total	Medicinal
Helechos	157	21	154	20	3	1
Gimnospermas	17	5	16	5	1	0
Dicotiledóneas	3.996	489	3.586	402	410	87
Monocotiledóneas	1.045	46	916	42	129	4
<b>Total</b>	<b>5.215</b>	<b>561</b>	<b>4.672</b>	<b>469</b>	<b>543</b>	<b>92</b>

Fuente: Massardo F. y Rozzi R., 1996. Valoración de la Biodiversidad: Usos Medicinales de la Flora Nativa Chilena. Ambiente y Desarrollo. Vol XII. N°3. Pg78.

Con respecto a los recursos genéticos frutales existentes en Chile, se conocen más de 30 especies frutales nativas<sup>12</sup>, varias de las cuales son endémicas. Sin embargo, sólo dos de estas especies son citadas como recursos genéticos: la lúcuma y el tumbo<sup>13</sup>. A esta lista se pueden agregar otras especies con características genéticas de importancia intermedia, tales como la frutilla silvestre, la avellana y la murtila<sup>14</sup>. De hecho existen pocas posibilidades de encontrar una gran variedad genética en los recursos frutales en Chile, salvo en aquellos recursos nativos que se encuentran en estado silvestre o en aquellos que frecuentemente se reproducen por vía sexual.

Esto supone que cualquier especie introducida que se desee mejorar genéticamente requerirá de un programa de introducción de fuentes de variación desde el extranjero<sup>15</sup>.

### 1.1.1. Transformación genética en Chile

Los proyectos de producción de plantas transgénicas tienen como objetivo la obtención de un producto comercializable mejorado genéticamente. En el país se han detectado 104 productos alimenticios que han sido elaborados a partir de insumos transgénicos, e inclusive, algunos de los productos alimenticios que se exportan se basan en semillas mejoradas.

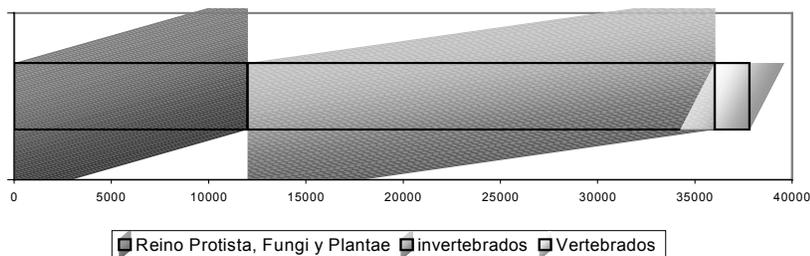
Informes de gobierno revelan que Chile ha concedido permisos para la internación de material transgénico desde 1992, cuando se permitió la siembra de tomate y canola

transgénica en la Región Metropolitana<sup>16</sup>. En 1997, la superficie autorizada para siembra de transgénicos alcanzó 7.152 hectáreas; para el año 1998 aumentó a 25.541 y en 1999 a 31.247 hectáreas. En este último año los cultivos preponderantes corresponden a maíz (30.798 ha), seguido de soya (334 ha), canola (91,2 ha), remolacha (3,79 ha), tomate (2,2 ha), papa (0,92 ha) y melón (0,12 ha)<sup>17</sup>.

Las primeras especies de plantas transgénicas salieron al mercado chileno en 1996 con 68 líneas experimentales de papa de la especie *Solanum tuberosum*, la que fue introducida al mercado con resistencia a bacterias patógenas<sup>18</sup>. De hecho, el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA), en conjunto con la Universidad Católica, realizan desde 1993 ensayos de papa transgénica resistente a insectos en un campo de bioseguridad en las cercanías de Osorno. Adicionalmente, el INIA está efectuando experimentos en laboratorio sobre melones y ciruelos que son autosuficientes en su defensa ante el ataque de algún virus, evitando así el uso de plaguicidas<sup>19</sup>.

Por otro lado, en Chile existe la Cooperativa de Mejoramiento Genético (CMG) que reúne a 18 empresas forestales nacionales, así como a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y al Instituto Forestal (INFOR)<sup>20</sup>. Desde 1976 el CMG se ha concentrado en el mejoramiento genético del *Pinus radiata*, y posteriormente en el de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Nothofagus alpina*. En 1983 comenzó el programa de mejoramiento del raulí y en la actualidad posee el único huerto semillero clonal de esta especie. En 1988 se iniciaron mejoramientos genéticos para la especie *Eucalyptus spp.* en forma paralela con el INFOR<sup>21</sup>.

**Gráfico 1: Número de especies por tipo de organismo identificado en Chile**  
**Número de especies identificadas**



Fuente: Simonetti et al. (Editores), 1995. Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comisión Nacional de Diversidad Biológica. Chile.  
 Elaboración: Fundación Terram.

La transformación genética ha sido aplicada también en animales, incentivando el desarrollo de proyectos pecuarios, básicamente a nivel de universidades<sup>22</sup>. La biotecnología pecuaria corresponde a la utilización de organismos vivos para hacer o modificar productos a fin de mejorar plantas y animales o desarrollar microorganismos para usos específicos<sup>23</sup>. En este sentido, existen varios proyectos desarrollados en el país, especialmente en el área de reproducción animal, biología celular y microbiología. Sin embargo, los estudios en genética y nutrición son escasos<sup>24</sup>.

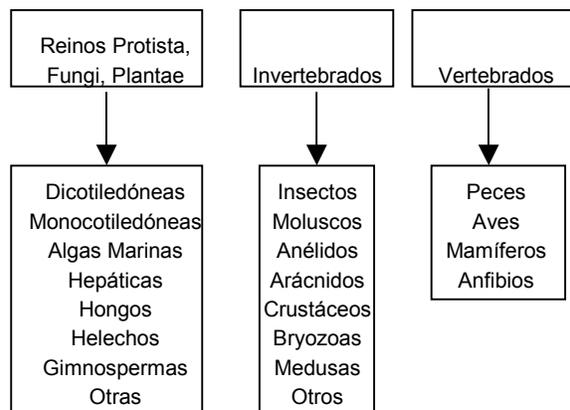
Finalmente se puede rescatar el hecho que uno de los principales usos que se le da a la ingeniería genética en Chile es la obtención de plantas transgénicas con resistencia a insectos. En esta área la Universidad de Talca ha trabajado en el aislamiento de cepas de *Bacillus thuringiensis*, portadoras de toxinas específicas con actividad insecticida<sup>25</sup>. En Chile, el maíz es el cultivo resistente a herbicidas más factible, seguido por la remolacha y la alfalfa, ya que el resto es de menor importancia o no se cultivan en el país<sup>26</sup>.

## 1.2. LA DIVERSIDAD DE ESPECIES

Si bien Chile no es un país comparativamente rico en cantidad de especies, debido básicamente a su

aislamiento geográfico, su potencial está dado por la variabilidad genética existente entre especies y por la presencia de numerosas especies endémicas, las cuales constituyen un patrimonio genético único en el mundo<sup>27</sup>.

**Diagrama 2: Organismos de clasificación de la biota**



Para caracterizar la diversidad chilena en este estudio se utilizó la clasificación general de la biota entregada por Simonetti et al.<sup>28</sup>, quienes clasificaron a los organismos en tres conjuntos, tal como se presenta en el Diagrama 2.

**Tabla 3: Especies chilenas comunes y endémicas de los organismos del Reino Plantae**

Organismos en reino Plantae	Nº DE ESPECIES	% Endemismo
Dicotiledóneas		
Chile continental	3.830	55,0
Chile insular	342	83,5
Monocotiledóneas		
Chile continental	1.043	40,6
Chile insular	90	21,1
Algas Marinas		
Chile continental	484	17,0
Chile insular	241	20,0
Antártica	84	36,7
Hepáticas	350	3,4
Hongos/Briofitas	668	6,0
Helechos	s/í	s/í
Gimnospermas	13	23,1

Fuente: Simonetti et al., 1995. Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comisión Nacional de Diversidad Biológica. Chile. Pg38-79.

Elaboración: Fundación Terram.

Nota: No se incluyó especies de helechos porque no se especifican en el estudio citado, pero de 190 taxa, 47 son endémicas.

El primero corresponde a los reinos Protista<sup>iii</sup>, Fungi<sup>iv</sup> y Plantae<sup>v</sup>, el segundo a los invertebrados, y el tercero a los vertebrados. El grupo de organismos con mayor número de especies en el país y en el mundo son los invertebrados, los cuales, tal como se aprecia en el Gráfico 1, representan más de la mitad del número de especies en el país.

De esta clasificación se analizan específicamente los Reinos Plantae y Fungi como representantes del primer grupo de organismos, seguido de los invertebrados y finalmente de los vertebrados. El análisis se basa en características tales como abundancia y nivel de endemismo específico en nuestro país.

### 1.2.1. Plantas y Hongos

En Chile estos organismos poseen una alta riqueza en diversidad biológica y adicionalmente presentan altos niveles de endemismo con respecto a otras regiones de clima templado<sup>29</sup>. El número de especies identificadas en este grupo de organismos bordea los 12.000, estimación que podría aumentar a 22.000 si se incluyera el total

de especies de hongos, de los cuales se estima que se conoce sólo el 25%<sup>30</sup>.

De los 7 organismos más importantes de este reino y tal como se aprecia en el Tabla 3, las dicotiledóneas son aquellas con el mayor número de especies identificadas en Chile y con el mayor porcentaje de especies endémicas<sup>31</sup>.

### 1.2.2. Invertebrados

El estado de conocimiento de las especies y taxa<sup>vi</sup> que conforman este grupo de organismos es limitado, debido a la falta de especialistas e investigaciones nacionales en el tema. Aun así, y como ya se mencionó anteriormente, el total de especies de invertebrados conocidos supera cualquier otro tipo de organismos en Chile y en el mundo. De hecho, en Chile, sólo el total de especies de insectos identificadas asciende a 24.000<sup>32</sup>.

De la información disponible, y tal como se ilustra en el Tabla 4, se puede determinar que los invertebrados con mayor número de especies en el territorio chileno, excluyendo los insectos, son

<sup>iii</sup> Conformado por diatomeas marinas, dinoflagelados, silicoflagelados, etcétera.

<sup>iv</sup> Conformado por hongos y líquenes, entre otros.

<sup>v</sup> Conformado por algas marinas, hepáticas, musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas.

<sup>vi</sup> El término taxa corresponde al plural de taxón. Un taxón es un grupo de organismos reales reconocidos como una unidad formal a cualquier nivel de una clasificación jerárquica. De esta forma un phylum, un orden o una especie corresponden a distintos taxa (Simpson, G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press. New York, USA).

**Tabla 4: Número de especies de invertebrados identificados en Chile**

Organismo	Nº de especies	Organismo	Nº de especies
Insectos	12.000	Esponjas	227
Moluscos	1.187	Parásitos	222
Anélidos	700	Collembolas	121
Arácnidos	617	Sipunata, Echura	18
Crustáceos	606	Bronquiopodos	18
Bryozoos	470	Hemichordatos	13
Medusas	317		

Fuente: Simonetti et al., 1995. Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comisión Nacional de Diversidad Biológica. Chile. Pgs90-280.

Elaboración: Fundación Terram.

Nota: No se incluyó el número de especies de Phoronida y Chaetognata.

los moluscos, los anélidos<sup>vii</sup>, los arácnidos y los crustáceos, con más de 500 especies identificadas.

Sin embargo, es importante recalcar que debido al estado de conocimiento de las especies existentes en Chile, el número de especies que realmente habita en nuestro territorio es mayor al descrito en la mencionada Tabla.

### 1.2.3. Vertebrados

El número total de vertebrados registrados en nuestro país asciende a 1.767 especies silvestres y 40 especies introducidas, mientras que el total de especies endémicas asciende a 137<sup>33</sup>. El número de especies de vertebrados que habitan en territorio chileno es inferior al de otras áreas de Sudamérica, siendo las principales razones de esta particularidad la posición geográfica aislada del territorio nacional, la variedad de climas, el tamaño reducido del área continental y la historia del poblamiento faunístico<sup>34</sup>.

En la Tabla 5 se presenta el total de especies identificadas a nivel nacional para cada grupo taxonómico de los vertebrados, así como el grado de endemismo y el porcentaje que representa respecto al total de especies identificadas a nivel mundial. Los peces representan el grupo de organismos con mayor número de especies, sin embargo, no se tiene registro sobre su nivel de endemismo. Los siguientes grupos en importancia, por el número de especies identificadas, son las aves, seguidas por los mamíferos, reptiles y anfibios. El grupo con mayor nivel de endemismo lo representan los anfibios, seguidos por los reptiles, mamíferos y aves.

Los bosques templados juegan un rol muy importante como hábitat de varias especies de vertebrados. Así, en la región de los bosques templados siempreverdes es posible encontrar más de 60 especies de aves<sup>35</sup>, 38 especies de mamíferos, de los cuales un 50% son roedores<sup>36</sup>.

Adicionalmente, en los bosques templados chilenos existe un alto grado de endemismo de mamíferos,

**Tabla 5. Número de especies de vertebrados chilenos, especies endémicas y representatividad respecto al total de especies identificadas a nivel mundial**

Organismos	Nº de especies	% de especies endémicas	% de representatividad respecto al total mundial
Peces	1.027	s/i	5,3
Aves	456	1,64	5,0
Mamíferos	162	24,69	3,6
Reptiles	94	59,57	1,4
Anfibios	43	76,74	s/i

Fuente: Simonetti et al. 1995. Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comisión Nacional de Diversidad Biológica. Chile.

Elaboración: Fundación Terram.

Nota: s/i = sin información.

<sup>vii</sup> Los anélidos son animales de cuerpos cilíndricos divididos en segmentos, cada uno de los cuales posee órganos reproductivos, digestivos, etcétera. (Ejemplo: la lombriz).

especialmente a nivel genérico, el cual es comparable sólo con biotas antiguas o insulares, lo

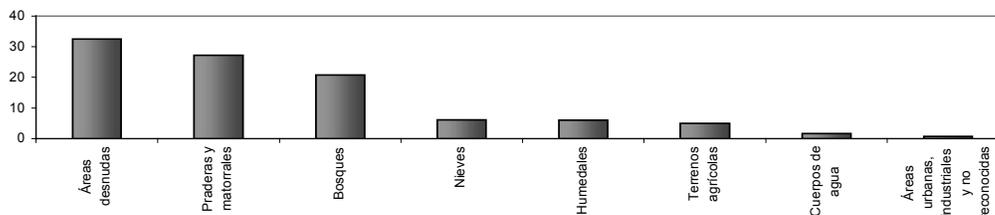
que permite caracterizar a este ecosistema como un importante escenario de desarrollo de los procesos evolutivos<sup>37</sup>.

### 1.3. LA DIVERSIDAD ECOSISTÉMICA

A nivel nacional no existe consenso respecto a la clasificación de los ecosistemas chilenos. Por el contrario, se dispone de varios sistemas de clasificación de la biota regional y nacional no coincidentes entre sí, lo que ha impedido la caracterización respecto a la importancia relativa de los distintos tipos de vegetación y de los efectos antropogénicos que sobre éstos han ocurrido a través del tiempo<sup>38</sup>.

En 1997 la CONAF y la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) realizaron un Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. A través de este documento se pueden identificar los usos actuales que se le dan a la superficie del territorio nacional. De acuerdo a este catastro y tal como se expone en el Gráfico 2, las áreas desnudas representan la mayor parte de la superficie del territorio nacional, sin considerar el océano abierto con un 33%. Los siguientes usos en extensión son las praderas y matorrales con un 27%, y los bosques con un 21%. Estos tres tipos de uso de suelo cubren el 81% de la superficie del país<sup>39</sup>.

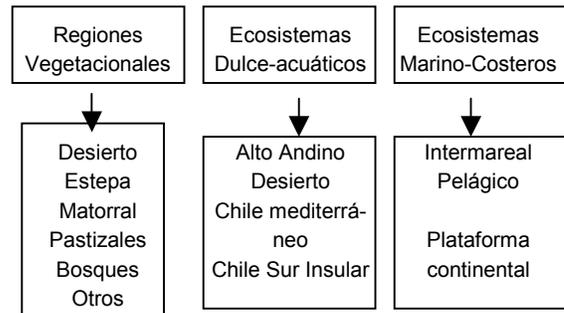
**Gráfico 2: Uso del suelo chileno**  
%



Fuente: CONAF-CONAMA, 1997. *Catastro y Evaluación. Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.*  
Elaboración: Fundación Terram.

Para ahondar en el análisis de estos usos del suelo, a continuación se analizan los ecosistemas chilenos agrupándolos en 3 categorías, tal como se ilustra en el Diagrama 3: regiones vegetacionales, ecosistema de aguas dulces y ecosistemas marino-costeros.

**Diagrama 3: Ecosistemas chilenos**



#### 1.3.1. Regiones vegetacionales

Una clasificación ampliamente utilizada de las regiones vegetacionales chilenas es la entregada por Gajardo<sup>40</sup>. Ésta se basa en la fisonomía de la vegetación y en los atributos climáticos, agrupando a las regiones vegetacionales en un sistema jerárquico de tres niveles: regional, subregional y formación vegetal (Tabla 6).

Una clasificación más actualizada de la cobertura vegetal nacional ofrece la Universidad de Chile<sup>41</sup>, en cuyo estudio se distinguen tres niveles jerárquicos de organización<sup>viii</sup> (ecosistemas, hábitats y eco-regiones).

<sup>viii</sup> Esta clasificación está conformada por cinco grandes tipos de ecosistemas (bosques tropicales de hoja ancha, bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha, pastizales, formaciones xéricas y manglares), 12 tipos principales de hábitats y 178 eco-regiones (Dinerstein *et al.*, 1995, citado en Universidad de Chile, 2000. Pg 182).

**Tabla 6: Regiones y sub-regiones en la vegetación natural de Chile**

Región	% respecto al territorio nacional	Sub-región
DESIERTO	22,6%	Desierto Absoluto Desierto Andino Desierto Costero Desierto Florido
Estepa Alto Andina	17,1	Altiplano y Puna Los Andes Mediterráneos
Matorral y Bosque Esclerófilo	10,4	Matorral Estepario Matorral y Bosque Espinoso Bosque Esclerófilo
Bosque Caducifolio	7,5	Bosque Caducifolio Montano Bosque Caducifolio del Llano Bosque Caducifolio Andino
Bosque Laurifolio	3,3	Bosque Laurifolio Valdiviano Bosque Laurifolio de Juan Fernández
Bosque Andino-Patagónico	6,7	Cordilleras de la Araucanía Cordilleras Patagónicas
Bosque Siempreverde y de las Turberas	18,1	Bosque Siempreverde con Coníferas Bosque Siempreverde Micrófilo Turberas y Estepas Pantanosas
Matorral y de la Estepa Patagónica	4,1	Estepa Patagónica de Aysén Estepa Patagónica de Magallanes

Fuente: Gajardo, R., 1994. *La Vegetación Natural de Chile*. Ediciones Universitarias. Santiago, Chile.

Elaboración: Fundación Terram.

Nota: No se incluyen las áreas sin vegetación natural, que corresponden al 9,8% de la superficie del territorio nacional.

**Tabla 7: Tipos de ecosistemas, principales hábitats y eco-regiones presentes en Chile**

Ecosistema	Hábitat	Eco-región
Bosques de coníferas y bosques templados de hoja ancha	Bosque Templado	Bosques de lluvia invernal de Chile Bosques templados de Valdivia Bosques subpolares de <i>Nothofagus</i>
Pastizales, sabanas, matorrales	Pastizales montanos	Puna de los Andes Centrales Puna húmeda de los Andes centrales Puna árida de los Andes centrales Estepa del sur de los Andes Estepa de la Patagonia Pastizales de la Patagonia
Formaciones xéricas	Matorrales mediterráneos Desiertos y matorrales xéricos	Matorral de Chile Desierto de Sechura Desierto de Atacama

Fuente y Elaboración: Dinerstein et. al., 1995. En Universidad de Chile, 2000. *Informe País*. Pg182.

Chile posee una escasa representatividad de macroambientes terrestres, presentando tres de los cinco grandes tipos de ecosistemas, 4 de los 12 principales tipos de hábitats y 12 de las 178 eco-regiones (Tabla 7).

De acuerdo a este estudio, la diversidad a nivel de eco-regiones presenta un alto nivel de endemismo, éste es el caso de los bosques lluviosos invernales, el matorral de Chile central y el desierto de Atacama. Dos de las eco-regiones presentes en Chile -los bosques templados de Valdivia y el matorral de Chile- son consideradas globalmente sobresalientes por sus características propias y peculiares.

### 1.3.2. Clasificación de Ambientes dulce-acuícolas

En Latinoamérica y el Caribe se reconocen 117 eco-regiones en ambientes dulce-acuícolas, incluyendo desde los grandes ríos hasta las cuencas cerradas en ambientes desérticos. Estas eco-regiones se agrupan en 42 complejos, de los cuales Chile cuenta con 10 (Tabla 8), siendo 7 de carácter endémico: Chile mediterráneo norte y sur, Islas Juan Fernández, Valdiviana, Isla de Chiloé y Archipiélago de los Chonos y Magallanes. Por su distintivo biológico, son consideradas regionalmente sobresalientes las eco-regiones de la Punta Árida, Mediterráneas, Valdiviana e Isla de Chiloé<sup>42</sup>.

**Tabla 8: Tipos de complejos y eco-regiones dulce-acuícolas presentes en Chile**

Complejo	Eco-Región
Alto Andino	Punta árida
Atacama/Sechura	Desierto de Atacama/Sechura
Desierto Costero del Pacífico	Desierto costero del Pacífico
Chile mediterráneo	Chile mediterráneo norte y sur
Islas Juan Fernández	Islas Juan Fernández
Chile Sur	Valdiviana e Isla de Chiloé Archipiélago de Los Chonos Magallanes/Última Esperanza

Fuente y Elaboración: Olson et al., 1998. En Universidad de Chile, 2000. Informe País. Pg183.

### 1.3.3. Clasificación de Ecosistemas marino-costeros

La costa chilena tiene una extensión de 4.080 kilómetros, a lo largo de la cual se presentan ecosistemas costeros totalmente diferentes en cuanto a ambiente oceanográfico y biológico. Dada esta peculiaridad su caracterización como ecosistema es incompleto<sup>43</sup>. A pesar de este estado de conocimiento, se pueden describir cuatro hábitats pertenecientes a este ecosistema: el intermareal, el submareal, el pelágico y la plataforma continental.

El hábitat intermareal posee un régimen de mareas que en particular ha facilitado el acceso del hombre desde tierra, dando paso a una continua explotación de las especies marinas que habitan en esta zona, así como a la generación de otros impactos producto de la intervención humana<sup>44</sup>. La excesiva explotación de los recursos pesqueros ha hecho que la biomasa de muchas especies se vea amenazada, modificando fuertemente el ecosistema intermareal. Sin embargo, los patrones de organización comunitaria de las playas arenosas muestran que las especies de mayor rango de distribución tienden a ser las más abundantes, siendo los impactos del hombre menos evidentes<sup>45</sup>.

El hábitat submareal en Chile sostiene ricas y diversas comunidades biológicas relacionadas con tramas tróficas que aumentan su complejidad y diversidad hacia el norte. Este ecosistema

contiene valiosos recursos marinos como peces y además sustenta las principales pesquerías bentónicas de invertebrados en Chile (locos, erizos, jaibas). Estos recursos están sujetos a constantes extracciones por parte de pescadores artesanales e industriales, lo que pone en peligro su regeneración y existencia<sup>46</sup>.

El hábitat pelágico está marcado por la influencia de la Corriente de Deriva Oeste que arrastra aguas del Pacífico Sur sobre la costa oriental, chocando con la costa chilena entre Chiloé y Valdivia. La zona frente a la costa de la X Región es una zona de alta turbulencia y presenta frecuentes surgencias que hacen de esta área, una de gran riqueza pesquera. El ecosistema pelágico, o zona de la columna de agua sobre el fondo marino, es el sistema más difícil de caracterizar y estudiar ya que el agua está en continuo movimiento por los efectos de las corrientes marinas<sup>47</sup>. A pesar de que éste abastece al hombre de los principales recursos pesqueros del país<sup>ix</sup>, es un ecosistema poco estudiado.

Finalmente, la plataforma continental chilena tiene una superficie de 27.472 kilómetros cuadrados<sup>48</sup>. Estos hábitats de plataformas contienen los principales recursos pesqueros demersales<sup>x</sup>, explotados por pescadores artesanales y por una flota industrial, generando la misma presión, e inclusive mayor, que la de los recursos existentes en los ecosistemas submareales.

<sup>ix</sup> Sardina, anchoveta, jurel, etcétera.

<sup>x</sup> Merluza común, corvinas, congrios, lenguados, langostinos, etcétera.

En definitiva, la biodiversidad chilena no se caracteriza por ser numerosa, más sí por poseer un alto nivel de endemismo en comparación con otros países de clima templado, debido básicamente a la posición geográfica aislada del territorio nacional, la variedad de climas, el tamaño reducido del área continental y la historia del poblamiento faunístico. Así por ejemplo, el 45% de las especies de plantas existentes en el país son endémicas, siendo las dicotiledóneas el grupo de organismos con mayor cantidad de especies y con mayor nivel de endemismo (83,5% en Chile Insular). Con respecto a los vertebrados, los peces representan los organismos con mayor número de especies en el país, pero éstos representan apenas el 5,3% de las especies existentes a nivel mundial. Los anfibios por su parte representan al grupo de los vertebrados que mayor nivel de endemismo posee con 76,7%.

Los invertebrados representan los organismos más numerosos tanto en el país como a nivel mundial, sin embargo no se tiene información actualizada respecto al nivel de endemismo de los mismos. Por otro lado, las características endémicas se extienden también hasta los ecosistemas chilenos, ya que el 25% de las ecorregiones vegetacionales son endémicas y el 70% de las ecorregiones de ambientes dulceacuáticas también lo son.

## CAPÍTULO II

# ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Una vez caracterizada la biodiversidad chilena, es necesario conocer el estado de conservación de la misma, así como los factores que inciden en dicho estado. Esta descripción permite determinar si la biodiversidad chilena se encuentra bajo amenaza, y de esta manera reconocer los factores que han incidido en su disminución.

La conservación de la diversidad biológica es una preocupación que concierne a todos los países del mundo, no sólo porque ésta permite el mantenimiento de los procesos ecológicos y de los sistemas vitales claves para la especie humana, sino también porque permite preservar la diversidad genética de todos los organismos y el aprovechamiento sustentable de las especies y de los ecosistemas. Entre los factores que inciden en el deterioro de la biodiversidad, se destaca el rápido crecimiento de la población humana, el aumento en el consumo de los recursos naturales, la introducción y sobre explotación de especies, la falta de políticas y estrategias económicas que valoren y manejen debidamente los recursos naturales, la contaminación del medio ambiente, la ausencia de una legislación ambiental adecuada<sup>49</sup> y la ausencia de mecanismos capaces de internalizar los valores asociados a la protección de la diversidad<sup>50</sup>.

