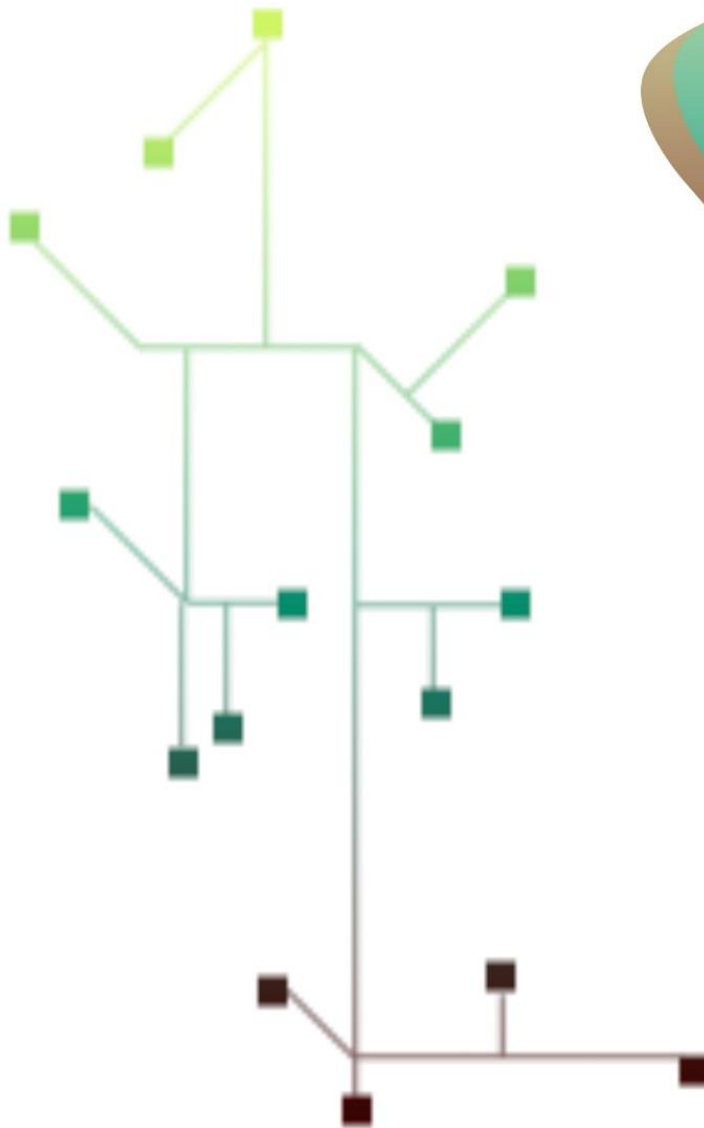


# Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca



Diseño: Paulo Sergio Nava Arellanes

# **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

## **Editor**

Dr. Sadoth Sandoval Torres

## **Editores Asociados**

- Protección y Producción Vegetal: Dra. Martha Angélica Bautista Cruz
- Biodiversidad: M. C. Sonia Trujillo Argueta
- Administración de los Recursos Naturales: Dra. Juana Yolanda López Cruz
- Ingeniería: Dr. Sadoth Sandoval Torres
- Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario: Dra. María Eufemia Pérez Flores

## **Responsables de la Edición**

MC. María A. Ladrón de Guevara Torres  
MC. María Yescas León

## **Instituto Politécnico Nacional**

Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"  
Zacatenco, Delegación. Gustavo A. Madero  
CP 07738, México DF.

## **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca**

Hornos No. 1003, Col. Noche Buena,  
Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230. Oaxaca.  
Teléfono: (951) 517 0610 Ext. 82769.

**Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**, Año 1, Vol. 1 Núm. 1, Agosto 2017, es una publicación anual editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR – Unidad Oaxaca. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230. Teléfonos: 01951 51 70610, 51704 00 ext. 82769, <http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/cccto/>, Editor responsable: Dr. Sadoth Sandoval Torres. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título: 04 - 2017 - 060817174800 – 203. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática del CIIDIR – UNIDAD OAXACA del IPN: L.I. Justo César Marcial Aguilera. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230, fecha de la última modificación, 31 de Agosto de 2017. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

**EVALUANDO LA RESPUESTA DEL GOBIERNO ANTE LA  
DEFORESTACIÓN EN OAXACA 1990-2015**

García Hernández, José<sup>1</sup>, Regino Maldonado Juan<sup>2</sup>, Rivera García Raúl<sup>2</sup>, Acevedo  
Martínez Jorge Antonio<sup>1</sup>, y Ruiz Martínez Alfredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Oaxaca. Posg. en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico.

