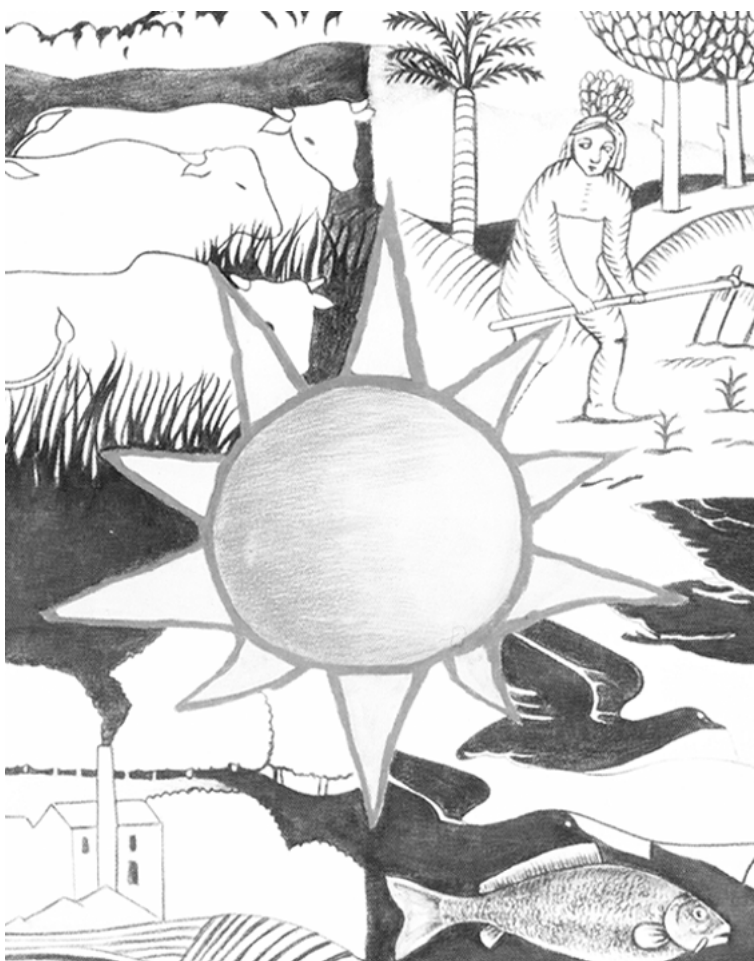


VALOR ECONÓMICO DE LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS EN LAS COSTAS DE LA III Y IV REGIÓN DE CHILE

Economic value of brown seaweeds foreste in the III and IV region of Chile

*Sergio Zúñiga-Jara¹, Fadia Tala², Alberto Vega²,
Nicole Piaget² & Julio A. Vásquez²*



¹Escuela de Ingeniería Comercial. Universidad Católica del Norte. Larrondo 1281, Coquimbo, Chile. ²Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. Larrondo 1281, Coquimbo, Chile. Correos electrónicos: sz@ucn.cl, ftala@ucn.cl, avega@ucn.cl, npiaget@ucn.cl, jvasquez@ucn.cl

Gestión Ambiental (Valdivia). ISSN 0718-445X versión en línea, ISSN 0717-4918 versión impresa.

RESUMEN

Este trabajo estima el valor económico de los huirales en ambientes marinos (bosques de algas pardas laminariales) de la III y IV regiones del norte de Chile. Para estimar este valor se definen cinco dimensiones básicas: pesquería directa de algas, pesquería de especies comerciales dependientes de los huirales, el valor como información científica, como depurador climático (captura de CO₂ y emisión de oxígeno). Un segundo grupo de dimensiones está relacionado con los valores de existencia de los huirales. En este grupo se incluye el valor de las especies sin pesquería que allí habitan (es decir sobre las cuales no existen precios de mercado), el valor como herencia cultural, como bancos genéticos, y finalmente como proveedoras de biodiversidad. Dada la dificultad de valorar dichas dimensiones se usa la técnica de Valoración Contingente. La implementación de dicho método significó diseñar e implementar un número de encuestas. A través de ellas se estima la disposición por parte la sociedad a pagar y a trabajar sin remuneración, para conservar dichos bosques. Como resultado, el valor de dichos huirales se estima en 255,5 mil millones de pesos chilenos, unos US\$ 450.000.000. De ese valor total, la pesquería directa representa por lejos el monto más importante, con un 75%. Siguen en importancia las especies comerciales que viven en los huirales, con un 15%. En conjunto, el valor total de los huirales se explica fundamentalmente (prácticamente un 90%) por la pesquería con valor económico, es decir por la existencia de una industria comercial que opera a través del precio de mercado de las especies. Otras dimensiones importantes son el valor de los huirales como información científica y como depurador ambiental, ambas con una importancia cercana al 9% del valor total. Finalmente, el valor del grupo de dimensiones complejas de los huirales (valores de existencia) representa una importancia relativa muy baja, con menos del 1% del valor total.

Palabras clave: huirales, algas pardas, valoración contingente, valor económico, Chile

ABSTRACT

This work estimates the economic value of kelp forests (brown seaweed) existing in the III and IV regions in the north of Chile. Five basic dimensions are: the direct value of kelps as commercial crop, the value of commercial species that live in the kelp forest, the value as source of scientific information, and the value as purification of the environment (carbon dioxide capture and emission of oxygen). A second group of dimensions is related to existence values of the kelps forests. This group includes value of noncommercial species that live there (on which market prices do not exist), of cultural traditions linked to the forest, of genetic banks, and finally as supplier of biodiversity. Given the difficulty to value these dimensions, an indirect technique, called Contingent Valuation, is used. Implementation of this method meant designing and implementing a number of surveys to estimate the people's willingness to pay and willingness to work to conserve these forests. The resultant value of this kelp forests is estimated in 255.5 billion Chilean pesos, roughly US\$ 450.000.000. Of that total value, direct commercial crop represents by far the most important amount, at 75%. Second place, with 15%, is occupied by the category of commercial species that live in the kelp forests. Altogether, the total value of the kelp forests is explained fundamentally, practically a 90% of the total value, by harvests and fisheries with economic value. Other important dimensions are the value of the kelp forests for scientific information, and the value as environmental water purifier, both with an importance nearing 9% of the total value. Finally, the values of the group of complex dimensions of the kelp forests, existence values, represent a very low relative importance, with less than 1% of the total value.

Key words: Kelp, brown seaweed, contingent valuation, economic value, Chile

INTRODUCCIÓN

Los bosques de algas pardas marinas (huirales) del norte de Chile han sido un foco de interés reciente por parte de productores industriales, pescadores artesanales, investigadores y la autoridad nacional (Subsecretaría de Pesca). Actualmente coexisten visiones distintas respecto a la forma eficiente de manejar dichos huirales, desde posiciones conservacionistas, hasta otras orientadas a incrementar la productividad económica de los mismos. La economía ambiental provee diversas técnicas que permiten la valoración de ecosistemas, midiendo los impactos ambientales potenciales de diferentes opciones de manejo, en la búsqueda de maximizar el bienestar de la sociedad y que se garantice la sustentabilidad del recurso.

Sin embargo existen varias posiciones acerca de la valoración de recursos ambientales, incluyendo la crítica al uso de una valoración monetaria como unidad de medida. Otro aspecto de interés se refiere a que en muchos casos la valoración ambiental requiere indagar en las preferencias individuales. Dichas preferencias difieren entre individuos, y como se busca la valoración de la sociedad, se deben agregar tales deseos, obteniéndose un indicador monetario indirecto de valoración social. Estas y otras críticas son bien analizadas en Pearce & Turner (1990).

A pesar de las dificultades metodológicas de la valoración ambiental, y de tratarse de una herramienta relativamente reciente, existe cada vez mayor consenso en el uso de las técnicas y procedimientos a partir del trabajo pionero de Freeman (1982) midiendo los beneficios del control de la polución en los Estados Unidos. A partir de ese trabajo, los subsecuentes comparten el esquema metodológico fundamental, esto es, identificar los atributos a valorizar, y luego establecer y aplicar las técnicas de valoración a cada

atributo. Otros textos relevantes desde el punto de vista metodológico son los de Dixon et al. (1994) y Turner et al. (2008). Siguiendo la línea de dichos autores, en este estudio se trabaja bajo la visión más aceptada, en que se asume que el Valor Económico es lo que cuenta (Pearce & Turner op cit). Es interesante destacar también que a partir de la publicación de Costanza et al. (1997) con las valuaciones económicas de 17 ecosistemas del mundo ha aumentado significativamente la visibilidad de los enfoques de valoración en la comunidad científica.

De entre las técnicas de valoración existentes, la decisión de cuál usar depende de si los precios de mercado de las dimensiones relevantes están disponibles, o por el contrario si deben ser estimados por algún enfoque alternativo. Descripciones clásicas de métodos de valoración pueden encontrarse en Just et al. (1982), Boadway & Bruce (1984), Johansson (1987) y Hanley (2007). El enfoque más usado para la valoración de activos ambientales, es el que distingue los valores de uso y los valores de no uso. La primera dimensión corresponde a los valores que se derivan de la explotación actual del recurso (en este caso algas, peces e invertebrados), más los beneficios indirectos derivados de funciones o servicios ambientales que desempeñan los huirales. La segunda dimensión se refiere al valor de no uso, el que se deriva por el solo valor de existencia de los recursos, tales como diversidad biológica, patrimonio cultural y legado. Si bien a priori no es clara la real importancia económica de esta dimensión, los resultados finales del estudio entregarán luces al respecto para el caso de los huirales.