### 2.1. ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL CAPITAL GENÉTICO

La causa más importante de la erosión genética en las plantas es la generada por la introducción de actividades asociadas al desarrollo, y en particular por el desarrollo de la agricultura, ya sea por el aumento en la producción de especies mejoradas y abandono de especies tradicionales,

o por la utilización continua de pesticidas. En el norte del país por ejemplo, la especie de *Bromus mango*<sup>xi</sup> desapareció de la dieta chilena<sup>51</sup>, y la *Oxalis tuberosa* y *Chenopodium quinoa* corren el serio riesgos de desaparecer debido a su escaso cultivo, mientras que las especies *Lycopersicon chilense* y *eruvianum* están en peligro de desaparecer debido al intensivo control de la expansión de malezas<sup>52</sup>.

Adicionalmente, especies de papa como las *S. lycopersicoides*, *S. rickii* y *S. magalia* han sufrido problemas de erosión genética debido a la utilización de especies mejoradas en la agricultura<sup>53</sup>. En el sector altiplánico de Chile, una de las especies más amenazadas es el *Zea mays*<sup>54</sup>, ya que de las 472 especies clasificadas, sólo el 15% corresponde a la raza típica primitiva, 27% a parientes primitivos y el 58% a líneas mejoradas, todas las cuales presentan una seria introgresión de genes provenientes de otras especies o variedades comerciales disponibles<sup>55</sup>.

Por otro lado, la sobre utilización del recurso forrajero en la región austral ha provocado acelerados procesos de erosión genética. Así, en la cordillera norpatagónica las especies de mayor riesgo son los géneros *Elymus*, *Elytrigia* y *Trifolium*<sup>56</sup>.

Estos ejemplos reflejan el riesgo que corre la biodiversidad genética chilena de no aplicarse medidas enfocadas para su protección y conservación. Aunque son varias las técnicas de conservación existentes (conservación de semillas en bancos de genes, polen, tejido y células, cultivo en tejidos *in vitro*, colecciones de campo y

estaciones experimentales)<sup>57</sup>, parecen no ser idóneas o no estar debidamente organizadas como para procurar una conservación real.

La conservación de los recursos genéticos trasciende la protección de las especies<sup>58</sup> ya que sus objetivos deben estar encaminados a conservar suficiente diversidad dentro de cada especie. En este sentido se ha hecho muy frecuente el establecimiento de centros de conservación *in-situ*<sup>xii</sup> y *ex-situ*<sup>xiii</sup> de recursos genéticos<sup>59</sup>.

Dentro de las iniciativas de conservación *in-situ* se puede nombrar al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado SNASPE, algunos centros de investigación universitaria, como el de la Universidad Austral de Chile (UACH) que mantiene áreas de conservación de especies agrícolas y forestales<sup>60</sup>, el Centro de Mejoramiento Genético (CMG) que posee 5 huertos semilleros de *Eucalyptus globulus* y 1 de *Eucalyptus nitens*, lo que viene a sumarse a los 26 huertos semilleros de *Pinus radiata* y 1 de *Nothofagus alpina*<sup>61</sup> existentes.

La conservación *ex-situ* genera polémica ya que si bien permite el control del material genético en un espacio reducido bajo permanente cuidado<sup>62</sup>, el germoplasma detiene su evolución y los procesos naturales de selección y de permanente adaptación se detienen. Adicionalmente, estos mecanismos de conservación han sido fuertemente criticados por ecologistas ya que representan uno de los principales filtros a través de los cuales la diversidad biológica termina formando parte de las colecciones en los países

---

<sup>xi</sup> El consumo de este cereal fue reemplazado por el consumo de trigo.

<sup>xii</sup> Consiste en la protección de la zona y del hábitat donde se desarrolla la especie de interés. Esto se logra a través de disposiciones legales de protección, como el establecimiento de parques nacionales y de sistemas productivos de pequeños agricultores. Este sistema debería crearse en colaboración con los bancos de germoplasma y ambos deberían ser recíprocamente complementarios.

<sup>xiii</sup> Implica la colección de muestras representativas de la variabilidad genética de una población o cultivo y su mantenimiento, ya sea en bancos de germoplasma, jardines botánicos, centros internacionales de investigación genética, colección de semillas, brotes o tallos, tejidos *in vitro* o bien de toda la planta.

industrializados, o resulta utilizada en actividades de investigación y desarrollo en instituciones pertenecientes a países industrializados, sin el debido reconocimiento del país de origen de dicha biodiversidad<sup>63</sup>.

En 1984, la FAO, a través de un Compromiso Internacional sobre recursos fitogenéticos, estableció la instalación de una red de colecciones bases en bancos genéticos de centros nacionales e internacionales en beneficio de la comunidad internacional. Chile se adhirió a este compromiso para lo cual el INIA junto con la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA) desarrollaron el Proyecto de Recursos Genéticos en Chile a partir de 1991<sup>64</sup>. Dicho proyecto se diseñó con el fin de fortalecer las actividades de fitomejoramiento mediante tres líneas de acción, entre las cuales se cita el mejoramiento de la conservación de los recursos genéticos chilenos e internacionales de interés<sup>65</sup>. El Banco base<sup>xiv</sup> está ubicado en la Subestación Experimental Vicuña del INIA y su objetivo es conservar recursos genéticos en forma de semilla y de plantas por períodos superiores a 20 años<sup>66</sup>.

Lamentablemente, las instituciones de investigación agrícola, con excepción de la UACH y del INIA, no poseen las facilidades para el mantenimiento de colecciones de base. La UACH cuenta con 2 unidades de mantenimiento de semillas a  $-18^{\circ}\text{C}$ , una de las cuales funciona como banco de base y la otra como banco activo<sup>xv</sup>. El INIA por su parte posee una instalación subterránea para su colección de maíz<sup>67</sup>, mantiene una colección de base en la IV Región con capacidad de 50.000 muestras y 3 colecciones activas en Santiago, Chillán y Temuco donde cada edificio puede conservar 30.000 muestras<sup>68</sup>. En cuanto a las colecciones de semillas forestales, éstas son mantenidas en los Parques Nacionales bajo la supervisión de la CONAF. Finalmente, existe un banco de

---

<sup>xiv</sup> Las colecciones de base tienen como objetivo conservar recursos genéticos como semilla por más de 20 años.

<sup>xv</sup> Las colecciones activas tienen como objetivo regenerar, multiplicar y distribuir recursos genéticos.

germoplasma de especies forrajeras con un total de 247 accesiones de especies de los géneros *Bromus*, *Trifolium*, *Alopecurus*, *Dactylis*, *Deschampsia*, *Elymus*, *Festuca*, *Hordeum*, *Lathyrus*, *Poa*, entre otros<sup>69</sup>.

supermalezas, mientras que el tomate transgénico podría contaminar y perder irreversiblemente el tomate originario *Lycopersicon chilense*<sup>74</sup>. Algo parecido sucede con la papa, la cual podría contaminar las 165 variedades originarias de Chiloé<sup>75</sup>.

**Tabla 9: Estado de conservación de los vertebrados terrestres de Chile**

	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
En peligro	15	10	1	6	18	50
Vulnerable	15	32	13	9	23	92
Rara	12	12	18	10	1	53
Amenaza indetermin.	2	0	0	0	0	2
Inadecuada conocida	7	18	13	6	2	56
Problemas conservac	51	72	45	31	44	243
Extinta	1	1	0	0	0	2
Fuera de Peligro	6	0	0	0	0	6

Fuente: Glade A. (ed.) 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal. Elaboración: Universidad de Chile. 2000. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile – 1999.

Chile mantiene una colección óptima de frejol que forma un conjunto genérico único en el mundo, formado entre otros por las variedades coscorrón, tórtola y frutilla, entre otros. El maíz se encuentra con una importante colección de razas autóctonas, algunas en serio peligro de extinción como el chulpi y el poluto<sup>70</sup>.

Un problema que surge con los sistemas de conservación de recursos genéticos, es que muchos de éstos son eliminados por la carencia de las características genéticas deseadas, recalando la finalidad de estos programas como de mejoramiento y no como de conservación. Esta práctica aún continúa debido a la estructura insuficiente y a los limitados presupuestos de que disponen la mayoría de los genotecnistas<sup>71</sup>.

Respecto al trato que se le dan a los cultivos de transgénicos, se sabe que desde 1994, más del 99% de los cultivos de transgénicos son sembrados sin cuarentena de bioseguridad. El levantamiento de la cuarentena de bioseguridad para los cultivos de maíz, soya y canola (colza) implica que no se les exige guardar distancia ni adoptar medidas para evitar la contaminación<sup>72</sup>. El caso del maíz es muy grave porque podrían verse contaminadas 23 formas raciales prehispánicas, 7 de las cuales están amenazadas de extinción<sup>73</sup>. La canola transgénica podría contaminar 4 especies de maleza silvestre del género *Brassica* y crear

En definitiva, los cultivos transgénicos que se cultivan actualmente en Chile pueden causar la pérdida irreversible de recursos fitogenéticos, muchos de los cuales están presentes sólo en territorio chileno.

## 2.2. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE ESPECIES

Si bien en términos generales no existen parámetros fijos para determinar el estado de conservación de los taxa, existen algunos criterios y consensos por parte de los especialistas para fijar el estado de conservación de cada taxón. Para esta sección se utiliza una clasificación estándar a nivel mundial respecto al estado de la biodiversidad, la cual agrupa a las especies como extintas, en peligro, vulnerables, raras, inadecuadamente conocidas, fuera de peligro y amenaza indeterminada<sup>76</sup> (para obtener una definición de las especies por esta clasificación, véase Anexo 1, Tabla A).

### 2.2.1. Estado de conservación de la flora chilena

Si bien numerosos estudios tratan el tema del estado de conservación de la flora en Chile, la revisión más completa la registra el Libro Rojo de

la Flora Terrestre de Chile<sup>77</sup>. Entre la flora arbórea y arbustiva de Chile, existen 11 especies clasificadas en peligro, 26 vulnerables y 32 raras<sup>78</sup>. Cabe destacar que la totalidad de las especies arbóreas y arbustivas clasificadas en peligro son endémicas, mientras que en el caso de las vulnerables y raras lo son un 65 y un 72% respectivamente<sup>79</sup>. Por otro lado, en Chile prácticamente ya se han extinguido especies arbóreas tales como el Tara (*Caesalpinia spinosa*), el Pelú de Juan Fernández (*Sophora masafuerina*), el Sándalo (*Santalum fernandezianum*), la Carza (*Haplorhus peruviana*), la Chonta (*Juania australis*), y el Toromiro (*Sophora toromiro*) de la Isla de Pascua<sup>80</sup>.

## 2.2.2. Estado de conservación de la fauna chilena

Al igual que en el caso de la flora chilena, el estado de conservación de la fauna chilena está bien presentado en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile<sup>81</sup>, el cual en términos generales, y tal como se ilustra en la Tabla 9, muestra que a nivel nacional existen 2 taxa de vertebrados terrestres y aguas continentales clasificados en la categoría extinta, 50 en peligro, 92 vulnerables, 53 raras, 2 bajo amenaza indeterminada, y 56 taxa inadecuadamente conocidos, además existen 6 taxa en estado de conservación fuera de peligro, lo que hace un total de 243 taxa con problemas de conservación<sup>82</sup>.

A partir de esta información se puede reconocer que las aves son los vertebrados que registran mayor cantidad de taxa con algún problema de conservación. De hecho, las aves representan el 30% de los organismos con algún problema de conservación, seguidas por los mamíferos con un 21%, los reptiles con un 19%, y los peces y los anfibios con un 18 y 13% respectivamente.<sup>83</sup>

Adicionalmente, se señala que un 56% de los mamíferos, 58% de los reptiles y 79% de los anfibios se encuentran actualmente bajo algún grado de amenaza<sup>84</sup>.

Por otro lado, al analizar el porcentaje de aquellos taxa que presentan problemas de conservación respecto al total de taxa identificados, por grupo de organismo, se puede concluir que los peces de aguas continentales representan al grupo de vertebrados con mayores problemas de conservación, ya que el 100% de taxa identificados en el país, adolece de problemas de conservación. Finalmente, el grupo con menores problemas de conservación es el de aves, con un 17% de sus taxa sometidas a algún tipo de dificultad para sobrevivir. A nivel nacional se concluye que un 35% de los taxa de vertebrados terrestres y aguas continentales de Chile se encuentran con problemas de conservación (Tabla 10).

**Tabla 10. Taxa de vertebrados terrestres y de aguas continentales descritos para Chile y taxa con problemas de conservación**

Universo	Clases					
	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Total
Taxa descritos para Chile	91(1)	432(2)	78(3)	39	44	684
Porcentaje con problemas	56%	17%	58%	79%	100%	35%

Fuente y elaboración: Glade A. (ed.) 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal.

Notas: (1) No incluye 33 taxa de Cetacea, 2 especies de camélidos domésticos, 15 de mamíferos introducidos y 6 de mamíferos probables para Chile; (2) No incluye 7 taxa de Sphenisciformes Antárticos y/o Subantárticos. (3) No incluye 5 taxa de Chelonia ni el taxón Pelamis Platurus.

### 2.2.3. Estado de conservación de los invertebrados

No existe información detallada respecto al estado de conservación de la mayoría de los organismos que representan a los invertebrados, debido especialmente a la falta de continuidad y seguimiento en los estudios ya realizados<sup>85</sup>. Sin embargo, para poder identificar la situación de algunos de estos organismos se analiza la situación de aquellos que están sujetos a algún tipo de riesgo debido a situaciones de sobre explotación o de contaminación de sus hábitats.

Así, se considera que en general el estado de conservación de los Cnidaria es bueno a excepción de los corales de la Isla de Pascua, que están sujetos a sobre explotación debido a su utilización en la elaboración de artesanías<sup>86</sup>. Por su parte, debido a que los moluscos forman parte de la dieta humana, muchos se han visto sometidos a una fuerte presión extractiva, como es el caso de las almejas, los culengues, los huepos, y los choros entre otros. Por otra parte, la contaminación en diversas zonas costeras del país contribuye a alterar el hábitat natural de estas especies, las que se ven dañadas con serios peligros de sobrevivencia<sup>87</sup>.

constituyen un recurso. Las otras causas la constituyen deterioro de las zonas costeras, por problemas de contaminación urbana e industrial, la práctica de la pesca deportiva y la transformación del medio ambiente<sup>88</sup>.

Finalmente, el estado de las poblaciones de arañas chilenas debería analizarse a la brevedad ya que es elevado el número de ejemplares que son comercializados en el extranjero. Según el SAG, sólo en 1991 se exportaron 54.000 ejemplares de migalomorfos.

### 2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Hasta hace algunos años, la posibilidad de evaluar de manera confiable los cambios ecológicos de las diferentes regiones del mundo era una tarea teóricamente imposible<sup>89</sup>. El avance tecnológico permite en la actualidad la cartografía aérea con radares y satélites, haciendo posible la evaluación de los diferentes ecosistemas.

Los primeros estudios realizados a nivel internacional<sup>xvi</sup> respecto al estado de conservación de los ecosistemas se centraron en el ecosistema forestal revelando su estado de deterioro, sin embargo, nuevos estudios<sup>xvii</sup> han permitido

**Tabla 11: Índice de Planeta Vivo del Ecosistema Forestal chileno (%)**

	VIII Región	X Región	Total país
IPV 1994-1998	1,14	0,5	s/i
IPV 1985-1994	s/i	s/i	3 (1)
Disminución Promedio anual	0,28	0,12	0,33

Fuente: Banco Central de Chile, 1995. Proyecto de Cuentas Ambientales y Bosque Nativo. Unidad de Cuentas Ambientales; CONAF, CONAMA, BIRF. 1999. CONAF.. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Monitoreo de Cambio. Universidad Austral de Chile y Universidad de Concepción.  
Elaboración: Fundación Terram

Lo mismo sucede con algunas especies de crustáceos; ya que por ejemplo, en el caso de la langosta de Isla de Pascua, aunque no se tengan datos estadísticos que permitan asegurar que está siendo sobre explotada, se ha notado una disminución en sus capturas. De hecho, la primera causa antrópica de declinación de las poblaciones de crustáceos en nuestro país es la sobre explotación de todas aquellas especies que

detectar que el deterioro también se extiende a otro tipo de ecosistemas, tales como marinos y de agua dulce. Estos estudios permitieron estimar lo que se conoce como el Índice Planeta Vivo

<sup>xvi</sup> FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, Década de los 80 y el World Resource Institute (WRI)

<sup>xvii</sup> WWF.

(IPV)<sup>xviii</sup>, el cual revela que entre 1970-1995 el planeta ha perdido casi una tercera parte de su riqueza natural<sup>90</sup>.

Al intentar construir el IPV en Chile, sólo se pudo estimar el del caso forestal ya que para el caso de los ecosistemas de agua dulce y marinos, no existe información suficiente. Así, tal como se aprecia en la Tabla 11, el IPV forestal entre 1994-1998 ha disminuido en 1,14 y 0,5% respectivamente para la VIII y X Región<sup>91</sup>, lo que implica un IPV anual del 0,28 y 0,17% respectivamente para cada región. Al analizar esta información desde otra fuente<sup>xix</sup> se puede apreciar que para un escenario optimista el IPV forestal entre 1985-1994 ha disminuido en 3%<sup>92</sup>, lo que implica un IPV anual de 0,33%. Estas cifras son preocupantes ya que si bien son menores al IPV forestal mundial (0,5% anual), reflejan la disminución de bosques tropicales, lo que dejaría en evidencia una destrucción del bosque nativo chileno.

Si se analiza el estado de conservación de los ecosistemas chilenos, desde la perspectiva del estado de las eco-regiones, se pueden llegar a las siguientes conclusiones<sup>93</sup>:

- Once de las 12 eco-regiones terrestres tienen problemas de conservación. De éstas, 3 están consideradas en peligro, 2 de las cuales (bosque de lluvias invernales y el matorral) son eco-regiones endémicas<sup>94</sup>;
- Ocho eco-regiones están consideradas vulnerables, de las cuales una, el Desierto de Atacama, es endémica;
- De las 10 eco-regiones dulce-acuícolas presentes en Chile, sólo 2 no tienen problemas de conservación<sup>95</sup>. Dos están consideradas en estado crítico, también son consideradas críticas a nivel latino americano. Una de éstas, Chile mediterráneo norte, es endémica;
- Cuatro eco-regiones están consideradas como en peligro<sup>96</sup>. Estas 4 eco-regiones representan el 9%

de las 43 eco-regiones consideradas en peligro en América Latina y el Caribe;

- Dos eco-regiones están consideradas como vulnerables, las cuales representan el 4% de las eco-regiones consideradas vulnerables en América Latina y el Caribe<sup>97</sup>.

En conclusión, pese a que la mayoría de las especies de la biota chilena no ha sido clasificada en su estado de conservación, la información disponible indica que una fracción importante de la diversidad biológica de Chile está en riesgo de desaparecer local o globalmente, ya que muchas de estas especies están catalogadas como amenazadas o en peligro de extinción. De la misma manera, los ecosistemas también se encuentran en estado crítico o vulnerable<sup>98</sup>.

<sup>xviii</sup> El Índice Planeta Vivo mide la condición de los ecosistemas forestales a través de la variación que se produce en la cubierta forestal natural, la cual se calcula restando las plantaciones a la cubierta total de árboles. Por su parte, el estado de los ecosistemas de agua dulce y marinos se determina por las variaciones de poblaciones de especies elegidas de vertebrados que allí viven.

<sup>xix</sup> Unidad de Cuentas Ambientales del Banco Central de Chile





# CAPITULO III\*

## LEGISLACIÓN EN BIODIVERSIDAD Y CAPITAL GENÉTICO

Una vez analizado el estado de conservación de la biodiversidad chilena, es importante identificar el marco legal que rige a nivel nacional para protegerla, con el fin de visualizar de mejor manera la situación actual y futura de este patrimonio natural.

Para este fin, en este capítulo se resumen algunos de los instrumentos legales más importantes que actualmente se encuentran vigentes en Chile y que abordan en forma directa o indirecta el tema de la diversidad biológica y del capital genético.

El análisis, tal como se ilustra en el Diagrama 4, se inicia identificando los principales convenios internacionales que Chile ha firmado en torno a la protección de la biodiversidad, y posteriormente se hace una breve evaluación de la legislación chilena que tiende, de igual manera, a cumplir con este objetivo.

### DIAGRAMA 4: Legislación en Biodiversidad y Capital Genético

#### i) Tratados Internacionales

Marco General de Biodiversidad

{ Convenio sobre Diversidad Biológica

Aspectos Específicos de la Biodiversidad

- C. sobre Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)
- C. sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES)
- C. para la Protección de la flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América
- C. sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos
- C. Internacional para la Protección de la Obtención de Vegetales

#### ii) Legislación Nacional

##### Normas Generales Referidas al Medio Ambiente

- { Constitución Política de la República
- { Código Civil
- { Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente

##### Normas Relativas a Componentes Específicos de la Biodiversidad

- { Flora
      - { Ley de Bosques
      - { Ley de Fomento Forestal
      - { D.S. 490 y 43
    - { Fauna
      - { Ley de Caza
      - { Ley General de Pesca y Acuicultura
  - { Ecosistemas
      - { Ley 18.362 (no vigente) (SNASPE)
      - { Ley de Monumentos Naturales
    - { Riqueza Genética
      - { Ley 19.253, sobre Desarrollo Indígena
      - { DL 1.764, sobre Investigación, Producción y Comercio de Semillas

### 3.1. TRATADOS INTERNACIONALES

Uno de los principales Convenios internacionales suscritos por Chile respecto a este tema es el Convenio sobre Diversidad Biológica ratificado en septiembre de 1994. Este Convenio expresa el reconocimiento mundial de la destrucción de la biodiversidad debido a determinadas actividades humanas.

Pese a que la biodiversidad es una riqueza de toda la humanidad, se reconoce a cada Estado como soberano de siendo responsables de la conservación y uso sostenible de estos.

Al ratificar el Convenio, los Estados se comprometen con la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Lo anterior en cuanto “se reconoce el valor intrínseco de la diversidad biológica y de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos de la diversidad biológica y sus componentes”.

El Convenio, en su articulado, recomienda varias vías para lograr la consecución de sus objetivos, por ejemplo se recomienda elaborar estrategias de conservación de los recursos hidrobiológicos, identificar y monitorear los componentes de la biodiversidad, crear áreas protegidas, promover la protección de los ecosistemas, rehabilitar y restaurar los ecosistemas degradados, impedir la introducción de especies exóticas y adoptar medidas económicamente idóneas a fin de incentivar la conservación y utilización sostenible de los componentes de la biodiversidad. Se le asigna también un importante rol a la educación, estableciendo que se deberá tender a la promoción de programas de educación y capacitación científica y técnica. Por último, cabe señalar que se recomienda realizar evaluaciones de impacto ambiental cuando se introduzcan nuevas especies que puedan afectar la biodiversidad.

Algunas de las recomendaciones anteriormente mencionadas han sido adoptadas por parte del Estado de Chile, como por ejemplo la realización de un catastro de especies nativas. Otras han quedado inconclusas, como la creación de un sistema nacional de áreas silvestres protegidas por el Estado<sup>xx</sup>. Cabe destacar que se constituyó

el Comité Nacional de Diversidad Biológica en agosto de 1991 como un cuerpo colegiado asesor de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), cuya finalidad es fortalecer y desarrollar la investigación y la formación de recursos en biodiversidad.

Si bien el Convenio Sobre la Diversidad Biológica establece un marco base importante para la regulación de la biodiversidad, Chile además participa en otras convenciones que tratan temas específicos de la diversidad de los recursos biológicos.

En este sentido, nuestro país es parte del “Convenio Sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas” (RAMSAR). Este Convenio se origina a propósito de la progresiva ocupación y desaparición de los humedales, y recomienda a los países firmantes la adopción de las medidas necesarias para evitar y detener tal desaparición. Especialmente porque se reconoce las importantes y fundamentales funciones ecológicas que dichas formaciones naturales generan, así como el valor económico, cultural, científico y recreacional que estas poseen.

Asimismo Chile firmó el “Convenio Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre” (CITES) que promueve la adopción de medidas enfocadas a la protección de ciertas especies en peligro de sobre explotación producida por el comercio internacional. En ella los Estados partes reconocen que la fauna y flora silvestres constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, por lo que tienen que ser protegidas para las presente y futuras generaciones. Además, se reconoce el creciente valor de la fauna y flora silvestres desde los puntos de vista estético, científico, cultural, recreativo y económico.

---

<sup>xx</sup> Ley 18.362, de 1984 “Crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado”. Que entrará en vigencia una vez que se cree un organismo de carácter público que lo administre, el que hasta la fecha no se ha creado.

---

\* En colaboración con Rosario Vial.

En virtud del convenio CITES las partes se comprometen a no permitir el comercio en especímenes de determinadas especies<sup>xxi-xxii</sup>, lo que no le exige de ciertas excepciones si se han otorgado los permisos correspondientes por las autoridades allí designadas.

También Chile es parte de la “Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellas Escénicas Naturales de América”, entre cuyos objetivos se encuentra la protección de las bellezas escénicas, así como de los ejemplares de todas las especies y géneros de flora y fauna indígenas, incluyendo las aves migratorias; la conservación de los paisajes de incomparable belleza, formaciones geológicas extraordinarias, regiones naturales de interés estético, histórico o científico y la cooperación entre los Estados para la conservación y protección de dichas regiones. Se pretende lograr los anteriores objetivos a través de la creación de parques, reservas y monumentos nacionales naturales dentro de cada territorio, establecer la prohibición de la caza, matanza y captura de especímenes de fauna, así como la destrucción de especímenes de flora.

Finalmente, cabe destacar que Chile participa en la “Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos”, la cual pretende proteger y preservar específicamente este tipo de recursos vivos debido a la importancia que representan a nivel mundial en términos de actividad económica. Se promueve la utilización racional de los mismos basándose en los siguientes principios: prevención de la disminución del tamaño de la población de cualquier especie,

---

<sup>xxi</sup>En el Convenio se incluyen tres apéndices, en los cuales se determinan, por cada país ciertas especies, que quedarán sujetas al convenio. En el apéndice I se incluyen aquellas especies en peligro de extinción, que pueden ser afectadas por el comercio. En el apéndice II están las especies, que si bien no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo, de no regularice su comercialización. Finalmente en el apéndice III las partes incluyen aquellas especies que en sus respectivas jurisdicciones tienen reglamentación especial.

<sup>xxii</sup>En todo caso Chile sólo incluyó ciertas especies en los apéndices: parte de la población de la provincia de Parinacota, Primera Región de Tarapacá.

mantenimiento de las relaciones ecológicas entre poblaciones recolectadas y prevención de cambios o minimización del riesgo de cambios en el ecosistema marino que no sean potencialmente reversibles en el lapso de dos o tres decenios. Al respecto se considera que la prevención de aquellos cambios que no sean reversibles en un período de dos o tres decenios no asegura el desarrollo de una actividad racional ni sustentable.

Por medio de este Convenio se creó en Chile una Comisión, encargada de facilitar las investigaciones y estudios sobre los recursos vivos marinos antárticos y sobre el ecosistema marino antártico, así como de compilar datos sobre el estado y cambios en las poblaciones de los recursos vivos marinos antárticos y sobre los factores que afecten a la distribución, abundancia y productividad de las especies recolectadas o de las especies o poblaciones afines.

