



EJE TEMÁTICO: Incorporación de los Servicios Ecosistémicos en la Toma de Decisiones

**HERRAMIENTA PARA ANALIZAR LA RELACIÓN ENTRE LA TOMA DE
DECISIONES Y EL MANTENIMIENTO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉ-
MICOS: ESTUDIO DE CASO EN BOSQUE NATIVO DE ÑIRE DE PATA-
GONIA NORTE**

Verónica Rusch^{1*}, Andrea Goijman², Pablo Peri³, Dardo López¹, Leonardo Claps¹, Mauro Sarasola¹,
Andrea Cardozo³ y Graciela M. Rusch⁴

¹INTA EEA Bariloche; ²INTA CIRN; ³INTA Santa Cruz-UNPA-CONICET; ⁴Norwegian Institute for Nature Research (NI-
NA).

* rusch.veronica@inta.gob.ar; CC277, 8400 Bariloche, Argentina. TE (54) 294-4405872

RESUMEN

La toma de decisiones sobre el manejo de los sistemas socio-ecológicos que producen Servicios Ecosistémicos (SE) son complejas por los plazos, las interacciones de los factores intervinientes, y las percepciones de los actores. Este trabajo tiene como objetivo proponer una metodología que permita integrar los conocimientos sobre los procesos de cambio de los ecosistemas y los de toma de decisión, resaltando el rol de los SE. Mediante un taller de expertos, y basándonos en información preexistente y cálculos *ad hoc*, se integraron tres propuestas metodológicas: (1) los Modelos de Estados y Transiciones, que modelan el comportamiento del ecosistema, sus caminos de degradación y recuperación; (2) la definición y cuantificación de los SE provistos por cada uno de los estados del ecosistema, considerando los SE finales, los beneficios y el valor monetario de los mismos y (3) los modelos de Toma de Decisiones basado en estadística bayesiana, que considera los objetivos finales mediante una matriz de valoración; los objetivos intermedios, y las decisiones de manejo posibles que impactan sobre estos. La propuesta se ejemplifica con bosques de *Nothofagus antártica* de Patagonia norte.

ABSTRACT

Decision making about the management of socio-ecological systems that produce Ecosystem Services (ES) are complicated by the terms, number of factors involved in the processes and their interactions, and perceptions of the actors. This paper aims to propose a methodology to integrate knowledge about the processes of ecosystem change and decision making, highlighting the role of SE. Through a workshop of experts, and based on existing information and calculations *ad hoc* three methodological proposals were integrated: (1) Models States and Transitions, modelling ecosystem behaviour, its ways of degradation and recovery; (2) the definition and quantification of the ES provided by each of the states of the ecosystem, considering the final ES end, benefits and monetary value and (3) A Decision Making Models, based on Bayesian networks which considers the final objectives through a matrix of values; intermediate objectives and possible management decisions that impact on them. The proposal is exemplified by *Nothofagus antarctica* forests of northern Patagonia

PALABRAS CLAVE

Modelos de Estados y Transiciones (METs), Redes bayesianas, Bosques Patagónicos.

INTRODUCCIÓN

Las decisiones de manejo que afectan las funciones ecológicas que sustentan la provisión de servicios ecosistémicos (SE) de bosques son complejas y no siempre pueden ser implementadas contemplando las consecuencias que se derivan en el largo plazo. A su vez las medidas generadas por el sector público para estimular la adopción de prácticas de manejo sustentable no siempre se basan en el conocimiento sobre los motivos que determinan la toma de decisión del productor (MacQueen, 2005; de Groot et al. 2010; Gómez-Baggethun et al. 2014); lo que puede resultar en herramientas (ej. incentivos, pago por servicios) menos efectivas que lo esperado. En el año 2007 se promulgó en Argentina la Ley 26331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos para proteger los servicios ambientales (SA) que estos proveen. Asociado a la ley, existe un fondo para el pago por estos servicios. Hasta el momento no se han implementado mecanismos que funcionen en forma efectiva para el logro de los objetivos de la ley.