Para efectos de este estudio se entiende por huiral (kelp forest) al sistema biológico dominado por grandes algas pardas de morfología compleja del orden Laminariales (kelps; Phaeophyceae), que se distribuyen

desde el intermareal bajo hasta aproximadamente los 30 m de profundidad, sobre sustrato rocoso estable, en ambientes expuestos y semi-expuestos al oleaje, en aguas templadas-frías del hemisferio sur. *Lessonia nigrescens* (huir negro) domina el intermareal bajo, *Macrocystis* spp (huir flotador) entre el intermareal bajo y el submareal somero (c.a. <3 m), y *Lessonia trabeculata* (huir palo) desde el submareal somero hasta profundidades aproximadas de 30 m, dependiendo de la claridad de las aguas. Dado el tamaño de estas algas en estado adulto (>2 m), los huirales crean una estructura física tridimensional y estratificada en capas, similar a lo descrito para bosques terrestres. Los huirales, con sus láminas y estipes forman una capa de dosel en la columna de agua, bajo la cual se desarrolla una capa de pequeñas algas erectas («understory layer») y una capa de algas rojas crustosas (Rhodophytas) comparable al estrato herbáceo de un bosque.

Los huirales en sí, son de importancia económica como materia prima para la industria de los ficocoloides (alginatos y derivados), biomédica (sustancias bioactivas, fitohormonas) y como fuente de alimento para cultivos de herbívoros de importancia económica (e.g. abalón, erizo) (Vásquez 2008). Huirios vivos y muertos son importante alimento para equinodermos, moluscos y crustáceos. Cuando las tormentas y el fuerte movimiento del oleaje desprenden huirios desde el sustrato, una fracción de esta biomasa puede ser acumulada en la costa, proporcionando alimento y protección a crustáceos e insectos, los que a su vez alimentan a aves marinas. Poseen gran importancia ecológica al proveer de hábitat para muchas especies de peces e invertebrados de importancia económica, por lo que la gran mayoría de las actividades de la pesca artesanal en Chile se desarrolla en áreas con huirales. Los discos de fijación de los huirales proveen de microhabitats para

pequeños invertebrados como gusanos, crustáceos y moluscos. Algunos invertebrados (e.g., nudibranquios, briozoos, hidrozoos) y algas viven adheridos a sus láminas y estipes (Vásquez & Santelices 1984). Los huirales proveen también de servicios ambientales, al conformar uno de los grupos con mayores tasas de producción primaria en los sistemas biológicos fotoautótrofos tanto terrestres como acuáticos, lo que contribuye a los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes, por absorber nutrientes inorgánicos para luego entrar a las cadenas tróficas como tejido muerto o detritus (Tala & Edding 2007). Además, a través de la fotosíntesis, los huirales contribuyen con la captura del dióxido de carbono atmosférico y la liberación de oxígeno a la atmósfera. Otros beneficios incluyen proveer de ambientes adecuados para el buceo recreativo y el ecoturismo, entre otros.

Subyacente a la valoración de los huirales, se encuentra la estimación de su excedente total (total surplus) como una medida de bienestar social derivada del aprovechamiento de dichos bienes (Kolstad 1999). Esto corresponde a la suma del excedente del productor y del consumidor de cada uno de los servicios ambientales que proveen dichos huirales, es decir el área entre las curvas de oferta (O) y de demanda (D) a la izquierda del punto de cantidad de equilibrio (E), tal como se ilustra en el triángulo A-C-E de la Fig. 1. De este modo, la desaparición de un ecosistema viene a representar una pérdida para la sociedad igual al excedente total, y el valor de una merma de la disponibilidad del mismo para la sociedad puede medirse por la reducción en el excedente total.

En general, para la estimación de dicho excedente se debe hacer una serie de supuestos simplificadorios (McConnell 1985). En efecto, si bien para muchas dimensiones ambientales existe un precio de mercado, es difícil estimar sus funciones de demanda y de

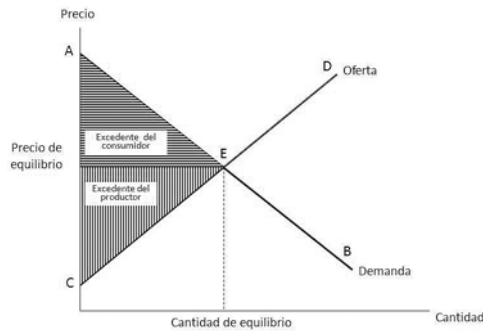


FIGURA 1. EXCEDENTE DEL PRODUCTOR Y DEL CONSUMIDOR DE UN SERVICIO AMBIENTAL CON MERCADO VISIBLE

Excess of producer and consumer of environmental services market with visible

oferta, y en este caso una estimación gruesa del excedente total viene dado por el área 0 - cantidad de equilibrio - E - precio de equilibrio (Fig. 1). En el caso de dimensiones ambientales en que existe libre acceso sin costo, la oferta es totalmente elástica a un precio cero (la curva de oferta coincide con el eje de las abscisas), con lo cual basta estimar el excedente de los consumidores para obtener una aproximación del valor de esa dimensión ambiental para la sociedad. Nótese también que en el caso de existir un cierto costo de transporte para acceder al bien, este costo puede considerarse como su precio, y la oferta sería igualmente horizontal pero a un nivel del punto E. En este caso, el valor económico para la sociedad de dicho bien ambiental sería la suma del precio de mercado (gasto total) más el excedente del consumidor.

Existen tres grupos de técnicas para estimar el excedente o valor de un recurso ambiental, las llamadas técnicas de preferencias asumidas, las técnicas de preferencias reveladas y las técnicas de preferencias expresadas (Pearce & Turner 1990 y Romero 1994). Las técnicas de

preferencias asumidas usan los precios de mercado para valorizar los efectos de los cambios en la calidad ambiental, entendiendo que dichos precios no se encuentren distorsionados. Así, una determinada medida ambiental tiene un costo igual a la reducción del valor de mercado de la producción en el área bajo estudio. Alternativamente puede considerarse los costos de reemplazo de los activos dañados por una explotación, los gastos preventivos o de mitigación, y los costos de enfermedad en las personas afectadas. Las técnicas de preferencias reveladas miden el grado de deseabilidad de las personas a pagar por un recurso natural del cual no existe mercado, a través de observar su comportamiento en mercados relacionados.

Las principales técnicas en este grupo son los Precios Hedónicos que estiman el valor de bienes y servicios asumiendo que su precio o valor está relacionado a las diferentes características del bien, y el Método del Costo de Viaje que valora bienes ambientales que no tienen un costo a pagar por entrada, usando para esto los costos asociados a los viajes al lugar, tales como gastos en transporte. Las Técnicas de Preferencias Expresadas incluyen como principal método el de Valoración Contingente, en el cual a través de encuestas se consulta directamente a las personas su disposición a pagar o a trabajar sin pago en una situación hipotética. El valor del recurso ambiental es expresado, ya sea como el máximo deseo a pagar para obtener más o para preservar el bien o servicio, o como el mínimo deseo a aceptar una compensación para reducir la calidad o cantidad del mismo. Comúnmente se señala una serie de posibles sesgos en la implementación del método, tales como el carácter hipotético del mercado, posible comportamiento estratégico de los entrevistados, y los relacionados con el diseño del mercado, entre otros.

La investigación en valoración de huirales es prácticamente inexistente, solo hay estudios en humedales/manglares y pastos marinos. Ronnback (1999) y De Groot et al. (2002) desarrollaron un esquema de clasificación para manglares útil como referencia para el caso de los huirales.

En la Tabla 1 se muestra una lista de los bienes y servicios provenientes de los huirales y que son considerados en este estudio. Se incluyen bienes y servicios que poseen un valor de uso directo, un valor de uso indirecto y un valor de existencia. El objetivo de este estudio es estimar el Valor Económico Total de los bosques de algas pardas de la III y IV regiones

Valor de uso directo:	Valor de uso indirecto	Valor de existencia
1) Pesquerías directa de algas	1) Como información científica	1) Especies sin pesquería
2) Especies dependientes de los huirales, con pesquería.	2) Como depurador climático	2) Herencia cultural
3) Ecoturismo y educación		3) Bancos genéticos
		4) Biodiversidad

TABLA 1. VALORES DE LOS BIENES Y SERVICIOS DE LA PRADERA DE HUIROS (KELP FOREST) DE LAS REGIONES III Y IV DE CHILE.

Values of goods and services of the prairie flee (kelp forest) of the III and VI regions of Chile.

del norte de Chile aplicando las técnicas y metodologías generalmente aceptadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la valoración de la pesquería directa de algas, se estimaron los desembarcos en toneladas húmedas en años recientes, las que fueron valorizadas. La forma de valorizar esta pesquería directa fue a través de los precios o valor-sanción, que son fijados anualmente durante el mes de agosto de cada año por la Subsecretaría de Pesca de Chile en UTM¹/tonelada, con la finalidad de multar a quienes

extraen los recursos marinos sin autorización. Este valor sanción, es a juicio de la autoridad una buena aproximación del precio playa promedio anual de los recursos, e incluye información del precio playa observado a través de los documentos oficiales (guías y facturas), más una corrección por los precios internacionales o de exportación de dichos recursos.

