

Diseño de un instrumento económico para la gestión de fauna silvestre: el caso del Valor al Estado Natural de los recursos de fauna silvestre

Design of an economic instrument for the management of wildlife: the case of the Value to the Natural State of the resources of wildlife

Alfredo Apaza Ticona^{1*}  y Edgar Alexs Arana Olivos¹ 

¹ Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú.

RESUMEN

De acuerdo a la normativa del sector forestal y de fauna silvestre, para realizar el aprovechamiento de los recursos de la fauna silvestre se debe pagar una retribución económica a favor del Estado. En este contexto, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú desarrolló una metodología para estimar el pago por el derecho de aprovechamiento de fauna silvestre. De esta manera, se preparó un modelo para determinar el Valor al Estado Natural de los recursos de la Fauna Silvestre – VEN, con la que se estima el “valor económico aproximado” de la fauna silvestre en su hábitat y que sirve como base para el cálculo del pago por el derecho de aprovechamiento. La metodología se fundamenta en los conceptos bioeconómicos que permitieron definir las variables económicas y biológicas incluidas en el modelo, el mismo permitió contar con un instrumento económico para la gestión de los recursos de fauna silvestre. Es importante advertir que el modelo desarrollado no incluye todos los valores o servicios ecosistémicos vinculados a la fauna silvestre. Por otro lado, el desarrollo del modelo destaca la necesidad de desarrollar nuevas investigaciones que permitan evidenciar en su real magnitud la importancia de la fauna silvestre en el ecosistema, y asimismo permitan desarrollar adecuadas políticas de gestión fundamentados en la teoría económica.

Palabras claves: modelos bioeconómicos, Valor al Estado Natural, derecho de aprovechamiento

ABSTRACT

According to the regulations of the forestry and wildlife sector, in order to take advantage of wildlife resources, an economic compensation must be paid in favor of the State. In this context, the National Forestry and Wildlife Service of Peru developed a methodology to estimate the payment for the right to use wildlife. In this way, a model was prepared to determine the Value of the Natural State of the resources of the wild fauna - VEN, with which the “approximate economic value” of the wild fauna in its habitat is estimated and that serves as a basis for the calculation payment for the right of use. The methodology is based on bioeconomic concepts that allowed defining the economic and biological variables included in the model. The development of the model allows having an economic instrument for the management of wildlife resources in the country. It is important to note that the developed model does not include all the ecosystem values or services linked to wildlife. On the other hand, the development of the model shows the need to carry out new investigations that allow to demonstrate in its real magnitude the importance of wildlife in the ecosystem and allow the development of adequate management policies based on economic theory.

Keywords: bioeconomic models, Value to the Natural State, right of use

*Autor para correspondencia:

aapaza@serfor.gob.pe;
earana@serfor.gob.pe

Conflicto de interés:

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Licencia:

Artículo publicado en acceso abierto con una licencia Creative Commons CC-BY

Contribución de autoría:

Todos los autores realizaron contribuciones sustanciales en la concepción y diseño de este estudio, al análisis e interpretación de datos, a la revisión del manuscrito y la aprobación de la versión final. Todos los autores asumen la responsabilidad por el contenido del manuscrito.

Historial:

Recibido: 09/12/2020;
Aceptado: 16/04/2022

Periodo de Publicación:

Enero-Junio de 2022

Editora invitada:

Stella Mary Amarilla Rodríguez



INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de la fauna silvestre en diversos lugares de América Latina es una actividad económica de mucha importancia, como medio de vida para los pobladores rurales, al proveerles de alimentos e ingresos por la comercialización. De la misma

forma, esta actividad inadecuadamente desarrollada ocasiona la depredación o pérdida de muchas especies generando efectos negativos sobre el ecosistema y el bienestar de la propia población (Damania, Milner-Gulland y Crookes, 2005; Boscolo, Dijk y Savenije, 2010; Salo, Sirén y Kalliola, 2013) En caso de Perú, en la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna

Silvestre y su Reglamento publicado en el año 2015, se contempla como objetivo regular y promover la gestión sostenible de la fauna silvestre; concordante con los compromisos internacionales asumidos por el país, en particular con el Convenio de Diversidad Biológica, y la Declaración de la Cumbre de la Tierra (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992). Respecto al uso sostenible de los recursos naturales renovables, se plantea que es posible aprovechar estos recursos siempre que las tasas de utilización no excedan las posibilidades de mantener la población (Daly, 1991; Lande, Sæther y Engen, 1997; Smith, Sanchirico y Wilen, 2009; Weinbaum, Brashares, Golden y Getz, 2013). En consecuencia, es importante desarrollar mecanismos de regulación para el aprovechamiento sostenido de la fauna silvestre, con la finalidad de evitar su sobreexplotación (Beckerman, 1983; Sutherland, 2001; Aanes, Engen, Sæther, Willebrand y Marcström, 2002; Caro, Delibes-Mateos, Viñuela, López-Lucero y Arroyo, 2015). En ese contexto, se plantea una propuesta metodológica orientada a facilitar la gestión de la fauna silvestre en Perú bajo distintos criterios técnicos, donde se conjugan las variables de mercado y variables biológicas.

MATERIALES Y METODOS

Para estimar el "Valor al Estado Natural de Fauna Silvestre", construimos un modelo que permita la representación estructurada de distintos factores económicos y biológicos. El propósito del modelo es estimar el valor económico de los especímenes de fauna silvestre en su hábitat natural, y evidenciar en términos económicos la importancia de la fauna silvestre para las economías locales y su funcionalidad en los bosques, así como su inclusión en el desarrollo de políticas para la gestión de los ecosistemas forestales y de fauna.

Para la construcción de este modelo, se revisaron diversos documentos técnicos y de gestión, que nos permitieron evaluar los antecedentes referidos al tema que están estrechamente relacionados con el aprovechamiento y la gestión sostenible de la fauna silvestre. En Perú, la información estadística y económica referida al aprovechamiento de fauna silvestre es limitada; lo que nos condujo a revisar información científica referida al aprovechamiento de fauna silvestre para la construcción del modelo bioeconómico.

Los modelos bioeconómicos son utilizados para describir funciones económicas que contienen variables económicas y biofísicas para su estimación; ello permite en alguna medida evaluar las interrelaciones y las dinámicas de los procesos naturales que ocurren en los ecosistemas, y a su vez permiten de alguna forma evidenciar sus beneficios para la sociedad (Allain, Ruault, Moraine y Madelrieux, 2022; Jana y Kumar

Roy, 2022). Este tipo de modelos son parte de las aplicaciones del análisis económico, que usualmente tiene por finalidad cuantificar el aprovechamiento de los recursos para desarrollar actividades de producción y el consumo (Braat y van Lierop 1987). En muchos casos, la inclusión de las variables ambientales en los análisis económicos tiende a ser bastante limitada.

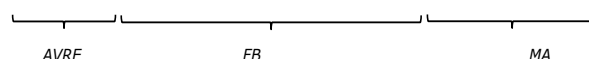
Base teórica

El diseño del Valor Económico al Estado Natural (VEN) de fauna silvestre está fundamentado en la teoría de los modelos bioeconómicos. En la economía ambiental, estos modelos son utilizados para describir funciones económicas que contienen variables económicas y biofísicas para su estimación, que permiten evaluar las interrelaciones y las dinámicas de los procesos naturales que ocurren en los ecosistemas, y a su vez permiten evidenciar sus beneficios para la sociedad. Por ejemplo, en Estados Unidos, (Hammack y Brown, 1974, Hammack y Brown, 2016), se realizó un análisis incluyendo la relación de las capturas respecto a la población de patos, y la disposición a pagar de los cazadores por la oportunidad de caza; con ello, aproximan el valor económico que significan los patos en su hábitat para los cazadores. En otro estudio, se realizó un análisis para la valorización y gestión de los rebaños de ciervos aplicando un enfoque bioeconómico, donde se evaluó la dinámica de la población de ciervos y los beneficios que obtienen los cazadores al realizar la actividad (Keith y Lyon, 1985).

