

ACERCAMIENTO A LAS METODOLOGÍAS DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE USO DIRECTO EXTRACTIVO EN EL CONTEXTO DE LOS ECOSISTEMAS Y ELEMENTOS PARA LA GESTIÓN DEL DESARROLLO SUSTENTABLE¹

Carlos F. Ortiz Paniagua*
José César Lenin Navarro Chávez*
María Teresa Cortez Zavala**

Resumen

Las metodologías de valoración económica de servicios ambientales aún son poco empleadas en México, lo que obedece en buena medida a la falta de información sistematizada al respecto de los alcances y límites de éstas. El presente realiza una disertación sobre algunas de las metodologías al respecto, se analizan sus formas de empleo y se clasifican los problemas que cada técnica pretende resolver. Para lo cual se estructura en de la siguiente forma: la primera sección plantea el contexto para el uso de éstas metodologías y el tipo de problemas en los que se aplica; en el segundo apartado analizando la obtención del valor de los servicios ambientales de uso directo extractivo; enseguida se discuten las ventajas y desventajas para la aplicación de éstos métodos, luego se revisa una metodología para valorar el servicio ambiental hídrico, por último se emiten algunas consideraciones.

Palabras clave: servicios ambientales y metodologías de valoración económica.

Abstract

The methodologies of economic valuation of environmental services are still poorly apply (use) in Mexico, in part because of the lack of information systematized on

¹ Se agradecen los comentarios del lector anónimo que dictaminó el presente artículo que aportó contribuciones importantes para enriquecer la discusión; no obstante las omisiones cometidas son exclusivas de los autores.

* Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

** Facultad de Historia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

the matter of the reaches and limits of itself. The present carries out a dissertation on some of the methodologies on the matter, analyzing its forms of application and classifying the problems that each technique intends to resolve. In this purpose it is structure: the section the kind of problems that this tecnics try to solve and analyzes the obtaining of the value of the environmental services of extractive direct use; after that, discuss over advantages and disadvantages of applications; next the paper shows a methodology to value the water environmental service focused in some aspects for management this natural resourse; finally the discuss about of final consideration for several application.

Keywords: environmental services and economics methodology valuation.

Clasificación JEL: Q2, Q20.

1. Introducción

La lógica del desarrollo de la sociedad, manifestada en una integración mundial en varios sentidos, (entre los que destaca el comercial), aunque aún incompleta y desigual, en la que gravitan procesos (sociales, económicos, culturales, ambientales, políticos, financieros, etc.) que ocurren a escala global y tienen efecto a escala local, conocida como “globalización”, (Ocampo, 2003) ha derivado en beneficios sociales, pero también en importantes problemas por resolver. Entre éstos destacan los problemas ambientales, desde una escala local (escasez de agua potable) hasta global (aumento de la temperatura global), que además se manifiestan en dos vertientes: aprovechamiento no sustentable, incluso agotamiento, de los recursos naturales y degradación o al menos deterioro de de la calidad de los bienes ambientales. En esencia el aspecto económico cobra fundamental importancia debido a que es la base de la organización social para la realización de la población humana.

Desde una interpretación a la manera de (Kuznetz, 1955) (Grossman, 1995), a medida que un país atraviesa por las distintas etapas del desarrollo; por las cuales forzosamente transita; se enfrenta a impactos sobre el ambiente con magnitud creciente hasta estabilizarse, para posteriormente disminuir en dichos impactos

pero continuar desarrollándose. No obstante, al parecer tal como el desarrollo ha sido desigual y heterogéneo a escala de países, lo mismo sucede con el avance que se tenga sobre el impacto ambiental. Al revisar la historia, la mayoría de los países europeos se comportaron según el precepto de Kuznetz propuesto y adaptado por Grossman. Empero no se puede decir lo mismo de países como China o el sudeste Asiático, más aún que han comenzado a trasladar sus impactos hacia países con normatividad ambiental menos rigurosa.

A pesar de ello parece que los problemas del actual “paradigma de desarrollo” (capitalismo), se derivan del funcionamiento de un sistema social fundamentado en lo económico. Es por ello que se sigue apostando a que el sistema económico resuelva por sí mismo (o resolverá es la hipótesis) todos los problemas sociales, entre ellos el ambiental. Hay argumentos a favor y en contra de esta posición, en particular desde el campo de la economía se han planteado y se continúan planteando una serie de propuestas para la resolución de los problemas ambientales desde el mecanismo mismo que organiza, asigna y distribuye los beneficios generados por la sociedad: el mercado. En este sentido, la economía ambiental ha propuesto y adaptado una serie de metodologías para combatir los problemas ambientales. Más aún, a partir de estas metodologías se generan instrumentos para administrar el ambiente; para la toma de decisión en materia de gestión ambiental. O bien, si se incorpora en el sistema ambiental la rentabilidad y la sustentabilidad, los instrumentos que ofrece la economía ambiental son parte de una gestión integrada a otros elementos sociopolíticos para la gestión del desarrollo sustentable.

El presente expone los elementos centrales de algunas de las metodologías que ha propuesto o adaptado la economía para apoyar la toma de decisiones sobre el manejo sustentable de recursos naturales y de bienes ambientales. A pesar de que la economía ambiental se apoya al menos en dos disciplinas para la identificación del objeto de estudio y la resolución al problema planteado no deja de entrar en terrenos de la inter-disciplina, pero tampoco se aleja mucho de los terrenos de la mono-disciplina (uni-disciplina); aún que el objeto de estudio en ocasiones no es directamente económico. La disertación identifica los elementos de la uni-disciplina, no obstante el ensayo se centra en la comparación de metodologías de valoración económica y la identificación de los elementos que apoyan la gestión ambiental para el desarrollo sustentable. En otras palabras el objetivo consiste en disertar

sobre algunos de los métodos utilizados por la economía de los recursos naturales y la economía ambiental para la resolución de los problemas tanto de aprovechamiento de recursos como aquéllos referidos al medio ambiente y e implicaciones en los ecosistemas. A la vez que se exponen los alcances y limitantes de las metodologías que la economía ha propuesto para la resolución de problemas ambientales derivados tanto del aprovechamiento de los recursos naturales.

La estructura del presente ensayo es la siguiente: la primera sección se destina a la disertación de las metodologías para el aprovechamiento sustentable y óptimo de los recursos naturales, se realiza una disertación sobre su implementación a la vez que se clasifican los servicios ambientales. En la segunda sección se revisan concretamente dos métodos de valoración de servicios ambientales de uso directo extractivo (VUDE): a) el método de la economía pesquera y b) el modelo de la economía forestal, al finalizar esta sección se discute sobre las ventajas y desventajas de la implementación de éstos métodos de valoración. En la tercera sección se revisa la una metodología que identifica a los recursos ambientales como provisión de servicios de vital importancia socioeconómica, en particular el caso del servicio hídrico. Por último se discute sobre las ventajas y desventajas del empleo de éste tipo de métodos y algunas consideraciones para su aplicación.

2. Justificación del uso de las metodologías de valoración económica de servicios ambientales

Un elemento fundamental antes de comenzar la disertación del presente, es la definición y distinción de dos conceptos clave: recursos naturales y recursos ambientales. En el caso de los primeros se clasifican en dos tipos: 1) los recursos naturales renovables pero agotables [bosques, pesquerías, especies y pastizales (praderas)] y 2) los recursos naturales no renovables (gas natural, carbón, petróleo y minerales). Por otra parte los bienes o recursos ambientales son aquéllos relacionados con la función del medio ambiente como receptor y asimilador de residuos, así como el aspecto sustentador de ciertos procesos bióticos, abióticos y funciones ecológicas (aire, agua, espacios naturales, paisajes, funciones ecosistémicas, reciclaje de nutrientes, hábitat de especies, fijación de nitrógeno,

regeneración de suelos, captación y purificación de agua, regulación climática, retención de carbono, entre otras).