En el caso de las especies dependientes de los huirales, con pesquería, se construyó un listado de las mismas, y se procedió de igual modo que con la pesquería directa, es decir valorizando los desembarques y proyectando su evolución futura.

El valor como información científica se obtuvo de los montos destinados a investigación en los huirales de la zona, y proyectó su

¹ La Unidad Tributaria Mensual (UTM) es una unidad usada en Chile para efectos tributarios y de multas, la que se reajusta mensualmente según la inflación. Se paga o cobra en pesos chilenos.

comportamiento futuro asumiendo que los aportes históricos y futuros realizados por el Estado de Chile u otras instituciones en la ejecución de tales estudios, constituyen un punto de partida para proyectar el valor de los huirales en esta dimensión.

El valor como depurador climático se estimó a través de la superficie que cubren dichas algas, y luego estimando el CO₂ que éstas capturan (tasa de fijación) más el oxígeno expulsado (efecto doble), valorizando y proyectando dichos valores. Existen importantes diferencias en las estimaciones de la superficie existente de algas en las regiones estudiadas, de modo que se usó un promedio de las mismas. Para valorar ambos beneficios se usó información proveniente de las cotizaciones de los Bonos de Carbono, un instrumento económico contemplado en el protocolo de Kyoto de 1997. Cada Bono de Carbono equivale a una tonelada de CO₂ (tCO₂) que se deja de emitir a la atmósfera. Para efectos de este estudio se consideró que los beneficios actuales relacionados con la absorción y acumulación de minerales esenciales, síntesis de vitaminas, y aporte de nutrientes y compuestos orgánicos, entre otros, forman parte del valor de la pesquería directa del recurso. Esto debido a que estas algas pueden ser usadas comercialmente por diferentes industrias. Aquellos aspectos de dicho valor no incluidos en la pesquería directa, se asume que forman parte del Valor de Existencia.

Para fines de este estudio se entiende por ecoturismo de huirales a aquella modalidad turística responsable ambientalmente, consistente en visitar los bosques de algas que dominan la costa entre el nivel intermareal y submareal hasta los 30 m de profundidad. Metodológicamente se busca identificar los principales puntos de interés del ecoturismo de huirales, si los hubiera, a través de la opinión de expertos, y establecer si existe una relación entre huirales y el ecoturismo. Se incluyó en

esta dimensión el valor educativo (ecoturismo educacional),.

Los valores de existencia de los huirales, de acuerdo a la Tabla 1, implican cuatro dimensiones: Especies sin Pesquería, Herencia Cultural, Bancos Genéticos y Biodiversidad.

En el caso de las especies sin pesquería se considera que una de las funciones relevantes de los huirales es ser área de protección para éstas, que no poseen valor económico directo, pero que sin embargo sustentan especies de importancia económica (invertebrados, algas y varaderos). En lo referido a herencia cultural, se consideran aquí las manifestaciones culturales con importancia arqueológica, histórica, etnográfica o artística. Respecto a los bancos genéticos, se trata de un almacenamiento a largo plazo de semillas y plantas para conservar la biodiversidad. Finalmente, la biodiversidad se refiere al valor de los huirales como proveedores de formas de vida (diversidad sistemática), y a la diversidad y complejidad interna de los ecosistemas (diversidad ecológica).

Para estimar los valores de existencia de los huirales, se aplicó el método de Valoración Contingente. Se buscó medir la incidencia en el bienestar de las personas vinculadas directa e indirectamente con el recurso, frente a la alternativa de no existencia del mismo. Siguiendo el grueso de la literatura de aplicaciones del método, se diseñó y aplicó una encuesta para establecer la disposición a pagar (DAP) y a trabajar (DAT) gratuitamente para evitar que cada una de las cuatro dimensiones de los huirales (por separado) desaparezcan. A toda respuesta positiva (DAP positiva) sigue la pregunta de si estaría dispuesto a pagar un monto determinado mensual, monto que se va incrementando gradualmente si la disposición positiva persiste hasta obtener una respuesta negativa. El último monto señalado es una aproximación de la DAP del entrevistado. También se consultó a los encuestados el

número de horas de trabajo al mes que estaría dispuesto a entregar gratuitamente para actividades de conservación, para cada dimensión (Muñoz et al. 1996).

De acuerdo a estimaciones preliminares, un muy bajo porcentaje de la población sabe de la existencia de los bosques de algas marinas, y solo una pequeña fracción tiene conocimientos de los beneficios que otorgan. Con esto, aplicar un cuestionario basado en un muestreo aleatorio simple implicaría un gran número de encuestas sin utilidad, por lo que se requiere utilizar algún esquema de estratificación. Un esquema óptimo consiste en dividir la población, en base a un sondeo previo, en dos grupos: los que sí tienen conocimiento de los huirales, y los que no lo tienen y cuyo valor informacional es prácticamente cero². Concentrar el muestreo en el primer grupo permite ahorrar recursos (que es uno de los objetivos principales de cualquier muestreo), y haciendo los ajustes apropiados se pueden obtener resultados parecidos a los obtenibles si se realizase un estudio de toda la población, pero con una menor dispersión. En consecuencia la estrategia de muestreo consistirá en aplicar una encuesta a los grupos de personas que a priori se sabe poseen cierto vínculo con estos bosques, y a partir de ahí obtener las proyecciones ajustadas. Entre estos grupos se encuentran por ejemplo las empresas e instituciones donde existen profesionales y estudiantes vinculados con las áreas o actividades pesquero-marinas de la región.

De este modo, en la primera fase del muestreo se obtuvo una muestra representativa de la población económicamente activa de la conurbación de La Serena y Coquimbo, y que tiene conocimiento de la existencia de los huirales y de sus beneficios. Para esto se aplicaron 181 encuestas, tamaño que se estima representativo estadísticamente al 5% bajo los supuestos estándar³, dada la población de dichas ciudades.

En la segunda fase se estimaron las DAP y la DAT anuales provenientes de la muestra, y en base a esta estimación se procedió a proyectar el valor de los mismos para la sociedad humana en general, entendida como todas las personas y organizaciones de cualquier nacionalidad o procedencia, que estén interesadas en aportar dinero o trabajo para conservar los huirales del norte de Chile. El proceso de proyección comienza con los resultados obtenidos a partir de la muestra, los que son amplificados paso a paso para incluir el resto no encuestado de la Región de Coquimbo y de Atacama, del país y del mundo. Se estima el valor económico total de los huirales asumiendo que éste es una función aditiva de los valores de cada dimensión, y que cada dimensión es independiente de las demás.

El valor actual de los huirales puede ser estimado a través del valor presente descontado de todos los beneficios valorizados futuros provenientes de cada dimensión, según la fórmula siguiente:

(1) Valor Presente en la Dimensión Ambiental=

² Del texto se deduce que se está asumiendo que quienes no poseen información de los huirales, tendrán una DAP y DAT muy baja. La Economía de la Información establece que la información tiene un valor, ya que permite a los individuos tomar decisiones con mejores expectativas de desempeño o utilidad esperada, que si lo hicieran sin información. Bajo este principio, decisiones de aportar dinero a causas desconocidas son muy poco atractivas para las personas, y tienen un valor esperado cercano a cero.

³ Para un tamaño de población sobre 100.000 habitantes, un margen de error de 5% y tomando las hipótesis de que las probabilidades binomiales de que los encuestados conozcan los huirales como $p = 0,9$ y $q = 0,1$ respectivamente, se obtiene que se debe encuestar a unas 144 personas. Para el caso de 370.000 personas, una muestra de tamaño 181.

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{VE_t}{(1+i)^t}$$

donde i es la tasa de descuento real anual, VE_t es el valor de los beneficios de la dimensión en el año t . En el caso más simple en que el valor anual futuro de cada dimensión sea el mismo cada año, se trata de una perpetuidad. En el caso en que los flujos anuales crecen a su vez a la tasa constante anual g , se trata de una perpetuidad creciente, y la expresión anterior (1) se reduce a:

(2) Valor Presente en la Dimensión Ambiental=

$$\frac{VE}{i-g}$$

Sobre la base del esquema de la ecuación (2), el valor actual de las dimensiones complejas viene dado por la suma de dos valores presentes, uno de los cuales es directamente la disposición a pagar (DAP), y el otro es una estimación valorizada de las horas de disposición a trabajar (DAT). Si ambos valores anuales de DAP y DAT son constantes cada año, el valor actual de los huirales debido solo a esas dimensiones viene dado por:

$$\text{Valor Presente de dimensiones complejas} = \begin{cases} VP(1) = \frac{\sum_{k=1}^4 DAP_k}{i} \\ + \\ VP(2) = \frac{\sum_{k=1}^4 DAT_k}{i} \end{cases}$$

donde BN_t (\$) = $\sum_{k=1}^4 DAP_k$, es el aporte monetario anual, en pesos, que la sociedad asigna a la dimensión k de los huirales, y BNt (hrs) = $\sum_{k=1}^4 DAT_k$ es el aporte laboral en horas de trabajo anual de la dimensión t , con-

vertidos a pesos. Se valoran cuatro dimensiones complejas, siendo $k=1$: dimensión especies sin pesquería; $k=2$: dimensión herencia cultural; $k=3$: dimensión bancos genéticos; $k=4$: dimensión biodiversidad.