En general, las medidas de conservación que establece este Convenio, son tendientes a la regulación de la actividad pesquera en la región antártica. Sin embargo, cabe destacar que hay dos medidas que hacen referencia, específica, a la protección de la biodiversidad, la primera es la definición de especies protegidas, y la segunda es la apertura y cierre de zonas, regiones o subregiones con fines de estudio científico o conservación, con inclusión de zonas especiales para protección y estudio científico.

Todos estos Convenios “recomiendan” a los países firmantes llevar a cabo ciertas acciones para cumplir con sus objetivos, pero en ningún caso, estas recomendaciones tienen carácter de obligatorias, por lo que cada país es libre de aplicar las sugerencias de los convenios firmados según sus conveniencias..

A continuación se analizan las leyes marco nacionales vigentes en Chile, y nos adelantamos a mencionar que el ordenamiento jurídico interno no incluye normas que regulen de una manera directa la diversidad biológica.

## **3.2. LEGISLACIÓN NACIONAL GENERAL**

El análisis comienza con el estudio de las normas más generales que se refieren al tema del medio ambiente en su globalidad, finalizando con el análisis de las normas sectoriales, relacionadas con los componentes específicos de la diversidad biológica.

En primer lugar se presenta lo que la Constitución Política de la República, el Código Civil y la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, establecen en relación al tema.

El derecho ambiental en nuestra legislación presenta un carácter difuso, ya que existe gran dispersión de normas dentro del ordenamiento jurídico que tratan sobre la protección del medio ambiente. Respecto del componente específico de biodiversidad, no hay un texto legal exclusivo para este fin, sino también una dispersión de normas, que tratan los diferentes componentes de la diversidad biológica. Es necesario tener presente que las normas que se refieren al tema del medio ambiente también tienen, por lo general, a regir sobre la diversidad biológica.

### **3.2.1. Constitución Política de la República**

La Constitución hace referencia a la regulación sobre el medio ambiente en términos generales, pero no trata a la diversidad biológica ni la riqueza genética en forma explícita.

Se establece como un derecho fundamental de las personas, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, para lo cual se impone al Estado el deber de velar por la preservación de la naturaleza. Adicionalmente, se dispone que la Ley podrá establecer restricciones específicas al

ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente.<sup>xxiii</sup>

En general, se entiende que los recursos biológicos, tales como la flora, por ejemplo, siguen la suerte del territorio en que se encuentra, por lo que sólo se le podrá dar una protección especial si el terreno en que se encuentran es fiscal, a menos que, respecto de un recurso específico exista una norma especial que lo proteja. En todo caso se excluyen de esta libertad los bienes que la naturaleza ha hecho comunes a todos los hombres.

Se consagra fuertemente el derecho de propiedad sobre toda clase de bienes corporales o incorporeales, sin embargo, se considera que la “conservación del patrimonio ambiental” es un factor integrante del concepto de función social, en virtud del cual se puede imponer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades.

En definitiva, la Constitución permite la apropiación de los recursos naturales, señalando que se presentarán limitaciones a favor de la conservación del medio ambiente, lo que para ser una ley general y aunque de manera ambigua, sienta ciertos principios de protección.

### **3.2.2. Código Civil**

Siguiendo la línea de la Norma Fundamental, el Código Civil continúa con el enfoque patrimonialista, orientado principalmente a la protección de la propiedad privada.

La fauna silvestre es considerada como un bien que “no pertenece a nadie”, pudiendo por lo tanto, ser apropiada por cualquier persona, por el sólo hecho de aprehenderlos para sí con ánimo de hacerse dueño. En cuanto a la flora. En cambio, se entiende que ésta accede al derecho de dominio del terreno al que adhiere.

Nada se establece respecto de ecosistemas y capital genético.

### **3.2.3. Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente**

La Constitución, el Código Civil, y la Ley Sobre Bases Generales constituyen los cuerpos legales que sustentan en forma global la protección del medio ambiente, aunque este último lo hace de manera directa. En su artículo primero establece que en ella se regularán, entre otras materias, la conservación del patrimonio ambiental.

Respecto al tema en estudio, se define lo que se deberá entender por “biodiversidad” o “diversidad biológica”, como la variabilidad de los organismos vivos que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.

Su principal objetivo es sentar las bases generales de una normativa ambiental, para dar así uniformidad a la gran dispersión de normas existentes. Sin embargo ella no deroga, ni reúne en sí toda la legislación ambiental existente, quedando ésta vigente.

No obstante, establece instrumentos de gestión ambiental<sup>xxiii</sup>, los que se utilizarán para regular todos los ámbitos relacionados con el medio ambiente, por lo que también influyen sobre la biodiversidad.

Por medio de esta Ley se regula el desarrollo de actividades y proyectos que afecten el medio

---

<sup>xxiii</sup> Artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República.

<sup>xxiv</sup> El Título II de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, establece como instrumentos de gestión ambiental los siguientes: La educación e investigación, el sistema de evaluación de impacto ambiental, la participación de la comunidad en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, las normas de calidad ambiental y de la preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental, las normas de emisión, los planes de manejo, prevención o descontaminación y un procedimiento de reclamo.

ambiente en general. En este sentido, el titular del proyecto o actividad ha de presentar un estudio o declaración de impacto ambiental cuando pretenda la realización de actividades que afectan de alguna u otra manera el medio ambiente. En cuanto a los criterios utilizados para determinar si se ha de realizar un estudio (más acabado) o una declaración, éstos se basan en la cantidad y calidad de los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire; su localización en relación a la población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectadas, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar; y el grado de alteración, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona. Pero no existen criterios directos relacionados con la conservación de la biodiversidad o de la riqueza genética, que obliguen a los ejecutores de un proyecto o actividad a presentar un estudio de impacto ambiental.

### **3.3. LEGISLACIÓN NACIONAL RELATIVA A LOS COMPONENTES DE LA BIODIVERSIDAD**

#### **3.3.1. Especies**

La legislación chilena aborda el tema de la flora y fauna, desde la perspectiva de su utilización económica.

#### **Flora**

La principal referencia legislativa dice relación con el recurso forestal y la explotación económica del mismo. Los principales cuerpos legales que regulan esta actividad son la Ley de Bosques (D.S. 4363) y la Ley sobre Fomento Forestal (DL 701).

Ambos se orientan a la reglamentación de la actividad forestal, más que a la protección del recurso bosque y sus componentes. Incluso la

definición de bosque dice relación con el concepto de ser éste un terreno con aptitudes preferentemente forestales, tendiente a ordenar la actividad forestal del país, y no ha definirlo como un ecosistema.

Estas leyes procuran cierta protección a algunas funciones ecosistémicas del bosque tal como los acuíferos y prevención de la erosión, para lo cual se reglamenta la corta de árboles en ciertos sectores.

Se establece la posibilidad, con el fin de garantizar la vida de determinadas especies arbóreas y conservar la belleza del paisaje, que el Presidente de la República establezca reservas de bosques y parques nacionales de turismo, tanto en terrenos fiscales como particulares.

Una contradicción que se encuentra en la ley de fomento forestal, en cuanto a su potencial para velar por la protección de la biodiversidad, es que considerando que su principal objetivo es precisamente otorgar incentivos para el desarrollo de la actividad forestal a través de bonificaciones tributarias, en muchos casos ha llevado a la tala indiscriminada de bosque nativo y su sustitución por plantaciones,<sup>99</sup> conduciendo a un notable deterioro en la biodiversidad biológica en términos cualitativos y cuantitativos.

Sin embargo, en esta Ley se introduce, el concepto de los planes de manejo, los que regulan el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables de un terreno determinado, con el fin de obtener el máximo beneficio de ellos, asegurando al mismo tiempo la conservación, el mejoramiento y el acrecentamiento de dichos recursos. De esta forma se busca compatibilizar la actividad productiva del bosque con los intereses de preservación y protección del mismo. Desgraciadamente, para todos es conocido que los actuales planes de manejo actúan en la práctica como meras autorizaciones de corte y en la mayoría de éstos no se cumple con las

condiciones determinadas en los programas de reforestación.<sup>xxv</sup>

Los planes de manejo forestales, tal como se entienden en esta ley, no hacen ninguna referencia directa a proteger la biodiversidad a través, por ejemplo, de la incorporación de criterios ecológicos que favorezcan la sobrevivencia y reproducción de la flora y fauna nativas en bosques productivos fuera del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado SNASPE (como por ejemplo mantener corredores de hábitat forestado). Cabe recordar que una gran parte de las áreas boscosas silvestres en donde se desarrolla la vegetación y fauna nativa, se encuentra sujeta a los planes de manejo para su explotación forestal<sup>100</sup>.

No obstante lo anterior, o tal vez a consecuencia de la constante explotación a la que han estado sometidas algunas especies, como alerce y araucaria araucana, se han promulgado los Decretos Supremos N°490 y N°43, que declaran monumento natural a estas dos especies respectivamente.

Al revisar la Constitución Política, se dejó establecido que debido al amplio derecho de propiedad allí consagrado, particularmente sobre el territorio y la flora que lo compone, sólo podría ésta ser objeto de una protección especial por medio de una norma específica al respecto. Los dos decretos mencionados cumplen ese fin, y han protegido estas especies, amparados en la Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América.

Con estos decretos se prohibió la corta y destrucción del alerce, así como la corta o explotación de la araucaria, excepto con autorización expresa, calificada y fundamentada

---

<sup>xxv</sup> Al respecto un estudio efectuado por Reyes (1998) concluye que en la provincia de Llanquihue menos del 1% de los planes de manejo son efectuados de acuerdo a lo estipulado ante CONAF, e incluso es muy común que productores sin planes de manejo, logren vender sus

de la CONAF, la que procederá solamente cuando las operaciones tengan por objeto llevar a cabo investigaciones científicas debidamente autorizadas, habilitación de terrenos para la construcción de obras públicas, de defensa nacional o la consecución de planes de manejo forestal, por parte de organismos forestales del Estado o de aquellos en los cuales éste tenga interés directo o indirectamente.

El aprovechamiento forestal de ambas especies se permite sólo cuando se trata de ejemplares muertos y con autorización de CONAF, previa presentación de un Plan de Trabajo especial que abarque toda el área a explotar para el caso del alerce y de un Plan de Manejo para la araucaria, que contemple que la reforestación se efectuará a más tardar en la temporada de plantación inmediatamente siguiente a la del aprovechamiento, a una densidad mínima de mil plántulas de araucaria por hectárea.

La declaración de monumento natural tanto para la araucaria como para el alerce, es un hecho que definitivamente ha permitido disminuir la tasa de extinción de tales especies, por lo cual es un instrumento legal que resulta efectivo para controlar este tipo de situaciones límite. Sin embargo, consideramos que ello refleja la poca sustentabilidad bosque nativo chileno, ya que se ha podido dar conservación y protección a estas especies sólo a través de una protección total.

## Fauna

El recurso biológico fauna se encuentra regulado principalmente por la Ley de Caza ( Ley N°4061) y en la Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N°18.892), ambas con sus respectivos reglamentos.

La Ley sobre Caza rige la caza, captura, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre, con excepción de las

especies y los recursos hidrobiológicos, cuya preservación se rige por la ley General de Pesca y Acuicultura.

La ley de caza establece una serie de medidas concretas enfocadas a proteger la fauna silvestre, las cuales se pueden sintetizar de la siguiente manera:

Prohíbe la caza o captura de ejemplares de la fauna silvestre catalogados como especies en peligro de extinción, vulnerables, raras o escasamente conocidas, así como aquellas especies catalogadas como beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria, para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales o que presenten densidades poblacionales reducidas<sup>xxvi</sup>. En apoyo de esta medida, se autoriza la aplicación de vedas de temporadas y el establecimiento de zonas de caza y captura, como el establecimiento del número de ejemplares que podrán cazarse o capturarse por jornada, temporada o grupo etario y demás condiciones en que tales actividades podrán desarrollarse. Asimismo, se prohíbe la venta de animales silvestres provenientes de faenas de caza o captura, así como de sus productos, subproductos y partes, obtenidos en contravención a las normas de esta ley.

Cabe destacar que para establecer un coto<sup>xxvii</sup> de caza se requiere en forma previa la realización de una declaración o estudio de impacto ambiental, de cuyas conclusiones se desprenda que las actividades de caza en el coto no traerán consecuencias adversas al equilibrio o a los ecosistemas existentes en el área geográfica donde se pretenda instalarlo.

Si bien la mayoría de los reglamentos mencionados precedentemente restringen claramente la actividad de caza en nuestro país y por ende protegen la biodiversidad y la riqueza genética de las especies, es importante señalar

---

*productos con boletas facilitadas por otros productores que cuentan con dichos planes.*

<sup>xxvi</sup> Estas especies son listadas en el reglamento de la ley de caza.

<sup>xxvii</sup> Son cotos de caza los predios especialmente destinados a practicar la caza mayor y menor de animales (art. 10 Ley sobre Caza).

que para lograr una efectiva protección de estas especies no basta sólo con la aplicación de una ley de estas características, sino que también se necesita un control y fiscalización efectivas sobre quienes transgredan la normativa.

En cuanto a la protección específica de los recursos hidrobiológicos y del medio marino, la Ley General de Pesca y Acuicultura dispone expresamente que la preservación de ellos quedará sometida a sus disposiciones.

En general, ésta norma ordena la estructura de explotación del recurso, más no se preocupa enfáticamente por la conservación y protección de la riqueza marina de nuestro país.

Sin embargo, la ley considera un aspecto relevante en torno a la protección de la biodiversidad, esto es el establecimiento de reservas marinas, las que son entendidas como áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de producción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. Estas áreas estarán bajo la tuición del Servicio Nacional de Pesca pudiendo realizarse en ellas sólo actividades extractivas por períodos transitorios.

En general, esta norma es muy comparable en su estructura a las normas sobre bosques, donde la protección de la especie biológica no es el objetivo principal, sino que surge a consecuencia de la regulación de la actividad económica principal.

### 3.3.2. Ecosistemas

Lo que sucede en Chile en cuanto a la protección de los ecosistemas es peculiar, ya que si bien se ha establecido un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, éste no ha entrado en vigencia aunque haya sido aprobado en 1984 y publicado

en el Diario Oficial<sup>xxviii</sup>. Inclusive las áreas existentes no son representativas de la biodiversidad chilena más importante.

La ley N°18.362, que no ha entrado aún en vigencia, crea el SNASPE, y tiene como objetivos el mantener áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país y lugares con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente.

En la legislación se encuentra actualmente vigente sólo regulaciones de ecosistemas particulares, sin un criterio único que los reúna, como era el objetivo de la ley de SNASPE. Así, existen zonas clasificadas como Áreas de Protección Turística; Santuarios de la Naturaleza; Lugares de Interés Histórico; Reservas Genéticas determinadas por la Subsecretaría de Pesca; Zonas de Prohibición de Caza; y Areas de Protección y Distritos de Conservación de los Suelos, Bosques y Aguas. Todos los anteriores lugares son dependientes de organismos públicos<sup>101</sup>.

Sin embargo, aún hay zonas de importancia ecosistémica que no se encuentran incluidas dentro del SNASPE, ni en las anteriormente mencionadas zonas de protección, por lo que su protección también queda en duda. Aún así se las ha protegido, gracias a los Convenios Internacionales que Chile ha suscrito, tal es el caso, de las zonas húmedas, las guníferas, covaderas, zonas de vegas y bofedales; y santuarios de la naturaleza<sup>xxix</sup>, éstos últimos, indicados en la ley de Monumentos Naturales.

---

<sup>xxviii</sup> Ley N°18.362, que Crea un Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado, publicada en el Diario Oficial el 27 de diciembre de 1984, encuentra suspendida su vigencia.

<sup>xxix</sup> Los santuarios de la naturaleza tienen un estrecho vínculo con la protección de la biodiversidad y la riqueza genética, son "todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean

Ahora, es de esperarse que frente a la gran dispersión de normas, surja también una gran dispersión de autoridades encargadas de la fiscalización de las diferentes zonas protegidas, cada una con diferentes criterios, sin una política global que maneje los ecosistemas en su conjunto. Al respecto se considera que para lograr una efectiva coordinación y manejo de las distintas unidades protegidas que existen en Chile, es necesario una entidad central, sobre la cual recaiga la responsabilidad de buscar los sitios o lugares adecuados para declararlos como áreas protegidas, así como su administración y manejo.

La ley que crea el SNASPE, supone la existencia de una entidad central y pública, encargada de la administración del mismo. Su entrada en vigencia depende de la creación de este organismo público, que sustituirá a la actual CONAF, institución que a pesar de financiarse con fondos del Estado, es un ente de carácter privado. Adicionalmente esta situación afecta el pleno cumplimiento de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente<sup>102</sup>, la que establece que el Estado administrará un Sistema de Áreas Silvestres Protegidas con objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental, por lo que su protección directa no tiene un marco legal vigente.

### 3.3.3. Riqueza Genética

La ley 19.253 establece Normas sobre Protección, Fomento y Desarrollo de los Indígenas, y crea la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), en la cual se incluyen algunas medidas que indirectamente protegen la biodiversidad. Así, por ejemplo la CONADI podrá establecer áreas de desarrollo indígena, que serán espacios territoriales en que los organismos de la administración del Estado focalizarán su acción en

---

*formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado”*

beneficio del desarrollo armónico de los indígenas y sus comunidades. Estos deben ser espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas; donde existe homogeneidad ecológica, y dependencia de recursos naturales para el equilibrio de esos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.

Específicamente al capital genético vegetal, Chile ratificó el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, y adicionalmente cuenta con una normativa<sup>xxx</sup> que regula la Investigación, Producción y Comercio de Semillas, entendiéndose a éstas como todo grano, tubérculo, bulbo y en general a todo material de plantación o estructura vegetal destinado a la reproducción sexual o asexual de una especie botánica.

Estos cuerpos legales regulan la actividad productora de medios de propagación de especies vegetales, como las semillas, y los derechos de sus obtentores a nivel internacional, sin embargo, no aluden al tema de las patentes genéticas o los derechos de los Estados en donde se recojan genes de especies nativas para el beneficio del hombre a través de las distintas actividades productivas que se generan de la flora nativa.

### 3.4. CONSIDERACIONES FINALES

Con la información entregada en este capítulo queda en evidencia que las regulaciones sobre biodiversidad existentes en nuestro país, a demás de ser insuficientes ya que no abarcan todos los componentes de la diversidad biológica, no son eficientes, ya que su objetivo primero es siempre uno distinto que el de la conservación misma de la diversidad biológica. Específicamente, como se analizaba, se legisla sobre la biodiversidad a propósito del desarrollo de actividades económicas que la afectan de alguna manera, o que, directamente, se basan en ella para su desarrollo.

---

<sup>xxx</sup> D.L.1764 que fija normas para la investigación, producción y comercio de semillas.

Otra grave deficiencia que se observa y como consecuencia de lo anterior, es el hecho de no existir una política nacional general de conservación de la biodiversidad. Nos encontramos con que la protección y conservación de nuestra riqueza biológica está a cargo de diferentes órganos del Estado, a los que cada una de las normas antes revisadas le otorga alguna competencia y responsabilidad que afectan esta riqueza. Claramente una contribución a nuestro desarrollo sería el poder contar con una normativa clara y uniforme en esta materia, lo que, además ahorraría recursos, tanto económico como biológicos.

## CAPÍTULO IV

# VALOR ECONÓMICO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Tal como se mencionó en la introducción de este estudio, la biodiversidad se refiere a la cantidad, variedad y variabilidad de organismos vivos y complejos ecológicos de los cuales éstos forman parte<sup>103</sup>. Como resultado de la existencia misma de la biodiversidad se genera un flujo de bienes y servicios que benefician, entre otros, a los seres humanos. Desde esta perspectiva, la reducción de la biodiversidad se ha convertido en una preocupación latente que demanda políticas eficientes para regular su uso, protección y conservación.

Dentro de este contexto, la valoración económica de la biodiversidad cobra vital importancia, ya que es necesario incorporar el valor de todos sus usos en la toma de decisiones de su conservación o explotación. Sin embargo, su valoración no es tarea fácil, no sólo por la magnitud de la biodiversidad mundial, regional o nacional, sino también por las características que tiene la biodiversidad como bien económico.

Desde el punto de vista económico, los bienes y servicios ambientales son tratados como bienes públicos<sup>xxx1</sup>, bienes de libre acceso<sup>xxx2</sup>, y en su mayoría son bienes que sufren de algún tipo de externalidad<sup>xxx3</sup>. Estas características han impedido que el mercado sea una buena guía para determinar el nivel eficiente de precio y de cantidad a asignar en la sociedad<sup>104</sup>, y son estas “fallas” en el sistema de mercado que crean la necesidad de

utilizar medidas alternativas de valoración económica.

En este sentido, Day<sup>105</sup> indica que muchas veces el mercado subestima el valor económico total de los bienes y servicios ambientales, ya que el valor reflejado en el mercado representa sólo uno de los tantos usos que éste puede tener -el uso directo. Sin embargo, al ser los recursos naturales un capital natural, su uso inadecuado en el presente pone en riesgo el flujo de sus bienes y servicios en el futuro, obviándose en la valoración de mercado otros usos potenciales -el de uso indirecto, el de opción y el de existencia.

En definitiva, los recursos naturales tienen diferentes usos, los cuales están asociados a diferentes valores. El mercado no es capaz de captar todos estos valores y es en este contexto que el uso de metodologías de valoración alternativa de los recursos naturales es vital para la asignación eficiente de los mismos.

A continuación, se presenta una clasificación del valor económico total de los recursos naturales a partir de los diferentes usos que puedan tener estos bienes y servicios ambientales. Esta tipificación es la que permitirá la valoración subsecuente de la biodiversidad chilena.

### 4.1. VALOR ECONÓMICO TOTAL

Dada la dimensión de la biodiversidad, la práctica de valoración que no se basa en el mercado enfrenta retos significativos para entender cómo los ciudadanos perciben los servicios que ésta ofrece y cómo valoran los genes, especies y ecosistemas en una escala regional y global. Una razón para esta dificultad es la asignación de valores económicos a bienes y servicios que la

---

<sup>xxx1</sup> Un bien público es aquel que no es excluyente y no rival en su consumo. Es decir, no se puede excluir a nadie de su consumo, y el consumo de una persona no reduce la disponibilidad del bien para el consumo de otros (Azqueta D., 1995).

<sup>xxx2</sup> Son bienes que se consumen sin un pago que refleje su valor real.

<sup>xxx3</sup> Una externalidad ocurre cuando la actividad de un individuo repercute sobre el bienestar de otro, sin que se pueda cobrar un precio por ello, en uno u otro sentido (Freeman III A. M., 1993).

mayoría de la población no sabe que está usando o de bienes que nunca ha usado directamente<sup>106</sup>.

Siguiendo a Krutilla<sup>107</sup>, los economistas han respondido a la pregunta de valoración proponiendo el concepto de valor económico total (VET), y en este sentido se han realizado avances considerables hacia una taxonomía de los valores económicos en función de su relación con el medio ambiente. Surge así una estructura del valor que se resume en el Tabla 12, que define en términos generales al valor económico total como la suma de los valores de uso y de no uso.

El *valor de uso indirecto* surge cuando las personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aún así el individuo se beneficia de él. Este es el caso de las funciones ecológicas o ecosistémicas<sup>110</sup> como regulación de clima, reciclaje de nutrientes y de residuos, formación de suelos, entre otros.

Por otro lado, *el valor de opción* hace referencia al valor de uso potencial de un recurso, es decir, corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar hoy por usar el recurso en el futuro<sup>111</sup>. Adicionalmente, algunos autores han

**Tabla 12: Categorías del valor económico atribuibles a recursos ambientales**

Uso Directo	Valores de uso		Valores de no uso	
	Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de legado	Valores de existencia
Productos directamente consumibles	<i>Beneficios derivados de funciones ecosistémicas</i>	Valores futuros directos e indirectos	Valores de uso y no uso del legado ambiental.	Valor de conocer que todavía existe un componente del medio ambiente
<i>Alimento, biomasa, recreación, salud, etcétera.</i>	Control de clima, de suelos, reciclaje de nutrientes, etcétera.	<i>Bioprospección, conservación de hábitats, etcétera.</i>	<i>Prevención de hábitats de cambios irreversibles, etcétera.</i>	<i>Hábitat, especies, genes, ecosistemas, etcétera.</i>

Fuente y Elaboración: Pearce D. y Moran D., 1994. *The Economic Value of Biodiversity*. The World Conservation Union UICN. Londres. Pg.20.

#### 4.1.1. Valor de uso

El valor de uso se deriva del uso real de los recursos naturales, y considerando la variedad de usos que incluye, éste a la vez se subdivide en valor de uso directo, indirecto y de opción. La principal característica de este valor es que dada la relación directa que tiene implícita con los recursos naturales, cualquier cambio que ocurra con respecto a la calidad o cantidad del recurso afecta directamente el bienestar de los individuos<sup>108</sup>.

El *valor de uso directo* se refiere al uso de un recurso en un lugar específico. Este uso puede ser consuntivo o no consuntivo. En el primero, el recurso es consumido por la actividad que se desarrolla en él, como por ejemplo la extracción de leña y frutos, la caza y la pesca, mientras en el segundo el recurso se usa de contemplativa y no consuntiva, tal es el caso de visitas a un lugar recreativo o paisajístico<sup>109</sup>.

desarrollado el concepto de valor de cuasi-opción, el cual refleja el beneficio neto obtenido al posponer una decisión de usar o no un recurso, en espera de despejar total o parcialmente la incertidumbre existente mediante la obtención de una mayor información<sup>112</sup>.

#### 4.1.2. Valor de no uso

El valor de no uso o valor intrínseco sugiere valores que están en la naturaleza real de las cosas, pero a la vez están disociados del uso o incluso de la opción de usarlos<sup>113</sup>. Viene dado por la sola existencia de los ambientes naturales y de sus atributos -incluida la diversidad biológica<sup>114</sup>. Si bien existe acuerdo entre algunos autores respecto a los usos que representa este valor, existe cierta divergencia respecto a cómo obtenerlo. En este sentido, hay una tendencia a considerar que éste no implica interacciones entre los individuos y el medio ambiente, por lo que su valoración no puede surgir

de una asignación por parte de éstos<sup>115</sup>, mientras que por otro lado se menciona que si bien el valor de no uso es aquel que reside en algo y que no está relacionado en absoluto con los seres humanos, es un valor que las personas captan y expresan a través de sus preferencias<sup>116</sup>. Tal es el caso del valor de la biodiversidad a nivel de especies o de las reservas de capital genético, los cuales existen independientemente de la apreciación de las personas hacia éstos, pero su valor puede ser captado a través de la revelación de las preferencias de estas mismas personas.

El valor de no uso incluye el valor de legado, y el valor de existencia. El *valor de legado* mide el beneficio proveniente de cualquier individuo al saber que otros puedan beneficiarse de algún recurso en el futuro, mientras que el *valor de existencia* es un concepto que surge al asignar un determinado valor a un recurso simplemente porque éste existe, aún cuando los individuos nunca han tomado contacto con él, ni lo harán en el futuro<sup>117</sup>. Este es el caso, por ejemplo, de la satisfacción que produce saber que una especie existe en su hábitat natural.