<sup>2</sup>CIIDIR Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional.

Autor para correspondencia: [jose\\_garcia\\_203@hotmail.com](mailto:jose_garcia_203@hotmail.com)

**Resumen**

El objetivo del documento es analizar la relación entre la respuesta del gobierno a la deforestación y el estado de las coberturas forestales en Oaxaca de 1990 a 2015. El marco de sistemas socio-ecológicos (SSEs) caracterizó al ecosistema forestal de Oaxaca y el marco de FPEIR con 5 variables de análisis (fuerzas conductoras-presión-estado-impacto-respuesta) consideró la respuesta del gobierno como variable latente exógena y las otras 4 variables latentes como endógenas. Se realizó el análisis de tendencias individuales, índices agregados y examinaron las 3 hipótesis del estudio con ecuaciones estructurales. Los resultados arrojaron una relación positiva y débil entre la respuesta del gobierno (conservación de la biodiversidad, servicios hidrológicos, desarrollo forestal comunitario, ordenamiento territorial, reforestación, manejo de vida silvestre) y coberturas forestales (pino, encino, pino-encino, mesófilo de montaña y cuerpos de agua) ( $\beta=0.052$ ). Una relación positiva y moderada entre coberturas forestales y servicios ecosistémicos ( $\beta=0.348$ ); se incrementaron ligeramente los servicios de provisión y regulación, y en mayor medida los culturales. Finalmente, una relación positiva y moderada entre coberturas forestales y bienestar humano ( $\beta=0.301$ ); lo cual, contribuyó a la estabilidad económica, educativa, vivienda y salud. Se concluye que la respuesta del gobierno fue positiva y débil; controló la deforestación, permitió la conservación de bosques y cierto bienestar a la población.

**Palabras clave:** FPEIR, política forestal, sistema socio-ecológico forestal

**Abstract**

The objective of this paper is to analyze the relationship between the government's response to deforestation and the state of forest cover in Oaxaca in the period 1990-2015. The forest ecosystem of Oaxaca was characterized to the socio-ecological systems framework and DPSIR framework (driver-pressure-state-impact-response) considers the government's response as an exogenous latent variable and the other 4 latent variables as endogenous. We make analysis of individual trends, aggregate indexes and the three hypotheses of the study were examined with structural equations. The results showed a positive and weak relationship between the government's response (biodiversity conservation, hydrological services, community forestry, land management, reforestation, wildlife management) and forest cover (pine, oak, pine-oak, mountain cloud forests and water bodies) ( $\beta=0.052$ ). A positive and moderate relationship between forest cover and ecosystem services ( $\beta=0.348$ ). Provision and regulation services were slightly increased, and cultural services was strongly increased. Finally, a positive and moderate relationship between forest cover and human well-being

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

( $\beta=0.301$ ). This contributed to economic stability, education, housing and health. The study concluded that the government's response was positive and weak. It controlled of deforestation problem, allowed forests conservation and some of welfare of the population.