Las funciones de los ecosistemas y del medio ambiente en su conjunto, así como los bienes ambientales y el aprovechamiento de recursos naturales son y han sido de vital importancia para la sociedad, el grado de desarrollo de la misma, el funcionamiento de su economía y, en general para el sustento de la vida en el planeta. Sin embargo, en ocasiones los bienes ambientales son bienes públicos ó comunes. Las características de éstos son la no rivalidad y la no exclusividad para su uso, debido a la ausencia de mercado y de propiedad privada, también conocido en la teoría económica como fallas de mercado. De esta manera, cuando es el caso de la ausencia de mercado, en una sociedad que se organiza por el mercado, en cuanto a la asignación de bienes y servicios, se plantea un problema para la asignación eficiente de los bienes ambientales.

La economía estudia la asignación de los bienes y recursos escasos entre finalidades alternativas (Samuelson, 2005). Sin embargo, ante el dilema que ocasionalmente presentan los bienes ambientales, dos sub-disciplinas de la economía pretenden ofrecer soluciones para estos problemas. Las cuáles son: la economía de los recursos naturales y la economía ambiental. La primera surge bajo un escenario de sobre explotación de recursos naturales por una parte renovables, como pesquerías y bosques (Gordon, 1953). La preocupación central consiste en plantear formas de aprovechamiento sustentable y óptimo de estos recursos, y de forma secundaria en el impacto que tiene el agotamiento de los mismos sobre el ecosistema. Por otra parte para los recursos naturales no renovables, (carbón, gas natural, petróleo, minerales, etc.), este enfoque plantea un aprovechamiento eficiente que procure el máximo beneficio para el período de duración del recurso, en lo que se conoce la regla de Hotelling y Gray, referenciado por (Martínez, 2000). En tanto que la economía ambiental plantea la organización social como un sistema abierto con interacciones en tres procesos básicos: extracción, procesamiento y consumo, con implicaciones en los bienes ambientales y por consecuencia en el bienestar de los individuos. En este sentido se traduce a términos económicos el cambio en el bienestar como puede ser la calidad ambiental o bien las preferencias sociales por la preservación ambiental y/o ecológica.

3. Métodos de valoración económica de los bienes y servicios ambientales

Los recursos ambientales tienen funciones de importancia vital en los ecosistemas como parte de los mismos, a la vez que son de importancia fundamental para la realización de las actividades económicas y sociales. De manera que el primer paso para el planteamiento de un problema de valoración económica ambiental consiste en la distinción de estos bienes. Sin embargo, el hecho de que estos recursos sean considerados como bienes públicos, presenta un problema para la asignación “eficiente” en el mercado, conocido como falla de mercado, véase la tabla 1. El problema fue expresado por (Hardin, 2005²), al demostrar la tendencia a la sobre explotación de los bienes públicos y/o recursos comunes, cuando no existen reglas de acceso y aprovechamiento. Debido a que la naturaleza de la organización social instituida por el mercado favorece un esquema de destrucción más que de preservación en la búsqueda del bienestar individual por encima del colectivo. El problema se fundamenta en que la maximización simultánea de dos variables no es posible de resolver a la par de que las alternativas visualizan los problemas sociales de tipo técnico, situación que encierra la disyuntiva ética entre población y dotación y uso de recursos.

Tabla 1

Distinción entre bienes: públicos, privados y públicos ambientales (comunes)

	Excluyente	Aprovechable	Divisible	Falla de mercado	Ejemplo
Bien público	No	No	No	No	Alumbrado Área verde en área urbana
Bien privado	Si	Si	Si	No	Automóvil Ropa Computadora personal
Bien público ambiental o bien común (Puro)	No	Si	No	SI	Bosques abiertos Lago, pesquería Área Natural
Bien público ambiental o bien común (impuro)*	Si	Si	No	SI	Tenencia de la tierra de propiedad comunal Playa privada Acceso restringido a espacios naturales

*También conocidos como bienes de Club.

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Aguilar, 1996), (Oakerson, 2003) y (Labandeira, 2007).

² La primera edición del artículo fue publicada el año de 1964.

La economía plantea una alternativa para la solución del problema de asignación ineficiente de los bienes y/o servicios públicos ambientales, mediante la incorporación de este tipo de recursos al sistema de mercado. El punto de partida es el reconocimiento de los mismos como bienes y/o servicios ambientales. En este sentido en primer lugar se identifica el tipo de bien o servicio ambiental y se procede a la valoración del mismo. El mecanismo consiste en la adaptación metodológica que proporcione información relativa a la oferta y/o demanda de dicho bien. Una vez que se obtiene dicha información el valor económico se expresa en términos monetarios. Para la obtención del valor económico el primer paso consiste entonces en la identificación de los bienes y/o servicios ambientales, para lo cual se parte de la clasificación y enseguida la metodología que sigue a la misma para obtener el valor económico. La sumatoria de los valores económicos de cada bien y/o servicio ambiental constituyen el valor económico total del medio ambiente en el contexto de uno o más ecosistemas.

De esta manera la economía ambiental parte de considerar la utilidad de los activos ambientales como un conjunto de valores distintos, para cada uno de los bienes y/o servicios, no excluyentes entre sí, con la característica de que pueden separarse para su análisis y luego sumarse para la identificación del valor total. La identificación de estos servicios en valores constituye un paso previo para desarrollar posteriormente cualquier método de valoración desde la economía ambiental, (Lomas, 2005). En base a la tabla anterior, la definición de los valores ambientales es la siguiente:

Valor de uso (VU). El activo ambiental tiene un valor estimado por el precio que le otorgan los agentes vinculados con el mismo a través del mercado. El Valor de Uso puede ser: Valor de uso directo extractivo (VUDE) (Lomas, 2005) o Valor de uso directo no extractivo (VUDNE): el primero está condicionado por su consumo o venta, o por su interacción inmediata con los agentes de mercado. Son muchos los recursos naturales que se comercian en los mercados (plantas y animales de uso agropecuario, madera, plantas medicinales, observación de animales silvestres, minerales, etc), y el valor de uso directo se refleja en un precio en el mercado. En tanto que el VUDNE, es aquél cuyo aprovechamiento no implica extracción de los recursos, sino solo aprovechamiento de los mismos, como: salud, recreación,

ecoturismo, deporte, actividades culturales y religiosas y producción audiovisual (De Alba, 2007).

El Valor de uso indirecto (VUI) es aquél derivado de las funciones ambientales y reguladoras de los ecosistemas ó de aquellas que indirectamente sostienen y protegen la actividad económica. Este tipo de valor no forma parte del mercado pese a estar íntimamente conectado a las actividades de producción y consumo Véase tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de los valores ambientales				
Valores de uso		Valores de opción	Valores de no uso	
Directo	Indirecto		Herencia	Existencia
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos	Ecosistémicas			
Materia prima Alimentos Biomasa Cultivo o pastoreo Colecta de especímenes y material genético Conversión a otro uso Hábitat humano	Autopreservación y evolución del sistema Reciclaje de nutrientes Conocimiento e investigación científica Hábitat migratorio Fijación de nitrógeno	· Continuidad del sistema · Obtención de nueva materia prima · Nuevos conocimientos	· Protección del hábitat · Evitar cambios irreversibles	· Conocimiento de la existencia · Culturales, estéticos y religiosos
Usos no extractivos	Ambientales			
Salud Recreación Ecoturismo Deporte Actividades culturales y religiosas Producción audiovisual	Protección y regeneración de suelos Captación y purificación de agua Protección de cuencas Control de plagas Control de inundaciones Protección contra tormentas Regulación climática Retención de carbono Estabilización costera			

Fuente: Tomado de Ortiz, *et. al* 2008.