Aplicando las bases teóricas descritas para determinar el valor de las especies de fauna en su hábitat (mismo que corresponde al valor económico al estado natural VEN de fauna silvestre), se emplearon los fundamentos de los modelos bioeconómicos que incluye dentro de su estructura una estimación del valor residual de las especies que forma parte del valor de la especie en su hábitat, a la que se realiza un ajuste por los factores biológicos propios de la fauna silvestre. Es así que el modelo propuesto involucra variables económicas, y biológicas, así como factores vinculados a la modalidad de aprovechamiento.

Dentro de las variables económicas tenemos a: precio de mercado, factor de ajuste, valor residual; mientras que las variables biológicas son: endemismo, categoría de amenaza, importancia en la cadena trófica, el modelo bioeconómico propuesto incluye tres variables en su estructura, tal como detalla el siguiente esquema:

$$VEN = [(P_{\text{mcd}} \cdot \text{Ajuste})] + [(1 + \text{Endemismo} + \text{Cat. amenaza} + \text{Imp. trófica}) \cdot (\text{Mod. de aprovechamiento})]$$



A continuación, se desarrolla cada componente del modelo:

Variables económicas:

Aproximación al valor residual de una especie (AVRE)

Este componente aproxima el valor residual de la especie, utilizando un precio inferido por especie por un factor de ajuste; no representa una estimación de los ingresos menos los costos como lo establece el concepto de valor residual.

Del precio inferido. El precio considerado no refleja el valor de la especie en su hábitat. Si bien, para la mayoría de los bienes y servicios un punto de partida es el precio de mercado, para el caso de los recursos naturales- tales como la fauna silvestre- los precios son sólo parte del valor de mercado, puesto que en muchos casos el valor de no mercado puede comprender una mayor proporción.

De acuerdo a los fundamentos matemáticos del valor residual para el aprovechamiento de madera, se propone un modelo matemático para determinar el valor residual de fauna silvestre (VRF), (Nautiyal, Kant y Williams, 1995; Skonhoft y Armstrong 2004, López-Feldman y Wilen 2008), mediante la siguiente relación:

$$VRF = \text{Precio de transacción de fauna} - \text{Costos de aprovechamiento} + \text{Costos de permiso}$$

Sin embargo, al no contar con datos exactos de los costos de aprovechamiento y costos de transporte incurridos en el proceso de aprovechamiento de fauna silvestre, se plantea un modelo de aproximación del valor residual, donde los costos estarían incluidos, teóricamente, en el factor de ajuste.

$$AVRE = P_{mcd} * f_{ajuste} \quad (1)$$

En donde, P_{mcd} representa el precio de la especie de fauna silvestre, y f_{ajuste} representa una aproximación a los costos de explotación del recurso. En el caso del aprovechamiento de fauna silvestre y por su dinámica de la actividad, no es posible determinar con exactitud los costos fijos o variables en que se incurre, por lo que se utiliza el factor de ajuste para aproximar el valor residual de la especie.

Variable precio de mercado (P_{mcd})

Los precios inferidos considerados en el modelo fueron los que se utilizan en las transacciones próximas al ecosistema y a su hábitat, el mismo es igual a los valores transados en el primer eslabón de la cadena (Mizaras, 1998). De tal forma, se utilizaron precios proporcionados por algunos usuarios de recursos de fauna silvestre y autoridades regionales, ello debido a la ausencia de información sistematizada y

actualizada de precios de mercado.

Factor de ajuste (Ajuste)

Esta variable establece una proporción del precio de transacción de una especie, el mismo que se obtiene mediante la multiplicación de un factor de corrección que se determinó tomando como referencia los estudios de (Booth, 2009; Lindsey, Balme, Booth y Midlane, 2012), quienes realizan una estimación de los costos de caza en un safari, determinando que los costos incurridos por un cazador constituyen aproximadamente entre el 50 a 60% del precio de venta, dejando un margen de ganancia de máximo 40%. Para el modelo planteado, se propone un factor de ajuste del 25% sobre el precio de venta, el cual representa un valor conservador en relación al impacto que puede tener sobre el resultado final del VEN.