**Keywords:** DPSIR, forest policy, forest socio-ecological system.

### Introducción

De 1980 a 2001 en Oaxaca se deforestaron alrededor de 511 361 ha (4%); más de 24 000 ha anuales (Velázquez *et al.*, 2003), y de 2001 a 2014 se deforestaron 232 157 ha (3.6%), es decir 16 583 ha anuales (Hansen *et al.*, 2013). La información anterior indica que, después del 2000 la deforestación se está controlando. Donde estuvieron involucrados diferentes actores siendo uno de ellos el gobierno a través de la ejecución de programas de manejo, conservación y aprovechamiento forestal. El objetivo de esta investigación fue analizar la respuesta del gobierno al problema de deforestación en Oaxaca en el periodo 1990-2015. Los sistemas socio-ecológicos (SSEs) y el marco de fuerzas conductoras-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR) fundamentan el presente trabajo. Las interacciones biofísicas son procesos naturales en los ecosistemas (Anderies *et al.*, 2004). Los SSEs se conciben como la interacción entre los ecosistemas y el ser humano (Berkes & Folke, 1998). Ostrom propone el marco de SSEs para analizar dichas interacciones a través de 8 componentes en la gestión de recursos de uso común. Donde los usuarios de recursos extraen unidades de recursos de un sistema de recursos, siendo además ellos mismos quienes mantienen y conservan al sistema de recursos, con base en reglas y procedimientos determinados por un sistema de gobierno comunal en un contexto de sistemas ecológicos relacionados, y de entornos sociales, político-económicos más amplios y cambiantes (Ostrom, 2009) (ver figura 1).

Para evaluar la respuesta del gobierno al problema de deforestación en el SSE forestal del estado se recurrió al marco de FPEIR. El cual, ha sido utilizado en el análisis de la relación entre los

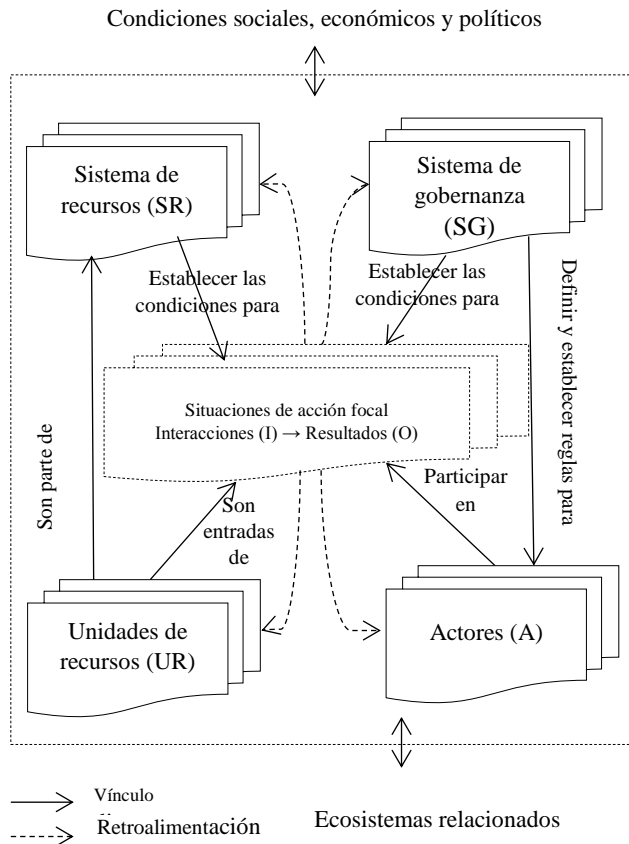


Figura 1 Marco de SSEs  
Fuente: McGinnis y Ostrom, (2014).

componentes del SSE. Captura las relaciones causa-efecto de los sistemas sociales, económicos y ambientales (EEA, 2003); además de ayudar a desarrollar una visión general, mejora la comprensión del problema ambiental (Pinto *et al.*, 2013) (ver figura 2).