Valor de opción (VO), se refiere al aplazamiento del uso de un determinado activo ambiental para una época futura. Al mantener abierta la opción de aprovechar dicho recurso en una fecha posterior, éste toma un nuevo valor, el valor de opción. Existe otro valor, el de cuasi-opción, que representa la postergación de una decisión irreversible sobre el uso de un determinado recursos con el fin de obtener la información necesaria para la misma.

Por último, Valor de no uso (VNU) se refiere a aquéllos bienes o servicios ambientales que no tienen un precio ligado a un mercado real, el valor económico puede estimarse a través de un mercado simulado. El valor de no uso o valor pasivo de los activos ambientales está bajo dominio sustancial de consideraciones éticas. Se manifiesta en aquellas situaciones donde un grupo de individuos decide no transformar algún componente del sistema natural, y declara que sentiría una pérdida si este componente desapareciera. El VNU puede ser Valor de legado (VL), es decir el valor de heredar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad. Dentro de los mismos VNU se tiene el Valor de existencia (VE): fue inicialmente definido por Krutilla (Citado por (Lomas, 2005)) como el valor que los individuos atribuyen a las especies, diversas y raras, a los sistemas naturales únicos, o a otros bienes ambientales por el simple hecho de que existan; incluso si los individuos no realizan ningún uso activo o no reciben ningún beneficio directo o indirecto de ellos.

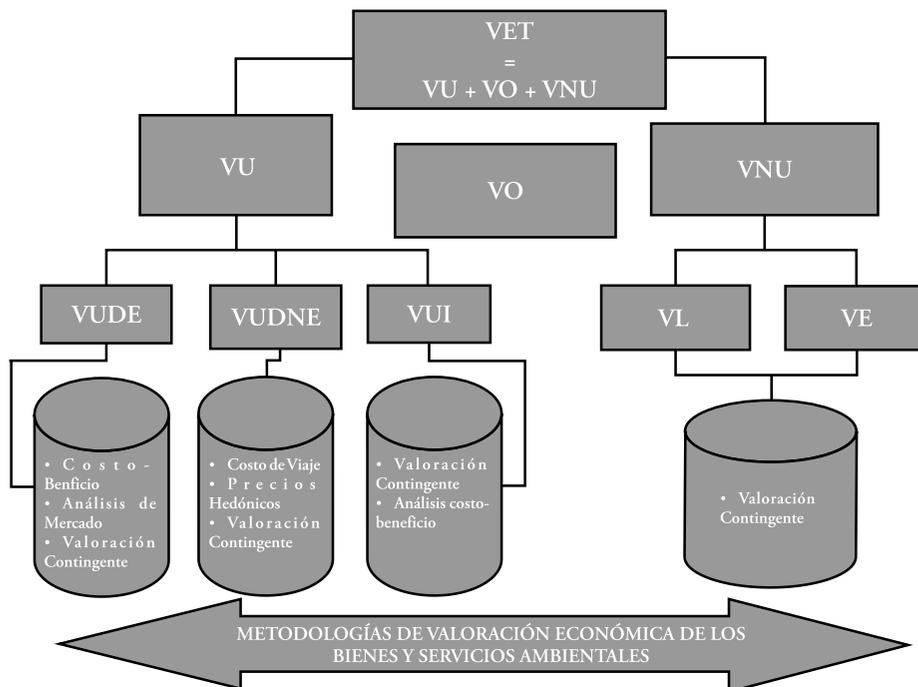
En este sentido, la sumatoria de todos los valores expresa el Valor Económico Total (VET), en términos matemáticos se expresa: $VET = VU (VUDE + VUDNE + VUI) + VO + VNU (VL + VE)$. El diagrama 1 ilustra las metodologías empleadas para calcular el valor económico para cada bien o servicio ambiental según sea el caso. De la misma manera existen métodos de valoración objetiva y subjetiva, que se aprecian en la tabla 3.

Los VUDE se ubican en el ámbito de valuación objetiva, específicamente en el de la función de producción, tal es el caso de: pesquerías, bosques, materia prima, producción de alimentos, áreas de cultivo, pastoreo, hábitat humano, colecta de especímenes y material genético, pueden ser privatizados o bien tienen características de bienes y servicios que pueden intercambiarse en el mercado, para lo cual la determinación de su valor puede resolverse y de hecho se resuelve con los

métodos tradicionales de la economía, incluso adaptándolos según sea el caso pesca o bosque (por mencionar algunos).

Diagrama 1

Metodologías para el cálculo del VET



Fuente: elaboración propia con información de la tabla 1.

En todos estos recursos naturales se utiliza la información de los precios de mercado como el estimador del valor de los recursos naturales. El análisis de mercado es la técnica más sencilla para valorar los bienes y servicios ambientales, lo cual consiste en recoger los precios que las distintas especies o bienes tienen en el mercado. De la misma manera la técnica análisis de costo beneficio, consiste en obtener un valor del servicio ambiental en términos en comparación con algo, lo

que implica valoración del costo de oportunidad. Por otra parte la valoración desde la función de producción implica combinación de los factores productivos y elección del punto óptimo de producción según los fines que se persigan: mayor rendimiento o menores costos. Dentro de los VUDE, hay dos metodologías que proponen el uso sustentable de los recursos naturales renovables de pesquerías, bosques (madera) y agua.

Tabla 3

Enfoque de los métodos de valoración y aplicaciones				
MÉTODOS DE VALORACIÓN OBJETIVA Se estiman los efectos objetivos de determinados impactos y se valoran monetariamente		Utilización de los resultados		
		Propósito	Instrumento	Líneas de política
Método	Efectos que se cuantifican y/o valoran			
Enfoque de la función de producción	Relaciona la producción en los diferentes niveles y combinaciones de producción	Los VUDE se aplica al manejo de recursos naturales renovables como: pesca y bosques; también a recursos no renovables (gas, petróleo o minerales)		
Funciones de daño	Convierte el impacto físico, causado por algún cambio en la calidad ambiental, en unidades económicas utilizando los precios de mercado de las unidades de producción		Eliminación de diferencias entre valores sociales y valores privados	Criterios para la elaboración de política ambiental y de promoción del desarrollo sustentable
Dosis respuesta	Estima el impacto físico sobre el receptor			
Capital humano	Estima el costo económico de la salud humana y su impacto en la productividad del trabajador			
Costos de reposición	El daño al medio ambiente es estimado por los costos en que las partes afectadas incurrir para reparar el daño			
MÉTODOS DE VALORACIÓN SUBJETIVA Se incorpora el valor que las personas otorgan al medio ambiente mediante el análisis de sus comportamientos				
Método	Efectos que se cuantifican y/o valoran			
Valoración contingente	Se mide la disposición de las personas a pagar a ser compensadas por un cambio en la calidad del medio ambiente o un recurso ambiental, mediante encuestas o cuestionarios.			
Costos de viaje	Utiliza como medida aproximada de valor: el tiempo empleado y el costo en que se incurre al visitar un paisaje o zona natural.			
Comportamiento evasivo y gasto defensivo	Mide el gasto en el que incurrir las personas al comprar bienes y servicios en relación al gasto por compensar el deterioro del ambiente.			
Precios hedónicos	Infiere el valor que la gente asigna a la calidad ambiental, al cuantificar lo que pagan por bienes y servicios que incorporan atributos ambientales.			