Variables biológicas

Se incluyen tres variables relacionadas a la fauna silvestre: el endemismo, la categoría de amenaza y la importancia en la cadena trófica. Si bien existen otras variables posibles de incorporar, el modelo propuesto no las incluye al no contar con información suficiente para cada especie. Una aplicación de estas variables fue desarrollada por Keith y Lyon (1985), que señalan que la dinámica de poblaciones de una manada de ciervos depende de las características físicas de la zona, el clima, los depredadores naturales, las características del hábitat y las capturas realizadas por el cazador, por lo que la inclusión de estas variables permite evidenciar la importancia de la fauna en su hábitat. El aprovechamiento de una especie es el resultado de la maximización de la utilidad o los beneficios que pueda generar (Lotka y Dover Publications, 1956; Clark, 2007), que depende de la legislación de caza y las restricciones por la categoría de conservación, los gustos, los precios, el acceso, la tecnología y la población de la fauna silvestre, que son condicionantes para determinar la utilidad que pueda generar a la sociedad (Hicks, Sanchirico, Holland y Curtis, 2004, Mougnot y Doussoulin 2022). El segundo componente del modelo de factores biológicos, que se estructura considerando las siguientes variables:

$$FB = (1 + \text{Endemismo} + \text{Cat. amenaza} + \text{Imp. trófica}) \quad (2)$$

Donde:

FB: Factores Biológicos

Endemismo: Endemismo

Cat. Amenaza: categoría de amenaza de la especie

Imp. Trófica: Importancia de la especie de la cadena trófica

Endemismo

Se propone utilizar un valor de 20% para las especies endémicas y un valor de 0% para las especies identificadas como no endémica, el mismo que ha sido definido por la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio de Fauna Silvestre del Serfor. La inclusión de esta variable se sustenta en resaltar la importancia de las especies endémicas para el mantenimiento de los ecosistemas en donde se desarrollan.

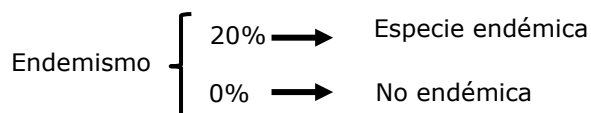


Figura 1. Factores de ajuste para el endemismo.

Categoría de amenaza

La inclusión de este criterio, está fundamentada en las consideraciones establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), así como lo establecido en la normativa nacional que resalta la importancia de considerar los criterios referidos a la población (Serfor, 2018; Morton, Scheffers, Haugaasen y Edwards, 2022), distribución y amenazas recientes o proyectadas de taxones de las poblaciones de fauna silvestre. Para el modelo, por cuestiones metodológicas, se asigna un valor de 20% para aquellas especies categorizadas como "vulnerable", 10% para especies categorizadas como "casi amenazada", en tanto que para las especies no categorizadas se asigna un valor de "0%", bajo el supuesto de que la población de la especie no está en riesgo.

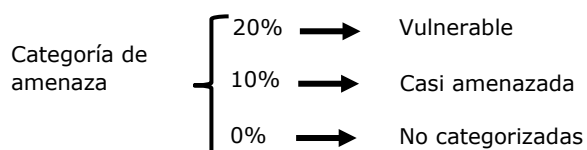


Figura 2. Factores de ajuste para especies categorizadas.

Importancia en la cadena trófica

La inclusión de la importancia de la especie en la cadena trófica como una variable dentro del modelo permite recoger los efectos e interrelación de la especie con el resto de especies como fuente de alimento, considerando su rol en la cadena y los impactos en el ecosistema en relación a poblaciones

de la fauna silvestre. La escala respecto a este criterio ha sido definida por la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio de Fauna Silvestre del Serfor, considerando valores de 10%, 15% y 20% (Figura 3).