Este trabajo propone una metodología que considera la toma de decisiones sobre la conservación y el uso sustentable del bosque de ñire, teniendo como eje la valoración de los servicios ecosistémicos (SE). La metodología hace explícitos los procesos ecológicos y la distinta valoración de sus beneficios por parte de los sectores público y privado, por lo cual permite analizar y visualizar los principales factores que mantienen los SE como base para un manejo adaptativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La elaboración del modelo global se basa en tres herramientas: 1) Los modelos de estados y transiciones (METs, Westoby *et al.* 1989; Briske *et al.* 2008), y la definición de las probabilidades de las transiciones entre estados (Rumpff *et al.* 2011); 2) la definición de los SE (Haines-Young *et al.* 2013) asociados a los estados del METs y su cuantificación y 3) una red bayesiana (de probabilidades condicionales) para modelar el sistema de toma de decisiones (Barton *et al.* 2008, 2012).

El MET fue desarrollado en base a recopilación de datos, información y en un taller de expertos para el bosque de ñire del noroeste de la Patagonia, Argentina (Rusch *et al.* 2015). También se identificaron los principales SE que brindan estos sistemas según la clasificación de Haines-Young *et al.* (2013) y se cuantificaron en base a una búsqueda bibliográfica.

Los principales beneficios considerados privados fueron el ingreso económico, la identidad como productor ganadero y el sentido de arraigo al lugar. Entre los beneficios públicos se consideraron la conservación de la biodiversidad (vida silvestre y pool genético del bosque), el mantenimiento de la calidad del agua; de acuerdo a la Ley 26331 que regula el manejo actual de los bosques -Secretaría de Ambiente- y la producción ganadera (en base a los “Principios y lineamientos nacionales para el manejo de bosques con ganadería integrada” –Min. Agricultura-).

Para modelar la toma de decisiones, se consideraron los objetivos privados y públicos y alternativas de acción se focalizaron en el manejo que realiza el productor (decisiones privadas). El resultado de las decisiones del productor basadas en la valoración de distintos SE permite guiar el diseño de herramientas adecuadas para motivar la adopción de prácticas que promuevan el manejo sustentable del bosque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el modelo general (Fig.1), el METs se relaciona con los SE a través de las variables descriptoras que definen los estados. Estas variables de estado son modificadas por factores de cambio que incluyen variables de manejo (intensidad y tiempo de pastoreo, corta de leña o recolección de madera muerta) y procesos naturales (mortalidad de caña o de ñire, regeneración de ñire), regidos parcialmente por el tiempo. Las variables de estado, a su vez, definen los SE relacionados con los beneficios del ecosistema. Dichos servicios, definen la utilidad condicionando la toma de decisiones. En la Tabla 1 se presentan los SE más relevantes para el bosque de ñire, precisándose el tipo de Servicio, las variables que los definen y su correspondencia con las variables descriptoras de los Estados; como así también los beneficios potenciales, monetarios y no monetarios, que éstos pueden brindar. El modelo conforma una red bayesiana en el que las probabilidades de ocurrencia de las categorías de cada variable se definen en función de la combinación de los estados de las variables de entrada.

La matriz de utilidades privadas se define a partir de los valores que el productor asigna al cumplimiento de sus objetivos dentro del marco de las regulaciones e incentivos públicos. La matriz de utilidad global, incluye la valoración relativa que el sector público brinda a los diferentes beneficios. El modelo permite visualizar el balance entre los beneficios privados y públicos en función de la decisión del productor que pueden revisarse en forma interactiva, haciendo posible el ajuste de las probabilidades o la inclusión de variables nuevas. Cabe resaltar que existen algunos SE identificados como importantes pero que parecen no ser tenidos en cuenta en las políticas públicas ni por los agentes privados (ej. belleza escénica).

La herramienta permite visualizar la importancia de beneficios no monetarios no contemplados en un sistema de pagos por servicios ambientales (PSA).