Fuente: elaboración propia con información de: (Martínez, 2000) y (Belasteguigoitia, 2003).

3.1. Los VUDE: caso de los métodos de valoración y manejo de recursos naturales renovables

Como VUDE, los recursos naturales renovables sobre todo las pesquerías y los bosques presentan características de bienes ambientales públicos o de acceso abierto. La economía propone modelos de producción para el aprovechamiento sustentable de dichos recursos, en esta sección se revisarán los presupuestos básicos para el análisis de este tipo de recursos naturales. Se pondrá especial énfasis en los alcances y limitantes que presentarían ante aplicaciones concretas.

3.1.1. El modelo bioeconómico de producción pesquera

Bajo el contexto actual, la ciencia económica se plantea como prioridad la búsqueda de eficiencia y uso óptimo de los recursos escasos, para procurar el crecimiento y el desarrollo de la sociedad. Que pueda traducirse en beneficios como en generación de empleos, ampliación de oportunidades de vida y mejoramiento continuo del bienestar social. A su vez la economía de los recursos naturales (ERN) tiene como propósito es la búsqueda de vías favorables que conlleven a la optimización en el aprovechamiento de los recursos naturales. De manera que con las herramientas de la economía, la ERN pretende analizar y resolver problemas relacionados con el uso de los recursos naturales (Sánchez Cruz, 2004).

En este sentido la preocupación por el desarrollo de técnicas que proporcionen elementos e información útil a la toma de decisiones que encaucen la sustentabilidad en el aprovechamiento de los recursos naturales. Surge así un instrumento importante derivado de la economía; los modelos bioeconómicos, basados en los planteamientos del modelo (Shaefer, 1954), el uso de estos modelos, tiene la finalidad de soportar la administración, el manejo y la gestión de los recursos pesqueros.

Análogamente al modelo de producción neoclásico, el modelo pesquero busca la incorporación de variables y parámetros biofísicos a los modelos tradicionales de la economía neoclásica. El propósito es el mismo que en los modelos económicos desde Walras, Jenovs y Marshall; la búsqueda de la óptima utilización

de los recursos disponibles, por lo general escasos. Desde hace poco más de 50 años aparecen los modelos bioeconómicos a nivel teórico intentando relacionar los recursos renovables y su aprovechamiento con fines económicos (Fraquesa, 2003) para aprovechar un recurso de la manera más eficiente sin poner en peligro su capacidad de reproducción asegurando su permanencia.

3.1.1.1. Características de los modelos bioeconómicos: de las bases biológicas al aprovechamiento económico óptimo y sustentable

Los modelos tanto pesqueros como forestales tienen una base logística del crecimiento y reproducción de las especies, principio biológico. Para el caso de la pesquería, el crecimiento ' r ' de una población ' B ' (en volumen) dependerá del tamaño de la población inicial; esto es: $G = f(B)$. Por lo tanto el crecimiento poblacional será una proporción de la población inicial, entonces se dice que ' r ' es la tasa intrínseca de crecimiento: $G=rB$. Sin embargo el tamaño de una población no puede presentar un crecimiento infinito, ni tampoco el mismo ritmo de crecimiento debido a que existen límites de reproducción, como son los recursos disponibles para la reproducción. (Stephen Cunningham, 1985). Por lo tanto se dice que el crecimiento poblacional se 'estabiliza' en cierto volumen. La tasa de crecimiento dependerá también de factores como la densidad poblacional; así a mayor densidad poblacional, menor tasa de crecimiento, pero mayor población en términos de volumen. Este es uno de los principios básicos del modelo de crecimiento logístico de la población $G = rB(1-B/K)$. Ésta ecuación muestra que el crecimiento poblacional depende de la población existente, por lo tanto en ausencia de captura pesquera la población crecerá hasta la capacidad de carga, K . Otro supuesto implícito que encierra esta ecuación es que las condiciones biofísicas como temperatura o calidad del agua son constantes. El máximo tamaño de la población se obtiene en $K/2$ (valor máximo de la curva). La curva de productividad primaria, depende de los valores asignados a las variables r y K la curva decrece después de $K/2$ (Stephen, *et. al.* 1985).

3.1.1.2. El efecto de la pesca

En términos teóricos se ha mostrado la descripción biológica de una pesquería sin aprovechamiento, al incorporar la captura pesquera se está en condiciones de decir que la captura, C , dependerá tanto del esfuerzo (f) como de la población o biomasa disponible (B), es decir, $C=f(B,f)$. El esfuerzo puede ser cuantificado por la cantidad de pescadores, embarcaciones, redes incluso se puede cuantificar por tiempo dedicado a la pesca y hasta con una tipificación del esfuerzo pesquero según tipo de embarcaciones o artes de pesca. En tanto que rara vez es utilizada al máximo la capacidad del esfuerzo pesquero, más bien siempre se emplea una proporción del mismo, ' q ' conocido como coeficiente de capturabilidad. Esto se expresa como, $F=qf$. Nótese que el coeficiente q implica el estado del arte de la tecnología predominante en la pesquería que se pretenda analizar, es decir; q guarda implícitamente la eficiencia de la tecnología de captura. Si bien es cierto tiene importancia significativa se vuelve solo relativa al contemplar la captura no solo depende del esfuerzo, sino también del tamaño de la población existente. En este sentido se tiene que $C=qfB$.

Por lo tanto los cambios en la captura obedecen a cambios en el esfuerzo y en las variaciones del tamaño de la población. Cabe mencionar que hasta el momento los elementos que determinan la captura pesquera, dentro del modelo, solo consideran los factores de corto plazo. Debido a que existe una capacidad instalada no utilizada en lo referente al esfuerzo pesquero y que la misma es variable o cíclica, se agrega un factor α que representa la proporción de esfuerzo efectivo. Los valores oscilan entre cero y uno, cuando el valor es la unidad significa que no variaciones y el esfuerzo es constante $C=qf^\beta B$. De tal manera que el impacto de la pesca en el tamaño de la población se expresa en $G=rB\left(1-\frac{B}{K}\right)-qf^\beta B$. Si se despeja B en esta ecuación entonces obtenemos un tamaño de la población en el que se restaura el equilibrio³.

Nótese pues que si β tiene un valor de uno, entonces, la captura es una función cuadrática del esfuerzo. Por lo tanto la curva es idéntica a la curva de

³ Nota: Recuérdese que $C = qf^\beta B$; al despejar $B = C/qf^\beta$ por lo tanto al sustituir se aprecia el efecto en " G " en la ecuación anterior.

productividad o bien de tasa de crecimiento poblacional. En este caso el esfuerzo óptimo de captura se encuentra resolviendo la primera derivada de la función G en $K/2$. A ese punto se le denomina Captura Máxima Sustentable o Sostenible.⁴ [Este nombre se utiliza convencionalmente, sin embargo Schaefer denominó a esta expresión *Maximun Equilibrium Catch* (Schaefer, 1954)].