Utilizar indicadores en el marco de FPEIR permite entender las relaciones socio-

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

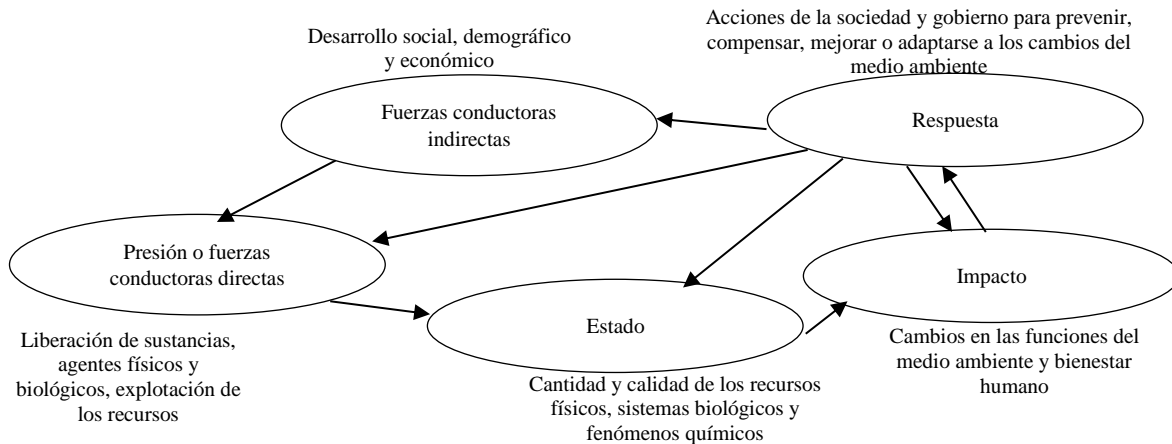


Figura 2 Marco de FPEIR

Fuente: Burkhard & Müller (2008), EEA (2003; 1999), OCDE (1993).

ambientales y agiliza la comunicación entre investigadores de distintas disciplinas, responsables políticos, comunidad y otras partes interesadas, disminuyendo de esta forma, la brecha de comunicación entre los participantes (Svarstad *et al.*, 2008). Cualitativamente ha ayudado a identificar acciones asertivas de manejo forestal en Austria (Vacik *et al.*, 2007); de restauración forestal tanto en la cuenca del río Grijalva en México (Ramírez *et al.*, 2014); como en ecosistemas áridos de América Latina (Newton *et al.*, 2012). Respuestas sociales a la deforestación y degradación de suelos en el período 1990-2010 en Liberia, África (Goll *et al.*, 2014); como en el combate de plagas y enfermedades en los fynbos, Sudáfrica (Roura *et al.*, 2009). De igual forma con base en dicho marco, cuantitativamente en España se evaluaron políticas de gestión de agua en ecosistemas fluviales (Vidal-Abarca *et al.*, 2014), y de 1960 a 2010 fueron evaluadas políticas de conservación de la biodiversidad (Santos-Martín *et al.*, 2013).

En la Unión Europea analizaron las acciones ambientales encaminadas al logro del desarrollo sustentable (Tsai *et al.*, 2009); y en China como las acciones socioeconómicas influían en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos

y bienestar humano en la provincia de Jiangsu (Hou *et al.*, 2014). Conjuntamente, los marcos de SSEs y de FPEIR ayudaron analizar la respuesta del gobierno al problema de deforestación en el SSE forestal de Oaxaca.

### Materiales y métodos

Al ser un estudio longitudinal de coberturas y programas forestales en Oaxaca (ver figura 3), se obtuvo información secundaria del INEGI, SEMARNAT, CONAFOR y del laboratorio de SIG del CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, considerando un periodo de 1990 al 2015.

De acuerdo con el marco de FPEIR en el SSE forestal de Oaxaca, la respuesta del gobierno se consideró como una variable latente exógena al sistema socio-ecológico forestal y las otras 4 variables como variables latentes endógenas (Hair *et al.*, 2011). En total se utilizaron 34 indicadores que analizan las interacciones entre las 5 variables (ver tabla 1).

## Resultados

Se plantearon 3 hipótesis: H1: la respuesta del gobierno a través de programas de manejo, conservación y aprovechamiento forestal inciden positivamente y fuerte en el estado de los recursos forestales de pino, encino, pino-encino, mesófilo y cuerpos de agua.

H2: las coberturas forestales inciden positivamente y fuerte en los servicios ecosistémicos.