CONCLUSIÓN

La metodología propuesta permite predecir, en base a los conocimientos y creencias existentes los cambios que se pueden originar en la provisión de SE, ante diferentes toma de decisiones. A su vez, permite revisar, y ajustar mediante el manejo adaptativo, la base de conocimiento sobre la que se construye el modelo. Instrumentos no monetarios que incorporen servicios culturales, como por ejemplo, el fortalecimiento del sentido de arraigo, podrían mejorar la adopción de prácticas sostenibles. Se considera que esta metodología podría ayudar a una mejor comunicación entre los actores, al hacer explícitas las creencias sobre las relaciones entre el funcionamiento de los sistemas social y ecológico, o sea, entre la toma de decisiones y la provisión de SE.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTON, D. N., T. SALORANTA, S. J. MOE, H. O. EGGESTAD, AND S. KUIKKA. 2008. Bayesian belief networks as a meta-modelling tool in integrated river basin management - Pros and cons in evaluating nutrient abatement decisions under uncertainty in a Norwegian river basin. *Ecological Economics* 66:91-104.
- BARTON, D. N., S. KUIKKA, O. VARIS, L. UUSITALO, H. J. HENRIKSEN, M. BORSUK, A. D. L. HERA, R. FAMANI, S. JOHNSON, AND J. D. C. LINNELL. 2012. Bayesian Networks in environmental and resource management. *Integrated Environmental Assessment and Management* 8:418-429.
- BASHARI, H; SMITH C; BOSCH O.2009. Developing decision support tools for rangeland management by combining state and transition models and Bayesian belief networks. *Agricultural Systems* 99(23-34).
- BRISKE, D. D., B. T. BESTELMEYER, T. K. STRINGHAM, AND P. L. SHAVER. 2008. Recommendations for development of resilience-based state-and-transition models. *Rangeland Ecology & Management* 61:359-367.
- DE GROOT, R., B. FISHER, M. CHRISTIE, J. ARONSON, L. BRAAT, J. GOWDY, R. HAINES-YOUNG, E. MALTBY, A. NEUVILLE, S. POLASKY, R. PORTELA, AND I. RING. 2010. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. *The Economics of Biodiversity and Ecosystem Services (TEEB)*. United Nations Environmental Program (UNEP).
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E., B. MARTÍN-LÓPEZ, D. BARTON, L. BRAAT, H. SAARIKOSKI, KELEMEN, M. GARCÍA-LLORENTE, E., J. VAN DEN BERGH, P. ARIAS, P. BERRY, L., M. POTSCHIN, H. KEUNE, R. DUNFORD, C. SCHRÖTER-SCHLAACK, P. HARRISON. 2014. State-of-the-art report on integrated valuation of ecosystem services. European Commission FP7. EU FP7 OpenNESS Project D 4.1.
- HAYNES – YOUNG, R; POTSCHIN M. 2013 . Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). Report to the European Environment Agency. EEA/IEA/09/003, 34 pp. Centre for Environmental Management, University of Nottingham
- MACQUEEN, D. 2005. Time and temperance. How perceptions about time shape forest ethics and practice. IIED Discussion Paper, 24 pp.

RUMPF, L., D. H. DUNCAN, P. A. VESK, D. A. KEITH, AND B. A. WINTLE. 2011. State-and-transition modelling for adaptive management of native woodlands. *Biological Conservation* 144:1224-1236.

RUSCH, V; LÓPEZ, D; CAVALLERO, L; RUSCH, G; PERI, P.; CARDOZO, A.; HANSEN, N; VON MÜLLER, A.; GARIBALDI, L.A; SARASOLA, M..2015. Un marco ecológico para establecer márgenes de manejo de sistemas. silvopastoriles. 1- El caso de ñirantales del norte de la Patagonia, Argentina. VIII Cong.Int..Sist.Agrof.; III Cong.Nac.SSP. Iguazú, mayo2015, 9pp.

WESTOBY M; B WALKER; I NOY -MEIR. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Jour.Range Manag.* 42 (4):266-274.