Además el modelo de Shaefer fue un modelo dinámico de biomasa, para transformarlo en modelo bioeconómico otros autores como Clark 1990 o Stephen, *et. al.*, 1985 obtienen el ingreso por concepto de pesca resultando del producto de la curva de producción por el precio (p). De esta manera la curva de ingreso se expresa, $Y=p(B)$ mientras que $Y=p(B)-cF$ muestra una vez que son sustraídos los costos del esfuerzo pesquero se tiene la utilidad o el beneficio económico. (Clark, 1990).⁵

3.2. El modelo bioeconómico de la economía forestal

Las bases biológicas de este modelo parten de la curva logística del crecimiento poblacional, al igual que el modelo pesquero. De manera análoga a la búsqueda de la CMS en la economía pesquera, la economía de los recursos forestales plantea el turno de rotación óptimo. Para lo anterior la estructura poblacional por edades es un aspecto fundamental, considerando la cantidad de madera en un árbol en función de la edad del mismo, $q=f(t)$. Nuevamente el punto de partida es la función logística, es decir una vez alcanzado el máximo la cantidad de madera se estabiliza e incluso puede disminuir. En términos puramente económicos dejar crecer el árbol mientras que el incremento relativo de la cantidad de madera, compense el sacrificio de no disponer de dinero si existe el costo de oportunidad de mantenerlo en el banco al tipo de interés actual; en otras palabras la tasa de interés se iguala con la máxima producción de madera del árbol [$i = f'(t)/f(t)$], punto que se alcanzaría por casualidad al promedio anual de madera cortada; productividad media de una plantación (Martínez, 2000).

⁴ El término sustentable y sostenible se toma de manera indistinta.

⁵ Nota: la simbología de Clark fue cambiada para mantener el mismo formato pero el significado es el mismo.

No obstante la solución anterior no contempla el costo de oportunidad de mantener el uso de suelo forestal, por lo que si C es el costo de oportunidad la plantación forestal y p el precio de la madera (costo de la tala, supuesto constante por unidad de madera). Al considerar el momento inicial como el momento de plantar el árbol, cortarlos a una edad t y volver a plantar inmediatamente permite obtener cada t años un ingreso igual a $pf(t)$, por lo que teniendo en cuenta el costo de oportunidad, supone el ingreso siguiente: $V = \frac{pk(t)e^{it}}{1-e^{-it}} - C = \frac{pf(t) - Ce^{it}}{e^{it} - 1}$. Se trata de decidir t para maximizar V (que considera el costo de oportunidad). Por lo que al maximizar la función, condición de equilibrio es: $pf'(t) = ipf(t) + i \frac{pf(t) - Ce^{it}}{e^{it} - 1} = ipf(t) + iV = i(pf(t) + V)$. La interpretación económica indica que se trata de dejar crecer un árbol hasta el momento en que el beneficio adicional de esperar un año más para cortarlo, supere el costo de oportunidad que tiene el dejar de cortarlo. Así, el costo de oportunidad es la suma de los ingresos financieros que se obtendrían durante el período invirtiendo los beneficios de la corta, más la renta que generaría el espacio liberado, (Martínez, 2000).

3.3. Alcances y límites de las metodologías de VUDE, pesquerías y bosques en la gestión del desarrollo sustentable

Ambos métodos requieren de parámetros biofísicos y técnicos de otras disciplinas, como: 1) estructura de edades; 2) condiciones climáticas y condición futura de las mismas para los pronósticos; 3) calidad del agua (pesquería); 4) dinámica e interacciones tróficas. Sin embargo la economía no profundiza en el uso de estas variables para la realización de mayor alcance para el aprovechamiento de recursos. Ambos métodos aportan información relevante para la administración de los recursos naturales de uso extractivo, combinando parámetros biofísicos y económicos. En este sentido es de fundamental importancia contar con información sobre las características biofísicas, por lo que la interacción disciplinaria es una condición necesaria para la toma de decisión en materia de administración del recurso.

Ambos métodos parten de suponer que el recurso se mantiene en un ambiente físico estable que no experimenta variaciones en la capacidad de carga, ni

en las condiciones químicas o físicas. Lo cual representa una limitante importante para la aplicación real en el manejo de recursos.

Se supone que existen condiciones de equilibrio poblacional que se compensan con los procesos de mortalidad, crecimiento y reclutamiento. Lo cual no es necesariamente cierto y deja un margen de error significativo.

En el modelo pesquero para obtener el rendimiento de la población sujeta a la explotación asumiendo condiciones de equilibrio, se parte de que la mortalidad por pesca F es directamente proporcional al esfuerzo, a la vez que $F = qf$. En el caso del modelo forestal, se asume que se realiza el corte óptimo y éste depende de la edad del árbol.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es directamente proporcional a la abundancia de la población pesquera, en el bosque es la extracción por unidad económica forestal, depende de la cantidad de árboles en edad de corte. Lo cual resulta riesgoso en los dos casos; el primero porque la distribución de peces no necesariamente es homogénea y, en el caso del segundo, porque al estar expuesto el bosque la captura depende también del criterio del individuo o comunidad.

La tecnología utilizada para la captura ó extracción, según sea el caso se mantiene sin variaciones durante el período analizado.

El recurso contempla a las especies por separado, sin embargo los cálculos de esfuerzo total son aplicados indistintamente a cada especie en particular, al menos en el modelo pesquero.

No se considera la relación e interacción entre especies, como las redes tróficas, importante sobre todo en el modelo pesquero.

Las curvas suaves de crecimiento de *Verhulst* son una simplificación de la realidad, especialmente en el caso de la pesca, no sólo por la interacción entre especies, sino también porque hay afloramiento de nutrientes que alimentan el plancton, cuyo fenómeno no es regular. En realidad no hay pues un nivel de rendimiento máximo sostenible de la pesca que pueda extraerse una y otra vez sin hacer disminuir el *stock*. La realidad es más complicada y es a veces caótica, en el sentido matemático de la palabra. (Martínez, 2000.).

El costo de oportunidad para el modelo de aprovechamiento forestal, plantea un esquema relativo en tanto a los factores a considerar en éste, según el

tipo de vocación productiva que presente la zona a analizar. A la vez que la tasa de interés de referencia debiera ser aquella de menor rendimiento y por ende menor riesgo en el mercado, situación que para el caso de los bienes raíces, como la tierra, no necesariamente es comparable.

La interpretación de los modelos deja fuera aspectos elementales como la interacción entre especies, dado que no se conoce con toda certeza, ni se tienen parámetros de medición de la misma. En el mismo sentido difícilmente se consideran las variaciones en los nutrientes, materia orgánica, contaminación o cambios en la temperatura. Lo cual se apoyaría en modelos de variabilidad, hidrodinámica, meteorología, etc.

Por otra parte la aplicación de los modelos parten por lo general de bases de datos existentes, sin cuestionar cual es el origen o la confiabilidad de los mismos, simplemente se realizan cálculos numéricos de lo que se tiene disponible y la información arrojada refleja la realidad de los datos, que no necesariamente puede coincidir con la realidad de la situación que se analiza (Stephen, *et. al.* 1985). Además de la información de escritorio sería importante que para la aplicación de los métodos se contara con información adicional con estudios de campo que partan del muestreo, para cerciorarse de la certidumbre de la información.

Los supuestos básicos asumen equilibrio, lo cual es difícil considerar en un ecosistema, por lo que esto constituye un serio obstáculo a la hora de administrar los recursos. Lo que implica que dejar de lado procesos que gobiernan la productividad de un *stock* muchos de los cuales poseen un alto grado de estocasticidad inclusive en una escala de tiempo reducida.

En el modelo forestal es posible conocer el *stock*, por ello el planteamiento depende de la edad de los árboles para encontrar el punto de rotación óptimo. En contraste con la metodología pesquera.

El modelo supone una tasa de reproducción constante que no forzosamente es así, debido a los cambios en el volumen de población a causa de la reintroducción, repoblación, plantación y/o selectividad.