Respecto a la tasa de descuento relevante, existen divergencias y convergencias entre tasas sociales y privadas (Conrad 1999, Tietenberg 1996). Puede plantearse que la tasa a usar en el caso de este estudio debe ser la tasa social de descuento⁴. Esta tasa es generalmente de 8% para el año 2007 y siguientes, de acuerdo a lo usado por el Ministerio de Planificación y Cooperación en Chile. Sin embargo, puesto que la pesquería directa es una actividad desarrollada por privados, la tasa de descuento a usar debe reflejar el costo del capital o costo de oportunidad para las empresas. Para este efecto, el modelo más simple es el CAPM de Sharpe (1964), el que establece que la tasa de descuento apropiada posee dos componentes, una tasa libre de riesgo más un premio por riesgo según el giro de la actividad económica particular que se está analizando.

Recientemente se han hecho en Chile varias estimaciones de tasas de costo del capital, especialmente para los casos de tarificación de servicios públicos regulados (por ejemplo, la telefonía fija), donde se busca que la tarifa compense a los inversionistas por el riesgo asumido. Sobre la base de dichos estudios, una estimación gruesa de la tasa de descuento para Chile para la explotación de recursos naturales debe situarla en valores cercanos a 15% anual real, es decir una tasa libre de riesgo de 5%, más un premio por riesgo del 10%.

⁴ La tasa social de descuento es el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos para financiar sus proyectos. Esta tasa depende en general de la tasa de preferencia intertemporal del consumo, la rentabilidad marginal del sector privado y de la tasa de interés de los créditos externos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor de la pesquería directa de algas

En la pesquería directa de algas pardas⁵ del norte de Chile co-existen la remoción directa y la recolección de las especies varadas en la costa. La extracción se realiza removiendo las algas completamente desde su disco de fijación, y/o cortando solo las hojas. Los

anuarios estadísticos de Sernapesca proveen la información de los desembarcos en toneladas húmedas durante los años 2000 y 2005⁶ de las regiones III y IV. La Fig. 2 muestra que son el huiro negro y el huiro palo los que presentan mayores desembarcos a nivel global, y que la III región ha presentado mayores desembarcos en comparación a la IV región. Se aprecia una tendencia creciente en los desembarques tanto para el huiro negro como para el huiro palo,, mientras que en el

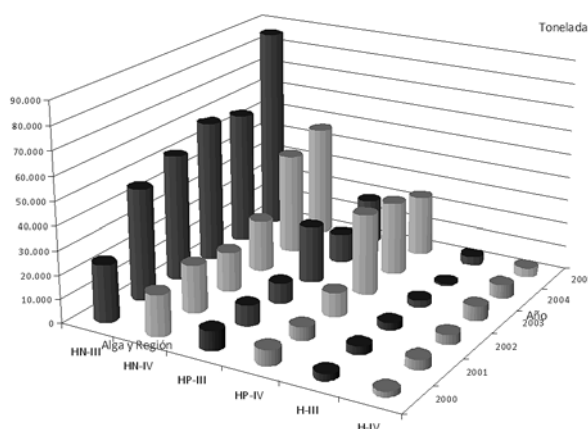


FIGURA 2. DESEMBARCO ANUAL DE *LESSONIA* Y *MACROCYSTIS* EN LA III Y IV REGIÓN DE CHILE (toneladas húmedas). HN: huiro negro; HP: huiro palo; H: huiro (*Macrocystis*).

Annual and landing lessonia macrocystis in the III and VI regions of Chile. (wet tonnes). hn: huiro black; hp: huiro stick; h: huiro (*Macrocystis*).

caso del huiro ha aumentado la explotación en la IV región y disminuido en la III. En términos de agotamiento de las praderas, es el huiro negro el más afectado dada su alta demanda para la industria de alginatos y el fácil acceso a su lugar de distribución, le sigue el huiro, y finalmente, el huiro palo debido a una mayor dificultad y riesgos involucrados en su extracción.

Como se señaló, las algas son valoradas según su valor sanción. Si bien se reconoce que en algunas especies muy puntuales este valor presenta distorsiones, para el caso de las algas pardas se estima que es una medida

confiable, y será usada para la valoración histórica de los desembarques. La Fig. 3 muestra el precio valor-sanción por kilo de alga húmeda en el periodo 1999-2005, apreciándose

⁵Los huirales de la III y IV regiones están compuestos por tres tipos de huiros: huiro negro (HN) o chascón (*Lessonia nigrescens*) que crece sobre las rocas expuestas; huiro palo (HP) (*Lessonia trabeculata*) que se mantiene bajo el nivel del agua, y el huiro flotador o canutillo (H) que se refiere a *Macrocystis pyrifera* para el sur del país y *Macrocystis integrifolia* para el centro-norte, señaladas como «huiro» en las estadísticas y no separadas como especies diferentes

⁶Hasta el año 1999 los desembarques de Chascón incluyen también los de huiro Palo. Desde el año 2000 estos empezaron a presentarse por separado.

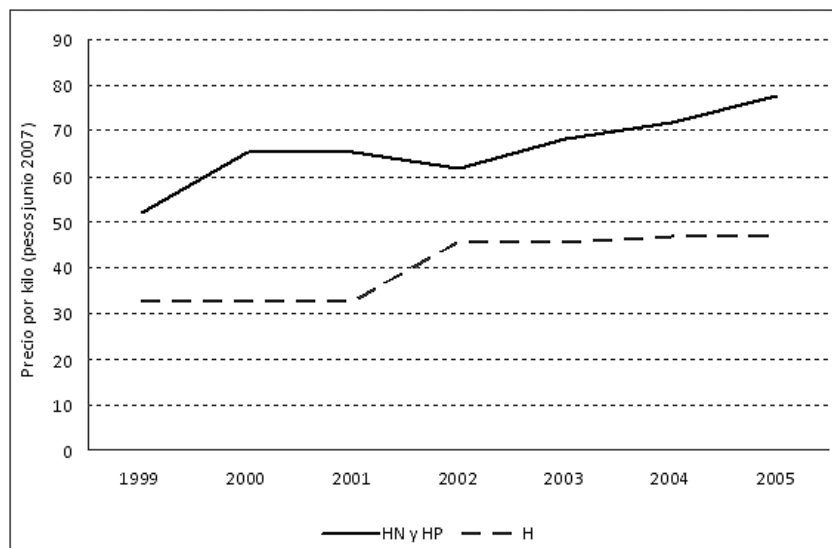


FIGURA 3. PRECIOS VALOR SANCIÓN REALES ANUALES DE LAS ALGAS PARDAS EN LA III Y IV REGIONES DE CHILE (pesos (\$) por kilo, alga húmeda, moneda a junio de 2007). Nota: UTM correspondiente a junio de 2007= \$32.529 (pesos chilenos). Fuente: Subsecretaría de Pesca.

Real value financial penalty rates of brown algae in the III and VI regions of Chile. (pesos (\$) per kilo, wet seaweed, currency and June 2007). Note: UTM for June 2007= \$ 32,529 (chilean pesos). Source: Department of Fisheries.

que *Gracilaria* (pelillo) ha tenido sistemáticamente un mayor valor que *Macrosystis*, aunque ambas presentan una tendencia creciente en términos reales. Nótese que para estos fines la autoridad no hace distinción entre el huiro palo y el huiro negro.

El desembarque valorizado histórico anual de la pesquería entre los años 2000-2005 para cada especie se muestra en la Fig. 4, apreciándose que todas presentan en promedio tasas de crecimiento positivas en dicho periodo, cercanas al 31% anual en el huiro negro, 30% en el huiro palo, y de solo 16% en el huiro. También es claro que en base a los precios y volúmenes, la pesquería del huiro negro es la más importante, representando para el año 2005 el 73% del total. El huiro palo representa un 24%, y el huiro solo un 5%.

Además, la mayor volatilidad o dispersión de la pesquería anual observada se refiere al huiro palo, reflejo de la inestabilidad en su disponibilidad.

A efectos de la proyección a futuro se espera que el desembarco de huiros siga aumentando, aunque no a las tasas históricas. Las proyecciones que se estiman razonables son cercanas al 10% anual para el HN, 10% para el HP y 5% para el huiro hasta el año 2015 (asumiendo la no aplicación de medidas de control a la explotación). Se proyecta que este incremento se deba a un efecto volumen más que a un efecto precio. Los precios se proyectan del orden de \$70 el kilo para HN y HP, y de \$50 para el huiro para los próximos 10 años (precios de alga húmeda en playa, en moneda de 2007). A partir de esa fecha se

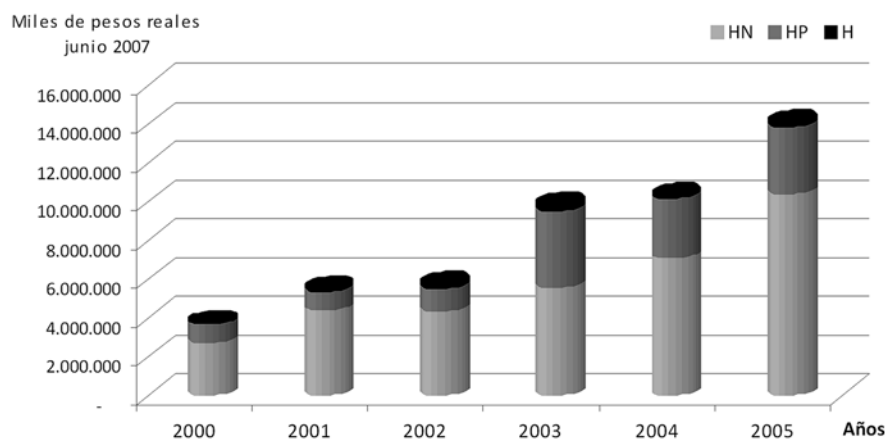


FIGURA 4. VALOR ANUAL ESTIMADO DE LAS PESQUERÍAS DIRECTAS DE *LESSONIA* Y *MACROCYSTIS* EN III Y IV REGIÓN DE CHILE (tonhúmedas). HN: huiro negro; HP: huiro palo; H: huiro (*Macrocystis*).