Muchos autores han ubicado a la biodiversidad como el valor intrínseco o de no uso de un ecosistema determinado, pero la biodiversidad, tal como se mencionó anteriormente, no solamente ofrece ese tipo de valor, sino que por el contrario, ofrece una gama de servicios directos consuntivos, no consuntivos, indirectos, de opción y de existencia.

Con estas diferencias entre los distintos usos que puede tener un bien o servicio ambiental, la metodología de valoración económica a utilizar no es uniforme. Los valores de uso directo consuntivos pueden ser valorados a través de precios de mercado, mientras que los de uso directo no consuntivos con metodologías directas o indirectas de valoración como el Método del Costo del Viaje o el Método de Valoración Contingente. Por su parte las metodologías para estimar los valores indirectos varían en un rango de posibilidades entre la de costos evitados, hasta la de costos de restauración.

Finalmente, el valor de no uso puede ser captado a través de la simulación o construcción de mercados hipotéticos en los cuales se pueda captar las preferencias de los individuos, lo que implica la estimación de la “disposición a pagar” por un rango de especies y hábitats.

Dada la dificultad existente en capturar los valores absolutos de los usos indirectos y valores de no uso de la biodiversidad, se advierte que la estimación del VET que se presenta en este estudio representa apenas una cota inferior de su valor total.

Ahora, es importante reconocer que el concepto de valor económico total cubija únicamente a los “valores económicos” que un recurso natural puede tener, dejando de lado cualquier otro tipo de valor que surja de aquellas funciones primarias de la naturaleza, como lo es el sustento de la vida misma, así como el valor intrínseco de la biodiversidad<sup>118</sup>.

## 4.2. ESTUDIOS PREVIOS DE VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Las desventajas que se han presentado al valorar la biodiversidad se deben, por un lado, a que los modelos económicos tienden a enfocar las partes estructurales del ecosistema y no las funcionales, y por otro, a que los modelos ecológicos no han podido describir la totalidad de los servicios que ofrecen los ecosistemas. De hecho, cuando la “Environmental Protection Agency” EPA convocó a un Foro de Valoración de ecosistemas para llegar a consensos sobre metodologías de valoración de la biodiversidad, saltaron a la luz problemas respecto a lo que se entendía por biodiversidad y a los beneficios que ésta entrega.

No son muchos los estudios que se han desarrollado a escala mundial para estimar el VET de la biodiversidad, y de hecho son inexistentes los realizados a nivel nacional. Existen sin embargo, algunos estudios que han valorado por separado aquellas funciones ecosistémicas más importantes, a las cuales se le han incluido otros usos de la biodiversidad.

En 1998, Alexander e investigadores<sup>119</sup> realizaron un estudio en el que proponen que el valor total de los servicios que ofrece un ecosistema no puede ser mayor a la máxima cantidad de dinero que la sociedad está actualmente pagando por esos servicios. Esto significa que el único uso considerado por estos investigadores fue el de uso directo, provocando una desestimación del VET de la biodiversidad. Aun así, el valor estimado de la biodiversidad del mundo representa entre un 44% y 88% del PIB mundial, es decir entre USD 8.1 – 16.3 trillones.

Estudios que incorporan otros valores en la estimación de un valor económico total de la biodiversidad, son los liderados por Costanza<sup>120</sup> y por Pimentel<sup>121</sup>. Costanza e investigadores evalúan el valor medio de los servicios que ofrecen los ecosistemas del mundo agrupándolos en 17 macro categorías. Estiman el valor de cada servicio por unidad de área de cada bioma que lo sustenta, posteriormente multiplican ese resultado por el total del área de cada bioma existente en el mundo y suman el valor de los servicios que ofrece cada bioma<sup>122</sup>. Esta metodología valora a la biodiversidad mundial en US\$ 33.000 billones al año, lo que representa aproximadamente el doble del PIB mundial<sup>xxxiv</sup>.

Por su parte, Pimentel e investigadores valoran por separado cada función que ofrece la biodiversidad ecosistémica y posteriormente agregan cada uno de los valores calculados para cada función. De acuerdo a esta metodología se estima que la biodiversidad mundial asciende a US\$ 2.928 billones anuales, lo que representa el 11% del PIB mundial, cantidad mucho menor a la estimada por Costanza *et al.*

Por lo tanto, la idea de abordar la valoración de los ecosistemas por servicio que éstos ofrecen, ha sido intentada a nivel mundial, y para llegar a un valor de la biodiversidad chilena, utilizaremos tanto la

metodología de Costanza *et al.* como la de Pimentel *et al.* La lista de los beneficios que la biodiversidad, y en específico que un ecosistema entrega, varía por autor, pero se puede mencionar que los más importantes son: captura y fijación de CO<sub>2</sub>, fijación de nitrógeno, regulación climática, formación de suelos, control de erosión y retención de sedimentos, asimilación de residuos, producción de alimentos y de materia prima, bioremediación de residuos tóxicos, biotecnología, biocontrol de plagas, polinización, ecoturismo, bioprospección y regulación hídrica.

### 4.3. VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CHILENA

La aplicación de estas dos metodologías para estimar el VET de la biodiversidad chilena da como resultado la estimación de dos valores diferentes entre sí. Para el caso de la metodología de Costanza e investigadores, el VET de la biodiversidad chilena en 1999 asciende a US\$ 183.021 millones, mientras que para el caso de la metodología de Pimentel e investigadores la estimación asciende a US\$ 690 millones en 1999. La diferencia de estos valores será explicada en el siguiente capítulo, remitiéndonos en éste a la aplicación de cada metodología, las cuales si bien abordan la valoración desde un punto de vista ecosistémico, tienen varias diferencias en los servicios que se valoran, así como respecto a los precios referenciales utilizados.

#### 4.3.1. Metodología utilizada por Costanza *et al.*

Para valorar los servicios de los ecosistemas, Costanza y sus investigadores recolectaron una serie de estudios a nivel mundial, los cuales en forma particular buscaron en su momento estimar el valor de una función o servicio específico de la biodiversidad ecosistémica en un lugar

---

<sup>xxxiv</sup> Esto debido a que no se consideran en el cálculo todos los servicios que ofrece la biodiversidad.

determinado. Esta información les permitió asignar un valor monetario por unidad de superficie, a diferentes servicios y funciones que ofrece la biodiversidad a nivel mundial. Paralelamente estimaron la superficie total de los ecosistemas existentes en el planeta para lo cual clasificaron la superficie del mismo en 16 grandes categorías, cada una de las cuales incluye subdivisiones en ecosistemas con características particulares. Posteriormente, multiplicaron los valores unitarios por hectárea asignados a cada función ecosistémica por la extensión correspondiente de cada ecosistema, obteniendo a través de la sumatoria de este producto el VET de la biodiversidad mundial.

No se incluye el uso directo consuntivo de la biodiversidad ya que se considera que las actividades relacionadas con este uso han degradado los ecosistemas forestal y marino chilenos<sup>xxxv</sup>, lo que implica una alteración en el flujo de bienes y servicios que estos ecosistemas entregan. Es decir, el uso directo consuntivo de la biodiversidad en Chile, afecta los usos directos no consuntivos, indirectos, de opción y de no uso de la biodiversidad, disminuyendo su valor económico

Costanza divide a los ecosistemas entre marinos y terrestres. Entre los marinos, el océano abierto ofrece servicios como regulación de gases, reciclaje de nutrientes, control biológico, y cultural, así como los de producción de alimentos, que para el caso específico de la estimación del VET de la biodiversidad chilena, fue descartado dentro de la valoración por considerarse de carácter insustentable como se explicó anteriormente. Entre estos servicios, el que recibe la mayor valoración por hectárea es el reciclaje de nutrientes con US\$ 118 por hectárea<sup>xxxvi</sup>.

Por otro lado, los ecosistemas terrestres se dividen en bosques, pastos, humedales, lagos, ríos y cultivos. Estos ecosistemas ofrecen varios servicios, los cuales se presentan en el Anexo 2, Tabla 1, siendo el que más valor aporta a la biodiversidad mundial el de abastecimiento de agua, seguido de la regulación de disturbios, ambos ofrecidos por los pantanos. Mayor información sobre el valor por hectárea de cada servicio que ofrece la biodiversidad se presenta en el Anexo 2 Tabla 5.

**Tabla 13: VET de la biodiversidad chilena a través de la metodología de Costanza e investigadores**

Biomás	Superficie (Millones de ha.)	Valor total US\$ 1999/ha/año	Valor Total	
			Millones US\$ 1999/año	%
Marinos:				
- océano abierto	371,7	227,4	84.524,9	46,18
Terrestres:				
- bosque templado	13,3	217,8	2.902,7	1,59
- pastos	20,5	169,8	3.482,3	1,90
- humedales	4,5	18.691,0	82.142,6	44,88
- lagos/ríos	1,2	8.113,6	9.830,3	5,37
- cultivos	3,8	36,5	138,7	0,08
Total Marinos	371,7	227,4	84.524,9	45,71
Total Terrestres	43,3	2.315,9	98.496,6	53,82
Total País	41,51	445,5	183.021,5	100,00

Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

total.

<sup>xxxv</sup> El ecosistema forestal chileno, de acuerdo a lo mostrado en el Capítulo II, se ha reducido a ritmos similares al promedio mundial. Respecto al ecosistema marino, la sobre explotación de ciertas especies marinas ha llevado a que sus niveles de biomasa se vean reducidos considerablemente, especialmente en el caso de la sardina, el jurel, merluza del sur, congrio dorado, loco y almeja ente otros (Véase Terram 2000. *Informe Anual de Recursos*. Estudio no publicado a la fecha de elaboración de este estudio)

<sup>xxxvi</sup> En dólares de 1994.

Para el caso chileno se siguieron los mismos pasos que los descritos anteriormente, y se adoptaron como fijos los valores que Costanza e investigadores habían asignado a cada ecosistema y servicio de la biodiversidad. El resultado de esta valoración se presentan en la Tabla 13, en la cual se puede observar que el VET de la biodiversidad a través de esta metodología asciende a US\$ 183.021 millones en 1999, de los cuales el ecosistema marino representa el 46% y el terrestre la diferencia (54%)<sup>xxxvii</sup>.

Tal como se puede apreciar de la información presentada en dicha Tabla, los humedales representan el ecosistema que mayor valor aporta al VET de la biodiversidad chilena, con el 44,88%, mientras el bosque templado aporta con apenas el 1,59% del total.

#### **4.3.2. Metodología utilizada por Pimentel *et al.* -Valores de uso de la biodiversidad chilena**

Siguiendo la metodología de Pimentel e investigadores se valoran los usos de la biodiversidad por separado, para lo cual se inicia con el uso no consuntivo de la biodiversidad, seguido de los usos indirectos y de opción.

De esta manera, y de acuerdo a la información presentada anteriormente en la Tabla 12, se inicia el análisis con el uso directo no consuntivo de la biodiversidad: la recreación, reservando el tema de la salud para incluirlo en el valor de opción donde se considera la bioprospección.

#### **El ecoturismo**

El desarrollo de la industria turística en áreas verdes con un componente ambiental, científico y étnico es lo que se conoce como ecoturismo.

La Organización Mundial del Turismo enfatiza que esta corriente será demandada a partir del año 2000 por el 85% de los visitantes, y que su incremento anual será de un 30% contra un 7% del turismo convencional<sup>123</sup>.

Ante esta perspectiva, la CONAF estima que el futuro para Chile está en la riqueza escénica de las áreas silvestres protegidas, e inclusive la tendencia indica que para el año 2000 el número de visitantes a estas áreas aumentará a 1.200.000 personas<sup>124</sup>. Las visitas a los sitios recreacionales protegidos por el SNASPE han registrado un crecimiento progresivo desde su creación, y entre 1990 y 1995 el número de visitantes aumentó en 24%, llegando posteriormente a un incremento del 5% anual. Sin embargo, esta tendencia se revierte a partir de 1997, año a partir del cual se evidencia una disminución en el total de visitas de un 1,3% promedio anual<sup>xxxviii</sup>.

La visita a estos sitios incluye la utilización de cierta infraestructura como áreas de pic-nic, de camping y de alojamiento, servicios que como la entrada tienen un costo para el visitante<sup>xxxix</sup>. Por otro lado, el ecoturismo genera una serie de ingresos indirectos conocidos como gasto promedio diario (GPD), que según el Servicio Nacional de Turismo SERNATUR incluye gastos de alojamiento, alimentación, transporte, diversiones, compras en artículos personales, entre otros. Este gasto asciende a un promedio diario en 1999 de US\$ 40,83 para turistas extranjeros y US\$ 23,2 para nacionales. Adicionalmente se estima que para visitar las áreas silvestres protegidas se requiere en promedio de dos días y que el 60% de los turistas nacionales provienen de otras regiones para visitar estos sitios<sup>125</sup>.

Si se consideran el número de visitantes al SNASPE en el año 1999, el precio de entrada, uso de infraestructura y se incluye el GPD, la

<sup>xxxvii</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

<sup>xxxviii</sup> Para mayor información sobre el número de visitantes al SNASPE véase Anexo 1, Tabla B.

<sup>xxxix</sup> Detalle de los precios de entrada y de uso de infraestructura en los sitios recreacionales, véase Anexo 1, Tabla C

estimación del valor de este servicio de la biodiversidad es de US\$ 39,77 millones, mientras que si el GPD es omitido, el valor de este servicio alcanza apenas los US\$ 4,48 millones<sup>xl</sup>.

El valor promedio por hectárea que este servicio representa en Chile es bajo en comparación a valores internacionales, aun cuando se incluye el GPD en la estimación. De hecho, se estima que una hectárea de área silvestre por concepto de ecoturismo vale en Chile US\$ 0,32 si no se considera el gasto promedio diario, y US\$ 2,84 en promedio si se lo considera. En contraste, la hectárea de áreas protegidas mexicanas por concepto de ecoturismo rodea los US\$ 8<sup>126</sup>, mientras que en Costa Rica este valor se estimó en US \$52 por hectárea de bosque<sup>127</sup>. Para bosques tropicales convencionales, el valor más apropiado varía entre los 5 y 10 dólares por hectárea<sup>128</sup>.

Otra forma de obtener el valor de este servicio de la biodiversidad es a través de la estimación del nivel de bienestar de los individuos al visitar estos sitios, ya sea a través del Método de Costo de Viaje o de Valoración Contingente. Lamentablemente, los estudios de valoración disponibles en Chile, específicos sobre áreas protegidas, utilizan versiones antiguas de ambas metodologías<sup>xli</sup>, las cuales tienen serios sesgos en la estimación de un valor económico representativo. Por esto no son consideradas en este estudio. Además, si hubiera estudios factibles de utilización, la transferencia de beneficios exige una rigurosidad metodológica<sup>xlii</sup> en la similitud de las características de las áreas protegidas por el SNASPE, requisito que de ser obviado podría provocar de igual manera un sesgo en la estimación de los beneficios totales obtenidos por

---

<sup>xl</sup> Para detalles en la estimación del valor de este servicio de la biodiversidad, véase Anexo 2.

<sup>xli</sup> Para el Método del Costo del Viaje los estudios encontrados utilizan la estimación por zonas, y no estima una función de demanda sino medias de la disposición a pagar. La aplicación del método de Valoración Contingente utiliza formatos abiertos para estimar la disposición a pagar y estima la media de los resultados. Estos son considerados en la actualidad como errores de especificación, de entendimiento del método y de estimación.

el ecoturismo. De cualquier manera, las estimaciones realizadas en otros países a través de estas metodologías de valoración, arrojan valores promedio mayores por hectárea que los descritos anteriormente<sup>xliii</sup>.

### 4.3.3. Valores de uso indirectos de la biodiversidad chilena

A esta categoría de los usos de la biodiversidad pertenecen todas las funciones que ofrecen los diferentes ecosistemas. En el presente estudio sólo se evaluará determinadas funciones ecosistémicas tales como la captura de carbono, el reciclaje de residuos, la formación de suelos, aumento en la producción de cosechas y ganadería debido a la existencia de recursos genéticos y polinización.

#### Captura de Carbono

Los ecosistemas forestales, agrícolas y oceánicos tienen un rol fundamental en la fijación de CO<sub>2</sub>. De los 7 billones de toneladas de CO<sub>2</sub> que se liberan anualmente hacia la atmósfera por la quema de combustibles fósiles, los océanos y bosques -en especial los tropicales- absorben más de 3 millones de toneladas anuales<sup>129</sup>. La captura de CO<sub>2</sub> disminuye el calentamiento global<sup>xliv</sup>, efecto que tiende a generar impactos en la salud humana, vegetal, animal y en otras actividades económicas. Adicionalmente, el calentamiento global puede derretir los hielos polares, produciendo inundaciones en las zonas costeras.

La absorción de CO<sub>2</sub> por parte del océano se hace a través de la “fertilización” de sus aguas con nitrógeno. Este elemento sirve de alimento para las algas microscópicas, aumentando así la población de fitoplancton; éste absorbe CO<sub>2</sub> de la

---

<sup>xlii</sup> Véase Hernández A., 2000.

<sup>xliii</sup> Véase Dixon y Sherman 1990; Harker *et al.*, 1997; Kramer *et al.*, 1992, 1995; Prasanthi Gunawardena *et al.*, 1999 y Tobias y Medelson, 1991.

atmósfera para realizar su proceso de fotosíntesis, liberando oxígeno como resultado<sup>130</sup>. La idea de promover la captura de carbono a través de la fertilización de los océanos está en pleno desarrollo en Chile, pero desafortunadamente no se dispone de suficiente información para hacer una estimación propia del servicio.

De igual manera, los bosques capturan y fijan CO<sub>2</sub> a través del proceso de fotosíntesis pero también son los cambios en la superficie, uso y manejo de estos bosques los que producen liberación y captura de CO<sub>2</sub>. Las prácticas de manejo forestal sustentable, disminución de la deforestación y madereo de bajo impacto disminuyen las emisiones o conservan el carbono en los árboles, a su vez que prácticas como el establecimiento de plantaciones u otros programas de plantación de árboles en suelos no forestados lo capturan<sup>131</sup>.

Para disminuir las emisiones de los gases del efecto invernadero, en 1997 se firmó el Protocolo de Kioto<sup>xliv</sup> a través del cual se ha posibilitado la utilización de una serie de mecanismos de mercado (Implementación Conjunta y el Mecanismo de Desarrollo Limpio), que permiten el intercambio de certificados de captura de carbono entre países. Bajo estos mecanismos los países industrializados pueden financiar iniciativas de conservación de bosque nativo en países en vías de desarrollo, o bien comprar directamente certificados de captura de CO<sub>2</sub> en mercados secundarios, los que finalmente aseguran la conservación de una extensión determinada de bosque por un tiempo específico.

Esta nueva tendencia a intercambiar certificados de captura de CO<sub>2</sub> ha llevado a la valoración de este servicio ofrecido por la biodiversidad. De hecho, se han aplicado varias metodologías para asignar un valor a la captura de una tonelada de carbono por

---

<sup>xliv</sup> El calentamiento global es consecuencia de la emisión y concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

<sup>xlv</sup> Este Protocolo busca que todos los países, especialmente los industrializados, se comprometan a reducir sus emisiones de los gases del efecto invernadero en un 5,2% en un promedio de 5 años (2008 – 2012, usando como base las mediciones del año 1990).

parte de los bosques, entre las cuales se puede mencionar la de costos de mitigación del efecto del calentamiento global<sup>xlvi</sup>, costos de evitar los efectos del calentamiento global<sup>xlvii</sup>, costos efectivos<sup>xlviii</sup>, costos de oportunidad y costos directos de mantenimiento de una hectárea de bosque nativo.

A través de la metodología de costos evitados, Frankhauser<sup>132</sup> estimó que una tonelada de carbono secuestrado y/o fijado vale US\$ 20 en bosque tropical y US\$ 30 en bosque templado. Distintos valores obtienen Nordhous<sup>133</sup> y Eyre *et al.*<sup>134</sup>, quienes estiman este valor a través del enfoque de costos de mitigación, llegando a rangos entre US\$ 5,3-10 y US\$ 30-40 por tonelada de carbono capturado, respectivamente por autor. Por otro lado, Dixon<sup>135</sup> considera el costo de desarrollar prácticas sustentables forestales y llega a estimaciones de US\$ 13 por tonelada de carbono secuestrado.

A través de los estudios de Implementación Conjunta, y utilizando la metodología de costo efectividad, las estimaciones de los precios a los cuales se intercambiarán certificados de carbono sugiere valores bajos, de alrededor US\$ 10 por tonelada de carbono capturado<sup>136</sup>. Sin embargo, estos precios no son de equilibrio<sup>xlix</sup>, por lo que se espera que a medida que el mercado de certificados de captura de CO<sub>2</sub> madure, este precio refleje su verdadero costo de oportunidad que es el de reducir las emisiones a través de cambios en las tecnologías de producción.

Gráficamente el precio de equilibrio (*Pe*) es aquel donde se interceptan las funciones de oferta y demanda de certificados de captura de carbono

---

<sup>xlvi</sup> Este enfoque mide el costo que implica, una vez ocurrido los desastres del calentamiento global, disminuirlo para volver a la situación original o adaptarse a la nueva situación.

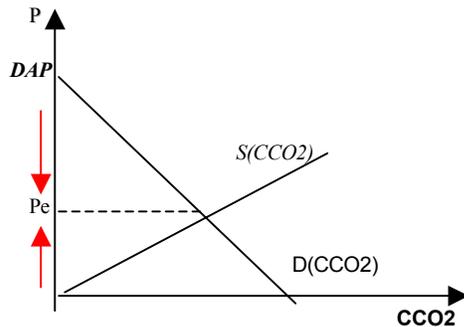
<sup>xlvii</sup> Este enfoque mide el costo total de evitar los daños causados por el calentamiento global en la zona costera mundial. Estima los daños marginales causados por la liberación adicional de una unidad de carbono a la atmósfera.

<sup>xlviii</sup> Esta metodología consiste en escoger la opción más barata.

<sup>xlix</sup> Un precio de equilibrio es aquel que permite que el mercado se vacíe, es decir, es un precio que permite a los productores vender todos los productos que deseen y a los consumidores comprar los bienes que ellos desean y pueden comprar.

( $CCO_2$ ). El  $Pe$  es menor a la máxima disposición a pagar ( $DAP$ ) de las industrias por dejar de emitir una tonelada más de carbono, ya que de hecho la  $DAP$  reflejaría el costo de un cambio a una tecnología más limpia.

**Gráfico 3: Precio de equilibrio de certificados de captura de  $CO_2$**



Por lo tanto, las industrias buscarán pagar siempre una cantidad menor a la  $DAP$ , la cual en definitiva representa su costo de oportunidad. Por otro lado, se considera que los valores de captura de carbono señalados anteriormente, especialmente los utilizados como referencia en proyectos de Implementación Conjunta, son menores a  $Pe$  ya que corresponden a los primeros certificados de captura de carbono ofrecidos en este mercado. Si bien no se ha estimado el  $Pe$  internacional para este mercado en el futuro, se estima que precios menores a US\$10 representan puntos menores a  $Pe$ , ya que se han transado capturas de carbono por precios mayores. Inclusive, dado que a medida que se comprometan más extensiones de bosque en este mercado naciente, se reducirá la disponibilidad de garantizar la captura adicional de una tonelada de carbono, factor que tendería a presionar en el aumento del nivel de precios hasta  $Pe$ .

Ahora bien, si se asume que el  $Pe$  promedio por capturar una tonelada de carbono, a través de una hectárea de bosque templado, es de US\$ 20, y se considera que una hectárea de bosque templado captura en promedio 1,5 toneladas de carbono al año<sup>137</sup>, y que para fijar 1 tonelada de carbono se requiere 2,94 toneladas de  $CO_2$ <sup>138</sup>, entonces Chile en 1999 secuestró 15 millones de toneladas de  $CO_2$

a través de sus bosques nativos, lo que le podría representar al país un beneficio de US\$ 312,6 millones para ese año<sup>1</sup>.

### Tratamiento de residuos sólidos

Cada año, los seres humanos, la ganadería y la agricultura producen aproximadamente 38 billones de toneladas métricas de residuos orgánicos en el mundo<sup>139</sup>. Estos residuos se reciclan a través de una variedad de descomponedores orgánicos presentes en los suelos y océanos.

El tratamiento final de estos residuos en ciudades grandes requiere de tecnologías sanitarias de disposición, ya que la capacidad de la naturaleza en reciclar los residuos orgánicos se ve reducida dada la gran cantidad de basura que se genera diariamente. En Santiago por ejemplo, se estima que se generan 4.000 toneladas de basura diariamente, las cuales son desechadas en vertederos sin mucho tratamiento sanitario, lo que ha provocado gran malestar entre los vecinos, quienes se ven afectados por los malos olores que se desprenden de la putrefacción de la misma. Esto ha conllevado a que nuevas instalaciones de vertederos en la ciudad se dificulte, especialmente si se considera que la vida útil y capacidad de los actuales vertederos está llegando a su límite.

Otro problema surge si se considera que, en promedio en el país, el 50% de estos residuos sólidos está constituido por materia orgánica, lo que implica que el otro 50%<sup>140</sup> no es biodegradable y que requiere de un tratamiento especial para su disposición final. Afortunadamente, en el país se han iniciado programas de reciclaje y utilización de basura no orgánica, lo que ha permitido que en la actualidad se recupere cerca del 60% del papel desechado, y niveles más inferiores de vidrio y plástico<sup>141</sup>, disminuyendo así la carga al medio ambiente.

<sup>1</sup> La estimación de la extensión del bosque nativo por región y por año se presenta en el Anexo 1, Tabla D. Para detalles metodológicos en la estimación del valor de este servicio de la biodiversidad véase Anexo 2.

**Tabla 14: Costos de la gestión de residuos sólidos en la Región Metropolitana**

Comunas	Costo 1998 \$/ton	Costo 1999 \$/ton	Distancia del vertedero Km.
Huechuraba	14.493	8.645	6,5
La Pintana	6.045	6.275	6,7
Recoleta	14.877	15.418	6,8
El Bosque	8.343	9.488	7,6
San Joaquín	9.148	10.268	15,6
Cerrillos	23.660	20.495	15,9
Maipú	14.155	13.771	16,2
Macul	17.172	16.294	17
Nuñoa	14.857	16.341	13,4
Las Condes	16.789	21.365	14,6

Fuente: SERPLAC Región Metropolitana.

Elaboración: El Metropolitano. 11 de Mayo del 2000. Los problemas de la basura.

Está claro que de seguir disponiendo en vertederos y rellenos sanitarios la misma cantidad de residuos sólidos, la capacidad de la naturaleza para reciclar estos residuos se verá saturada y el costo de tratar finalmente estos residuos será cada vez mayor. De hecho, el incremento de la basura generada por habitante en Santiago entre 1997 y 1998 aumentó en 8,56%<sup>142</sup>, y entre 1998 y 1999 en un 9%<sup>143</sup>, crecimiento mucho mayor al crecimiento del PIB entre esos mismos años, por lo que la posibilidad de un aumento en los costos de tratamiento es cada vez más evidente.