En el caso del modelo pesquero, asumir que se conoce el tamaño de la población resulta riesgoso, sino se cuenta con parámetros biofísicos del medio acuático o éstos son cambiantes constantemente (como en ecosistemas temporales)

que den cuenta de las circunstancias para la reproducción de las especies, debido a que estas pueden ocasionar intensas fluctuaciones en los volúmenes y magnitudes de biomasa. De esta manera el suponer que el recurso se mantiene en un ambiente físico determinado -y estable-, que determina una capacidad de carga constante se limita la aplicabilidad de este método determinístico Pitcher, 1982 citado por (Seijo, 2003).

Los modelos no toman en cuenta las diferencias en la asignación del esfuerzo para captura o corte; la decisión del usuario (pescador o “talamonte”) entre la captura de un recurso u otro, cuando con el método, la tecnología y el arte de pesca o recolección. Así por ejemplo, un pescador puede capturar más de una especie definiendo cuándo y dónde pescar (Sampson, 1993, citado por Seijo, 2003).

Los modelos parten de la consideración de un criterio de sostenibilidad para un recurso natural renovable o agotable, como el caso de las pesquerías, existe una amplia gama de posibilidades que procuren una extracción sostenible. La Captura Máxima Sostenible (CMS). Entre medio de aplicar un esfuerzo de recolección nulo; que permita que cierta población aumente hasta la capacidad de carga o sustentación del ecosistema; y aplicar un esfuerzo que impida el reclutamiento; o en el mejor de los casos permita la existencia de un mínimo de seguridad; se encuentra el punto de Rendimiento Máximo Sustentable (Martínez, 2000).

Estrictamente no existe un punto de CMS, sino solamente es un punto de referencia. De hecho la CMS es casi imposible de identificar (Ludwig, *et. al.* 1993). A la vez el punto de rotación óptima existe solamente en análisis estáticos, por lo que se dificulta su aplicación en la práctica que supone una mayor dinámica. A menos las políticas de uso de suelo estén determinadas y se mantengan los factores ambientales en parámetros relativamente estables. La incorporación de análisis dinámicos y de sistemas puede plantear un campo de resolución de problemas más allá del corto plazo.

La utilidad de estas metodologías constituye un importante punto de apoyo para la toma de decisiones en materia de políticas de desarrollo sustentable. Lo anterior partiendo de la promoción óptima en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y la conservación de un “equilibrio” relativo de los ecosistemas

de los cuales se extrae dicho recurso. Sin embargo, es necesario que la economía ambiental, interactúe con mayor profundidad con las ciencias ambientales.

La economía ambiental no propone un mecanismo de re-inversión de parte de las ganancias para mejora genética o investigación y desarrollo que plantee la posibilidad de ampliar la frontera de posibilidad de producción.

Para la siguiente sección se tratarán las metodologías que se aplican a bienes y servicios ambientales que carecen de información directa de mercado, como los precios. Es decir en adelante se disertará sobre las metodologías aplicadas para conocer el valor económico de los VUDNE, VUI, VO y VNU. De ésta manera la siguiente sección se dedica a discutir sobre las aplicaciones de los métodos al final se realiza una comparación sobre los límites y alcances de cada uno de ellos.

4. Metodología y aspectos básicos para la valoración del recurso hídrico

Por otra parte en cuanto a la provisión de servicios hídricos implica dos momentos para su valoración, por una parte como VUI, por las funciones que tiene en el ecosistema. En tanto que al ser aprovechado para agricultura u otra actividad socioeconómica se convierte en VUDE. Para conocer el valor de los servicios hídricos existen algunas metodologías que pretenden aproximarlos bajo el siguiente esquema. 1) identificar el objeto de estudio para la valoración, incluso se delimita el área; 2) se obtiene enseguida la productividad hídrica de la zona de captación; 3) se identifica la oferta de agua; 4) se identifica la demanda de agua en cuanto a los diferentes usos; 5) se identifican los precios y 6) se obtiene el valor del servicio hídrico, que se compone por la sumatoria de: valor de captación, valor de restauración, valor de agua como insumo de producción, valor de agua en la producción agrícola y valor de agua para uso residencial, turístico e industrial.

La estimación del valor de captación requiere al menos de: a) el volumen de agua captada; b) el cálculo del costo de oportunidad del uso de la tierra y c) la ponderación de la importancia del bosque en términos de su productividad hídrica. Matemáticamente se expresa en la siguiente forma: $VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i A_{bi}}{OC_i}$, donde: VC = el valor de captación hídrica del bosque; B_i = Costo de oportunidad de cualquier actividad económica que compite por el uso de suelo; A_{bi} = área boscosa en la

cuenca i ; α = importancia del bosque en la cuenca i , en función de la cantidad y calidad del recurso (Barrantes, 2007).

El valor de restauración se obtiene $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\delta_{ij} C_{ij} A_i \alpha_i}{O_{ci}}$; donde: VP es el valor de restauración del bosque en la cuenca hidrográfica; C_{ij} representa los costos para la actividad j destinada a la restauración del bosque en la cuenca i ; A_i es el área a restaurar en la cuenca i ; δ es la fracción del costo j destinado a la restauración del bosque en función del recurso hídrico en la cuenca.

En tanto para el cálculo del valor del agua en la producción agrícola se obtiene mediante el siguiente procedimiento: En un primer momento se identifica el efecto del riego en la productividad de los cultivos que lo utilizan, lo cual se estima por medio del valor de cambio en la productividad en el uso de agua, suponiendo el cultivo k , un cambio en la producción bajo riego sería: $P_k^{ag} = (P_k - c_k) * q_k$. Además de que $q_k = (Q_{riego}^k - Q_{sriego}^k) / V_i$. Donde: P_k es el precio del producto k ; c_k es el costo de producción bajo riego del producto k ; V_i es el volumen de agua utilizado en el cultivo i ; Q_{riego}^k es la cantidad de producción del cultivo k bajo riego; Q_{sriego}^k es la cantidad de producción del cultivo k sin riego. Por lo que

$$P^{ag} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i^{ag}}{\sum_{i=1}^n Q_i}; \text{ donde } P^{ag} = \text{valor de agua para un promedio ponderado en } n \text{ cultivos,}$$

costo del agua en agricultura para el cultivo.

Para estimar el valor del agua en los sectores residencial, turístico o industrial se parte de los beneficios sociales que se derivan de la oferta total del recurso, debido a un incremento en la demanda del mismo. La aplicación del enfoque del excedente del consumidor considerando el análisis de demanda de agua reporta un valor económico asociado a los incrementos en la oferta de agua, mismos que corresponden a variaciones netas de la utilidad para la población. Para ello es necesario conocer la elasticidad precio de la demanda, con el fin de obtener la disponibilidad del pago del consumidor del recurso hídrico en los sectores doméstico e industrial (Barrantes, 2007).

Una de las formas de construir la curva de demanda de agua para estos sectores es considerando un par inicial precio-cantidad y suponiendo una elasticidad precio constante para la demanda, quedando una función Cobb-Douglas de la

siguiente manera: $Q = kP^e$, donde: Q es el volumen de agua en un período de tiempo; P es la tarifa financiera actual por el abastecimiento de agua; k es el factor de proporcionalidad; e es la elasticidad precio de la demanda. La elasticidad k_1 para la curva de demanda del período 1, (D_1) es $Q_1 * P_1^{-e}$. De tal suerte que a obtener D_1 , se obtienen también la curva de demanda para otros períodos, postulando un desplazamiento de dichas curvas conforme a una tasa de crecimiento r , tal que $k_t = k_1(1+r)^{t-1}$, donde t representa los períodos futuros. Una vez estimado D , al menos

para dos períodos el valor del agua está dado por: $VA = \frac{P \left(Q_2^{\frac{1}{e}+1} \right) - Q_1^{\frac{1}{e}+1}}{Q_1^{\frac{1}{e}+1} \left(\frac{1}{e}+1 \right)} - P_2 (Q_2 - Q_1)$,

donde: $P_2(Q_2 - Q_1)$ representa el costo social del abastecimiento adicional de agua (Barrantes, 2007).