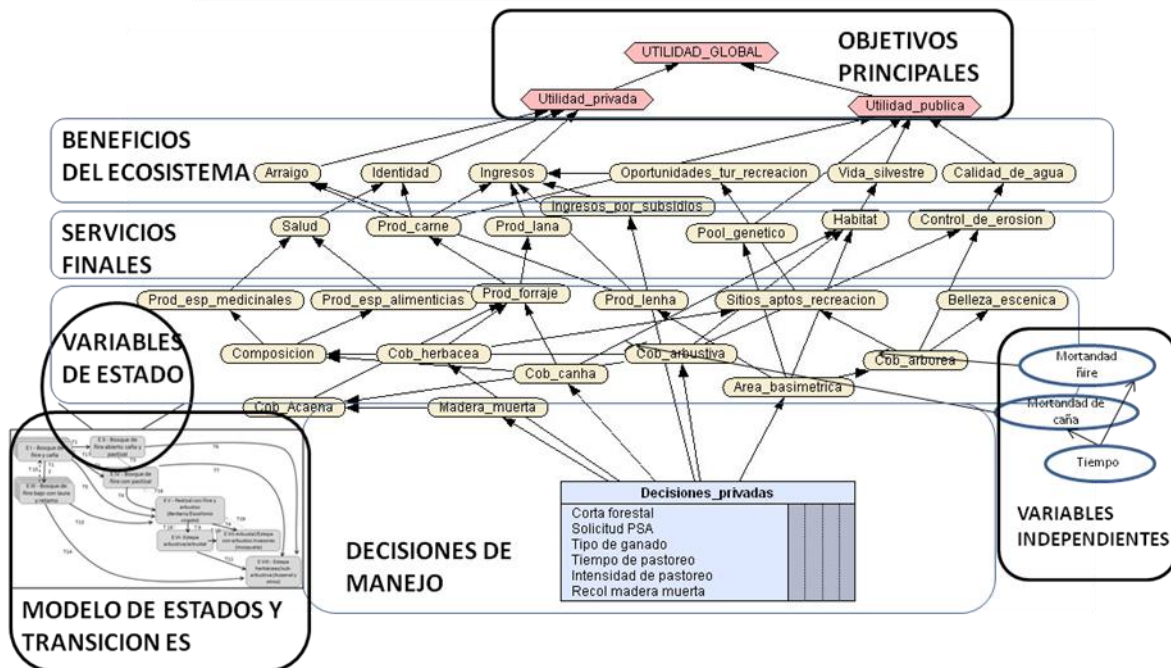


Fig 1. Modelo que integra los Modelos de Estados y Transiciones; relación con los Servicios Ecosistémicos finales, los Beneficios y los Valores (monetarios y no monetarios –otros objetivos). Red que permite, mediante el cálculo de probabilidades, seleccionar las mejores decisiones para optimizar los objetivos.

Tabla 1. Servicios ecosistémicos más relevantes potencialmente brindados por el bosque de ñire norte (clasificación según Haines-Young *et al.* 2013).

TIPO DE SE	SERVICIO ECOSISTÉMICO FINAL	BENEFICIO	Valor Monet.	VARIABLES DE ESTADO DETERMINANTES
PROVISION				
Nutrición	Producción de pasto, PPNA (kgMS ha ⁻¹ año ⁻¹)	Producción de carne	si	Cobertura herbácea Cobertura de caña
	Especies medicinales (#spp con propiedades)	Salud	no	Composición
	Especies alimenticias (hongos)	Alimento	si	Composición
Materiales	Prod. maderapostes (m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	Material de alambrados	si	Área basimétrica (AB)
	Prod. madera para leña (m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	Combustible	si	Área basimétrica (AB)
	Prod. de pasto, PPNA (kgMS ha ⁻¹ año ⁻¹)	Producción de lana	si	Cobertura herbácea
REGULACION MANTENIMIENTO				
Control de desechos	Control por ecosistemas (cob. vegetal de márgenes de cursos de agua)	Control de sedimentos en cauces de agua	no	Cob. arbust. y arb. Especialmente explícitas
Mantenimiento de flujos	Control de la erosión del suelo (superficie de suelo desnudo)	Control de la pérdida de la capacidad productiva	no	Coberturas arbustiva, herbácea y AB
Mant. cond. Fís., quím. y biol.	Provisión de hábitat para spp nativas	Conservación del ecosistema	no	hábitat de spp sensibles)
	Mant. pool genético de spp nativas	Uso futuro de formas adaptadas a cond. locales	no	(% spp nativas)
CULTURALES				
	Prod. Forraje y leña (autoconsumo)	Arraigo	no	Cob. herbácea/de caña

Uso físico o experiencial / ecosistema	Prod. Forraje PPNA (kgMS ha ⁻¹ año ⁻¹)	Identidad("ser ganadero")	no	Cob. herbácea/de caña
	Paisaje(laderas con bosques, contrastes de formas y colores)	Paisajes valuados por su belleza/naturaleza pristina	no	Cobertura arbórea
	Espacios aptos para recreación	Espacios /uso recreativo	si	Cob. arbórea/herbácea