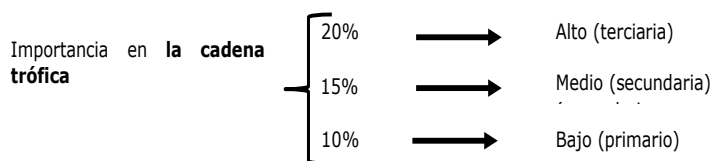


Figura 3. Factores de ajuste respecto a la importancia trófica de la especie.

El tercer componente del modelo está referido a la modalidad de aprovechamiento del recurso de fauna silvestre.

Modalidad de aprovechamiento (MA)

Este componente presenta una combinación de criterios que permiten evidenciar la satisfacción que puede generar el aprovechamiento de la especie, la inversión realizada y el nivel de afectación a la población de la especie como consecuencia del aprovechamiento del recurso. Respecto a la utilidad, en este caso nos referimos a la satisfacción del usuario, más que a su utilidad en términos económicos (Hill, Kaplan, Hawkes y Hurtado, 1987; Lee, Sirgy, Larsen y Wright, 2002; Milner-Gulland, 2008). Finalmente, se toma en consideración si, para el desarrollo de la actividad, se realiza inversión orientada al manejo de la especie, su posterior reproducción o mantenimiento en el tiempo. La ponderación de cada variable es distinta dentro del componente evidenciando la preponderancia de cada una de ellas. El tercer componente del modelo está compuesto por:

$$MA = ((0.2 * PrefEsp) + (0.3 * Inver) + (0.5 * GradUtil)) \quad (3)$$

Donde:

PrefEsp = Por preferencia por la especie

Inver = Realiza inversión para desarrollar la actividad

GradUtil = Grado utilidad por el aprovechamiento de la especie

PrefEsp = Este criterio está orientado a contribuir al aprovechamiento sostenido del recurso y mantenimiento de la especie, en donde se aplica el menor valor a la actividad que tiene menor impacto a las poblaciones de fauna silvestre; y se aplica un mayor valor a la actividad que puede generar un mayor impacto a la población o pueda causar

Cuadro 1. Matriz de calificación del componente Modalidad de Comportamiento.

Tipo de actividad Por la preferencia de la especie (<i>PréfEsp</i>)		Criterios de análisis			Valor total de la modalidad de aprovechamiento (MA)	Categoría de valoración
		Realiza inversión para el desarrollo de la actividad (<i>Inver</i>)	Grado de utilidad por el aprovechamiento de la especie (<i>GRadUtl</i>)			
Plantel	Zoocriaderos	0.8	0.6	1.5	1.1	BAJO
	Zoológicos	0.8	0.6	1.5	1.1	BAJO
Permiso	Comercial	1.2	0.8	1.6	1.3	BAJO
	Deportivo	2	0.8	2.8	2.0	MEDIO
Captura de aves de presa		2	2	4	3.0	ALTO
Caza comercial		2	2	2	2.0	MEDIO
Practica de Cetrería		0.8	1	1	1.0	BAJO
Caza deportiva		2.5	2.5	3	2.8	ALTO

la pérdida de las especies con mayor capacidad reproductiva, o especies juveniles.

Inver: El criterio está orientado a reconocer la inversión realizada para el mantenimiento de la especie, tales como acciones orientadas al manejo y/o recuperación de la especie en áreas de manejo, zoocriaderos, zoológicos, entre otros (contemplados en el artículo 13 del reglamento de la Ley N° 29763). Los valores próximos a cero corresponden a las modalidades que realizan inversión para la gestión y/o mantenimiento de la especie; y los valores próximos a 4 corresponde a actividades que realizan una inversión mínima o ninguna directamente vinculada al manejo de fauna silvestre.

GRadUtl: Este criterio está fundamentado en la teoría económica desde el concepto de preferencia de un individuo y/o agente económico que ordena el conjunto de alternativas disponibles de la mayor a la menor en función a la satisfacción que le brindan, incluyendo el conjunto de bienes y servicios para los cuales el nivel de satisfacción es igual (Lavín, Urrutia y Orrego, 2007). Se busca así valorar el bienestar respecto a la satisfacción del consumidor, más que a su utilidad en términos económicos (Lee et al., 2022). El análisis desde esta perspectiva permite el entendimiento del bienestar que puede generar la diversión y entretenimiento, en donde también

se encuentran algunas actividades relacionadas al aprovechamiento de fauna silvestre.