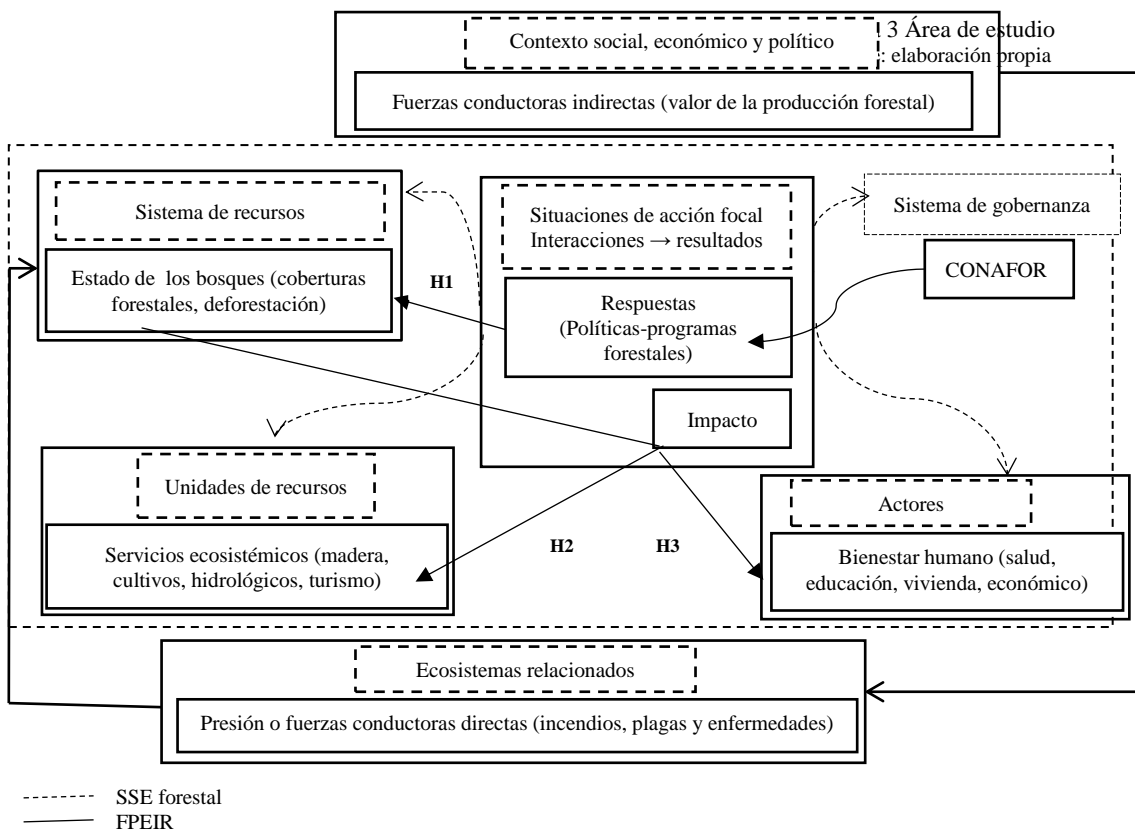
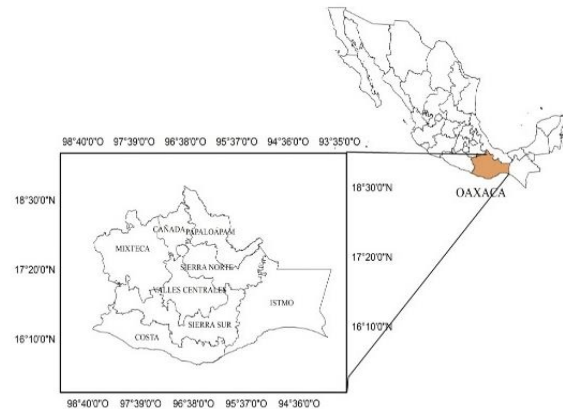


Figura 4 Interacciones socio-ecológicas en el SSE forestal de Oaxaca  
 Fuente: McGinnis y Ostrom, (2014), Burkhard & Müller (2008), EEA (2003; 1999), OCDE (1993).

H3: las coberturas forestales inciden positivamente y fuerte en el bienestar humano (ver figura 4).

El procedimiento estadístico consistió en análisis individual de tendencias, análisis de índices agregados, y para probar las hipótesis se realizaron ecuaciones estructurales con el software Smart PLS 2.0 (Monecke & Leisch, 2012).