El costo de disponer finalmente una tonelada de residuos sólidos domiciliarios varía por comuna, y si bien esta diferencia debería responder a la diferencia que se genera en los costos de transportar los residuos al vertedero, parece no ser ésta la única razón tal como se puede evidenciar en la Tabla 14.

Por lo tanto, si consideramos que Chile produjo en 1999 aproximadamente 5 millones de toneladas de residuos sólidos y si el costo de disponer una tonelada de residuos en un relleno sanitario es de aproximadamente US\$ 25,11 millones, entonces el valor de este servicio de la biodiversidad es de US\$ 128,3 millones para 1999<sup>li</sup>. Esta estimación, sin embargo, no considera los beneficios de la disminución en la contaminación ambiental, el

reciclaje de nutrientes, el decrecimiento en la extensión de lugares físicos necesarios para disponer los residuos si el medio ambiente no los reciclara, así como la reducción importante de las enfermedades humanas por efectos de acumulación de basura.

#### Formación de suelos

El suelo fértil es un componente esencial de la biodiversidad porque todas las especies de plantas y animales necesitan ya sea del suelo o de productos que crecen en el suelo para sobrevivir.

De hecho, más del 99% de la oferta de alimentos en todo el mundo proviene del suelo<sup>144</sup>.

La biota existente en el suelo facilita su formación y mejora su calidad como insumo productivo. Un metro cuadrado de suelo frecuentemente soporta una población de aproximadamente 200.000 artrópodos y millones de microbios. Los gusanos de suelo llevan una cantidad de tierra a la superficie que varía entre 10 y 500 toneladas por hectárea al año, mientras que los insectos entre 1 a 10 toneladas por hectárea al año. Esta actividad combinada de organismos vivos en el suelo facilita la formación de suelo superficial e incrementa la tasa de infiltración de agua, facilitando así la productividad de las plantas<sup>145</sup>.

La formación de suelo agrícola es muy lenta, de hecho, es más lenta en suelo forestal y en cubiertas de pasto, ya que por ejemplo, bajo condiciones agrícolas demora aproximadamente

<sup>li</sup> La cantidad de residuos sólidos generados por los hogares en Chile se presenta en el Anexo 1, Tabla E. Los costos de disposición de residuos sólidos domiciliarios se presentan en el Anexo 1, Tabla F. Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

500 años para formar 25 milímetros de suelo, mientras que bajo condiciones forestales demora aproximadamente 1000 años para formar la misma cantidad de suelo<sup>146</sup>. Sin embargo, se considera que la presencia de biota en el suelo ayuda a la formación de 1,042 toneladas de suelo por hectárea al año.

genéticas de las especies cultivadas, entre el 30-50% a la utilización de insumos de energía fósil tales como los fertilizantes y el porcentaje restante a incrementos en las áreas cosechadas<sup>148</sup>.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla 15, la evolución de los cultivos más

**Tabla 15: Tasas de crecimiento de la producción, superficie sembrada y productividad de cultivos más importantes chileno. 1979-1999**

(%)

Cultivo	Producción	Superficie	Rendimiento
Trigo	56	-28	115
Papa	9	-32	62
Remolacha	558	345	48
Maíz	61	-40	170
Avena	44	-4	50
Cebada	-43	-65	61
Arroz	42	-37	124
Poroto	-47	-72	85
Raps	-35	-62	70
Maravilla	-75	-80	26
Lenteja	-96	-96	-8
Arveja	-87	-89	20
Garbanzo	-72	-82	56
Centeno	-77	-86	64

Fuente: ODEPA. Bases de datos de producción, superficie y rendimiento de los cultivos chilenos. Elaboración: Fundación Terram.

Por lo tanto, si consideramos que en la distribución actual del territorio nacional, el 5% corresponde a suelo agrícola, la existencia de biodiversidad en el suelo contribuye a la formación de suelo superficial, lo que contribuye a la vez en un aumento de la productividad de la actividad agrícola existente en la actualidad. Si se asume que el valor internacional de una tonelada de suelo agrícola es de US\$ 12<sup>147</sup>, entonces el valor que tiene este servicio de la biodiversidad chilena es de aproximadamente US\$ 47,4 millones en 1999<sup>lii</sup>.

### **Incremento de la producción agrícola y ganadera**

Desde 1945 la producción mundial agrícola se ha duplicado y hasta cuadruplicado, dependiendo de la cosecha, y se estima que este incremento se le puede atribuir entre el 20 y 40% a modificaciones

importantes en Chile durante 1979-1999, permite identificar que el aumento en los niveles de productividad no se debe en mayor medida a incrementos en la superficie cultivada, por lo que se atribuye este incremento a mejoras genéticas y al uso de insumos de energía fósil.

Así por ejemplo, en cultivos como la papa, trigo, maíz, avena y arroz, la superficie plantada disminuyó durante el período de análisis, mientras que el nivel de producción aumentó, registrándose de esta manera incrementos entre 50 y 170% en los niveles de productividad o rendimiento (ton/ha). Es obvio por lo tanto que el incremento en los niveles de productividad de estas variedades se debió a mejoras genéticas o a una mayor utilización de insumos de energía fósil, tal como se mencionó anteriormente.

Otro grupo de cultivos como el de cebada, porotos, raps, maravilla, arveja, garbanzo y centeno, registró disminuciones tanto en el nivel de producción como en la superficie de área cultivada, evidenciándose aún así un crecimiento

<sup>lii</sup> La extensión del suelo agrícola por región y por año se presenta en el Anexo I, Tabla G. Para detalles metodológicos respecto al cálculo de este valor véase Anexo 2.

en el nivel de rendimiento de entre un 20 y 85%. Este crecimiento en la productividad se debería primero a que el decrecimiento en el nivel de producto no es tan grande como el de la superficie cultivada, y segundo, y más importante, a que debió aumentar la utilización de insumos de energía fósil y la mejora genética de las especies cultivadas.

en la producción de éstos es de US\$ 5,6 millones en 1999<sup>liii</sup>.

Para el caso de los frutales, la información disponible permite un diferente horizonte de análisis, el cual, sin embargo, permite llegar a importantes conclusiones a partir de la información que se presenta en la Tabla 16.

**Tabla 16: Tasas de crecimiento de la producción, superficie sembrada y productividad de frutales en Chile, 1990-1999**

(%)

Frutal	Producción	Superficie	Rendimiento
Almendro	239	58	114
Cerezo	123	84	21
Damasco	197	31	127
Durazno	33	20	11
Limón	29	19	8
Ciruelo	58	62	-2
Manzano	27	63	-22
Palto	121	145	-10
Kiwi	100	-34	206
Nectarín	22	-1	24
Peral	102	-19	150
Uvas	229	-10	43
Naranjas	-12	21	-27

*Fuente: ODEPA. Bases de datos de producción, superficie y rendimiento de los cultivos chilenos. Elaboración: Fundación Terram.*

Finalmente existen cultivos, como el caso de la lenteja, que registraron una disminución de su nivel de productividad acompañado de disminuciones tanto en la producción como en la superficie cultivada, lo que puede implicar poca contribución o poca utilización de las mejoras genéticas en las variedades cultivadas o de insumos productivos. Una conclusión parecida se puede obtener del caso de la remolacha, la cual a pesar de registrar incrementos en el nivel de producción, de 558% durante el período de análisis, el crecimiento de la productividad no fue tan alto si se considera que fue el único cultivo que registró un aumento en la superficie cultivada.

Por lo tanto, si se asume que en promedio el 40% de las mejoras en productividad de estos cultivos se debió a mejoras genéticas de las variedades cultivadas, entonces el valor del servicio que presta la biodiversidad por la presencia de recursos genéticos en el país para el incremento

El incremento de la productividad de los frutales se explica en parte por el incremento en la superficie cultivada. Este es el caso de los almendros, cerezos, damascos, duraznos y limones, que junto con el aumento en la producción y superficie cultivada registraron un incremento en el rendimiento del cultivo. Casos como los del nectarín, kiwi, pera y uvas evidencian un mayor aporte de las mejoras genéticas y de otros insumos productivos en el aumento de la productividad ya que ésta se registró a pesar de que se produjeron disminuciones en la superficie cultivada. Por otro lado, casos como el de la ciruela, la manzana y la palta muestran que no fue suficiente experimentar aumentos en la superficie cultivada para aumentar la productividad, por lo que también se podría concluir que estos cultivos requieren de mayores insumos agrícolas o de

<sup>liii</sup> Para detalles metodológicos en la estimación de este valor de la biodiversidad véase Anexo 2.

mejoras genéticas para incrementar su rendimiento.

Por lo tanto, para el caso de la producción de frutas, ya que se evidencia una mayor representación de la superficie cultivada en incrementos de la productividad, se asume que el aporte que hacen las mejoras genéticas en el incremento de la producción es de un 30%. Bajo estas consideraciones, el aporte de la existencia de material genético en el país, factible de mejoramiento genético para incremento de la productividad de las frutas, vale US\$ 7,2 millones en 1999<sup>liv</sup>.

número de cabezas, pero se registran decrecimientos en el rendimiento productivo, como es el caso de los novillos y vacas.

Sólo se registra un caso de disminución en el número de cabezas y en el nivel de producción, pero con un aumento en el nivel de rendimiento productivo (bueyes). En este caso, la disminución en la producción es menor al de número de cabezas, lo que podría sostener el aumento en los rendimientos.

Por lo tanto, no se evidencia mayor crecimiento de los rendimientos que no pueda ser explicado por

**Tabla 17: Tasas de crecimiento de la producción, número de cabezas y productividad del ganado chileno, 1980-1999**

Ganado	Producción	Número de cabezas	Rendimiento
Novillo	24	40	-11
Vacas	11	15	-3
Bueyes	-6	-11	5
Toros	18	15	2
Vaquillas	528	422	20
Terberos	320	187	46
Ovinos	-18	-14	-4
Porcinos	390	319	17
Caprino	-81	-80	-6
Equino	-2	5	-7
Aves	79	56	15

Fuente: ODEPA. Bases de datos de producción, superficie y rendimiento de los cultivos chilenos. Elaboración: Fundación Terram.

Finalmente, si se analiza la evolución de la producción ganadera entre 1980 y 1999 resumida en la Tabla 17, se puede observar que el crecimiento en el rendimiento no es tan grande como en el caso del rendimiento agrícola. Incluso, para aquellos casos de crecimiento en el número de cabezas entre 180 y 420%, (vaquillas, terneros y porcinos), el aumento en la productividad o rendimiento no ha sido tan significativo como podría esperarse.

Aumentos más discretos en el nivel de producción, de número de cabezas y en rendimiento se evidencia en los toros y aves.

También existen casos en los que se evidencia incrementos en la producción de carne y en el

el aumento en el número de cabezas. Sin embargo, conocido el hecho que en el país se desarrollan ciertas actividades de mejora genética para el ganado, se considera prudente justificar que el 10% de este crecimiento se debe a mejoras genéticas. Por lo que el valor del incremento productivo en la ganadería asciende a US\$ 4,52 millones para 1999.

De esta manera, el incremento en los niveles de producción agrícola y ganadera debido a mejoras genéticas equivalen a US\$ 17,33 para 1999<sup>liv</sup>.

### Polinización

Los polinizadores naturales tales como las abejas, mariposas, pájaros y murciélagos proveen

<sup>liv</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

<sup>lv</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

beneficios importantes para el mantenimiento, diversidad y productividad de los ecosistemas agrícolas y naturales<sup>149</sup>. De hecho, se estima que un tercio de la producción mundial de comida recae directa o indirectamente en insectos polinizadores<sup>150</sup>, y se estima que un tercio de las especies de plantas del mundo dependen de la polinización biológica cruzada<sup>151</sup>.

El problema que surge con la degradación y disminución de la biodiversidad es que causa una disminución en los polinizadores silvestres, amenazando así los beneficios que prestan tanto al ecosistema agrícola como al natural.

Dado que es difícil estimar el valor de los polinizadores en todo el ecosistema natural, se lo estima sólo para el caso de los ecosistemas agrícolas, para los cuales se asumen los mismos porcentajes de polinización que los mencionados anteriormente. Estos antecedentes permiten valorar la polinización en US\$ 13,3 millones para 1999<sup>lvi</sup>.

### **Control biológico de plagas**

Aproximadamente 70.000 especies de plagas atacan las cosechas agrícolas en todo el mundo, y entre el 30% y 80% de éstas son nativas. La existencia de enemigos naturales y de rasgos de resistencia natural en las plantas, permite que el 99% de las plagas que atacan a los cultivos sean controladas. De hecho se estima que los enemigos naturales de las plagas proveen el 60% de los beneficios ofrecidos por el control biológico de los cultivos, los cuales a su vez representan el 50% de los beneficios que tanto el control biológico como químico ofrecen<sup>152</sup>. Adaptando esta información a la realidad chilena, se estima que este servicio de la biodiversidad para variedades de cultivos se valora en US\$ 15,22 millones en 1999<sup>lvii</sup>.

Por otra parte, se estima que el control biológico de plagas en especies forestales provee un beneficio de US\$ 18 por hectárea<sup>153</sup>, con lo que el valor de éste servicio de la biodiversidad para los ecosistemas forestales chilenos equivale a US\$ 34,5 millones para el mismo año.

### **Cultivos permanentes**

En zonas templadas, la mayoría de cultivos son de rotación anual ya que por lo general se trata de especies no tolerantes al frío, provocando de esta manera un daño en los agrosistemas inmediatos y futuros. Las cosechas permanentes pueden crecer y ser cosechadas continuamente por períodos continuos de hasta 5 años sin labranza y replantación, con la ventaja que la erosión del suelo puede reducirse hasta en un 50% ya que el suelo queda casi sin disturbios y con cubierta en la vegetación, lo que le permite una buena regeneración<sup>154</sup>. Adicionalmente, la práctica de cosechas permanentes disminuye el consumo de combustible hasta en un 72% por hectárea<sup>155</sup>, ya que se reduce la frecuencia de uso de máquinas cosechadoras.

Estimaciones de los beneficios económicos del desarrollo de cultivos permanentes se pueden basar en reducciones potenciales en la erosión del suelo, en el uso de combustible fósil y en la contaminación ambiental por una disminución en el uso de fertilizantes y pesticidas. Este servicio que ofrece la biodiversidad chilena asciende a US\$ 2,37 millones en 1999<sup>lviii</sup>.

### **Resistencia natural de las plantas y el control de plagas**

La resistencia natural que tienen las plantas para el control de plagas es una importante característica que tienen ciertas variedades de cultivos, las cuales en la actualidad pueden ser transmitidas de una especie a otra a través de la transgenia. El uso de especies resistentes en la agricultura es beneficioso económica y

---

<sup>lvi</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

<sup>lvii</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

---

<sup>lviii</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

ambientalmente porque se reduce la necesidad de usar pesticidas y en consecuencia los daños que estos causan al medio ambiente. Este servicio que presta la biodiversidad se estima que en Chile vale US\$ 10,15 millones en 1999 para el caso de cosechas agrícolas, mientras que para cosechas forestales, el beneficio se estima en US\$ 3 por hectárea, lo que implica un valor de US\$ 5,7 millones<sup>lix</sup>.

### **Fijación de Nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, y la presencia de una cantidad insuficiente de éste limita el crecimiento de la biomasa tanto en ecosistemas naturales como agrícolas.

El nitrógeno en el suelo se incrementa tanto por el uso de fertilizantes como por la adición de desechos de animales y la retención de residuos en las cosechas, aunque una de las mejores fuentes de nitrógeno son las plantas fijadoras de nitrógeno<sup>156</sup>. El nitrógeno fijado por estas plantas representa aproximadamente la mitad del nitrógeno que se obtiene a través de los fertilizantes, y para el caso de Chile, este servicio de la biodiversidad se valora en US\$ 25,51 millones para 1999<sup>lx</sup>.

### **4.3.4. Valores de opción de la biodiversidad chilena**

#### **Bioprospección**

Dentro de esta clasificación de los usos de la biodiversidad se encuentra la bioprospección, actividad que puede ser entendida como la búsqueda sistemática de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos que poseen un valor económico potencial y que pueden

encontrarse en la riqueza biológica de cualquier país<sup>157</sup>.

La bioprospección a nivel mundial tiene una gran potencialidad si se considera que los 1,4 millones de especies que han sido nombradas y clasificadas hasta la fecha, no representan más del 15% del número total de especies en el mundo<sup>158</sup>. Inclusive, muchos científicos consideran a los microorganismos y a los ecosistemas marinos como las principales fuentes aún no explotadas de valiosos fármacos y tratamientos medicinales nuevos<sup>159</sup>.

El ejemplo más clásico de bioprospección es lo ocurrido en Costa Rica con el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO) y la empresa farmacéutica Merck, quienes firmaron un contrato para permitir la búsqueda de material genético en los bosques de Costa Rica en 1991. INBIO como parte de los acuerdos de bioprospección establecidos desde ese año, entregó al Ministerio de Ambiente y Energía de ese país, MINAE, el 10% de los presupuestos de investigación y un 50% de las regalías para conservación, contrato que se estima ha entregado más de US\$ 2,5 millones<sup>160</sup>.

Chile participa en un proyecto de bioprospección con la Universidad de Arizona y el "International Cooperative Biodiversity Group" ICBG. Este proyecto tiene como objetivo la búsqueda de plantas de ecosistemas áridos y semi-áridos como fuentes potenciales de nuevos productos farmacéuticos o como agentes ambientalmente amigables para la protección de cosechas<sup>161</sup>. Este proyecto mantiene, como es de esperar en este tipo de proyectos, estricta confidencialidad respecto a la información investigada con el fin de defender los derechos de propiedad de los participantes<sup>162</sup>.

Si bien la cuantificación de los beneficios de la bioprospección es difícil de estimar dada la complejidad inherente de asignar un valor al aumento de los conocimientos sobre la biodiversidad y a la transferencia tecnológica, se cree que éstos son significativos. De hecho, existen grandes intereses por parte de las compañías

---

<sup>lix</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

<sup>lx</sup> Para detalles metodológicos véase Anexo 2.

farmacéuticas en la investigación de los efectos de las sustancias provenientes de especies naturales, ya que en términos generales, en 1988 este mercado alcanzó los 6.000 millones de dólares<sup>163</sup>. Sin embargo, investigaciones más recientes<sup>164</sup> indican que el valor de este servicio de la biodiversidad no es tan alto como se había pensado, debido básicamente a que existen tantas plantas y animales nativos que pueden ser usados en la investigación, que el valor de la especie marginal para someterla a análisis es ínfima cuando hay cientos de otras opciones disponibles<sup>164</sup>.

Existen varios estudios que han intentado valorar este servicio potencial de la biodiversidad, los que han entregado un amplio rango de valores representativos por hectárea de bosque. Así, Pearce y Puroshothaman<sup>165</sup> sugieren un valor por bioprospección entre US\$ 0,01 a 21 dólares por hectárea al año basados en el establecimiento de probabilidades de encontrar exitosamente una droga de alguna planta o animal que esté actualmente en peligro. Por otro lado, Ruitenbeek<sup>166</sup> estima el valor de una planta medicinal entre US\$ 0,2 y 0,7 por hectárea, mientras que Mendelson y Balick<sup>167</sup> estiman que el valor por hectárea de este uso potencial en bosque tropical varía entre US\$ 0,9 y 1,3. Simpson *et al.*<sup>168</sup>, sugieren que una empresa farmacéutica está dispuesta a pagar un máximo de US\$ 20 por hectárea en Ecuador y tal vez US\$ 1 en cualquier otro lado del mundo. Por su parte, Barbier y Aylward<sup>169</sup> concluyen que el valor económico de la biodiversidad para prospectos farmacéuticos puede ser localmente significativo, pero probablemente no sea suficiente por sí mismo para justificar la conservación de los bosques en el caso de enfrentarlo con otras opciones de uso del suelo.

Sin embargo, el optimismo inicial respecto al valor de la biodiversidad por el servicio farmacéutico ha disminuido en los últimos años ya que las últimas estimaciones de los beneficios de este servicio de la biodiversidad han declinado

considerablemente<sup>169</sup>. Esta disminución refleja un mejor entendimiento respecto a la dificultad en encontrar información genética útil en la naturaleza que sea factible de comercialización, así como la evidencia de que sólo una pequeña parte del valor de mercado de una nueva droga o nuevo producto puede ser atribuido al ambiente natural. Además, la innovación tecnológica reduce el valor del material en el medioambiente una vez que la información genética de éste ha sido aislada<sup>170</sup>.

De acuerdo a la información presentada en el Capítulo 1 del presente estudio, Chile no es un país rico en número de especies, pero sí lo es en cuanto a su nivel de endemismo, lo que representa un factor importante de valoración en el ámbito de la bioprospección. En el país existen cerca de 5.215 especies de plantas, de las cuales 45% son endémicas. Adicionalmente, se conoce que 561 de las especies identificadas se utilizan como plantas medicinales, lo que implicaría que cerca de un 10% de la flora chilena tiene un potencial medicinal curativo.

Ahora, de acuerdo a Príncipe<sup>171</sup>, la probabilidad de encontrar una especie con potencial farmacéutico es de apenas 1% del total de especies de plantas descritas, por lo que si consideramos esta situación, obtendríamos valores mucho más conservadores de especies con esta característica en Chile.

Para la estimación de un valor que represente este importante uso de la biodiversidad para Chile se aplicó la metodología de valoración de plantas medicinales recomendada por Pearce y Moran<sup>165</sup>, para lo cual se asumieron tres posibilidades respecto al total de especies con potencial farmacéutico: las 561 especies medicinales actualmente utilizadas en Chile, las 50 especies que son utilizadas en la industria farmacéutica en la actualidad, y el 10% de las plantas endémicas. Los valores estimados para este servicio de la

<sup>163</sup> Véase Simpson y Sedjo, 1996; Simpson y Craft, 1996.

<sup>169</sup> Véase Simpson y Craft, 1996.

<sup>170</sup> Para detalles metodológicos en la estimación véase Anexo 2.

biodiversidad chilena fluctúan entre los US\$ 1,27 y 94,58 millones. Hemos reconocido como aceptable el valor de US\$ 4,98 para 1999 ya que considera el total de especies utilizadas en la industria y el valor medio de productos farmacéuticos basado en plantas<sup>lxiv</sup>.

Estos valores arrojan una estimación por hectárea de bosque nativo por concepto de biodiversidad entre US\$ 0,1 y 7,1. El valor por hectárea de bosque nativo en 1999 se estimó en US\$ 0,37 el cual está dentro del rango de valores estimados en estudio internacionales.

### **Biotecnología**

La biotecnología es el uso de la tecnología para aprovechar las características genéticas en los procesos productivos de ciertas actividades económicas. En la actualidad se usa la biotecnología para mejorar especies de cultivo haciéndolas más resistentes a pestes, a condiciones ambientales adversas y a situaciones difíciles de comercialización. También permite aumentar la calidad y cantidad de cultivos agrícolas, forestales y acuícolas.

En Chile opera un pequeño grupo de empresas dedicadas a la investigación, desarrollo y comercialización de productos biotecnológicos, no obstante sus ventas alcanzan los US\$ 32 millones<sup>172</sup>. Sus áreas de acción incluyen la minería, forestal, pesca, acuicultura, salud y agricultura.

La empresa con el mayor porcentaje de ventas es Bios Chile, la cual se dedica a la producción de material de diagnóstico en el área humana y animal. Le sigue la empresa Tepual dedicada al sector marítimo, específicamente en la inmunología de peces y mariscos, con mucho interés en revelar la marea roja. Por otro lado, Actigen se dedica a la comercialización de un compuesto derivado de la quitina que permite a

los vegetales defenderse de los patógenos en base a su herencia genética.

Fundación Chile por su parte, permitió la formación de Genfor y Genfrut. La primera está orientada al área forestal, específicamente a la micropropagación clonal de pino radiata, mientras que la segunda está destinada a mejorar la calidad de uvas y carozos. En el mismo campo forestal, Bioforest trabaja en insectos para el control biológico y un programa de mejoramiento genético para desarrollar la calidad de las especies forestales que se comercializan.

Finalmente, en el campo minero se han desarrollado esfuerzos para la lixiviación del cobre con el aprovechamiento de las bacterias para oxidar los sulfuros de cobre, lo que resulta menos contaminante que la fundición.

### **4.3.5. Valor de no uso de la biodiversidad chilena**

Bajo esta categoría de uso de la biodiversidad se debería captar el valor que los individuos asignan a la existencia misma de las especies, de los genes o de los ecosistemas, valoración que como se mencionó al inicio de este capítulo, requiere de metodologías que permitan la revelación de las preferencias de los individuos tal como los métodos de simulación y los de valoración contingente. De hecho, existen algunos estudios que han intentado estimar los valores de no uso de los bosques en países en desarrollo<sup>lxv</sup>, sin embargo en la mayoría de éstos, la estimación del valor de no uso ha requerido separar la magnitud correspondiente al valor de uso del VET, tarea que por su dificultad no es considerada como un buen procedimiento.

Desde el punto de vista económico, el objetivo de la valoración del medio ambiente, y en este caso

---

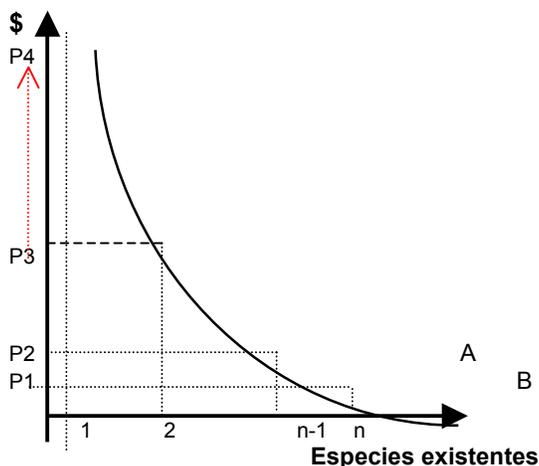
<sup>lxiv</sup> Los valores farmacéuticos se presentan en el Anexo 2 Tabla 2.

---

<sup>lxv</sup> Véase Davies *et al.*, 1999; Hadker *et al.*, 1997; Kramer *et al.*, 1995; McDaniels y Roessler, 1998; Prasanthi *et al.*, 1999; Smith *et al.*, 1997.

de la biodiversidad, no pretende asignarle un precio a las especies de animales ni plantas, y mucho menos asignarle un valor a la vida misma, ya que aunque se pueda captar este valor en una expresión monetaria, su valoración es muy subjetiva y escapa de los límites de este estudio.

**Gráfico 4: Variación en el valor de especies existentes**



La disposición a pagar (DAP) de los individuos por conservar la biodiversidad, cuando se conoce que ésta no está en peligro, podría ser por ejemplo  $P_1$ ,

pero a medida que se conozca la extinción de especies o degradación de ecosistemas irrecuperables, esta DAP aumentará inicialmente hasta  $P_2$ . En ese caso el valor de la biodiversidad está representado por el área  $P_1P_2AB$ . Ahora, en el caso que se esté evaluando la existencia de la última especie en el planeta, el nivel de DAP cambiaría desde  $P_3$  a un  $P_4$  que tiende al infinito, por lo que el valor de la biodiversidad en esas circunstancias sería indeterminado.