Para la elaboración del tercer componente (Modalidad de Aprovechamiento) en el modelo para determinar el valor al estado natural de fauna silvestre, se construyó una matriz que relaciona la modalidad de aprovechamiento y tres criterios relacionados con el aprovechamiento de fauna silvestre: i) la utilidad que pueda generar el aprovechamiento de la especie, ii) la inversión realizada y; iii) el nivel de afectación a la población de la especie. Los valores de calificación obtenidos al aplicar la formula del componente MA están en el rango de 0 hasta 4, donde los valores que son próximos a cero significa que la utilidad es menor en comparación a los valores que están próximos a 4, donde el nivel de utilidad que alcanza el usuario es mucho mayor; esto se observa por ejemplo para el caso de la caza deportiva y cetrería (Wilson, 1998; Ling y Milner-Gulland, 2008; Siren, Cardenas, Hambäck Parvinen, 2013) (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelo bioeconómico del Valor Estado Natural (VEN) de fauna silvestre. Tomando los tres componentes descritos, se presenta el modelo para estimar el VEN de fauna silvestre que se resumen en la siguiente ecuación:

$$VEN = \underbrace{[(Pmcd + Ajuste)]}_{AVRE} + \underbrace{[(1 + Endemismo + Cat. amenaza + Imp. trofica)]}_{FB} + \underbrace{(Mod. de aprovechamiento)}_{MA}$$

Donde:

VEN= Valor al Estado Natural

Pmcd= Precio de mercado de la especie en su fuente

Ajuste= Factor de aproximación de los costos

Endemismo= Endemismo de la especie

Cat. Amenaza= Categoría de amenaza de la especie

Imp. trófica= Importancia de la especie en la cadena trófica

Mod. de aprovechamiento= Factor de ajuste por la modalidad de aprovechamiento

A partir del modelo desarrollado se estiman los pagos para el derecho de aprovechamiento de los recursos de fauna silvestre.

El modelo brinda predictibilidad para los diferentes actores que incursionan en el manejo o aprovechamiento, ya sea comercial, deportivo u otra modalidad de los recursos de la fauna silvestre.

CONCLUSIONES

El modelo bioeconómico desarrollado tiene el objetivo fundamental de contribuir a la gestión sostenible de la fauna silvestre y contribuir a garantizar la sostenibilidad del recurso bajo las distintas formas de aprovechamiento que establece la normativa, sin poner en riesgo las poblaciones de las distintas especies. La elaboración del modelo demuestra la factibilidad de integrar criterios de mercado y biológico, demostrando así la relación existente entre la dinámica del mercado y como ésta influye en las condiciones de desarrollo o supervivencia de las especies de fauna silvestre.

Para la inclusión de variables en el modelo, se tuvo limitaciones debido a que para la mayoría de especies los datos disponibles son insuficientes. Existe, entonces, la necesidad de generar información biológica de las distintas especies tales como distribución, parámetros poblacionales (supervivencia, fecundidad, tasas de dispersión), su variación (en tiempo y espacio), la dependencia de la densidad de población, la edad u otras características de las poblaciones de fauna silvestre.

La metodología propuesta para el cálculo del valor al estado natural (VEN) plantea un modelo bioeconómico donde se incluyen variables económicas tales como el precio de mercado sujeto a un factor de ajuste que lo aproxima a un valor residual y variables biológicas como el endemismo de la especie, la categoría de

amenaza y la importancia en la cadena trófica. El modelo ha permitido integrar variables económicas y biológicas en un proceso que demuestra que es factible integrar este tipo de variables para el diseño de instrumentos de política pública de gestión de los recursos naturales.