Estimated annual value of direct fisheries of *Macrocystis* and *Lessonia* in the III and VI regions of Chile (wet ton).

proyecta que las tasas de crecimiento caigan a un nivel de equilibrio del orden del 5%, 5% y 2% anual respectivamente para cada especie, debido a que los volúmenes desembarcados se reducirán o mantendrán, lo que se contrarrestará con un leve incremento de precios. En base a lo anterior, considerando que el desembarque total el año 2005 para

ambas regiones fue de 184.923 toneladas, y usando una tasa de descuento de 15% anual, la Tabla 2 muestra la proyección del valor de cada una de las pesquerías en los próximos 10 años. El valor presente de tales flujos usando la ecuación (1) es de \$91.400 millones (pesos de junio de 2007).

	Precio por Kg	Miles de Toneladas 2005	2006 (\$)	2007 (\$)	2008 (\$)	2015 (\$)
HN	\$ 70	133,4	9.339	10.273	11.300	22.021
HP	\$ 70	44,1	3.087	3.396	3.736	7.280
H	\$ 50	7,4	370	389	408	574
Totales		184,9	12.797	14.058	\$ 15.444	29.875

TABLA 2. VALOR PROYECTADO DE LA PESQUERÍA DIRECTA DE ALGAS PARDAS EN LA III Y IV REGIÓN DE CHILE (en millones de pesos, 2007).

Projected value of the fishery direct brown algae in the III and VI regions of Chile. (in millions of pesos, 2007).

Para los años siguientes, es decir desde el año 11 en adelante, puesto que estos representan una perpetuidad creciente, se calcula su valor presente usando la ecuación (2), en el año 2007 de \$ 75.585,80, \$ 24.988,85 y \$ 1.472,64 millones de pesos respectivamente? para cada pesquería, es decir un total de \$ 102.047. Finalmente, sumando el valor presente de los primeros 10 años con el valor presente de la perpetuidad posterior a los 10 años, se tiene que el valor económico actual proyectado para la pesquería directa de Algas Pardas de la III y IV región es de \$ 193 mil millones de pesos (Tabla 9). Así, desde el punto de vista de la sociedad, el eventual desaparecimiento de los bosques de algas pardas implica que ésta dejará de obtener 193 mil millones de pesos, solamente en lo que se refiere a pesquería directa. Alternativamente, si pudieran enajenarse estos bosques, su valor comercial para quienes hacen pesquería directa sería aproximadamente de dicho monto.

Valor de especies comerciales dependientes de los huirales

Otra de las dimensiones a valorizar son las especies que están asociadas o dependen de las poblaciones de huirales, y sobre las cuales existe una pesquería extractiva artesanal. Se trata de especies con valor comercial, y que habitan, desovan, se protegen o se alimentan en los huirales. En la Tabla 3 se muestra un listado de estas especies, las que incluyen principalmente peces, moluscos, crustáceos y otros grupos taxonómicos. La Fig. 5 muestra la evolución de los desembarques históricos entre 1999-2005, destacando la tendencia creciente de los mismos, con la excepción del año 2004. Respecto a la composición de los desembarques, la Fig. 6 muestra que al año 2005 son las especies de moluscos las más relevantes, con un 90% del total, entre los cuales, el loco (*Concholepas concholepas*) y las lapas (*Fisurella spp.*) tienen la mayor importancia. Solo la especie loco explica más

Peces	Moluscos	Crustáceos	Otras especies
Apañado	Caracol Tégula	Jaiba	Erizo
Breca	Chitón	Jaiba Limón	Piure
Cabrilla Común	Chocha	Jaiba Mora	
Jerguilla	Lapa	Jaiba Peluda	
Lenguado	Lapa Bonete	Jaiba Remadora	
Pejeperro	Lapa Negra	Picoroco	
Rollizo	Lapa Reina		
Vieja	Lapa Rosada		
	Loco		

TABLA 3. ESPECIES DE PECES E INVERTEBRADOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA QUE HABITAN EN LOS BOSQUES DE ALGAS PARDAS DE LA III Y IV REGIÓN DE CHILE. En base a información entregada por especialistas de la Facultad de Ciencias del Mar U. Católica del Norte.

Species of fish and invertebrates of economic importance that inhabit the forests of brown algae in the III and VI regions of Chile.

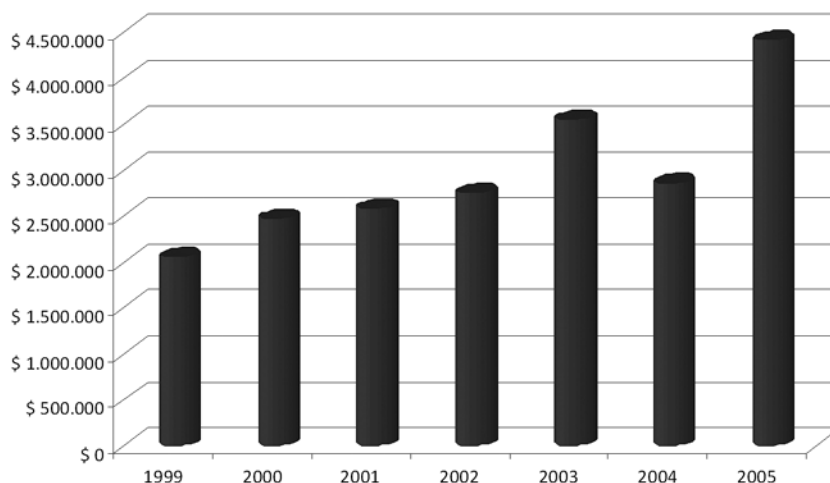


FIGURA 5. DESEMBARQUES VALORIZADOS DE ESPECIES CON PESQUERÍA, Y DEPENDIENTES DE LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIONES DE CHILE (miles de pesos de 2007).

Recovered in species landings with fishery and dependent huirales of the III and VI regions of Chile. (Thousands of pesos 2007).

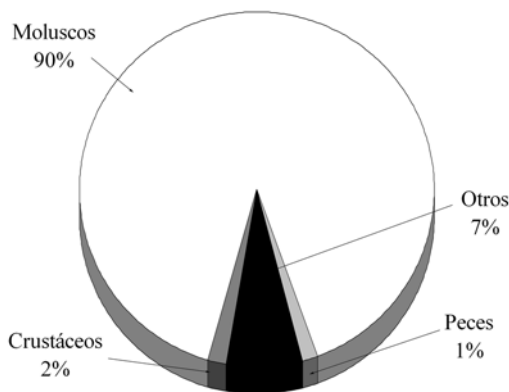


FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL DESEMBARQUE VALORIZADO DE LAS ESPECIES CON PESQUERÍA, DEPENDIENTES DE LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIONES DE CHILE (al año 2005 en pesos de 2007).

Distribution of landing valued of the species with fisheries, huirales dependent of the III and VI regions of Chile (to 2005 pesos, 2007).

del 57% del valor total de este tipo de pesquería. Otras especies importantes son el erizo, (*Loxechinus albus*), el piure (*Pyura chilensis*) y peces.

En el periodo 2000-2005 la tasa de crecimiento media anual observada de los desembarques de cada uno de estos grupos es la siguiente: crustáceos: -1,0%; moluscos: -0,2%, peces: 28,8% y otros: 8,5%. Luego, a pesar de que el desembarque de peces y de otras especies ha aumentado, el grupo más relevante (moluscos) prácticamente no ha cambiado, produciéndose una compensación entre la disminución de las lapas con un aumento del desembarque de locos. En consecuencia, se estima que no pueden esperarse cambios significativos a futuro en los desembarques, y se asume que éstos permanecerán globalmente constantes. Por otra parte, el comportamiento de los precios a valor sanción es también relativamente estable en el periodo analizado, con crecimientos anuales promedio como sigue: crustáceos: -

3,7%; moluscos: 2,3%; peces: 2,8% y otros: 0,6%. Con esto, se proyecta que el valor anual de esta pesquería indirecta (VPI_t) se mantenga en los valores cercanos al último año conocido, es decir en unos \$4.407.084.000 anuales a perpetuidad. En este punto es interesante notar

que comparativamente el valor de los desembarques de algas pardas ha sido mayor que el valor de los desembarques de loco y lapa en cada año, y que en los últimos años esta diferencia se ha venido incrementando sustantivamente (Fig. 7).