Por lo tanto, si bien es imposible captar la DAP mundial o nacional por toda la biodiversidad existente, podemos imaginar, a través de la representación del Gráfico anterior, el nivel de precios que se le podría asignar a ciertas especies, especialmente aquellas que están en peligro de extinción y aquellas que podrían tener un uso potencial para las generaciones futuras.

En conclusión, la biodiversidad chilena de acuerdo a la metodología de Pimentel e investigadores asciende a US\$ 690 millones en 1999, y los valores específicos para cada servicio de la biodiversidad se resumen en la Tabla 18.

**Tabla 18: Valoración de los servicios que ofrece la biodiversidad chilena de acuerdo a metodología de Pimentel e investigadores**

Servicio	Valor Millones US\$
Captura de CO2	312,6
Tratamiento residuos sólidos	128,3
Formación de suelos	47,4
Ecoturismo	41,0
Control biológico de plagas	34,5
Biotechnología	32,0
Fijación de nitrógeno	25,5
Incremento en la producción	17,3
Control biológico de cultivos	15,2
Polinización	13,3
Resistencia natural de plantas	10,2
Resistencia forestal	5,7
Bioprospección	4,9
Cosechas permanentes	2,37
Total	690,4

Fuente y elaboración: Fundación Terram.

## CAPITULO V

### ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Una vez estimado el valor de la biodiversidad chilena, el siguiente paso consiste en analizar los resultados obtenidos, para lo que se hace tres tipos de evaluaciones. En primera instancia se analiza brevemente la importancia de contar con un valor económico para la biodiversidad en un mundo donde la toma de decisiones se hace a nivel económico; posteriormente se analizan las diferencias obtenidas en la estimación del VET de la biodiversidad chilena a través de las dos metodologías utilizadas, y finalmente se analizan por separado estos resultados, donde se incluye una comparación con las estimaciones de la biodiversidad estadounidense y mundial.

Adicionalmente se resumen las principales conclusiones del estudio y se emiten ciertas recomendaciones de políticas públicas que deben seguirse para velar por la conservación de la biodiversidad en el país.

#### 5.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Reconociendo el carácter antropocéntrico del estudio, se debe reconocer que existe una relación circular entre la calidad y cantidad de los servicios que ofrece la biodiversidad y el accionar humano frente a ésta. La biodiversidad sustenta la vida en el planeta, y la interacción existente entre el ser humano y el medio ambiente ha conducido a una degradación de sus componentes. El hombre hace uso de la biodiversidad para satisfacer sus necesidades y maximizar su bienestar, pero a medida que este uso es excesivo y conduce a una degradación del medio ambiente, los bienes y servicios que el hombre obtiene de ésta serán cada vez menores, afectando negativamente en el corto plazo su nivel de bienestar, y en el largo plazo su subsistencia misma.

La pregunta que surge de inmediato es por qué el accionar del hombre no ha estado enfocado a

utilizar de manera racional la biodiversidad, sino que muy por el contrario, ésta ha estado expuesta a acelerados ritmos de destrucción. Si bien existe un elevado nivel de desconocimiento respecto a la totalidad de servicios que la biodiversidad nos entrega, el problema principal radica en la manera como estos bienes y servicios son tratados en el mercado, si es que para todos existiera un mercado. Surge por lo tanto un problema de valoración, no se cobra por su uso y nadie paga por su daño.

Al no reconocer el valor económico del activo natural más grande e importante para nuestra subsistencia, las alternativas para desarrollar cualquier actividad económica rentable opta por su explotación en vez de la conservación, ya que parecería que conservar la biodiversidad no entrega ningún beneficio en el ámbito económico. Por lo tanto, si se trata de justificar una conservación y una buena utilización de los componentes en un mundo donde el mercado rige, valorar la biodiversidad no es descabellado.

Por esta parte, cualquier metodología que se utilice para valorar la biodiversidad se enfrenta a ciertas limitaciones, especialmente a aquella que se desprende de la dificultad misma de valorar un activo de la magnitud de la biodiversidad y del limitado conocimiento que tenemos sobre las interacciones funcionales que dan origen a los servicios que ésta ofrece. Además la falta de información que puede existir en cada país para valorar estos servicios constituye también una limitante a considerar, así como también lo representa el problema del nivel de precios adecuado para su valoración.

Los valores económicos que se entregan en este estudio deben ser vistos como una primera aproximación del VET de la biodiversidad. Está claro que se requiere de investigaciones

consecutivas para perfeccionar la metodología, pero por el momento los resultados obtenidos nos permiten hacer ciertos análisis de gran importancia.

### **5.1.1. Comparación de resultados de la estimación del VET de la biodiversidad chilena**

Como se pudo apreciar en el capítulo anterior, los valores de la biodiversidad chilena obtenidos a través de la aplicación de las metodologías seguidas en los estudios de Costanza y Pimentel son muy diferentes entre sí, debiendo atribuirse esta diferencia a la divergencia metodológica existente entre ambos estudios.

Pimentel e investigadores valoran la biodiversidad como un flujo de bienes y servicios en un momento determinado, de acuerdo a características específicas que cada país posee. Esto implica que su metodología no valora la biodiversidad como un capital natural, sino como un flujo de bienes y servicios en un período determinado. Este hecho sin embargo permitió, a diferencia de la metodología utilizada por Costanza e investigadores, utilizar información chilena para la valoración.

Por otro lado, Pimentel e investigadores utilizan precios corrientes para la valoración de los servicios ecosistémicos identificados. Esto es, se utilizaron precios actuales de mercado de aquellos bienes que representan un sustituto de los servicios de la biodiversidad que se están valorando, y aunque este nivel de precios no es el más apropiado para realizar este tipo de ejercicios de valoración, permitió utilizar precios del mercado chileno para el ejercicio de valoración.

Los bienes y servicios ambientales no tienen un precio que refleje su verdadero costo de oportunidad, sino que por el contrario, éstos no tienen un mercado definido donde se pueda derivar un precio marginal, o de existirlo, adolece de ciertas fallas de mercado que hacen que el precio que les

representa no sea un reflejo real de su escasez. Por esta razón, se recomienda el uso de metodologías alternativas de valoración para la asignación de un precio que refleje, entre otras cosas, la disposición a pagar de las personas por determinados bienes o servicios ambientales.

En este sentido, Pimentel e investigadores adoptan el precio que es reflejo del costo de oportunidad de un bien que no es el ambiental, sino que es el sustituto del bien ambiental. Este procedimiento constituye aceptable, aunque no logra captar la verdadera disposición a pagar de la gente por los servicios que la biodiversidad ofrece.

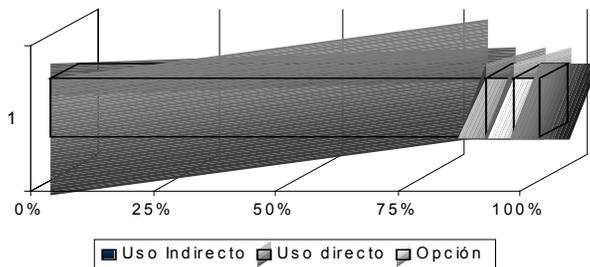
Costanza e investigadores, por su parte, sí permiten la utilización de este nivel de precios, que en definitiva está expresando un promedio de la verdadera disposición a pagar de la gente por estos servicios. Sin embargo, el procedimiento que sigue Costanza implicó la obtención de un valor promedio de la disposición a pagar internacional por éstos, el mismo que fue resultado de la recopilación de estudios de valoración alternativos, como de valoración contingente y de costo de viaje, realizados a nivel internacional. Estos estudios, a pesar de estar indexados al nivel de ingresos de cada país donde se realizó el estudio, podrían representar valores que reflejen precios mayores a la verdadera disposición a pagar de la gente en un país de menores ingresos, en comparación con aquellos donde se realizaron los estudios, los que en su mayoría son países desarrollados.

Por lo tanto, el nivel de precios que utiliza Costanza e investigadores es más apropiado que el nivel de precios que utiliza Pimentel e investigadores, aunque, estén reflejando la disposición a pagar de países con mayor nivel de ingresos que Chile. Si el precio que propone Pimentel fuera menor a la verdadera disposición a pagar de los individuos por el servicio ecosistémico en Chile, el precio que proponen Costanza e investigadores podría ser mayor.

Por otro lado, la metodología que utiliza Costanza incurre en el mismo error que Pimentel en el sentido

mencionado este valor se reduce a US\$ 17.884 millones.

**Gráfico 5: Participación de las categorías de valor de la biodiversidad en el VET. 1999.  
Metodología de Pimentel e investigadores.**



Fuente y Elaboración: Fundación Terram

que no valora la biodiversidad como un capital natural, sino como un flujo de bienes y servicios de este capital natural. Sin embargo, la cantidad de servicios valorados a través de la metodología de Costanza e investigadores es mayor a la de Pimentel.

Con el análisis hasta aquí presentado, se puede entender las razones por las cuales el VET de la biodiversidad chilena, estimado a través de la metodología de Costanza e investigadores, es mayor al de Pimentel e investigadores. Esto es, debido a que el nivel de precios es mayor en el primer caso y debido a que Costanza valora más servicios que Pimentel. De hecho, la estimación del VET de la biodiversidad chilena obtenido a través de la metodología de Pimentel representa entre el 0,5% y 3% del VET estimado a través de la metodología de Costanza e investigadores, dependiendo si se consideran todas las funciones de la biodiversidad o sólo aquellas que fueron valoradas bajo la metodología de Pimentel.

Esta consideración se hace ya que es posible separar, en la estimación de Costanza e investigadores, aquellos servicios que fueron valorados con la metodología de Pimentel e investigadores. El resultado de este ejercicio revela valores más razonables del VET de la biodiversidad chilena, ya que inicialmente ésta fue valorada en US\$ 183.021 millones, mientras que con el ajuste

A continuación, se evalúa por separado los resultados obtenidos con cada metodología para analizar a profundidad la importancia de la valoración de cada servicio ecosistémico o conjunto de éstos.

### 5.1.2. Resultados de la aplicación de la metodología de Pimentel e investigadores

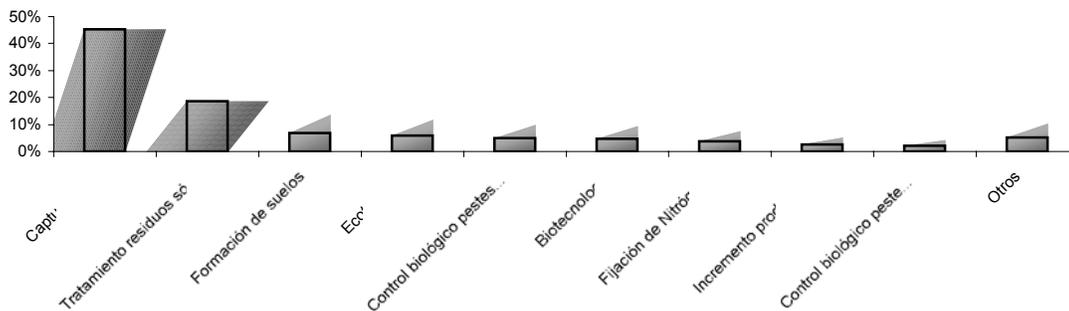
La metodología planteada por Pimentel e investigadores aborda la valoración de la biodiversidad por categoría de uso de la misma, y tal como se puede observar en el Gráfico 5, la contribución del valor de uso indirecto ha sido el más importante ya que aporta con el 89% del VET de la biodiversidad chilena, mientras que el valor de uso directo no consuntivo aporta con el 6%, y el valor de opción con el 5%.

Es importante recordar que no se ha incorporado el valor de existencia y de legado de la biodiversidad en esta estimación, más sin embargo, hay que admitir que de poder captarse este valor, seguramente superaría el total de la estimación realizada, especialmente para aquellos ecosistemas más degradados.

Por otro lado y tal como se ilustra en el Gráfico 6, la mayor contribución al VET de la biodiversidad chilena lo entrega la captura de CO<sub>2</sub> con un 45% de participación en el valor total, seguido del aporte del reciclaje de residuos sólidos con 18%.

a que la estimación para Chile no considera aquellos residuos que genera la agricultura y la ganadería, y segundo al hecho que para valorar este servicio a nivel nacional se utilizó los costos actuales de gestión de residuos sólidos, los cuales

**Gráfica 6: Contribución del valor de las diferentes funciones ecosistémicas en el VET de la biodiversidad chilena, 1999**



Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

La formación de suelos es la siguiente función con mayor contribución en el VET con un 6,87% de participación, seguido del ecoturismo con el 5,94% de participación. La menor contribución la entregan la bioprospección y las cosechas permanentes.

Comparando estos resultados con aquellos obtenidos por el autor de la metodología para el caso de la biodiversidad mundial y estadounidense, se puede notar algunas diferencias en cuanto a los servicios más valorados (Véase Gráfico 7). Así por ejemplo, el servicio de la biodiversidad más valorado en Estados Unidos y en el mundo es el reciclaje de residuos sólidos con un promedio ponderado<sup>lxvi</sup> de 23,24% y 30,44% de participación en el VET respectivamente.

Esta diferencia respecto a la importancia comparativa del valor de este servicio para el caso chileno podría deberse a dos factores. El primero

no necesariamente representan el costo real para un tratamiento sanitario y sustentable que se le deberían dar a los residuos para disponerlos de manera sanitaria.

En el siguiente lugar de importancia en el VET de la biodiversidad en los Estados Unidos se ubican la polinización y el incremento de la productividad agrícola y ganadera con el 14,9% de participación ponderada cada uno. A nivel mundial, el segundo lugar de importancia lo ocupa el ecoturismo seguido de la polinización con un 20% y 8,01% de participación en su VET respectivamente.

### 5.1.3. Resultados de la aplicación de la metodología de Costanza e investigadores

Aplicando esta metodología, la biodiversidad chilena fue valorada en US\$ 183.021,5 millones en 1999, de los cuales el 46,18% lo aportan los biomas marinos y el 53,82% los terrestres.

El 100% del valor determinado para los biomas marinos es aportado por el océano abierto, esto debido principalmente a la falta de información que existe en el país en relación con la superficie

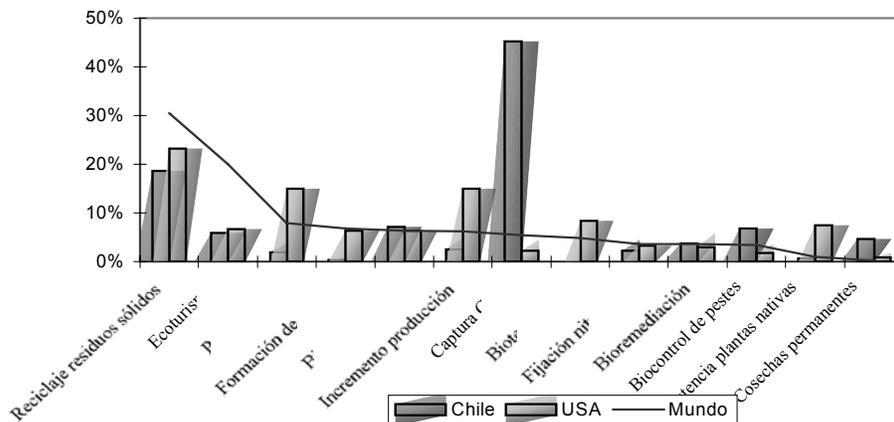
<sup>lxvi</sup> Se estimó un promedio ponderado de los resultados obtenidos por Pimentel e investigadores respecto al valor total de la biodiversidad a escala mundial, ya que no todos los servicios valorados en ésta fueron valorados a nivel nacional.

cubierta con ecosistemas costeros, tales como estuarios o camas de algas, entre otros. Con respecto a los biomas terrestres, el mayor aporte en términos económicos lo realizan las superficies cubiertas con tierras húmedas, seguida de los cuerpos de agua, los pastos, bosques y finalmente los cultivos.

valor de uso directo no consuntivo representan apenas el 1,5%, mientras que el valor de opción no fue valorado por Costanza.

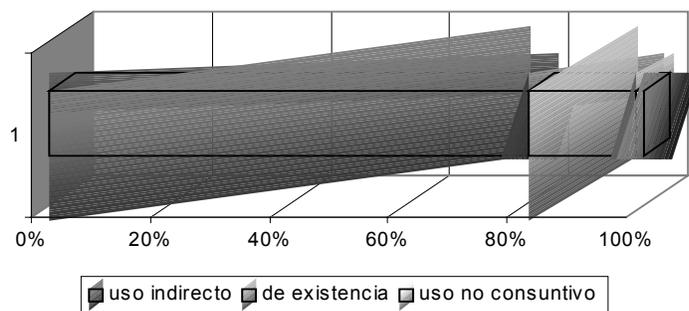
Para tener esta descripción más detallada, en la Tabla 19 se presenta el valor que cada función ecosistémica recibe de acuerdo a esta metodología.

**Gráfico 7: Comparación de la participación del valor de los servicios de la biodiversidad en el VET de Chile, Estados Unidos y el mundo**



Fuente: Fundación Terram; Pimentel et al., 1997. *Economic and environmental benefits of biodiversity. BioScience. Vol 47, N°11.*  
Elaboración: Fundación Terram.

**Gráfico 8: Participación de las categorías de valor de la biodiversidad en el VET. 1999. Metodología de Costanza e investigadores**



Fuente: Fundación Terram. Costanza et al., 1998. *The value of world's ecosystem services and natural capita. Revista Nature. Mayo 15.*  
Elaboración: Fundación Terram.

Al analizar la estructura del VET de la biodiversidad chilena obtenido a través de la metodología de Costanza e investigadores, nuevamente se observa, tal como se aprecia en el Gráfico 8, que el valor de uso indirecto es el más valorado contribuyendo con el 80,5% del VET, seguido del valor de no uso que en este caso captura el valor cultural de la biodiversidad con un 18% del VET. Por su parte el

La información presentada permite evidenciar que el reciclaje de nutrientes es el servicio de la biodiversidad más valorado con un 22,99% de participación en su VET. Los siguientes servicios en importancia son el abastecimiento de agua, aspectos culturales y la regulación de disturbios.

Si sólo se consideran aquellos servicios que fueron valorados con la metodología de Pimentel e

investigadores para el caso chileno y sólo se consideran los beneficios de los ecosistemas terrestres, el ordenamiento de los servicios más valorados a través de la metodología de Costanza se ilustra en el Gráfico 9, el que permite evidenciar que el

los instrumentos para su protección, conservación y utilización.

Siendo la biodiversidad un activo natural que sustenta la vida y la actividad económica del ser humano, es necesario desarrollar mecanismos para su protección. En el plano de la toma de

**Tabla 19: Participación del valor de los servicios ecosistémico en el VET de la biodiversidad chilena. 1999**

Servicio	Valor en millones US\$ 1999	% participación en VET
<i>Reciclaje nutrientes</i>	42.084	22,99
Abastecimiento de agua	35.244	19,26
Cultural	34.727	18,97
Regulación de disturbios	31.230	17,06
Regulación gases	14.833	8,10
Tratamiento residuos	10.740	5,87
Regulación hídrica	6.518	3,56
Recreación	2.885	1,58
Control biológico	2.374	1,30
Regulación climática	1.125	0,61
Control de erosión	570	0,31
Polinización	543	0,30
Formación de suelo	147	0,08

Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

servicio de la biodiversidad chilena más valorado es el tratamiento de residuos con un 60,06% del VET, seguido de recreación o ecoturismo, regulación de gases y del clima con un 17,13%, 7,16% y 6,29% respectivamente.

## 5.2. CONCLUSIONES

Chile no posee una extensa diversidad biológica, más su riqueza se basa en el endemismo de sus componentes a diferencia de otros países con climas templados. Esta característica hace que la biodiversidad chilena sea de gran importancia, pues constituye un patrimonio genético único en el mundo.

El estado de conservación de los componentes de la biodiversidad chilena deja en evidencia que ha existido una sobre explotación de sus componentes y contaminación de los hábitats. Esto también refleja el débil marco jurídico que la cobija, ya que las leyes existentes no establecen

decisiones, el valorar la biodiversidad adquiere real importancia ya que puede ser comparada en términos monetarios con aquellas actividades económicas que inciden sobre su explotación.

Las metodologías existentes para valorar la biodiversidad, se enfrentan a serias limitaciones como la falta de conocimiento sobre el funcionamiento total de los ecosistemas, la falta de estudios de valoración que capturen la disposición a pagar de las personas por los bienes y servicios ambientales que la biodiversidad ofrece, y la falta de información estadística para la valoración. Estas debilidades explican las diferentes estimaciones del VET de la biodiversidad de las metodologías utilizadas, lo que no implica que los resultados sean erróneos, sino que delatan que cada metodología valora diferentes servicios con diferentes precios.

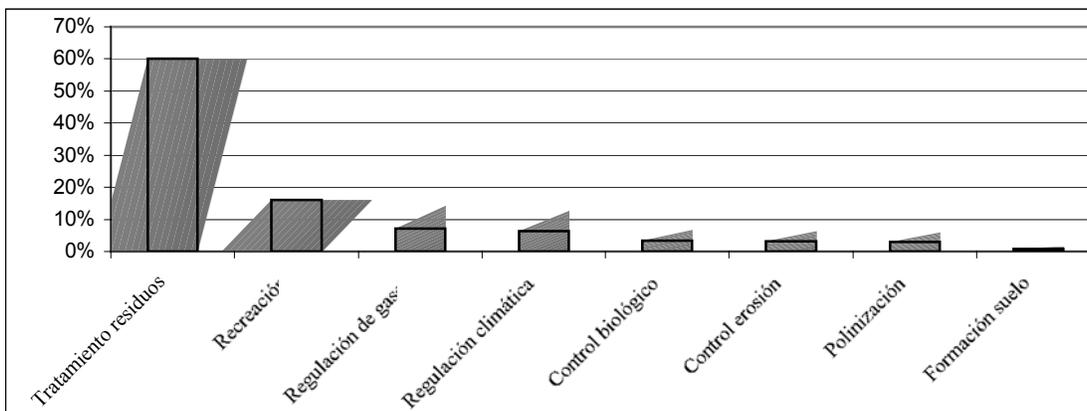
Sin embargo, con cualquiera de las dos estimaciones, se puede concluir que los valores

de uso indirectos son los más importantes, representando entre el 80 y 90% del VET de la biodiversidad, mundial y chilena, respectivamente. Por tanto, cualquier cambio en la calidad de los servicios que ofrece la biodiversidad afectará directamente su valor económico.

recomendaciones que se debería seguir para garantizar la conservación y buen uso de los componentes de la biodiversidad chilena:

- Crear un organismo a nivel nacional cuyo objetivo exclusivo sea la protección de la biodiversidad chilena. Esto implicaría

**Gráfico 9: Participación del valor de los servicios ecosistémico valorados en la metodología de Pimentel cuando éstos son estimados a través de metodología de Constanza**



Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

En todo caso, la estimación del valor económico de la biodiversidad chilena constituye un ejercicio de mucha importancia, ya que más allá de los resultados obtenidos, permiten reflexionar sobre la importancia misma de los componentes de la biodiversidad. Esto es, identificar y reconocer que la biodiversidad chilena tiene una ventaja respecto a la biodiversidad de otros países de clima templado, e inclusive de los países tropicales, considerando los altos niveles de endemismo que caracterizan a sus componentes.

Por otro lado, los resultados de este estudio indican que la biodiversidad chilena está entregando servicios que son poco valorados por la falta de mercados donde se concreten sus transacciones, e inclusive, que el valor potencial de éstos es significativo y podría competir de concretarse los mercados para su intercambio.

Este hecho tiene gran importancia en torno al diseño de políticas públicas respecto al uso y protección de la biodiversidad. Reconociendo este hecho, a continuación emitimos ciertas

concentrar los esfuerzos hasta ahora dispersos en una sola institución, con el fin de lograr sinergias en torno al tema de la protección de la biodiversidad;

- Darle un seguimiento más minucioso a los convenios internacionales ratificados respecto al tema de la biodiversidad, ya que si bien éstos tienen carácter de ley nacional, no son obligatorios;
- Diseñar instrumentos económicos para la protección de la biodiversidad, ya que si bien en la actualidad sólo se rige la actividad económica que se desarrolla en torno a la explotación de sus componentes, no se vela por su conservación de manera directa. Esto es por ejemplo, diseñar impuestos que permitan la conformación de un fondo destinado a financiar medidas para proteger los componentes de la biodiversidad, como a dirigir futuras investigaciones en torno al tema de su valoración;

- Promover estudios e investigaciones que permitan desarrollar y aplicar una metodología propia para la valoración de la biodiversidad chilena;
- Velar por el desarrollo de nuevos mercados, que en algunos casos ya existen a nivel internacional, con el fin de poder transar los servicios globales que ofrece la biodiversidad chilena, y de esta manera, contribuir con la generación de ingresos para su conservación.

La biodiversidad es un bien público, con componentes económicos, ambientales y sociales. Así mismo, es un patrimonio que legamos a las

futuras generaciones, por lo que nuestro compromiso debería ser usar responsablemente este patrimonio, lo que a su vez significa reconocer el valor de sus distintos componentes y de los servicios que nos entregan.

El rol del Estado debería ser velar por los intereses de la sociedad, y en este caso, como en tantos otros que involucran el patrimonio natural, la política pública está notablemente ausente. Esperamos que este esfuerzo contribuya a corregir este error.

## ANEXO 1

**Tabla A. Clasificación de taxa según estado de conservación**

Categoría	Características
<i>Extinta</i>	Una especie está extinguida en su distribución natural cuando sin lugar a dudas no ha sido localizada en la naturaleza en estado silvestre a lo menos durante los pasados 50 años.
<i>En peligro</i>	Taxa de las que existe un escaso número de ejemplares en la naturaleza y cuya existencia está seriamente amenazada si los factores causales continúan operando. Se incluyen taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en riesgo inminente de extinción. También se incluyen taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que se han visto en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.
<i>Vulnerables</i>	Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a sobre explotación, destrucción intensiva del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y su protección definitiva no está aun asegurada y taxa con poblaciones que son aun abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos en su área de distribución.
<i>Raras</i>	Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo. Estos taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitats restringidos o tienen una densidad muy baja a través de una distribución más o menos amplia. Son taxa que aparentemente siempre han sido escasas, que están en los últimos estados de su extinción natural, o son especies con distribución muy restringida, con pocas defensas y escaso poder de adaptación.
<i>Inadecuadamente conocidas</i>	Especies u otro taxa que se supone pertenecen a alguna de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.
<i>Fuera de peligro</i>	Especies u otros taxa que presentan un estado de conservación satisfactorio o aquéllas que estuvieron en una de las categorías anteriores, pero que en la actualidad están relativamente seguras debido a la adopción de medidas efectivas de conservación que se han tomado o a que la amenaza que existía ha sido eliminada.
<i>Amenaza indeterminada</i>	Taxa respecto de los cuales se sabe que corresponden ya a la categoría En peligro, Vulnerable o Rara, pero respecto de las cuales no se sabe a ciencia cierta cual es la más apropiada.