### Tendencias individuales

Respecto a i) la respuesta a través de los programas forestales. Se observó una tendencia muy alta en el apoyo destinado al ordenamiento territorial a ejidos y comunidades. De forma estable se presentaron los apoyos a programas para la conservación de la biodiversidad, servicios hidrológicos, desarrollo forestal



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

comunitario y reforestación; ii) las fuerzas conductoras indirectas reflejaron una tendencia muy alta en el valor de los cultivos agrícolas. Alta en el valor de la producción forestal maderable. Estable en tres indicadores, valor de la producción no maderable, producción pecuaria y crecimiento demográfico; iii) en la presión o fuerzas conductoras directas, una tendencia muy alta a incrementarse la

bachillerato, así como el ingreso e inversión en la vivienda.

### Tendencias agregadas

i) Se observó que los montos destinados al manejo y aprovechamiento forestal se vieron incrementados a partir de 2007 por la incorporación de los programas de pago por servicios ambientales de conservación de la biodiversidad e hidrológicos. Tanto  
ii) las fuerzas conductoras indirectas,

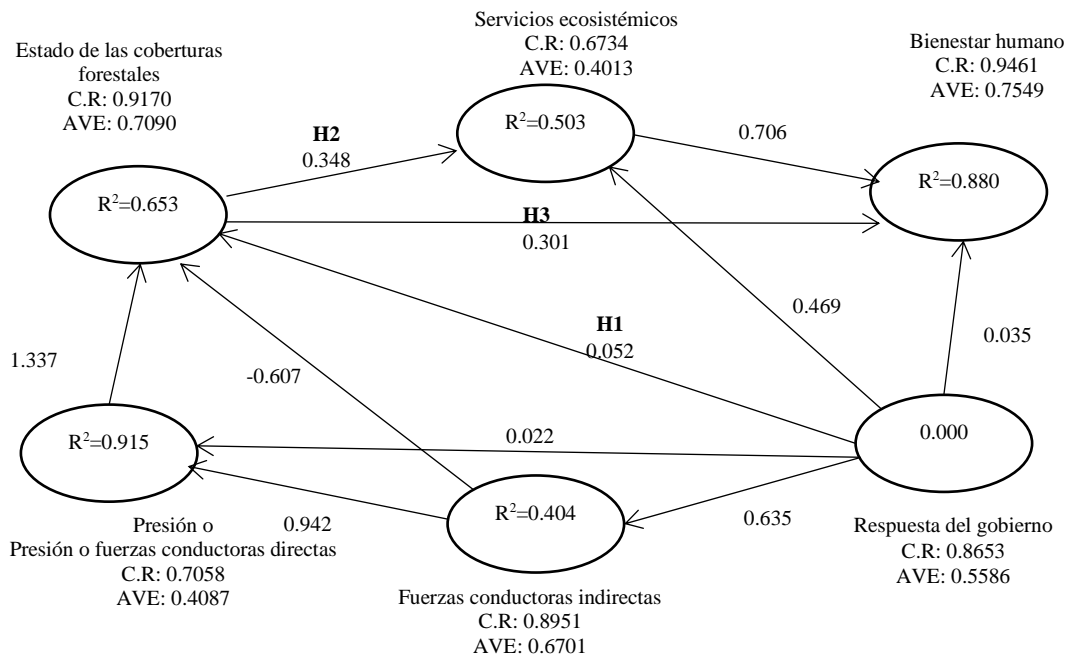


Figura 5 Resultados del modelo de ecuaciones estructurales que analiza la relación de la repuesta gubernamental ante la deforestación en Oaxaca durante el período 1990-2015

superficie urbana en Oaxaca. Estables las superficies destinadas a la agricultura y ganadería afectadas por incendios forestales, y por plagas y enfermedades; iv) el estado, es decir las coberturas forestales de pino, encino, pino-encino, mesófilo de montaña y cuerpos de agua se han mantenido con tendencias estables; v) los servicios ecosistémicos como cultivos y turismo han presentado una tendencia muy alta. De forma estable la producción forestal maderable y no maderable, y captura de carbono. En el bienestar humano como servicios de salud presentó una tendencia alta. De forma estable la educación primaria, secundaria y

como iii) la presión reflejaron una tendencia a la alta pero controlada. En cuanto, al iv) estado de las coberturas forestales, se observan dos periodos, el primero de 1993 a 2001, y el segundo de 2002 a 2015. En el primero se confirma el problema de la deforestación en Oaxaca. En el segundo, se observó el control del problema ambiental. Respecto a v) los servicios ecosistémicos forestales, se han incrementado ligeramente los servicios de provisión y regulación, y altamente los culturales. Durante los primeros años del análisis, el bienestar de la población se ha incrementado en cuanto a necesidades

básicas, sin embargo en los últimos siete años se han mantenido estables.