Con el objetivo de contar con una adecuada diferenciación de la actividad o finalidad de aprovechamiento del recurso, se incluye dentro de la metodología el criterio de la "modalidad de aprovechamiento". Para ello, se toma en consideración tres factores: la afectación a la especie, la inversión realizada para el mantenimiento de la especie, y la utilidad en términos de la satisfacción que genera desarrollar la actividad de aprovechamiento de fauna silvestre. La integración de variables dentro de este componente evidencia que actividades del tipo "caza deportiva", "captura de aves de presa" o "caza comercial" representan mayor utilidad para el usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aanes, S., Engen, S., Sæther, B-E., Willebrand, T. & Marcström, V. (2002). Sustainable Harvesting Strategies of Willow Ptarmigan in a Fluctuating Environment. *Ecological Applications*, 12(1), 281-290. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3061152>
- Allain, S., Ruault, J-F., Moraine, M. & Madelrieux, S. (2022). The 'bioeconomics vs bioeconomy' debate: Beyond criticism, advancing research fronts. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 42, 58-73. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422421001106>
- Beckerman, S. (1983). Carpe diem: An optimal foraging approach to Bari fishing and hunting. En E. Hames & W. Vickers. *Adaptive responses of native Amazonians*. Elsevier.
- Booth, V. R. (2009). *A comparison of the prices of hunting tourism in southern and eastern Africa*. Budapest: International Council for Game and Wildlife Conservation, CIC, FAO, 39 p.
- Boscolo, M., Dijk, K. & Savenije, H. (2010). Financing Sustainable Small-Scale Forestry: Lessons from Developing National Forest Financing Strategies in Latin America. *Forests*, 1(4).
- Caro, J., Delibes-Mateos, M., Viñuela, J., López-Lucero, J. F. & Arroyo, B. (2015). Improving decision-making for sustainable hunting: regulatory mechanisms of hunting pressure in red-legged partridge. *Sustainability Science*, 10(3), 479-489. doi: 10.1007/s11625-015-0302-z
- Clark, C. W. (2007). *The Worldwide Crisis in Fisheries: Economic Models and Human Behavior*. Cambridge, University Press. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/books/worldwide-crisis-in-fisheries/0726A744452A8E61CEE20A090F5CE9B7>
- Daly, H. E. (1991). *Steady-state economics: with new essays*. Island press.
- Damania, R., Milner-Gulland, E. J. & Crookes, D. J. (2005). A bioeconomic analysis of bushmeat