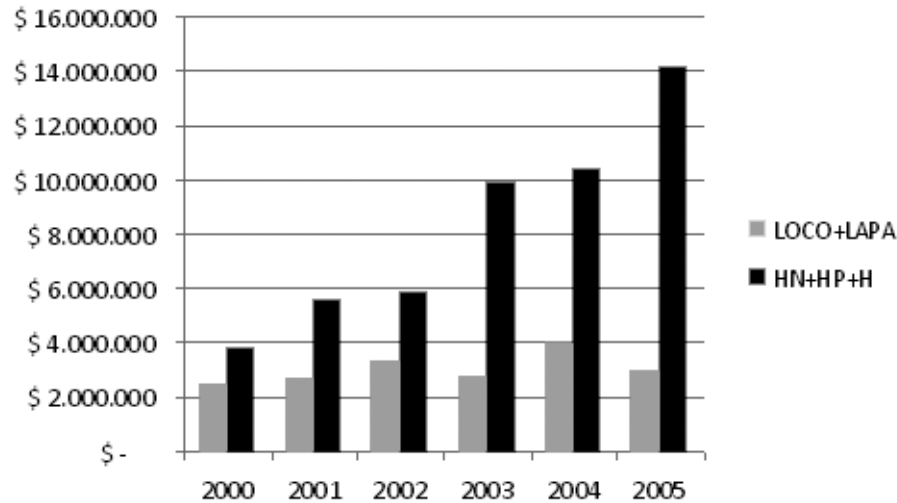


FIGURA 7. DESEMBARQUE VALORIZADO ANUAL DE LAS ESPECIES LOCO Y LAPA COMPARADO CON LAS ALGAS PARDAS, EN LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIONES DE CHILE (miles de pesos de 2007). HN: huiro negro; HP: huiro palo; H: huiro (*Macrocystis*).

Landing annual valuing loco and species compared with lapa brown algae in the huirales of the III and VI regions of Chile (thousands of pesos 2007).

Puesto que se está valorizando esta pesquería a fines de 2007, se proyecta la producción valorizada de los años 2006 y 2007, y se suma el valor presente de la perpetuidad posterior. Usando la ecuación (1) y (2) se estima el valor presente de dicha perpetuidad, usando una tasa de descuento del 15%. Así, el valor final de las especies de importancia económica asociadas a praderas de algas pardas en la III y IV Región arroja un estimado de \$38.855.792.000, en pesos de 2007 (Tabla 9).

Valor como información científica

De acuerdo a lo señalado, el valor de los huirales como información científica, implica estimar los fondos destinados a la ejecución de estudios relacionados con éstos. Del total de las investigaciones asociadas al borde costero en el norte de Chile en el periodo 1988 – 2005, un número de ellas están relacionados a las algas pardas, siendo la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte en Coquimbo la que más estudios

de este tipo ha realizado, seguida por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Dichas investigaciones se han desarrollado mayoritariamente entre los años 2000 y 2005, con 20 estudios, a los cuales se destinaron \$870.844.670, con un monto promedio por estudio de \$43.542.234. Durante los años 1988 a 1999 se realizaron 17 estudios con un costo total de \$304.447.806, y un monto promedio de \$17.908.694. A pesar de la tendencia creciente de los montos, esta no ha estado exenta de volatilidad, de acuerdo a la Fig. 8, donde se incluye una línea de tendencia para ilustrar la proyección lineal. La pendiente indica el crecimiento medio bianual de la inversión en investigación, la que es de \$62.516.626, es decir aproximadamente \$31.258.000 anuales.

Es razonable pensar que un incremento de la inversión anual de aproximadamente \$31.258.000 se mantenga en el tiempo. Con esto, en base a una proyección lineal, se tiene

para el año 2006 valores proyectados de \$494.816.924 y para el año 2007 de \$557.333.551, moneda 2007. Esto implica un crecimiento anual real aproximado del 10%. Usando la ecuación básica de actualización de una perpetuidad con crecimiento anual del 10%, y descontando una tasa de interés del 15%, se tiene que el valor presente al año 2007 de esta dimensión es, en base a la ecuación (2), de $\$557.333.550,76(1,1)/(0,15-0,1) = \$12.261.338.117$ (Tabla 9).

Valor como depurador climático (captura de CO₂ y emisión de oxígeno)

Existe una importante dificultad en la estimación de la superficie de los huirales en la III y IV regiones (Edding 1998). La Tabla 4 muestra tres diferentes estimaciones, las que arrojan resultados disímiles, debido entre otros

		HN	HP	N
Proyecto FNDR 1998 (Hectáreas)	III Región	975	22.322	nd
	IV Región	nd	nd	nd
Proyecto FIP N° 2000-19 (Hectáreas)	III Región	971	3.051	nd
	IV Región	657	1.759	nd
Estimación gruesa (Hectáreas)	III Región	100	5.000	800
	IV Región	100	5.000	700
Promedio Total (Hectáreas)	III y IV Región	1.060	13.504	1.500
Fijación CO ₂ /m ² (ton/año)		0,001450	0,000495	0,007227
Precio Bono CO ₂ (US\$/ton)		4,6	4,6	4,6
Valor anual (US\$)		70.724	307.484	498.663
Valor anual (CH\$)		38.898.219	169.116.185	274.264.650
Valor anual por oxígeno liberado y captura de CO ₂ (CH\$)		77.796.438	338.232.370	548.529.300

TABLA 4. SUPERFICIE ESTIMADA DE LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIÓN DE CHILE, POR ESPECIE (há), Y OTROS PARÁMETROS DE INTERÉS. HN: huiro negro; HP: huiro palo; H: huiro (*Macrocystis*).

Estimated surface huirales in the III and VI regions of Chile by species (ha) and other parameters of interest.

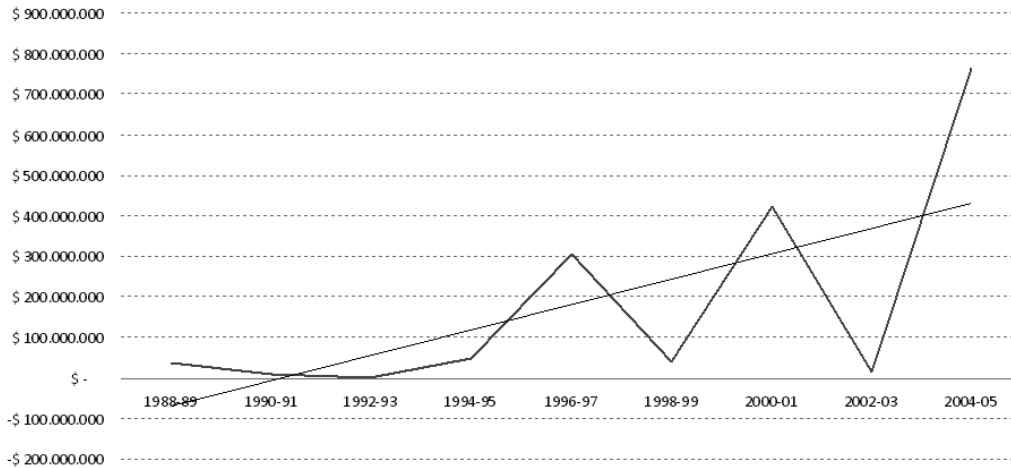


FIGURA 8. MONTOS DESTINADOS A INVESTIGACIÓN EN LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIONES DE CHILE EN TÉRMINOS BIANUALES (en miles pesos de 2007 y línea de tendencia). Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Fomento Pesquero.

Intended amounts huirales research in the III and VI regions of Chile in terms biennial (in thousands of pesos for 2007 and trend line).

a diferencias metodológicas y a la dinámica de la distribución de estas algas. A través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) el año 1998, se realizaron estimaciones solamente para la III Región. El Fondo de Investigación Pesquera, (FIP N° 2000-19) en el 2000 no entrega estimaciones para los hueros. También incorporan una estimación muy gruesa: si cada región tiene una longitud aproximada de 500 km (debido a las irregularidades de la costa), para el HN podría estimarse una franja de 1.000.000 m por 2 m de ancho, es decir unos 2.000.000 m² para ambas regiones (100 ha cada una). Para el HP algo similar: 500 km por 100 m, es decir 5.000 ha para cada región. Para el caso del huero⁷ se estima que no hay más de 800 y 700 has en ambas regiones. La estimación usada

es un promedio de las tres estimaciones anteriores.

La Tabla 4 muestra las estimaciones de la tasa de fijación de carbono por parte de los huirales. Para frondas de HN y HP, la producción neta anual (considerando un 25 y 22% por gramo seco) es de valores cercanos a 1.450 y 506 gramos de Carbono m⁻² año⁻¹, respectivamente (Tala & Edding 2007). En el caso del huero, la fijación de carbono se ubica entre 2.1 y 2.3 mgC·g⁻¹seco·h⁻¹ (Willenbrink et al. 1979). Para este estudio se estimó el valor en forma anual en base a Akatsuka

⁷La superficie de huerohuero no es lineal como en el caso de la *Lessonia*, y se encuentran distribuidas en forma de parches. También se detectan plantas de menores biomásas en otoño en comparación al verano.