Fuente: Thornback and Jenkins. 1982. *The IUCN Mammal Red Data Book. Part I. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (IUCN). Gland, Suiza.*

**Tabla B: Número de visitantes a los sitios del SNASPE**

(número de personas)

Año	Total visitantes	Extranjeros*	Nacionales*
1997	953.030	190.606	762.424
1998	930.729	186.145	744.580
1999	914.182	205.962	708.220
2000	1.200.000 (e)	240.000	960.000

Fuente: CONAF. *Registro de la Gerencia de Operaciones. Unidad de Gestión Patrimonio silvestre. Registro hasta Agosto del 2000.*

Elaboración: Fundación Terram

Nota: (e) estimada de acuerdo a la CONAF, pero en base a evolución de la actividad a nivel internacional.

\* Estimaciones propias

**Tabla C: Precio promedio de entrada, de uso de infraestructura y gasto promedio diario (GPD) en los sitios de recreación, 1999.**

Categoría de gasto	US\$/persona	US\$/familia
Entrada	3,3	
Alojamiento	2	10
Pic nic	1,2	6
Camping	2,2	11
GPD extranjero	44	
GPD nacional	25	

Fuente: [www.conaf.cl/precioparq.htm](http://www.conaf.cl/precioparq.htm).

Elaboración: Fundación Terram.

**Tabla D: Superficie del Bosque Primario, por Región y por año, 1995 – 1999.**

(ha)

REGIÓN	1995	1996	1997	1998	1999
I	7.299,8	7.299,8	7.299,8	7.299,8	7.299,8
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IV	1.610,1	1.610,1	1.610,1	1.610,1	1.610,1
V	95.312,9	95.312,9	95.312,9	95.312,9	95.312,9
RM	93.454,0	93.454,0	93.454,0	93.454,0	93.454,0
VI	118.013,2	118.013,2	118.013,2	118.013,2	118.013,2
VII	370.329,9	369.318,4	368.309,6	367.303,6	366.300,3
VIII	786.207,7	783.227,1	780.257,9	777.266,0	774.319,3
IX	908.501,1	906.019,6	903.544,8	901.076,9	898.615,6
X	3.608.873,1	3.602.839,7	3.596.816,5	3.590.773,0	3.584.769,9
XI	4.815.532,3	4.802.379,0	4.789.261,5	4.776.180,0	4.763.134,1
XII	2.625.468,7	2.625.468,7	2.625.468,7	2.625.468,7	2.625.468,7
Total	<b>13.430.602,8</b>	<b>13.404.942,5</b>	<b>13.379.349,0</b>	<b>13.353.758,1</b>	<b>13.328.300,4</b>

Fuente y Elaboración: Fundación Terram, en base a datos del Catastro CONAF-CONAMA.

**Tabla E: Generación de residuos sólidos de los hogares por Región.**

*(ton)*

REGIÓN	1996	1999
I	83.880	123.255
II	102.240	150.234
III	55.080	80.936
IV	93.600	137.538
V	341.280	501.484
VI	106.560	156.581
VII	117.720	172.980
VIII	317.160	466.041
IX	115.920	170.335
X	140.162	205.957
XI	140.040	205.778
XII	44.640	65.595
RM	1.819.080	2.672.993
Total	3.477.362	5.109.707

**Fuente:** *INE, CONAMA, 1999. Estadísticas del Medio Ambiente; Fundación Terram, estimaciones a través de datos publicados en el Metropolitano, 11 de Mayo del 2000. Los problemas de la Basura. Elaboración: Fundación Terram.*

**Tabla F: Costos del tratamiento de los residuos sólidos en Chile por región**

*(US\$/ton)*

REGIÓN	Costo tratamiento Millones US\$
I	1,6
II	1,9
III	1,0
IV	1,8
V	6,4
VI	2,0
VII	2,2
VIII	6,0
IX	2,2
X	2,6
XI	2,6
XII	0,8
RM	34,2

*Fuente y elaboración: Fundación Terram.*

**Tabla G: Superficie Agrícola Nacional, por Región y por año, 1995 – 1999.**  
(ha)

REGIÓN	1995	1996	1997	1998	1999
I	29.341,2	29.341,2	29.341,2	29.341,2	29.341,2
II	3.700,5	3.700,5	3.700,5	3.700,5	3.700,5
III	45.908,0	45.908,0	45.908,0	45.908,0	45.908,0
IV	165.142,6	165.142,6	165.142,6	165.142,6	165.142,6
V	184.225,7	184.225,7	184.225,7	184.225,7	184.225,7
RM	256.857,6	256.857,6	256.857,6	256.857,6	256.857,6
VI	432.484,8	432.484,8	432.484,8	432.484,8	432.484,8
VII	710.439,9	710.439,9	710.439,9	710.439,9	710.439,9
VIII	1.003.708,6	997.481,6	991.293,3	985.143,3	979.031,5
IX	955.080,4	955.080,4	955.080,4	955.080,4	955.080,4
X	17.763,2	19.315,8	21.004,1	22.840,0	24.836,3
XI	3.378,5	3.378,5	3.378,5	3.378,5	3.378,5
XII	65,7	65,7	65,7	65,7	65,7
<b>Total</b>	<b>3.808.096,7</b>	<b>3.803.422,3</b>	<b>3.798.922,3</b>	<b>3.794.608,2</b>	<b>3.790.492,7</b>

*Fuente y Elaboración: Fundación Terram, en base a datos del Catastro CONAF-CONAMA.*



## **ANEXO 2**

## **2.1. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE COSTANZA E INVESTIGADORES**

Los pasos seguidos para la estimación del VET de la biodiversidad chilena fueron los siguientes:

1. Se dividió la superficie territorial chilena en distintos tipos de ecosistemas. Para esto se utilizó la información referente al uso de la superficie del territorio nacional proveniente del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (1997), presentado en el Capítulo 1, Gráfico 2 del presente estudio. Para el ecosistema marino se determinó el número de hectáreas de océano abierto existente en nuestro país, incluyendo las millas marinas del territorio jurisdiccional chileno continental; de las islas San Félix, San Ambrosio, de Pascua, Salas y Gómez; y del territorio antártico.
2. Para cada ecosistema se identificaron los servicios que el medio ambiente ofrece. Estos servicios o funciones entregadas “gratuitamente” por el medio ambiente se detallan en la Tabla 1.
3. Se asignó a cada uno de los ecosistemas identificados y a las funciones que estos cobijan, valores monetarios determinados por Costanza y sus investigadores, los cuales se exponen en la Tabla 2. En la columna izquierda de la Tabla se incluyen los distintos ecosistemas existentes en Chile, en las columnas numeradas 1 a 17 se lista cada una de las funciones y servicios determinados para cada tipo de ecosistema con la información existente. Estos valores se entregan en dólares de 1994 por hectárea y por año.
4. Los valores presentados en la Tabla están expresados en unidades monetarias por hectárea, por lo que el siguiente paso consistió en multiplicar la extensión de cada ecosistema identificado por el valor de cada servicio o función ecosistemática que éste cobija, para posteriormente sumar el resultado de este producto. El valor total para los ecosistemas marinos y terrestres, y para el país entero se resume en la Tabla 6.

Como se mencionó anteriormente, los valores presentados por Costanza e investigadores están expresados en dólares de 1994, por lo que se actualizó su valor dólares de 1999 utilizando el IPM de los Estados Unidos.

## **2.2. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE PIMENTEL E INVESTIGADORES - ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL ECOTURISMO**

Para la estimación del valor de este servicio de la biodiversidad se sumaron los gastos en los que debe incurrir el visitante para llegar al sitio y para disfrutar de su infraestructura.

Sean,

$$\begin{aligned} N_{vis} &= \text{Nº de visitantes} \\ N_{fam} &= \text{Nº familias visitantes} \\ &= \frac{N_{vis}}{\text{promedio personas}} \\ &\quad \text{por familia} \quad (1) \\ G_{entr} &= \text{Gasto por entrada a los sitios} \end{aligned}$$

$$= N_{vis} * P_{entr} \quad (2)$$

$$G_{picnic} = \text{Gasto por uso de pic nic}$$
$$= N_{fam} * P_{picnic} * 0,6 \quad (3)$$

**Tabla 1: Servicios y funciones ecosistémicas identificadas por Costanza *et al.***

Servicio ecosistémico (1)	Funciones ecosistémicas	Ejemplos
<p><i>Regulación de gases</i> Regulación climática</p> <p>Regulación de disturbios</p> <p>Regulación del agua</p> <p>Abastecimiento de agua</p> <p>Control de erosión y retención sedimentos</p> <p>Formación de suelos</p> <p>Reciclaje de nutrientes</p> <p>Tratamiento de residuos</p>	<p>Regulación química atmosférica</p> <p>Regulación de la temperatura, precipitación, y otros procesos climáticos</p> <p>Capacidad e integridad de los ecosistemas para responder a las fluctuaciones ambientales</p> <p>Regulación de flujos hidrológicos</p> <p>Almacenaje y retención de agua</p> <p>Retención de suelo dentro de un ecosistema</p> <p>Procesos de formación de suelos</p> <p>Almacenaje, reciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes</p> <p>Recuperación de nutrientes móviles, desagregación del exceso de nutrientes y compuestos xénicos</p>	<p>Balace CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, y niveles de SO<sub>x</sub></p> <p>Regulación de gases invernadero, producción de DMS que afectan la formación de nubes.</p> <p>Protección contra tormentas, control de inundaciones, recuperación de sequías entre otros.</p> <p>Aprovisionamiento de agua para la agricultura la industrial o transporte.</p> <p>Aprovisionamiento de agua para cuencas, reservas y acuíferos.</p> <p>Prevención de pérdidas de suelo por viento, desecación, u otros procesos de remoción.</p> <p>Alteración atmosférica de las rocas la acumulación de material orgánico</p> <p>Fijación de nitrógeno, N, P y otros elementos o ciclos de nutrientes.</p> <p>Tratamientos de residuos, control de la polución, detoxificación</p>
<p>Polinización</p> <p>Control biológico</p> <p>Refugio</p> <p>Producción de alimentos</p> <p>Materias primas</p> <p>Recursos genéticos</p> <p>Recreación</p> <p>Cultural</p>	<p>Movimiento de gametos florales</p> <p>Regulación trófico-dinámica de poblaciones</p> <p>Hábitat para poblaciones residentes y transitorias</p> <p>Porción de producción primaria explotable que es alimento</p> <p>Porción de producción primaria explotable es materias primas</p> <p><b>Fuentes de materiales</b> y productos biológicos únicos</p> <p>Proveer de oportunidades para actividades recreacionales</p> <p>Proveer de oportunidades para usos no-comerciales</p>	<p>Polinizadores para reproducción de plantas</p> <p>Predadores claves para el control de especies presas, reducción de herbívoros por predadores topes</p> <p>Lugares de crianza, hábitat para especies migratorias, hábitats regionales para especies cosechadas localmente, o terrenos de invernadas</p> <p>Producción de peces, caza, cultivos, nueces, frutos por caza, amontonamiento, subsistencia de cultivos o pesca</p> <p>La producción de madera, combustible o forraje</p> <p>Medicinas, productos para materiales de ciencia, genes de resistencia para plantas patógenas y pestes en cultivos, especies ornamentales</p> <p>Ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades recreacionales fuera de la casa</p> <p>Valores estéticos, artísticos, educacionales, espirituales, y/o científicos de los ecosistemas</p>

Fuente y elaboración: Costanza *et al.* *The Value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, may 15, 1998.*

**Tabla 2: Resumen del valor promedio anual de los servicios de los ecosistemas.**

Biomás	<i>Valor promedio anual de los servicios ecosistémicos</i>																
	<b>(1994 US\$ /ha/año)</b>																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	
	Regulación de gases	Regulación climática	Regulación de disturbios	Regulación hídrica	Abastecimiento de agua	Control de erosión	Formación de suelos	Reciclaje de nutrientes	Tratamiento de residuos	Polinización	Control biológico	Hábitat/refugio	Producción de alimentos	Materia primas	Recreación	Cultural	
<b>MARINOS</b>																	
Océano abierto	38							118			5		15			76	
<b>Terrestres</b>																	
Bosques Templados		88					10		87		4		50	25	36	2	
Pastos	7			3		29	1		87	25	23		67		2		
Humedales	265		7240	30	7600				1656			439	47	49	491	1761	
Lagos/ríos				5445	2117				665				41		230		
Cultivos										14	24		54				

Fuente y Elaboración: Fundación Terram.

$$G_{cam} = \text{Gasto por camping} \\ = N_{fam} * P_{cam} * 0,2 \quad (4)$$

$$G_{alo} = \text{Gasto de alojamiento} \\ = N_{fam} * P_{alo} * 0,2 \quad (5)$$

$$GPD_{tu} = \text{GPD turista} \\ = (N_{vis} * 0.20) * (40,83 * 2) \quad (6)$$

$$GPD_{na} = \text{GPD nacional} \\ = (N_{vis} * 0.80) * (23,20 * 2) \quad (7)$$

$$GDPT_o = GPD_{tu} + GPD_{na} \quad (8)$$

Supuestos:

- El 60% de los visitantes utilizaron áreas de pic nic y el 20% las de camping y de alojamiento;
- El 20% de los visitantes totales son extranjeros;
- El 60% de los visitantes nacionales vienen de otras provincias a visitar las áreas<sup>173</sup>;
- Tanto los visitantes nacionales como extranjeros demoran 2 días en ir y volver a los sitios de recreación<sup>174</sup>.

Entonces, el valor del ecoturismo es:

$$V_{(ECOTRSM)} = G_{ent} + G_{picnic} + G_{cam} + G_{alo} + GPDT_o \quad (9)$$

Para estimar el valor por hectárea de éste servicio se aplicó el siguiente cálculo:

$$V_{ECOTRSM/ha} = V_{ECOTRSM}/\text{superficie del SNASPE} \quad (10)$$

Donde se considera que la superficie del SNASPE es de 13.952.479 hectáreas sin considerar los Parques Nacionales Juan Fernandez y Rapanui, y los Monumentos Naturales Isla Cachagua y Pingüinos<sup>175</sup>; o de 14.124.375 hectáreas si se los considera<sup>176</sup>.

### 2.3. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA CAPTURA DE CARBONO

Para la estimación de este servicio de la biodiversidad se utilizó como base la información de superficie del bosque nativo en Chile presentado en el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de la CONAF-CONAMA y su respectiva actualización para las Regiones VIII y X. Con las tasas de variación de la superficie en estas dos regiones entre 1994 y 1998, se estimó una tasa de variación promedio anual para los cambios en la superficie del bosque nativo en las regiones VII, IX y XI. Para las demás regiones se utilizó el supuesto que la superficie del bosque nativo no varió en este período de tiempo. La definición de bosque nativo utilizada para estimar este beneficio de la biodiversidad es aquella que excluye bosques adultos, achaparrados y renovales abiertos, ya que se considera que la capacidad de éstos para captura CO<sub>2</sub> es menor que la de los otros bosques renovales.

Las operaciones efectuadas fueron las siguientes:

Sea:

$$Ct_{CO_2}^{-1} = \text{Costo de captura de una tonelada de CO}_2 \text{ (11)}$$

$$\begin{aligned} \text{STC} &= \text{Secuestro total de carbono} \\ &= \text{extensión bosque} \\ &\quad \text{nativo} * 1,5 \text{ ton C}^{-1} \text{ año}^{-1} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \text{STCO}_2 &= \text{Secuestro total de CO}_2 \\ &= \text{STC} * 2,94 \text{ t CO}_2 \text{ C}^{-1} \end{aligned} \quad (13)$$

Entonces, el valor total de la captura de CO<sub>2</sub> está dado por:

$$V_{(\text{STCO}_2)} = \text{STCO}_2 * Ct_{CO_2}^{-1} \quad (14)$$

### 2.4. ESTIMACIÓN DE VALOR DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para la estimación de este servicio de la biodiversidad se realizaron las siguientes operaciones.

Sea:

$$\text{RS} = \text{Los residuos sólidos generados en los hogares (ton)}$$

$$\text{CTRS} = \text{El costo de tratar finalmente una tonelada de residuos sólidos de los hogares}$$

Entonces:

$$V_{(\text{TRS})} = \text{RS} * \text{CTRS} \text{ (15)}$$

### 2.5. ESTIMACIÓN DE VALOR DE LA FORMACIÓN DE SUELOS

Para la estimación de este servicio de la biodiversidad se partió de la información de la superficie agrícola nacional entregada por el Catastro CONAF-CONAMA y su actualización para las regiones VIII y X. En este caso, se consideró que la extensión agrícola en las demás regiones no varió, registrándose variaciones únicamente en las dos regiones mencionadas anteriormente.

Sea:

$$\begin{aligned} \text{Ha} &= \text{Superficie agrícola} \\ \text{FS} &= \text{Formación de suelo} \\ &= 1,0416 \text{ t suelo ha}^{-1}\text{año}^{-1} \quad (16) \\ \text{CFS} &= \text{Costo de FS} \end{aligned}$$

Entonces, el valor por formación de suelos es:

$$V_{(\text{FSUELO})} = \text{Ha} * \text{FS} * \text{CFS} \quad (17)$$

## 2.6. ESTIMACIÓN DE VALOR DE INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y GANADERA

La evaluación de este servicio que ofrece la biodiversidad es compleja desde la perspectiva que el mercado agrícola presenta muchas distorsiones que impiden que el precio de estos productos sea un verdadero indicador de su precio sombra. Adicionalmente, la producción agrícola es altamente sensible a variables externas como las climáticas, las cuales ser la causante de una disminución radical en el nivel de producción en un determinado año. Es por esta razón que para captar el incremento en los niveles de producción agrícola y ganadero se analizaron series de tiempo de hasta 20 años, tanto del nivel de producción, de superficie sembrada, y del nivel de precios.

Sea:

$$\begin{aligned} i &= \text{El número de productos analizados} \\ t &= \text{El total de años que comprende el período de análisis} \\ P_t^{\wedge} &= \text{El precio promedio real del producto } i \text{ durante el período de análisis} \\ \Delta Q_t &= \text{La variación en el nivel de producción total de } i \text{ durante el período de análisis} \\ Q_t^{\wedge} &= \text{La variación de la producción anual de } i \\ &= \Delta Q_t / t \quad (18) \\ \alpha_i &= \text{El coeficiente de mejoras genéticas responsable del aumento de la productividad de } i \end{aligned}$$

Supuestos:

- El 40% del incremento de la producción de cereales, tubérculos y hortalizas se debe a mejoras genéticas;
- El 30% del incremento de la producción de frutas se debe a mejoras genéticas;
- El 10% del incremento de la producción de ganado se debe a mejoras genéticas

El valor del incremento de la producción agrícola y ganadera debido a la presencia de recursos genéticos en el país es equivalente a:

$$V_{(MGTC)} = \sum_{i=1 \rightarrow n} (P_i \hat{Q}_i) * \alpha_i \quad (19)$$

## 2.7. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE BIOPROSPECCIÓN

Para la estimación de este servicio de la biodiversidad se utilizaron 3 escenarios respecto al número de especies potenciales de uso medicinal. Estos se ilustran en la Tabla 3.

La opción (1) representa el total de especies identificadas en Chile que tienen fines medicinales; la opción (2) representa el total de especies utilizadas en Chile por la industria farmacéutica, y dado que el 1% del total de especies de plantas representa el mismo número de especies que utiliza la industria chilena farmacéutica, la opción (3) representa el 1% de aquellas especies endémicas de plantas identificadas para Chile.

Por otro lado, la estimación de este servicio requiere de un valor estimado de la droga que se podrá descubrir a partir de la planta encontrada. Pearce y Moran<sup>177</sup> sugieren ciertos valores de los cuales se escogieron 3 y se presentan en la Tabla 4.

Sea:

$i$  = Los escenarios planteados respecto al número de especies. ( $i = 3$ ).

$n$  = Opciones de valores de productos farmacéuticos. ( $n = 3$ ).

$N_i$  = El número de especies de plantas por escenario.

Los valores corresponden a los descritos en la Tabla 1.

$D$  = Densidad de especies por hectárea de bosque nativo.

=  $N_i /$  superficie de bosque nativo. (20)

$r$  = Regalía del país anfitrión por cada descubrimiento exitoso.

Tabla 3: Número de especies de fauna chilena potenciales para la bioprospección

Especies de Plantas	Nº de especies
Total de especies de plantas	5.215
Especies endémicas	2.608
Especies medicinales (1)	561
Especies medicinales uso industrial (2)	50
Especies potenciales Príncipe (3)	26

Tabla 4: Valores de algunos medicamentos basados en plantas

	Valores mundiales US\$ miles de millones
Valor de mercado del intercambio en plantas medicinales	24,4
Valores fijos o de mercado de drogas basadas en plantas en prescripción	49,8
Valor de mercado de drogas prescritas	84,3

Fuente y Elaboración: Pearce D., y Moran D., 1994. The economic Value of Biodiversity.. The World Conservation Union, UICN. Londres, Pg108.

Tabla 5: Estimaciones del valor de la biodiversidad Chilena

(millones de US\$)

	V1	V2	V3
p1	55,88	27,38	94,58
p2	4,98	2,44	8,43
p3	2,60	1,27	4,40

Fuente y Elaboración: Fundación Terram

- $\phi$  = Coeficiente de capturabilidad de la renta.  
 $p$  = La probabilidad de que la biodiversidad presente en una hectárea de bosque nativo entregue una medicina exitosa.  
 $= N_i$  (21)  
 $V_n(D)$  = Valor farmacéutico de la droga que se descubre. Los proxi de estos valores se presentan en la Tabla 2.  
 $V_{ni}$  = Valor generado por especie  
 $= V(D) / p_{mundial}$  (22)

Supuestos:

$r = 5\%$

$\phi = 10\%$

Por lo que el valor de este servicio de la biodiversidad se puede expresar como:

$$V(\text{BIOPROSP}) = V_{ni} * p_{\text{Chile}} * \phi * r \quad (23)$$

Al aplicar los valores de  $p$  y de  $V_{ni}$ , se obtienen 9 valores posibles del valor de la bioprospección chilena, los cuales se ilustran en la Tabla 5.

## 2.8. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA POLINIZACIÓN

Para la estimación del valor de este servicio de la biodiversidad se utilizó la misma información de incrementos en la producción agrícola estimada para el cálculo del valor de mejoras en la productividad agrícola y ganadera por existencia de recursos genéticos en el país. La diferencia para este caso es que se parte del supuesto que el 30% de la producción agrícola requiere de polinizadores, por lo que el valor total de este servicio es:

$$V_{(\text{POLINIZA})} = \sum_{i=1 \rightarrow n} (P_i \hat{Q}_i) * \alpha_i \quad (24)$$

Donde  $\alpha_i = 30\%$

## 2.10. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LAS COSECHAS PERMANENTES

Para este caso se usó información referente al costo de una hectárea de suelo erosionado en la VII Región, el cual fue extrapolado al resto de cultivos permanentes de cereales en el país.

Sea:

Cero	=	Costo de erosión (\$/ton)
Ha	=	Superficie de cultivos permanentes
E	=	Nivel de erosión de los cultivos anuales (ton/ha)
$\Phi$	=	Coefficiente de reducción de la erosión por práctica de cosechas permanentes

Por lo que el valor de este servicio de la biodiversidad es:

$$V_{(\text{COSPMTE})} = \text{Ha} * (E * \Phi) * \text{Cero} \quad (25)$$

## 2.11. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO

Para la estimación del valor de este servicio de la biodiversidad se consideraron los siguientes supuestos:

- El uso de fertilizantes contiene la misma cantidad de nitrógeno para todos los casos;
- Todos los cultivos requieren la misma cantidad de fertilizantes

Sea:

$\Phi$	=	La cantidad de nitrógeno que se aplica en una hectárea de suelo cultivado (ton/ha)
$\phi$	=	Coefficiente de fijación de nitrógeno por plantas silvestres
Cfija	=	Costo de la fijación de nitrógeno
Ha	=	Superficie de suelo cultivado

Por lo tanto:

$$V_{(\text{FIJAN})} = \Phi * \varphi * C_{\text{fija}} * Ha \quad (26)$$

## 2.12. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA RESISTENCIA NATURAL DE LAS PLANTAS EN EL CONTROL DE PESTES

Para la estimación de este valor se hicieron las siguientes consideraciones:

Sea:

$$\begin{aligned} \Phi &= \text{La relación de disminución en el uso de fungicidas por la presencia de ésta característica en las plantas.} \\ V_{\text{fung}} &= \text{Valor anual en el uso de fungicidas} \end{aligned}$$

Supuesto:

- El uso de plantas resistentes a pestes reduce el uso de fungicidas a al mitad

Por lo tanto

$$V_{(\text{RESISTENCIA})} = \Phi * V_{\text{fung}} \quad (27)$$

## BIBLIOGRAFIA

- Abramovitz J, *La valoración de los servicios de la naturaleza*. Sin referencias bibliográficas disponibles.
- Adger *et al.*, 1995. Citado en Pearce D. y Putz F., 1999. *A sustainable Forest Future*. Resource for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- Armesto, J. y Kalin M., 1991. *El estudio y la conservación de la biodiversidad: Una tarea urgente para Chile*. Revista Creces 91, N°11, Noviembre.
- Armesto, Juan y Cecilia Smith-Ramírez, 1994. *Criterios Ecológicos para el Manejo del Bosque Nativo*. Ambiente y Desarrollo, Vol. X, N°3.
- Arroyo M., 1995. Plantas, Hongos y Líquenes. Citado en Simonetti *et al.*, 1995. *Diversidad Biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Chile
- Azqueta D., 1995. *Valoración económica de la Calidad Ambiental*. Mc GrawHill, España.
- Babcock y Foster, 1991. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.
- Báez P. Crustáceos. En Simonetti *et al.*, 1995. *Diversidad biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Chile.
- Banco Central de Chile. 1995. *Proyecto de Cuentas Ambientales y Bosque Nativo*. Unidad de Cuentas Ambientales.
- Barbier y Aylward, 1996. Citado en Bishop J. (editores), 1999. *Valuing Forest*. A review of methods and applications in Developing Countries. International Insitute for environment and development IIED. Londres.
- Benoit I. (ed.). 1989. *Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile*. Corporación Nacional Forestal. Chile.
- Benoit, I. 1996. Estudio Nacional de la Diversidad Biológica Marina y Costera en un Area Protegida o en vías de Proposición. CONAF.
- Bishop J. (editores), 1999. *Valuing Forest*. A review of methods and applications in Developing Countries. International Insitute for environment and development IIED. Londres.
- Buchmann y Nabhan, 1996, Citado por Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.
- Caillaux *et al.* 1999. *El Régimen Andino de acceso a los recursos genéticos*. Sociedad peruana de Derecho Ambiental, WRI.
- Castillo, M. 1996. *Observaciones y Críticas al Proyecto de Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal*.
- Claro E., 1996. *Valoración Económica de la Diversidad Biológica*: Elementos para una estrategia de Protección. CONAMA.
- Claro *et al.*, 1996. *Valoración Económica de la Diversidad Biológica en América Latina y el Caribe*. Informes Técnicos del Taller Regional. CONAMA, Gobierno de Canadá, Museo Canadiense de la Naturaleza, CEPAL y PNUMA. Santiago, Chile.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 1994. *Perfil Ambiental de Chile*.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 1996. *Estudios de Legislación Ambiental. Diversidad Biológica. Identificación y Diagnóstico Preliminar del Ordenamiento*

- Jurídico Aplicable a la protección de la Diversidad Biológica*. Serie Jurídica. Documento N° 16. Santiago, Chile.
- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). 1997. Departamento Jurídico. Chile: *Recopilación Normativa sobre Biodiversidad y de Contexto Medio Ambiental*. Santiago, Chile.
- CONAF-CONAMA. 1997. *Catastro y Evaluación. Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF.
- CONAF, CONAMA. 1999. *Catastro y evaluación de Recursos Vegetacionales nativos de Chile*. Monitoreo de Cambio. Universidad austral y Universidad de Concepción. Vol. N
- Costanza *et al.*, 1998. *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*. Revista Nature, Mayo 15.
- Cox J., 1997. Estado de la Biotecnología en Chile. En Sasson A., 1997. *Ideas y sugerencias para la elaboración de un Programa Nacional para el desarrollo de las Biotecnologías silviagropecuarias en Chile*. INIA Quilamapu.
- Cubillos A. y Bertrand C. 1991. *La conservación de recursos genéticos. Parte II*. IPA Carillanca. Año 10 N° 4.
- Cubillos A. y Bertrand C. 1991. *La conservación de recursos genéticos. Parte I*. IPA Carillanca. Año 10 N°4.
- Cubillos P., 1998. *La Conservación y Utilización de recursos genéticos de especies frutales para el mejoramiento genético en el INIA*.
- Cubillos, 1992. Citado en Suzuki S., 1994. *Importancia de los recursos genéticos y su mejor manejo en Chile*. Agricultura Técnica. Vol 54. N°4.
- Davies *et al.*, 1999. Citados en Bishop I (ed) 1999. *Valuing Forest A review of methods and applications in Developing countries*. International Institute for environmental ad development Londres.
- Day, 1987. Citado por Flores X., 1991. *La Valoración Económica de los Recursos Naturales Renovables*. Tesis para optar al título de Magister en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
- Dinerstain *et al.*, 1995. Citado en Universidad de Chile, 1999. *Informe País*. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Dixon R., 1997. Silvicultural options to conserve and sequester carbon in forest systems preliminary economic assessment. Citado por Pearce *et al.*, 1999. *A Sustainable Forest Future*. Resources for the Future.
- Dixon y Sherman, 1990. Citado en Bishop J. (et), 1999, *Valuing Forest. A review of methods and applications in developing countries*. International Institute for Environmental and Development, Londres.
- El Diario, 17 Septiembre 1999. *Santiago busca destino para su basura*.
- El Mercurio, 22 de Diciembre de 1999. *Ecoturismo surge en Parques*.
- El Mercurio. 30 Julio del 2000. *Empresas de biotecnología: Un Club exclusivo*
- El Metropolitano, 11 de Mayo del 2000. *Los problemas de la basura*.
- Eyre *et. al.*, 1997. Global Warming Damages, Final Report of the Extern Global Warming Sub-Task. Citado en Pearce *et al.*, 1999. *A sustainable Forest Future*. Resources for the Future.
- FAO, 1991. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity* BioScience. Vol 47, N°11.