En lo referente a la industria se estima una vez que se conoce la tarifa y costo del agua en la industria o los servicios, conocidos los valores del agua para los diferentes usos se genera un valor único ponderando la información obtenida de modo que el valor promedio es: $VPa = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i^d}$, donde: VPa es el valor promedio del agua como insumo de producción; P es el valor del agua como insumo en el sector i ; Q_i^d es el volumen de agua demandado en el sector i . (Barrantes, 2007). La sumatoria de los valores de agua en cada uno de los usos mencionados se obtiene el valor económico total del recurso hídrico en una cuenca o microcuenca según sea el caso.

La valoración del recurso hídrico como VUDE proporciona información estratégica para la administración del recurso y las directrices de cualquier política de desarrollo. La metodología mencionada ha sido aplicada para algunos estudios como (Aburto, 2003) o (Barrantes, 2007), en tanto que se trata de un instrumento estratégico, sin embargo la generalización del mismo para su implementación tiene algunas complicaciones y consideraciones como la falta de información sobre aspectos como el costo de oportunidad del uso de la tierra encierra implícitamente que la existencia de un área específica de captación, lo cual no siempre es así, por lo que se debe tener cuidado de incurrir en un sesgo.

Por otra parte, la metodología no propone un valor para la biodiversidad y las zonas de los posibles causes de agua, ecosistemas o vida silvestre; quedando

fuera también los efectos externos de la influencia en la calidad del agua que se tenga por actividades económicas como pastoreo extensivo, agricultura, etc. En el mismo sentido debe de incorporarse también en la metodología el costo de saneamiento de agua por uso en actividades como residencial, agrícola, industrial, comercial o ganadero. No obstante existen métodos para el cálculo específico de valoración de daños, la valoración al nivel mencionado implica de forma más general considerar el costo de saneamiento en su conjunto. Intuitivamente la forma más simple de aproximarlos es restando los costos de saneamiento al valor total del recurso, así como zonificar estratégicamente los puntos de saneamiento, tanto para los causes secundarios como para el desemboque final, sea cuenca abierta o cerrada.

La información que arroja el método de valoración del recurso hídrico ayuda para las comparaciones entre la toma de decisión ante proyectos alternativos que pretendan promover algún sector determinado de la economía. Para lo cual el uso de éste método es relevante en la toma de decisión para la promoción del desarrollo sustentable. No obstante deberán considerarse los limitantes intrínsecos de la metodología y complementarse para menguar las debilidades con algún método de VUDNE, sobre todo para la protección de áreas estratégicas para la provisión de dicho recurso, según sea el caso.

Existen un par de aspectos interesantes en cuanto a la valoración económica de servicios ambientales que no se tocarán en el presente. Por una parte el almacenamiento y fijación de carbono que suele valorarse a partir de cálculos técnicos sobre la productividad de los bosques, tipo de bosques, densidad, especies, entre otras variables. Por otra parte las principales críticas a la contabilidad nacional han arrojado una medida alterna para cuantificar la actividad económica, que aún es muy agregada, denominada Producto Interno Neto Ecológico (PINE) y consiste en descontar los costos de agotamiento de los recursos naturales que se han degradado o que se utilizan como consecuencia de la actividad económica; así como los costos de degradación de los recursos naturales y bienes ambientales. A lo anterior se suma un concepto conocido como gastos defensivos o bien lo que se gasta para impedir la degradación ambiental.

5. Consideraciones finales

El objetivo del presente consistió en disertar sobre algunos de los métodos utilizados por la economía de los recursos naturales para la resolución de los problemas de aprovechamiento de recursos. A la vez que se presentaron alcances, limitantes y comparaciones entre diversas metodologías que la economía ha propuesto para la resolución de éstos problemas.

El presente solamente abordó las metodologías relativas a los VUDE (pesca y bosque), así como el recurso hídrico que incorpora elementos tanto de VUDE para agricultura pero también de VUDNE, VUI y VNU. La importancia de la aplicación de éstos métodos radica en la aplicación para la propuesta a resolución de problemas ambientales derivados tanto del aprovechamiento de los recursos naturales como la cuantificación de los efectos de la calidad ambiental en el bienestar social. No obstante vale la pena mencionar que ante problemas de carácter multidisciplinario y complejos, como el caso de los problemas ambientales y de aprovechamiento de recursos naturales, la utilización de éstos instrumentos solo constituye una técnica que propone. Sin embargo no soluciona del todo los problemas que abarcan otras dimensiones que al momento de las aplicaciones deben ser consideradas. Por ejemplo, una pesquería no alcanza sustentabilidad por las recomendaciones exclusivas de un modelo teórico-empírico que recomiende cierto nivel de aprovechamiento. Sino que se deben considerar los aspectos sociales y culturales de la pesquería para atender las recomendaciones y enriquecerlas en la práctica.

Se aprecia que la diversidad de métodos que la economía aporta elementos importantes para la gestión ambiental y la toma de decisiones para la promoción del desarrollo sustentable. A la vez que en algunos casos, sobre todo en el manejo de recursos naturales (pesca, bosque y recurso hídrico) es necesario que la economía combine forzosamente los aspectos socioeconómicos y biofísicos. Mediante descripción de algunos casos es evidente de la utilidad de la economía para la solución de problemas ambientales. Por lo que si bien es cierto la economía ambiental como ciencia interdisciplinaria aún le falta camino por recorrer, a diferencia de la economía ecológica, las perspectivas proporcionan elementos importantes para la gestión del desarrollo.

Es importante destacar que para la gestión del desarrollo sustentable empleando métodos de valoración también debe contemplar los métodos de VUDNE, como son la paisaje, recreación y amenidad. En este sentido queda abierto a la discusión la forma de emplear estas metodologías así como límites y alcances tanto para complemento de las VUDE en la gestión del desarrollo, así como aportar elementos importantes de discusión.

Entre las limitantes que se aprecian en los modelos descritos, la economía ambiental enfatiza en la *“economización de la ecología”*, es decir; la valoración económica, la asignación de derechos de propiedad, la internalización de las externalidades y la incorporación de mecanismos de mercado en la regulación, administración y/o desición sobre los bienes públicos ambientales. El argumento teórico deriva de la comparación entre “costos de oportunidad”, “precios sombra” o “valores de contingencia”.

En tanto que el enfoque de la economía ecológica considera que los recursos naturales y el medio ambiente tienen valor independientemente de que formen parte o no de las preferencias o necesidades de la especie humana y se preocupa en primer lugar por la naturaleza física de los bienes a gestionar y la lógica de los sistemas que los envuelven. No obstante el problema fundamental es que los sistemas ecológicos, con su complejidad, no pueden ser producidos, valorados y reproducidos como una mercancía~ no se puede entonces asignar valor a un recurso natural empleando para ello unos precios o tasas que se derivan de unas relaciones sociales específicas. Los precios suponen una aritmética entre mercancías reproducibles, idénticas entre si y mensurables, mientras que los ecosistemas y sus componentes no son reproducibles a voluntad, no son intercambiables entre si, y tampoco totalmente mensurables, desde este enfoque.