(1995), que convertido a unidades toneladas de carbono anual por m² es de 0,007227.

El precio del bono de carbono en la Bolsa de Comercio Ambiental de Chicago, Estados Unidos, ha subido considerablemente en años recientes. El 12 de diciembre de 2003, el primer día que se transó fue US\$ 0,95, y en julio de 2006, se había estabilizado en los US\$ 4,55. En base a esto, el valor de la función ambiental realizada por las algas pardas tiene un valor estimado en \$ 964.558.108 pesos chilenos anuales por fijación de carbono y liberación de oxígeno. La proyección futura de esta dimensión es que el precio del bono de carbono incremente leve pero sistemáticamente, en una tasa cercana al 5% anual real. Para esto, puede suponerse que la biomasa de hueros se mantendrá relativamente constante en el futuro. Con esto, y aplicando una tasa de descuento de 15%, el valor de esta pesquería como depurador ambiental es de unos \$10.127.860.135 pesos chilenos (Tabla 9).

Valor como ecoturismo y educación

Las entrevistas a expertos arrojan que los principales puntos de interés turístico costeros en la III región son el Parque Nacional Pan de Azúcar y la circunnavegación por el este de la Isla Pan de Azúcar. En la IV región los atractivos son la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Parque Nacional Fray Jorge (PNFJ), la Reserva Nacional Las Chinchillas, Punta de Choros, Isla Damas, Islas Choros y Chungungo, entre otros.

Dado que las agencias de ecoturismo de la zona no poseen una oferta directamente relacionada con los hueros, no puede deducirse que exista una actividad eco turística significativa basada en ellos, no pudiendo establecerse una relación entre hueros y el ecoturismo. De lo anterior se obtiene que el valor de los hueros en las dimensiones ecoturismo y educación es \$0.

Valor de existencia: valoración contingente

De acuerdo a lo señalado, se usó la técnica de valoración contingente para obtener las estimaciones del valor de los hueros para las cuatro dimensiones referidas a los valores de existencia.

A través de una pre-encuesta aplicada a un número reducido de 25 personas se detectó que solo el 12% de los encuestados posee algún conocimiento de los hueros. Asumiendo que quienes desconozcan totalmente la existencia de los mismos le asignarán a éstos un valor muy poco significativo aplicar un cuestionario basado en un muestreo aleatorio simple implicaría un gran número de encuestas perdidas. Por esto, la estrategia de muestreo consistió en aplicar la encuesta a grupos de personas con cierta relación con los hueros, y a partir de ahí obtener proyecciones más eficientes. Para esto se generó un listado de las empresas e instituciones con profesionales y estudiantes mayores de 18 años de las ciudades de La Serena y Coquimbo, con alguna vinculación con las áreas o actividades pesquero-marinas de la región (Tabla 5).

La encuesta (no reportada aquí, pero disponible a los interesados) es respondida en forma anónima y voluntaria, requiriendo información socioeconómica de los encuestados. Ésta proporciona una definición de lo que se entiende por un bosque de algas marinas y pretende saber la opinión sobre la importancia que tienen para el encuestado los recursos provenientes de los hueros de la III y IV regiones, indicando que los resultados ayudarán a establecer su valor económico, y las mejores opciones para su manejo. Se consulta a los encuestados también acerca de su DAP y DAT

La Tabla 6 muestra la distribución de las 157 encuestas efectivamente aplicadas. Destaca que las principales actividades o áreas vinculadas con los hueros son las áreas

Área / actividad	Institución
Turismo Receptivo	Servicio Nacional de turismo (SERNATUR), agencias de viajes y operadores turísticos, vinculados con el ecoturismo.
Académica e Investigación	Programa de estudios de biología marina (BM) y acuicultura (IA), y áreas académicas relacionadas de la Universidad Católica del Norte (UCN) (académicos y alumnos de últimos años). Programa de prevención de riesgo (PR), y áreas académicas relacionadas de la UCN y Universidad Tecnológica de Chile (académicos y alumnos de último año). Programa de administrador turístico (TUR), y áreas académicas relacionadas de la Universidad de La Serena (ULS) (académicos y alumnos de último año). Programa de administrador de empresas turísticas (AET), y áreas académicas relacionadas del Instituto Nacional de Capacitación (INACAP) (académicos y alumnos de último año).
Deporte (*) Organismos Públicos	Organismo deportivo marino (clubes de pesca, Bbuceo y otros). Municipalidades de La Serena y Coquimbo, Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).
Pesca	Caletas de pescadores de La Serena y Coquimbo.

TABLA 5. ÁREAS E INSTITUCIONES SELECCIONADAS PARA LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA DIRIGIDA. Nota (*) No existen clubes activos.

Areas and institutions selected for the implementation of the survey addressed.

de investigación y académica, junto con la actividad pesquera, las que representan el 95,6% de la muestra. Como resultado, el 85% de los encuestados declara tener conocimiento de los huirales, pero solo el 55% ha realizado alguna visita a estos recursos, siendo sus propósitos el buceo-pesca y la investigación. Lo anterior se debe a que el 57,4% de los encuestados incluye académicos y alumnos de las carreras de Biología Marina e Ingeniería en Acuicultura de la Universidad Católica del Norte, además de pescadores.

Los resultados de la DAP anual en cada una de las dimensiones, junto con el aporte de horas de trabajo valorizadas en base a la estimación de un valor hora representativo⁸. para cada grupo de encuestados, se muestran

en la Tabla 7. Llama la atención la similitud existente entre las DAP mensual promedio para las diferentes dimensiones: especies sin pesquería (\$1.047), herencia cultural (\$940), bancos genéticos (\$1.090) y biodiversidad (\$984).

La suma de la DAP y la DAT anuales provenientes de la muestra es de \$14.337.121.

⁸ Para esto, se realizó estimaciones del valor de la hora laboral mensual de cada grupo de encuestados, los que van de ingresos muy bajos para algunos alumnos, de aproximadamente \$250.000 mensuales para los pescadores, hasta más de 1 millón de pesos mensuales para algunos académicos. El promedio ponderado arroja un valor mensual de \$257.246. Puesto que el trabajo semanal corresponde aproximadamente a 45 hrs, se obtiene al mes un total de 180 hrs. Realizando los cálculos se tiene que la DAT muestral valorizada es de \$14.337.121 por año.

Categorías		%	% Grupo
Alumnos	Alumnos AET_INACAP	7,00	58,60
	Alumnos PR_INACAP	8,90	
	Alumnos BM_UCN	14,00	
	Alumnos IA_UCN	14,00	
	Alumnos PR_UCN	5,10	
Académicos	Alumnos TUR_ULS	9,60	16,60
	Académico AET_INACAP	2,50	
	Académico IPR_INACAP	3,20	
	Académico TUR_ULS	1,90	
	Académico BM_UCN	4,50	
Sernapesca	1,30%	1,30	
Municipalidad de La Serena	1,30%	1,30	
Agencias de turismo	1,90%	1,90	
Pescadores	20,40%	20,40	
TOTAL		100	100

TABLA 6. COMPOSICIÓN DE LOS GRUPOS ENCUESTADOS. AET_INACAP= Administración de Empresas Turísticas del Instituto Nacional de Capacitación. PR_INACAP= Prevención de Riesgos de del Instituto Nacional de Capacitación. BM_UCN= Biología Marina de la Universidad Católica del Norte. IA_UCN= Ingeniería en Acuicultura de la Universidad Católica del Norte. PR_UCN= Prevención de Riesgos de la Universidad Católica del Norte. TUR_ULS= Turismo de la Universidad de La Serena.

Composition of the groups surveyed.

	Especies sin pesquería	Herencia cultural	Bancos genéticos	Biodiversidad	Total
Encuestados con percepción positiva	153	136	151	154	
Encuestados dispuestos a pagar	117	118	126	122	
DAP promedio (\$/mes)	1.047	940	1.090	\$ 984	
DAP (\$/año)	1.909.200	1.601.400	1.961.400	1.829.400	7.301.400
Aporte laboral (hrs/año)	2.616	2.640	2.832	1.944	10.032

TABLA 7. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LAS ENCUESTAS

Summary of results from survey.

Este monto representa el equivalente monetario anual solamente de la población encuestada (157 personas), es decir una parte del total de 181 personas inicialmente estimados. Lo anterior significativa que si se hubiese encuestado el número original probablemente el resultado obtenido debiese amplificarse en un 15% (factor 1,15). Dado

que debieran existir otras personas en el área La Serena-Coquimbo que asignen un valor positivo a estas cuatro dimensiones y estén dispuestos a pagar o a trabajar por evitar su desaparición, se estima que se lograría incrementar hasta en un 50% el valor hasta ahora obtenido (factor 1,5). Al considerarse el resto de la población de la III y IV regiones podría incrementarse un 30% el monto anterior, debido a que ambas ciudades reúnen el mayor número de habitantes e ingresos de la III y la IV región, concentrando a investigadores y estudiantes que tienen mayor relación con las dimensiones en análisis de dichos recursos. Ahora, extendiéndolo al resto del país en el

que también habrá personas dispuestas a aportar, permitiendo doblar lo aportado por la región, y considerando que cada región tiene sus propios recursos naturales a los cuales se puede aportar, aun es posible que un grupo importante de habitantes esté dispuesto a ‘exportar’ dinero y trabajo a la III y IV regiones. Finalmente, usando el mismo criterio anterior, se estima que el resto del mundo puede estar dispuesto nuevamente a doblar el aporte al valor generado en el país. La Tabla 8 resume las estimaciones, arrojando un estimado de \$128.928.281 anuales para las cuatro dimensiones.