### Ecuaciones estructurales

El modelo de ecuaciones estructurales que examino las hipótesis paso las pruebas de fiabilidad y validez (CR: fiabilidad compuesta y AVE: varianza promedio extraída) (Hair *et al.*, 2011) (ver figura 5).

La H1: la relación entre la respuesta del gobierno y las coberturas forestales fue positiva y débil ( $\beta=0.052$ ), se acepta parcialmente. Dado que, sólo en los últimos 15 años los programas de conservación y aprovechamiento forestal realizaron esfuerzos significativos por controlar la deforestación. La H2: la relación entre coberturas forestales y servicios ecosistémicos fue positiva y moderada ( $\beta=0.348$ ), también se acepta parcialmente. Debido a que, el mantenimiento de las coberturas forestales permitió un ligero incremento en los servicios ecosistémicos de provisión y regulación, y sólo un fuerte incremento en los culturales. La H3: la relación entre coberturas forestales y el bienestar humano (H3) fue positiva y moderada ( $\beta=0.301$ ), se acepta totalmente. Se prueba que, el mantenimiento de las coberturas forestales contribuyeron a la estabilidad económica, educativa, vivienda y de salud de la población. Además se reportan 2 hallazgos importantes. Los indicadores de la variable presión o fuerzas directas (programas para el control de incendios, plagas y enfermedades) contribuyeron positivamente y fuerte al mantenimiento de las coberturas forestales ( $\beta=1.337$ ).

Los servicios ecosistémicos se relacionaron positivamente y fuerte con el bienestar humano ( $\beta=0.706$ ), sosteniendo el bienestar de la población.

### Discusión

En este estudio, la respuesta del gobierno presentó una relación positiva y débil con las coberturas forestales ( $\beta=0.052$ ), como así lo demuestran los estudios de cambio

de uso del suelo realizados en Oaxaca (Hansen *et al.*, 2013; Duran *et al.*, 2007; Velázquez *et al.*, 2003). En otros estudios, la respuesta del gobierno ha sido negativa y fuerte en aspectos de desarrollo sustentable (Tsai *et al.*, 2009) y pérdida de la biodiversidad (Santos-Martín *et al.*, 2013). El estado forestal presentó una relación positiva y moderada con los servicios ecosistémicos ( $\beta=0.348$ ). En estudios de biodiversidad la relación ha sido positiva y fuerte (Santos-Martín *et al.*, 2013). Finalmente, el estado de las coberturas forestales mostró una relación positiva y moderada con el bienestar humano ( $\beta=0.301$ ), siendo congruente con algunos estudios de biodiversidad (Santos-Martín *et al.*, 2013).

### Conclusiones

Con base en los programas de conservación y aprovechamiento forestal considerados en este estudio. Se concluye que la respuesta del gobierno ante la deforestación en el estado fue positiva y débil. Sin embargo, ha permitido mantener las coberturas forestales, lo que contribuyó a un ligero crecimiento en los servicios ecosistémicos de provisión y regulación y altamente los culturales; por lo tanto cierto bienestar en la población.

### Literatura citada

Anderies, J. M., Janssen, M. A. & Ostrom, E. (2004). A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective, 9(1).

Berkes, F. & Folke, C. (1998), Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience, Cambridge University Press, Cambridge, UK

Burkhard, B. & Müller, F. (2008). Driver–Pressure–State–Impact–Response. *Encyclopedia of Ecology*, 2, 967–970.