Las valoraciones utilizadas por la economía convencional tienen su fundamento en la libre basadas en la libre elección en un mercado. Se parte de una premisa fundamental que dichas elecciones ocurren entre alternativas opcionales que no comprometen las condiciones de vida o sobrevivencia de especies (incluido el ser humano). Por lo que ante opciones vitales y ante restricciones físicas, no tiene sentido aplicar un cálculo basado en preferencias. Por lo tanto la contabilidad y los instrumentos que consideren la eficiencia, la productividad o el máximo rendimiento en términos físicos, energéticos y económicos constituyen una limitante

de la economía ambiental y de recursos naturales. En este sentido, se aprecia una diferencia fundamental entre economía ambiental y economía ecológica no solo por el enfoque sino por las implicaciones en la toma de decisión o recomendación de política pública que cada una de estas pueda emitir como recomendaciones.

Referencias

- Aburto, E. 2003. *Valoración Económica del Servicio Ambiental Hidrológico de la Micro-Cuenca "Paso los Caballos" del Municipio San Pedro del Potrero Grande Departamento de Chinandega*. Managua, Nicaragua: PASOLAC.
- Aguilar Villanueva, L. F. 1996. *El estudio de las Políticas Públicas. Estudio introductorio*. México: Ed. Miguel Angel Porrúa.
- Anderson, D. A. 2004. *Environmental Economics and Natural Resource Management*. Ohio, Estados Unidos: Thomson.
- Arrow K., R. S. 1993. Report of the NOAA Pannel of Contingent Valuation. *Federal Register* , 4602-4606.
- Azqueta Oyarzun, D. 1994. *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: McGraw Hill.
- Barrantes, G. 2007. Valoración Económica del Servicio Ambiental Hídrico: Caso de Aplicación de la Cuenca del Río Tempisque. Costa Rica. En U. M. Naturaleza, *Valoración Económica, Ecológica y Ambiental* (págs. 246-266). Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica Campus Heredia.
- Barton, D. N. 2007. Valoración Contingente de las Mejoras en la Calidad de Agua en Costa Rica. En U. M. Naturaleza, *Valoración Económica, Ecológica y Ambiental* (págs. 268-320). Costa Rica: Universidad Nacional de Heredia.
- Belasteguigoitia, J. C. 2003. Una introducción a los aspectos económicos de la biodiversidad. En S. C. Ávila Focault, *Economía de la Biodiversidad* (págs. 23-33). México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- De Alba, E. y. 2007. *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos.
- Fraquesa, R. 2003. *Universidad de Barcelona*. Recuperado el Marzo de 2009, de GEMUB: <http://www.gemub.com>
- González, M. y. 2003. Consumption process and multiple valuation of landscape attributes. *Ecological Economics*. Vol. 45 , 159-169.

- Goodstain, E. S. 2005. *Economics and Environment*. Masachusetts: Wiley.
- Gordon, H. 1953. An Economic Approach to the Optimum Utilization of Fishery Resources. . *Journal of Fisheries Research Board of Canada* , 57 – 122.
- Grossman, G. M. 1995. Economic Growth and the Environment. *Quartely Journal of Economics* , 353-37.
- Hanemann, W. M. 1994. Valuing the Environmental through Contingent Valuation. *Journal of Economics Perspectives* , 19-43.
- Hardin, G. 2005. The Tragedy of the Commons. In R. N. Stavins, *Economics of the Environment* (pp. 9-22). New York: W. W. Norton & Company.
- Horst Kepler, J. 2003. La Obtención del Valor Total de la Biodiversidad a través de una Mezcla de Instrumentos. En I. N. Ecología, *Valoración Económica de la Biodiversidad* (págs. 375-398). México: INE-SEMARNAT.
- Jaime Torres, M. M. 2007. *Valuing a water recreation facility using semi parametric estimators in the travel cost method*. Recuperado el abril de 2008, de <http://www.webmeets.com/files/papers/ERE/WC3/458/Jaime%20and%20Tudela%20%282006%29.pdf>
- Kido Cruz, A. A. 2005. *Colegio de Posgraduados de Chapingo*. (C. d. Chapingo, Ed.) Recuperado el Marzo de 2008, de Panel Estimators that Combine Travel Cost and Contingent Behavior Data Sets for Evaluating Protected Areas: <http://www.colpos.mx/asyd/asyd.htm>
- Kuznetz, S. 1955. Economic Growth and Income Equality. *American Economic Review* .
- Labandeira, X. C. 2007. *Economía Ambiental*. Madrid, España: PEARSON Prentice Hall.
- Lomas, P. L. 2005. *Departamento Interuniversitario de Ecología de Madrid*. (P. d. Bernáldez, Ed.) Recuperado el Enero de 2009, de http://www.uam.es/otros/fungobe/doc/guia_valoracion.pdf
- Martínez, A. y. 2000. *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México: PNUMA y FCE.
- McConnell, K. E. 1992. On-Site Time in the Demand for Recreation. *American Journal of Agricultural Economics* , 918-925.
- Oakerson, R. J. 1992. Analyzing the Commons: A Framework. En D. B. al., *Making the Commons Work: Theory, Practice, and Policy* (págs. 41-63). San Francisco: ICS Press.

- Oakerson, R. 2003. *The Environment between Government Intervention and the Market*. Recuperado el 2004, de www.sls.wau.nl/enp/education/courses/enp-20304/L5.ppt.
- Ocampo, J. A. 2003. *Globalización y Desarrollo. Una Reflexión desde América Latina y El Caribe*. . México: Alfaomega.
- Ortiz Paniagua, C. F. y Zoe I. J. “Valoración Económica y Diseño de Indicadores como Instrumentos de Política para la Gestión del Desarrollo Sustentable”. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*. 67-86. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, (ININEE).
- Portney, P. R. (1994). The Contingent Valuation Debate: Why Economist Should Care. *Journal of Economics Perspectives* , 3-17.
- Riera, P. D. 1995. El Valor de los Espacios de Interés Natural en España. Aplicación de los Métodos de Valoración Contingente y el Costo de Desplazamiento. *Revista Española de Economía. Monográfico sobre Recursos Naturales y Medio Ambiente* .
- Riera, P. 1994. *Manual de Valoración Contingente*. Recuperado el 2007
- Romo Lozano, J. L. 1999. “Valoración económica de la migración de las Mariposas Monarca”. Valoración Económica de la Biodiversidad. Instituto Nacional de Ecología, México D. F. En I. N. Ecología, *Valoración Económica de la Biodiversidad* (págs. 205-238). México D. F.: INE-SEMARNAT.
- Salazar, d. S. 1998. *Economía Agraria*. Recuperado el 2008, de http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_reca/r182_07.pdf
- Samuelson, P. &c. (2005). *Economía*. México: McGraw-Hill.
- Sánchez Cruz, F. E. 2004. *Economía Ambiental*. Recuperado el Mayo de 2004, de EUMED: <http://www.eumed.net/ce/fesc-ambiental.htm>
- Seijo, J. 2003. *FAO*. Recuperado el Marzo de 2009, de <http://www.fao.org/DOCREP/003/W6914S/W6914S00.HTM>, mayo del 2004.
- Shaefer, M. B. 1954. “Some Aspects of the Dinamics of Populations Important to Managment of the Comercial Marine Fisheries”. *Papers on Fish Populations*.
- Stephen Cunningham, M. R. 1985. *Fisheries Economies and Introduction*. New York.: Mansell St. Martin’s .