	Factor de amplificación	Personas dispuestas pagar y trabajar	Total anual
Muestra analizada	1,00	121	\$ 14.337.121
Muestra planificada	1,15	139	\$ 16.529.267
Resto de La Serena y Coquimbo	1,50	209	\$ 24.793.900
Resto de la III y IV Regiones	1,30	271	\$ 32.232.070
Resto del país	2,00	543	\$ 64.464.141
Resto del mundo (total)	2,00	1086	\$ 128.928.281

TABLA 8. FACTORES DE AMPLIFICACIÓN PARA LA VALORACIÓN DE LAS DIMENSIONES COMPLEJAS DE LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIÓN DE CHILE.

Amplification factors for the assessment of complex dimensions of huirales of the III and VI regions of Chile.

Sobre la base del esquema señalado en la ecuación (3), el valor o precio actual de estas dimensiones por parte de la sociedad viene dado por la suma de dos valores presentes: el aporte monetario anual, en pesos, que la sociedad asigna a la dimensión k de los huirales, y BN_t (hrs) que es el aporte laboral en horas de trabajo anual de la dimensión t , convertidos a pesos. Finalmente, la tasa de descuento usada es de $i = 15\%$ anual.

Es razonable suponer que el grado de conocimiento de los huirales por parte de la comunidad se incremente levemente en un mediano y largo plazo. Por otra parte la disposición a pagar (DAP) debe tender a aumentar en la medida que el nivel de ingreso de las personas lo permita. En base a esto, y asumiendo un crecimiento anual del 5% para la valoración de estas dimensiones por parte de la sociedad, y aplicando el modelo

previamente definido que refleja el valor presente de la perpetuidad de las disposiciones a trabajar y a pagar, bajo las condiciones ya mencionadas, se puede deducir que la población estudiada le asigna a las cuatro dimensiones de los huirales un valor de Si bien la metodología de Valoración Contingente empleada para estimar el resultado anterior presenta muchas bondades, también presenta limitaciones asociadas a la forma de

extracción de la información. Sin embargo, como se ha mencionado, actualmente es una de las mejores formas de estimar dicho valor.

Los resultados finales de la estimación del valor de los huirales de las regiones III y IV, provenientes de la suma de todas las dimensiones, se encuentran en la Tabla 9. Dicho monto asciende a 255,5 mil millones de pesos.

Dimensión	Precio (pesos chilenos 2007)	%
Pesquería directa de algas	193.000.000.000	75,5
Especies dependientes de los huirales, con pesquería	38.855.792.000	15,2
Información científica	12.261.338.117	4,8
Depurador climático (captura de CO ₂ y emisión de oxígeno)	10.127.860.135	4,0
Ecoturismo	-	0,0
Dimensiones complejas	1.289.282.810	0,5
Total	255.534.273.062	100,0

TABLA 9. ESTIMACIÓN FINAL DEL VALOR DE LOS HUIRALES DE LA III Y IV REGIÓN SEGÚN DIMENSIÓN

Final estimate of value of huirales of the III and VI regions of Chile by dimension.

Una aplicación del método de Valuación Contingente que aplica un enfoque similar es Loomis (1987 y 1989), analizando cuánta agua asignar a la ciudad de Los Ángeles de las fuentes del lago Mono. La disposición a pagar promedio por familia fue estimada en US\$ 13 por mes, o \$156 por año. Multiplicando por el número de familias en California, los beneficios totales superaban el costo de US\$ 26 millones de reemplazar la fuente de agua por un factor de 50.

CONCLUSIONES

La Valoración Económica proporciona información valiosa para los tomadores de decisiones acerca de la importancia relativa que tienen los recursos naturales. En el caso de los huirales de la III y IV regiones, éstos poseen un valor por la pesquería directa de algas, una valor por las especies dependientes de los huirales, con pesquería, un valor como

información científica, un valor como depurador climático (captura de CO₂ y emisión de oxígeno), y dimensiones que son valoradas de un modo indirecto: especies sin pesquería, herencia cultural, bancos genéticos y biodiversidad. A excepción de la dimensión turística, todas las dimensiones anteriores reportaron valores significativos, y las cuatro dimensiones complejas entregaron resultados muy similares entre sí.

La Tabla 9 presenta un resumen de los resultados obtenidos por este estudio, mostrando la importancia que tiene la pesquería directa respecto a las demás dimensiones (75%), seguida por las especies dependientes de los huirales con pesquería con un 15%. En conjunto, puede decirse que el valor de los huirales se explica en más de un 90% por la pesquería con valor económico que éstas implican.

Otras dimensiones importantes son la información científica y su valor como depurador ambiental, ambas con una importancia cercana al 9% del valor total. Con una importancia relativa bastante baja se encuentran las dimensiones complejas, estimadas a través del método de Valoración Contingente. Finalmente, el valor como factor ecoturístico es no significativo por cuanto la relación existente entre las algas pardas y la historia, la etnografía de las regiones III y IV parece ser escasa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración a la valorización económica de los items complejos realizada por Sergio Chirino y Christian Acuña.

LITERATURA CITADA

AKATSUKAI (1995) *Biology of Economic Algae*. Balogh Scientific Books. 545 pp.

- BOADWAY R & N BRUCE (1984) *Welfare Economics*. Blackwell.
- CONRAD JON (1999) *Resource Economics*. Cambridge University Press.
- COSTANZAR, D'ARGER, DEGROOT R, FARBER S, GRASSO M, HANNON B, LIMBURG K, NAEEMS, O'NEILL R V, PARUELO J, RASKIN R G, SUTTON P, VAN DEN BELT M (1997) 'The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253.
- DE GROOT R S, MA WILSON, RMJ BOUMANS (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41(3): 393-408.
- DIXON JA, L SCURA, R CARPENTER & PB SHERMAN (1994) *Economic Analysis of Environmental Impacts*. London: Earthscan Publications Ltd.
- HANLEY N, J SHOGREN, B WHITE (2007) *Environmental Economics: In Theory & Practice*, Second Edition. Palgrave Macmillan.
- KOLSTAD CD (1999) *Environmental Economics*. Oxford University Press.
- EDDING M (1998) *Investigación y Manejo para la Extracción de huiros, III Región*. Código BIP 20109880. Gobierno Regional de Atacama. Servicio Nacional de Pesca de Atacama. Universidad Católica del Norte. Informe Final 197 pp.
- FREEMAN AM (1982) *Air and Water Pollution Control: A Benefit-Cost Assessment*, New York: John Wiley.
- JOHANSSON PO (1987) *The Economic Theory and Measurement of Environmental Benefits*. Cambridge: Cambridge University Press, UK.
- JUST RE, DL HUETH & A SCHMITZ (1982) *Applied Welfare Economics and Public Policy*. New York: Prentice-Hall.
- LOOMIS J (1987) Balancing Public Trust Resources of Mono lake and Los Angeles' Water Right: An Economic Approach. *Water Resources Research* 23(8): 1449-1456.
- LOOMIS J (1989) Test-Retest Reliability of the Contingent Valuation Method: A Comparison of General Population and Visitor Responses. *American Journal of Agricultural Economics* 71(1): 76-84.

- MCCONNELL K (1985) The economics of outdoor recreation. In: AV Kneese & J Sweeney EDS Handbook of natural resource and energy economics, N° 2. Elsevier.
- MUÑOZ D, G OMEGNA & A SANTORO (1996) Valoración económica de las áreas protegidas: El sector Soncor de la Reserva Nacional Los Flamencos. En: Economía ambiental aplicada a la ordenación de cuencas hidrográficas. Santiago: CONAF, British Council. 35 pp.
- PEARCE DW & RK TURNER (1990) Economics of Natural Resources and the Environment, Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- ROMERO C (1994) Economía de los recursos ambientales y naturales. Serie Alianza Economía. Editorial Alianza. España.
- RONNBACK P (1999) The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. Ecological Economics 29: 235-252.
- SHARPE WF (1964) Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, Journal of Finance 19 (3): 425-442.
- TALA F & M EDDING (2007) Production of *Lessonia trabeculata* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae, Laminariales) in northern Chile. Phycological Research 55(1): 66-79.
- TIETENBERG T (1996) Environmental and Natural Resource Economics. Addison Wesley.
- TURNER K, S GEORGIU & B FISHER (2008) Valuing Ecosystem Services: The Case of Multi-Functional Wetlands. Earthscan Publications Ltd.
- VÁSQUEZ JA (2008) Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-sources for a sustainable fishery. Journal of Applied Phycology 20(5): 457-467.
- VASQUEZ, J.A. & B. SANTELICES. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos de adhesión de *Lessonia nigrescens* en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 131-154.
- WILLENBRINK J, B KREMER, K SCHMITZ & LM SRIVASTAVA (1979) Photosynthetic and light independent carbon fixation in *Macrocystis*, *Nereocystis*, and some selected Pacific Laminariales. Canadian Journal of Botany 57: 890-897.

Recibido 06/10/2008; aceptado 26/03/20089=