- Flores X., 1991. *La Valoración Económica de los Recursos Naturales Renovables*. Tesis para optar al título de Magister en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
- Frankhauser S., 1993. Evaluating the social cost of greenhouse gas emission. Citado en Pimentel et al., 1997. *Economic and Environmental Benefits of Biodiversity*. BioScience Vol.47 N°11.
- Freeman III A. M., 1993. *The measurement of environmental and resource value: Theory and Methods*. Resources For the Future. USA.
- Fundación Chile, 1993. *Captura de CO2 a través de Pino radiata y eucaliptus spp en Chile*.
- Fundación Terram. 1998e. Proyecto de Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal: Observaciones y Propuestas.
- Fundación Terram 2000. Informe Anual de Recursos. Estudio no publicado hasta la elaboración de este estudio.
- Gajardo R., 1994. La vegetación natural de Chile. Ediciones Universitarias. Chile.
- Gallardo, 1984: Citado en Universidad de Chile, 2000. *Informe País*.
- Glade A. (ed.) 1993. *Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile*. Corporación Nacional Forestal.
- Glaser H. Y Craig P. Sin registro de año. *Monetary Valuation of Nature's Services and the Humpty Dumpty Syndrome*. Ecological Economics.
- Glass y Muth, 1987. Citados por Flores X., 1991. *La Valoración Económica de los Recursos Naturales Renovables*. Tesis para optar al título de Magister en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.
- Glowka et al., 1996. *Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Unión Mundial para la Naturaleza UICN. Suiza.
- Hanley et al., 1997. *Environmental Economics, In theory and Practice*. Oxford University Press. USA.
- Harker et al., 1997. Citado en Bishop J. (et), 1999, *Valuing Forest. A review of methods and applications in developing countries*. International Institute for Environmental and Development, Londres.
- Henríquez, C. 1996.
- Holsinger, 1992, Citado por Pimentel et al., 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.
- Hernández A. 2000. Teoría Bayesiana para la transferencia de beneficios de sitios recreativos. Tesis Magister en Economía de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad de Concepción. Chile.
- INIA, 1988. Informe anual. Citado en Moraga-Rojel et al., 1991. *El Patrimonio Fitogenético nativo de Chile. Un recurso Estratégico para el desarrollo de la Biotecnología agrícola y la Seguridad Alimentaria*. Medio Ambiente. 11(2).
- INIA, 1993. *Memoria Anual 1990-1993*.
- INIA, 1994. *Memoria Anual*.
- INIA, 1996. *Memoria Anual*.
- Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO. [www.inbio.ac.cr](http://www.inbio.ac.cr). *Bioprospección*.
- Ipinza R., 1995. Uso de la biotecnología en la Producción Silvícola. En *Programa Nacional para el desarrollo de la biotecnología Agropecuaria y forestal en Chile*. Fundación para la Innovación Agraria, INIA, Ministerio de Agricultura, FAO. Chillán.
- Kahl G., 1997. Usos potenciales de la Ingeniería Genética. En Sasson A., 1997. *Ideas y sugerencias para la elaboración de un*

- Programa Nacional para el desarrollo de las Biotecnologías silviagropecuarias en Chile.* INIA Quilamapu.
- Kramer *et al.*, 1992. Citado en Bishop J. (et), 1999, *Valuing Forest. A review of methods and applications in developing countries.* International Institute for Environmental and Development, Londres.
- Krutilla, 1967. Citado en Hanley *et. al.*, 1997. *Environmental Economics, In theory and Practice.* Oxford University Press. USA.
- La Nación. 20 de Abril del 2000. *Más basura.*
- La Tercera.9 de Abril del 2000. *Equilibrio Ecológico mundial descansará en aguas chilenas.*
- Las Últimas Noticias. 26 Agosto 1999. *La basura agobia a Santiago.*
- Lazo, W., 1995. Hongos. En Simonetti *et al.*, *Diversidad Biológica de Chile 1995.* Editores. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- Leal J., 1996. *Valoración Económica de las Funciones del Medio Ambiente. Apuntes Metodológicos.* Documento de Trabajo N°1. Serie Economía Ambiental. CONAMA.
- Lozada E y Osorio C. Mollusca. En Simonetti *et al.*, 1995. *Diversidad biológica de Chile.* Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- Lozada E. y Solervinces J. Invertebrados. En Simonetti *et al.*, 1995. *Diversidad biológica de Chile.* Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- Mc Daniels y Roessler, 1998. Citado en Bishop J. (et), 1999, *Valuing Forest. A review of methods and applications in developing countries.* International Institute for Environmental and Development, Londres.
- Manzur María Isabel, 2000. *Organismos genéticamente modificados: Contexto global y situación en Chile.* Ambiente y Desarrollo. Vol XVI. N° 1 y 2.
- Massardo F y Rozzi R., 1996. *Valoración de la Biodiversidad: Usos medicinales de la flora nativa chilena.* Ambiente y Desarrollo. Vol XII. N°3.
- Mendelson y Balick 1995. Citado en Pearce D y Putz F. 1999. *A sustainable Forest Future.* Resource for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- Ministerio de Agricultura, CONAF, 1992. *Situación del desarrollo turístico en parques nacionales y otras áreas protegidas de Chile.* Informe para taller Internacional sobre Formulación de Políticas en el desarrollo turístico en parques Nacionales y otras áreas Silvestres Protegidas.
- Moffat, 1996. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity.* BioScience. Vol 47, N°11.
- Moraga-Rojel *et al.*, 1991. *El Patrimonio Fitogenético nativo de Chile. Un recurso Estratégico para el desarrollo de la Biotecnología agrícola y la Seguridad Alimentaria.* Medio Ambiente. 11(2).
- Mösbach 1992; Izquierdo sin fecha, citado en Cubillos P., 1998. *La Conservación y Utilización de recursos genéticos de especies frutales para el mejoramiento genético en el INIA.*
- Moyano H. Cnidaria. En Simonetti *et al.*, 1995. *Diversidad biológica de Chile.* Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- MTG, 27 de Junio del 2000. *Los Agricultores chilenos analizan la transgenia.*

- Muñoz C., 1959. Citado en Manzur María Isabel, 2000. *Organismos genéticamente modificados: Contexto global y situación en Chile*. Ambiente y Desarrollo. Vol XVI. N° 1 y 2.
- Murúa, R. Comunidades de Mamíferos del Bosque Templado de Chile. En *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Citado en Armesto *et al.* 1995. Editorial Universitaria. Chile.
- Nordhous, 1992. Citado en Fundación Chile, 1993. *Captura de CO2 a través de Pino radiata y eucalipto en Chile*.
- ODEPA Bases de Datos de producción, superficies y rendimientos de los cultivos Chilenos [www.ODEPA.cl](http://www.ODEPA.cl)
- Olson *et al.*, 1998. Citado en Universidad de Chile, 1999. *Informe País*. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Patterson, 1993, citado por Murúa, R. Comunidades de Mamíferos del Bosque Templado de Chile. En 1995 Armesto *et al.* *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. 1995. Editorial Universitaria. Chile.
- Pearce D., 1991. An economic approach to saving the tropical forest. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and environmental benefits of biodiversity*. Bioscience, Vol 47, N°11.
- Pearce D y Moran D, 1994. *The economic value of biodiversity*. UICN, Earthscan Publication. Londres.
- Pearce D. y Turner K., 1995. *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Celeste ediciones, España.
- Pearce *et al.*, 1999. *A Sustainable Forest Future*. Resources for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- Pearce y Puroshothaman, 1995. Citado en Pearce D y Putz F. 1999. *A sustainable Forest Future*. Resource for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- Pedrerros A. y Kramm V., 2000. *Cultivos Transgénicos, Resistencia a Herbicidas*. Tierra Adentro. Mar-Abr. N°31.
- Pennist, 1994, citado en Glowka *et al.*, 1996. *Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Unión Mundial para la Naturaleza UICN. Suiza.
- Pimentel *et al.*, 1995. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.
- Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.
- Prado y Alvarez, 1994. Estado de Conservación de la Vegetación y Flora en Chile. En
- Prasanthi G. *et al.*, 1999. Citado en Bishop J. (et), 1999, *Valuing Forest. A review of methods and applications in developing countries*. International Institute for Environmental and Development, Londres.
- Principe 1991. Citado en Pearce D y Moran D., 1994. *The economic value of biodiversity*. The World Consercation Union UICN. Londres.
- Raven P., 1995. ¿Por qué *Defender la Biodiversidad?*. *El Significado de las Extinciones Biológicas Actuales*. Ambiente y Desarrollo. Vol XI, N°1, Marzo 1995.
- Reyes, René. 1998. *Estado Actual del Tipo Forestal Siempreverde en la Provincia de Llanquihue*, X Región. Complemento a la Memoria de Título del mismo Autor. Departamento de Recursos Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- Richards, 1993. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.

- Rozzi *et al.*, 1995. Avifauna de los Bosques Templados de Sudamérica. En *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Citado en Armesto *et al.* 1995. Editorial Universitaria. Chile.
- Ruitenbeek 1989, Citado en Pearce D y Putz F. 1999. *A sustainable Forest Future*. Resource for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- SAG, 1999. Internación de material vegetal transgénico sin cuarentena de bioseguridad. Citado en Manzur María Isabel, 2000. *Organismos genéticamente modificados: Contexto global y situación en Chile*. Ambiente y Desarrollo. Vol XVI. N° 1 y 2.
- Sánchez V. y Elizalde, A. 1995. Pobreza y Medio Ambiente: el Caso de Chile. Citado en Hajek, E. (compilador). *Pobreza y Medio Ambiente en América Latina*. Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo Latinoamericano-CIEDLA. Buenos Aires, Argentina.
- Sasson A., 1997. *Ideas y sugerencias para la elaboración de un Programa Nacional para el desarrollo de las Biotecnologías silviagropecuarias en Chile*. INIA Quilamapu.
- Seguel I. y Campos de Quiroz H., 1999. *Los recursos genéticos y la biotecnología*. Tierra Adentro, Julio-Agosto, N°27.
- Sepúlveda, C. y D. García. 1997. Biodiversidad (II): Cooperación Público-privada como Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en Chile. Ambiente y Desarrollo Vol XIII N°2.
- Simonetti *et al.*, Editores. 1995. *Diversidad Biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- Simpson G. 1961 principles of animal taxonomg. Colombia University Press. N.Y.
- Simpson *et al.*, 1994. Citado en Pearce D y Putz F. 1999. *A sustainable Forest Future*. Resource for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- Simpson y Sedio, 1996. Investments in Biodiversity prospecting and initiatives for conservation. Resources for the future. Discussion paper 96-14.
- Simpson y Craft, 1996. The social value of using Biodiversity in New Pharmaceutical Product Rescarch. Resources for the future. Discussion paper 96-33.
- Simpson R., 1997. *Biodiversity Prospecting: Shopping the Wilds is not the key to conservation*. Resources for the Future. Resources Articles.
- Smith *et al.*, 1997. Citado en Bishop J. (et), 1999, *Valuing Forest. A review of methods and applications in developing countries*. International Institute for Environmental and Development, Londres.
- Solervicens J., 1995. Consideraciones Generales sobre los Insectos, El estado de su conocimiento y las colecciones. En Simonetti *et al.*, Editores. 1995. *Diversidad Biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- Spotorno A., 1995. Vertebrados en Chile. En Simonetti *et al.*, 1995. Editores. *Diversidad Biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Comité Nacional de Diversidad Biológica. Chile.
- Suzuki S., 1994. *Importancia de los recursos genéticos y su mejor manejo en Chile*. Agricultura Técnica. Vol 54. N°4.
- Suzuki y Toyao, 1992. Citado en Suzuki S., 1994. *Importancia de los recursos genéticos y su*

- mejor manejo en Chile*. Agricultura Técnica. Vol 54. N°4.
- Thornback and Jenkins. 1982. The IUCN Mammal Red Data Book. Part I. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (IUCN). Citado en Glade A. (ed.) 1993. *Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile*. Corporación Nacional Forestal.
- Timmermann B., 1997. *Aspectos Ambientales, Ideológicos, Éticos y Políticos en el debate social sobre Bioprospección y Uso de Recursos Genéticos en Chile*. ICBG, USA. Noticiero 5(2). <http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/publications/noticiero5noticiero5-2/timmermann.html>
- Tobias y Mendelsohn, 1991. Citado en Pearce D. y Putz F., 1999. *A sustainable Forest Future*. Resource for the Future. Working Paper GEC 99-15.
- Toledo, V. 1988. *La diversidad biológica de Latinoamérica: un patrimonio amenazado*. Ambiente y Desarrollo. CIPMA. VOL IV, N°3. Diciembre.
- Torres, J., 1994. Fauna Terrestre de Chile. En *Perfil Ambiental de Chile*. CONAMA. Chile.
- Universidad de Chile, 2000. *Informe País*. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Valverde, V. 1996. *Biodiversidad: Uso sin Abuso*. Chile Forestal. Año XXI N° 238, Mayo.
- Venegas C y Negrón J., 1994. Citado en Manzur María Isabel, 2000. *Organismos genéticamente modificados: Contexto global y situación en Chile*. Ambiente y Desarrollo. Vol XVI. N° 1 y 2.
- Villaruel P. 1994 *Áreas Silvestres Protegidas: ¿Bienvenida a los Capitales Privados?*. Ambiente y Desarrollo. Vol VII, N°3, Septiembre.
- Wagoner *et al.*, 1993. Citado en Pimentel *et al.*, 1997. *Economic and Environmental benefits of Biodiversity*. BioScience. Vol 47, N°11.
- Wilson E. O., 1988, The current state of biological diversity. Citado en Pearce D. y Moran D, 1994. *The economic value of biodiversity*. UICN, Earthscan Publication. Londres.
- Wilson O., 1988, citado en [www.wri.org/biodiv/gene-div.htm](http://www.wri.org/biodiv/gene-div.htm). *Genetic Diversity*.
- WWF. 1990. *Perspectivas de un Planeta Vivo*. [www.inbio.ac.cr/es/pdb/Prosp.htm](http://www.inbio.ac.cr/es/pdb/Prosp.htm)
- [www.uach.cl/docen/factor/flacam/documentos.htm](http://www.uach.cl/docen/factor/flacam/documentos.htm). *Proyecto Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en Bosques de Chile y Promoción en el Mercado Mundial de Carbono*.
- Zapfe H. Araneae. En Simonetti *et al.*, editores. 1995. *Diversidad biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Chile.
- Zeven y de West 1982, citado en Cubillos P., 1998. *La Conservación y Utilización de recursos genéticos de especies frutales para el mejoramiento genético en el INIA*.



## Referencias Bibliográficas

- 1 Glowka *et al.*, 1996. Pág. 27.  
2 Wilson O., 1988.  
3 Glowka *et al.*, 1996. Pág. 27.  
4 Wilson E. O., 1988. Pág. 2.  
5 Pearce D. y Moran D, 1994. Pág. 4.  
6 Armesto, J. y Kalin M., 1991. Pág. 54-60.  
7 Pennist, 1994. Pág. 23.  
8 Pearce D y Moran D, 1994. Pág. 5-10.  
9 Massardo F y Rozzi R., 1996. Pág. 76.  
10 Sasson A., 1997. Pág. 52.  
11 Massardo F y Rozzi R., 1996. Pág. 78.  
12 Mösbach, 1992. Pág. 28.  
13 Zeven y de West, 1982. Pág. 28.  
14 Cubillos P., 1998. Pág. 28.  
15 Cubillos P., 1998. Pág. 59.  
16 SAG, 1999. Pág. 48-55.  
17 Manzur María Isabel, 2000. Pág. 48-55.  
18 INIA, 1996. Pág. 46.  
19 MTG, 27 de Junio del 2000.  
20 Ipinza R., 1995. Pág. 149.  
21 Ipinza R., 1995. Pág. 150.  
22 Cox J., 1997. Pág. 36.  
23 Cox J., 1997. Pág. 36.  
24 Cox J., 1997. Pág. 39.  
25 Kahl G., 1997. Pág. 144.  
26 Pedreros A. y Kramm V., 2000.  
27 Seguel I. y Campos de Quiroz H., 1999. Pág. 38.  
28 Simonetti *et al.*, Editores. 1995.  
29 Arroyo M., 1995. Pág. 5.  
30 Lazo, W., 1995. Pág. 21.  
31 Simonetti *et al.*, Editores, 1995. Pág. 38-98.  
32 Solervicens J., 1995. Pág. 198.  
33 Spotorno A., 1995. Pág. 299.  
34 Torres, J., 1994. Pág. 63.  
35 Rozzi *et al.*, 1995. Pág. 135.  
36 Murúa, R., 1995. Pág. 113.  
37 Patterson, 1993. Pág. 113.  
38 Prado y Alvarez, 1994. Pág. 335  
39 CONAF y CONAMA, 1999. Pág. 13.  
40 CONAMA, 1994. Pág. 41.  
41 Universidad de Chile, 2000. Pág. 182.  
42 Olson *et al.*, 1998. Pág. 183.  
43 Universidad de Chile, 2000. Pág. 247.  
44 Universidad de Chile, 2000. Pág. 248.  
45 Universidad de Chile, 2000. Pág. 249.  
46 Universidad de Chile, 2000. Pág. 249.  
47 Universidad de Chile, 2000. Pág. 251.  
48 Gallardo, 1984. Pág. 249.  
49 Valverde, V. 1996.  
50 Claro *et al.*, 1996. Pág. 13.  
51 Suzuki S., 1994. Pág. 391.  
52 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 30.  
53 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 30.  
54 INIA, 1988. Pág. 30.  
55 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 30.  
56 INIA, 1994. Pág. 104.  
57 Cubillos A. y Bertrand C. 1991. Pág. 29-32.  
58 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 30.  
59 Cubillos, 1992. Pág. 391.  
60 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 31.  
61 Ipinza R. 1995. Pág. 150.  
62 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 31.  
63 Caillaux *et al.* 1999. Pág. 17-18.  
64 Suzuki y Toyao, 1992. 1994. Pág. 391.  
65 Suzuki S., 1994. Pág. 391.  
66 INIA, 1993. Pág. 29.  
67 Moraga-Rojel *et al.*, 1991. Pág. 31.  
68 Cubillos A. y Bertrand C. 1991. Pág. 29-31.  
69 INIA, 1996. Pág. 48.  
70 Cubillos A. y Bertrand C. 1991. Pág. 29-32.  
71 Cubillos A., 1998. Pág. 45.  
72 Manzur María Isabel, 2000. Pág. 48-55.  
73 Muñoz C., 1959. Pág. 48-55.  
74 Muñoz C., 1959. Pág. 48-55.  
75 Venegas C y Negrón J., 1994. Pág. 48-55.  
76 Thornback and Jenkins. 1982. Pág. 57.  
77 Benoit I. (ed.). 1989.  
78 Benoit I. (ed.). 1989. Pág. 71-91.  
79 Benoit I. (ed.). 1989. Pág. 71-91.  
80 Sánchez V. y Elizalde, A. 1995. Pág. 315.  
81 Glade A. (ed.) 1993. .  
82 Glade A. (ed.) 1993. Pág. 5-12.  
83 Glade A. (ed.) 1993. Pág. 5-12.  
84 Villarroel P, 1994.  
85 Lozada E. y Solervinces J. 1995. Pág. 91-92.  
86 Moyano H. 1995. Cnidaria. Pág.113.  
87 Lozada E y Osorio C. Mollusca. Pág. 150.  
88 Báez P. 1995. Crustáceos. Pág. 191.  
89 Toledo, V. 1988.  
90 WWF. 1990.  
91 CONAF, CONAMA. 1999.  
92 Banco Central de Chile. 1995.  
93 Universidad de Chile, 1999. Pág. 188.  
94 Dinerstain *et al*, 1995. Pág. 188.  
95 Olson *et al.*, 1998. Pág. 188.  
96 Olson *et al.*, 1998. Pág. 188.  
97 Olson *et al.*, 1998. 1999. Pág. 188.  
98 Universidad de Chile, 2000. Pág. 188.  
99 Castillo M., 1996.  
100 Armesto J. y Smith-Ramírez, 1994.  
101 Sepúlveda y García, 1997; Henríquez, 1996.  
102 CONAMA, 1996.  
103 Claro E., 1996, Pg5.  
104 Freeman III A. M., 1993.  
105 Day, 1987.  
106 Hanley *et al.*, 1997.  
107 Krutilla, 1967.  
108 Azqueta D., 1995.  
109 Flores X., 1991.  
110 Flores X., 1991.  
111 Flores X., 1991.  
112 Azqueta D., 1995.  
113 Pearce D. y Turner K., 1995.  
114 Claro *et al.*, 1996.  
115 Leal J., 1996.

116 Pearce D. y Turner K., 1995.  
 117 Glass y Muth, 1987.  
 118 Pearce D. y Moran D., 1994. Pg22.  
 119 Glaser H. y Craig P. Sin registro de año.  
 120 Costanza *et al.*, 1998.  
 121 Pimentel *et al.*, 1997.  
 122 Glaser H. y Craig P. Sin registro de año.  
 123 El Mercurio. 22 de Diciembre de 1999.  
 124 El Mercurio. 22 de Diciembre de 1999.  
 125 Ministerio de Agricultura, CONAF, 1992.  
 126 Adger *et al.*, 1995.  
 127 Tobias y Mendelsohn, 1991.  
 128 Pearce D. y Putz F., 1999.  
 129 [www.wri.org/wri/climate](http://www.wri.org/wri/climate).  
 130 La Tercera.9 de Abril del 2000.  
 131 [www.uach.cl/docen/factor/flacam/documentos.htm](http://www.uach.cl/docen/factor/flacam/documentos.htm).  
 132 Frankhauser S., 1993. Pg754.  
 133 Nordhous, 1992.  
 134 Eyre *et al.*, 1997.  
 135 Dixon R., 1997.  
 136 Pearce *et al.*, 1999.  
 137 Pearce D., 1991.  
 138 Fundación Chile, 1993.  
 139 Pimentel *et al.*, 1997. Pg748.  
 140 La Nación. 20 de Abril del 2000.  
 141 Las Últimas Noticias, 26 Agosto 1999.  
 142 El Diario, 17 Septiembre 1999.  
 143 El Metropolitano, 11 de Mayo del 2000.  
 144 FAO, 1991. Pg748.  
 145 Pimentel *et al.*, 1995. Pg748.  
 146 Pimentel *et al.*, 1995. Pg748.  
 147 Pimentel *et al.*, 1997. Pg748.  
 148 Babcock y Foster, 1991. Pg750.  
 149 Buchmann y Nabhan, 1996. Pg753.  
 150 Richards, 1993. Pg748.  
 151 Holsinger, 1992. Pg753.  
 152 Pimentel *et al.*, 1997. Pg751.  
 153 Pimentel *et al.*, 1997. Pg751.  
 154 Moffat, 1996. Pg752.  
 155 Wagoner *et al.*, 1993. Pg752.  
 156 Pimentel *et al.*, 1997. Pg749.  
 157 [www.inbio.ac.cr/es/pdb/Prosp.htm](http://www.inbio.ac.cr/es/pdb/Prosp.htm)  
 158 Raven P., 1995. Pg 70-78.  
 159 Abramovitz J, Sin referencia bibliográfica disponible. Pg188.  
 160 Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO. [www.inbio.ac.cr](http://www.inbio.ac.cr)  
 161 [ag.arizona.edu/OALS/ICBG/publications/noticiero3-2/timmermann.htm](http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/publications/noticiero3-2/timmermann.htm):  
 162 Timmermann B., 1997. <http://ag.arizona.edu/OALS/ICBG/publications/noticiero5-2/timmermann.html>  
 163 Raven P., 1995.  
 164 Simpson R., 1997.  
 165 Pearce y Puroshothaman, 1995.  
 166 Ruitenbeek, 1989.  
 167 Mendelson y Balick, 1995.  
 168 Simpson *et al.*, 1994.  
 169 Barbier y Aylward, 1996. Pg52.  
 170 Bishop J. (editores), 1999. Pg53  
 171 Principe 1991.  
 172 El Mercurio. 30 Julio del 2000.  
 173 Ministerio de Agricultura, CONAF, 1992.  
 174 Ministerio de Agricultura, CONAF, 1992.  
 175 CONAF-CONAMA, 1999. Pg71.

176 CODEFF, 1999. Pgs85-87.  
 177 Pearce D y Moran D., 1994.