- hunting. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1560), 259-266. doi: [10.1098/rspb.2004.2945](https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2945)
- Hammack, J. & Brown, G. M. (1974). *Waterfowl and Wetlands: Toward Bio-economic Analysis: Resources for the Future*. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=qcQYAQAIAAJ>
- Hammack, J. & Brown, G.M. (2016). *Waterfowl and Wetlands: Toward Bioeconomic Analysis*: Taylor & Francis. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=bq3OCwAAQBAJ>
- Hicks, R., Sanchirico, J., Holland, D. & Curtis, R. (2004). An Introduction to Spatial Modeling in Fisheries Economics. *Marine Resource Economics*, 19.
- Hill, K., Kaplan, H., Hawkes, K. & Hurtado, A.M. (1987). Foraging decisions among Aché hunter-gatherers: New data and implications for optimal foraging models. *Ethology and Sociobiology* 8(1), 1-36. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0162309587900550>
- Jana, A. & Kumar Roy, S. (2022). Holling-Tanner prey-predator model with Beddington-DeAngelis functional response including delay. *International Journal of Modelling and Simulation*, 42(1), 86-100. doi: [10.1080/02286203.2020.1839168](https://doi.org/10.1080/02286203.2020.1839168)
- Keith, J. E. & Lyon, K.S. (1985). Valuing wildlife management: a Utah deer herd. *Western Journal of Agricultural Economics*, 216-222.
- Lande, R., Sæther, B-E & Engen, S. (1997). Threshold harvesting for sustainability of fluctuating resources. *Ecology*, 78(5), 1341-1350.
- Lavín, F., Urutia, A. & Orrego, S. (2007). Valoración económica del medio ambiente: fundamentos económicos, econométricos y aplicaciones: Thomson.
- Lee, D-J., Sirgy, M. J., Larsen, V. & Wright, N. D. (2002). Developing a Subjective Measure of Consumer Well-Being. *Journal of Macromarketing*, 22(2),158-169. doi: [10.1177/0276146702238219](https://doi.org/10.1177/0276146702238219)
- Lindsey, P. A., Balme, G. A., Booth, V. R. & Midlane, N. (2012). The Significance of African Lions for the Financial Viability of Trophy Hunting and the Maintenance of Wild Land. *PLOS ONE* 7(1), e29332. doi: [10.1371/journal.pone.0029332](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029332)
- Ling, S. & Milner-Gulland, E. J. (2008). When does spatial structure matter in models of wildlife harvesting? *Journal of Applied Ecology*,45(1), 63-71. Disponible en: [10.1111/j.1365-2664.2007.01391.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01391.x)
- López-Feldman, A. & Wilen, J. E. (2008). Poverty and spatial dimensions of non-timber forest extraction. *Environment and Development Economics*, 13(5), 621-642. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/article/poverty-and-spatial-dimensions-of-nontimber-forest-extraction/A2A093538893FF69D5CE80F55E08B5E4>
- Lotka, A. J. & Dover Publications, I. (1956). *Elements of Mathematical Biology*. Dover Publications. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=1tzaAAAAMAAJ>
- Milner-Gulland, E. J. (2008). New Perspectives on Harvesting as One Driver of Ecosystem Dynamics. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 1-3. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/20143945>
- Mizaras, S. (1998). The methods of calculating stumpage prices and analysing Lithuanian forestry. *Baltic Forestry*, 4(1),56-60.
- Morton, O., Scheffers, B. R., Hugaasen, T. & Edwards, D. P. (2022). Mixed protection of threatened species traded under CITES. *Current Biology*, 32(5), 999-1009.e9. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982222000227>
- Mougenot, B. & Doussoulin, J-P. (2022). Conceptual evolution of the bioeconomy: a bibliometric analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 24(1), 1031-1047. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01481-2>
- Nautiyal, J., Kant, S. & Williams, J. (1995). A mechanism for tracking the value of standing timber in an imperfect market. *Canadian Journal of Forest Research-revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 25, 638-648.
- Salo, M., Sirén, A. & Kalliola, R. (2013). Chapter 20 - Diagnosing Wild Species Harvest: The DWiSH Procedure. In M. Salo, A. Sirén & R. Kalliola. Eds. *Diagnosing Wild Species Harvest*. San Diego: Academic Press. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123972040000206>
- Siren, A., Cardenas, J., Hambäck, P. & Parvinen, K. (2013). Distance Friction and the Cost of Hunting in Tropical Forest. *Land Economics*, 89, 558-574.
- Skonhoft, A. & Armstrong, C. (2004). *Conservation of Wildlife : A bio-economic model of a wildlife reserve under the pressure of habitat destruction and harvesting outside the reserve*: Department of Economics, Norwegian University of Science and Technology, Working Paper Series 18.
- Smith, M. D., Sanchirico, J. N. & Wilen, J. E. (2009). The economics of spatial-dynamic processes: Applications to renewable resources. *Journal of Environmental Economics and Management* 57(1), 104-121. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009506960800082X>
- Sutherland, W. J. (2001). Sustainable exploitation: a review of principles and methods. *Wildlife Biology* 7(3), 131-140. Disponible en <https://doi.org/10.2981/wlb.2001.017>
- Weinbaum, K. Z., Brashares, J. S., Golden, C. D. & Getz, W. M. (2013). Searching for sustainability: are assessments of wildlife harvests behind the times? *Ecology letters*,16 (1), 99-111.
- Wilson, D. S. (1998). Hunting, Sharing, and Multilevel Selection: The ToleratedTheft Model Revisited. *Current Anthropology*, 39(1),73-97. doi:[10.1086/204699](https://doi.org/10.1086/204699)