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

- Durán, E., Gopar, F., Velázquez, A.,...& Medina, C. (2007). Análisis de Cambio en las Coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca. 617Abstracts en memorias de congresos UNAM.
- EEA, (2003). Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting. European Environment Agency, 20pp.
- Goll, N. B., Li, J., McKay, J. & John, S. (2014). Analysis on the Causes of Deforestation and Forest Degradation in Liberia: Application of the DPSIR Framework. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 2(3), 20–30.
- Hair, J. F., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152. DOI:10.2753/MTP1069-6679190202
- Hansen, M., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, ..., & J. R. G. Townshend. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342(6160): 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693
- Hou, Y., Zhou, S., Burkhard, B. & Müller, F. (2014). Socioeconomic influences on biodiversity, ecosystem services and human well-being: A quantitative application of the DPSIR model in Jiangsu, China. *Science of the Total Environment*, 490, 1012–1028. DOI:10.1016/j.scitotenv.2014.05.071
- McGinnis, M. & Ostrom E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, No.2, Vol. 19, pp. 30 DOI:10.5751/ES-06387-190230
- Monecke A, Leisch F (2012). semPLS: Structural Equation Modeling Using Partial Least Squares. *Journal of Statistical Software*, 48(3), 1–32.
- Newton, A. C., del Castillo, R. F., Echeverría, C., Geneletti, D., González-Espinosa, M., Malizia, L. R., ... Williams-Linera, G. (2012). Forest landscape restoration in the drylands of Latin America. *Ecology and Society*, 17(1). DOI:10.5751/ES-04572-170121
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(July), 419–422. DOI:10.1126/science.1172133
- Pinto, R., de Jonge, V.N., Neto, J.M.,... Patricio, J., (2013). Towards a DPSIR driven integration of ecological value, water uses and ecosystem services for estuarine systems. *Ocean and Coastal Management*.72, 64–79. DOI:10.1016/j.ocecoaman.201106.016
- Ramírez Marcial, N., González, M., Musálem, K., Noguera, E. & Gómez Pineda, E. (2014). Estrategias para una construcción social de la restauración forestal en comunidades de la cuenca media y alta del río Grijalva. In M. González Espinosa y M. C. Brunel Manse (Eds.), *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva* (Juan Pablo, pp. 518–554).
- Roura-Pascual, N., Richardson, D. M., Krug, R. M., Brown, A., ... Wessels, N. (2009). Ecology and management of alien plant invasions in South African fynbos : Accommodating key complexities in objective decision making. *Biological Conservation*, 142(8), 1595–1604. DOI:10.1016/j.biocon.2009.02.029
- Santos-Martín, F., Martín, B., García, M., Aguado, M., Benayas, J. & Montes, C. (2013). Unraveling the Relationships between Ecosystems and Human Wellbeing in Spain. *PLoS ONE*, 8(9). DOI:10.1371/journal.pone.0073249
- Svarstad, H., Petersen, L. K., Rothman, D.,

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

- Siepel, H. & Watzold, F. (2008). Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. *Land Use Policy*, 25(1), 116–125. DOI:10.1016/j.landusepol.2007.03.005
- Tsai, H.-T., Tzeng, S.-Y., Fu, H.-H. & Wu, J. C.-T. (2009). Managing multinational sustainable development in the European Union based on the DPSIR framework. *African Journal of Business Management*, 3(11), 727–735. DOI:10.5897/AJBM09.240
- Vacik, H., Wolfslehner, B., Seidl, R. & Lexer, M. J. (2007). Integrating the DPSIR Approach and Analytic Network Process for the Assessment of Forest Management Strategies. *Sustainable Forestry. From Monitoring and Modeling to Knowledge Management and Policy Science*, (January 2016), 393–411. DOI:10.1079/9781845931742.0393
- Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J.-F., Bocco, G., Ramírez, G. & Palacio, J. L. (2003). Land use-cover change processes in highly biodiverse areas : the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change*, 13, 175–184. DOI:10.1016/S0959-3780(03)00035-9
- Vidal-Abarca, M. R., Suárez, M. L., Santos, F., Martín, B., Benayas, J. & Montes, C. (2014). Understanding complex links between fluvial ecosystems and social indicators in Spain: An ecosystem services approach. *Ecological Complexity*, 20(February), 1–10. DOI:10.1016/j.ecocom.2014.07.002