



DÉFICIT ECOLÓGICO DE LA CUBIERTA FORESTAL, ESTADO DE MÉXICO

María Estela Orozco Hernández

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional, Toluca, México
eorozcoh61@hotmail.com

Maria Eugenia Valdez Pérez

Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario Tenancingo, México
mevaldezp@uaemex.mx

Gustavo Alvarez Arteaga

Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Planeación Urbana y Regional, Toluca, México
galvareza68@gmail.com

Resumen

El estudio anticipa déficit de tierras de productividad media para mantener la producción y consumo forestal en el Estado de México. A través de la información documental, estadística, cartográfica y de verificación, se caracteriza el estado de la cubierta y aprovechamiento forestal, y los escenarios de déficit ecológico se determinaron mediante el método de huella ecológica. El balance del impacto del aprovechamiento y la capacidad productiva de las tierras forestales, expone el déficit ecológico que sintetiza los efectos acumulados de la explotación extractiva. La incapacidad de los activos forestales para sostener la producción maderable y la provisión de leña en el tiempo, advierte intensificación de la extracción selectiva y descenso de la productividad natural. La prospectiva de escasez ecológica exige cambios en las maneras de gestionar los bienes y servicios forestales, mediante políticas y acciones que promuevan sinergias sociales, económicas y medioambientales a través de alternativas de desarrollo rural comunitario, ordenen el ciclo aprovechamiento-venta-consumo de productos forestales, garanticen la estabilidad de las cubiertas forestales por medio de ecotasas y un fondo de daño ambiental que financie proyectos de mitigación y recuperación, establezcan monitoreo regular de la productividad, la capacidad de carga y los límites de aprovechamiento.

Palabras clave: Recursos forestales, huella ecológica, biocapacidad, déficit ecológico.

Abstract

The study anticipates deficit land use and average productivity to maintain forest production and consumption in the State of Mexico. Through the documentary, statistical, cartographic and verification information, the state of the forest cover and its use is characterized, and the scenarios of ecological deficit were determined by means of the ecological footprint method. The net impact of the exploitation and productive capacity of forest lands exposes the ecological deficit that synthesizes the accumulated effects of extractive exploitation. The inability of forest assets to sustain timber production and the supply of firewood over time, warns of the intensification of selective extraction and decrease in natural productivity. The prospective of ecological scarcity demands changes in the ways of managing forest goods and services, through policies and actions that promote social, economic and environmental synergies through community rural development alternatives, order the use-sale-consumption cycle of forest products, guarantee the stability of forest cover through ecotaxes and an environmental damage fund that finances mitigation and recovery projects, establishing regular monitoring of productivity, carrying capacity and harvest limits.

Keywords: Forest resources, ecological footprint, biocapacity, ecological deficit.

JEL Codes: Q5- Economía ambiental



1. Introducción

Siendo México el país latinoamericano con mayor déficit de biocapacidad (SEMARNAT, 2012:12), no figuran estudios en escala subnacional. En este artículo se analiza la eficiencia ecológica a través del balance de la capacidad biofísica de la tierra y el aprovechamiento de los recursos maderables (DOF, 2018, art. 7: 9) y se establece una línea base para evaluar tendencias de cambio de los activos forestales en el Estado de México.

El estudio se aborda en el contexto de las políticas de desarrollo que contraponen la disponibilidad de los stocks de recursos naturales y las actividades antrópicas que generan efectos externos contraproducentes sobre aquellos, lo que ha detonado la búsqueda de métodos que conlleven a un balance entre la actividad económica y el entorno dentro del cual se encuentra inmersa (Saldarriaga & Campos, 2005: 78). Los impactos negativos de la actividad antrópica en los ecosistemas y recursos naturales, cobra relevancia en el marco de la integralidad ambiental, para evaluar la solución a las problemáticas derivadas de ellos (Bocco & Urquijo, 2013). La integralidad ambiental es una propuesta transversal que busca superar las posturas antropocéntrica y biocéntrica, en un lado, los bienes naturales son objeto de explotación y medios que garantizan la vida humana, en el otro, prevalecen las funciones y el valor de existencia de los ecosistemas.

Ahora bien, los conflictos ecológicos-distributivos debidos a los ciclos de extracción, transformación y consumo de los recursos naturales (Leff, 2006), pueden ser previstos por indicadores físicos de (in)sustentabilidad, entre ellos, la huella ecológica que sintetiza el impacto de la economía sobre el ambiente en unidades de área por persona (Martínez-Alier, 2014:26, Moffatt, 2000). Los indicadores son referentes empíricos que aportan información a los tomadores de decisiones para corregir fallas y avanzar en la integración de las políticas ambientales (Manteiga, 2000:84, Rodríguez, 2002:13). La huella ecológica toma

sentido en territorios, regiones y localidades en las que se organizan los modos de aprovechamiento de los recursos naturales, permite seguir la evolución de la demanda humana y el suministro de la naturaleza (Mancini et al. 2018). El método de huella ecológica mide los activos ecológicos que una población necesita para producir los recursos naturales que consume y absorber sus desechos, y la capacidad biológica de los activos ecológicos: tierras de cultivo, tierras de pastoreo, tierras forestales, zonas de pesca y tierras urbanizadas, para suministrar los bienes y servicios que demanda una población (Borucke et al. 2013:518). El balance indica en qué medida el aprovechamiento se comporta por encima o por debajo de la capacidad de los activos ecológicos (GFN, 2018) y visibiliza la urgencia de reorientar el marco institucional y tomar decisiones (Galli et al. 2014: 121).

La eficiencia ecológica se funda en el principio de equidad en el uso de los recursos naturales y la estabilidad de los ecosistemas forestales; esta se determina a partir del aprovechamiento de los recursos maderables para fines industriales y energéticos, y la biocapacidad de las tierras para sostener la producción y el consumo. La relación se establece a través de parámetros que representan unidades comparables, hectáreas globales (hag) y el indicador biofísico que resulta de la diferencia de la HE (Impacto del aprovechamiento) y la BC (Capacidad de las tierras para sostener el aprovechamiento), el balance expone un excedente ($BC-HE > 0$) o un déficit ecológico de tierra de productividad media ($BC-HE < 0$) (Tobasura, 2008:2; Hernández et al. 2009: 54).

2. Métodos y materiales

El análisis se realizó en el período 2007-2012 con la finalidad de contrastar información biofísica y social disponible en variadas fuentes. El estado de las cubiertas forestales y los sistemas de aprovechamiento se caracterizaron por medio de los datos de los inventarios forestales nacional y estatal (CONAFOR, 2011; GEM, 2010), VIII Censo



Agrícola, Ganadero y Forestal (INEGI, 2009) y los anuarios de la producción forestal (SEMARNAT, 2007; 2012). La eficiencia ecológica se determinó a partir de la superficie ocupada por las comunidades de latifoliadas y coníferas (CONAFOR-INF, 2011), la superficie forestal autorizada para aprovechamiento maderable (GEM, 2011), la superficie de bosque o selva en unidades de producción agropecuaria y forestal (INEGI, 2009), la producción maderable (SEMARNAT, 2012); producción maderable estimada, 2018¹, recolección de leña para la venta, recolección leña y carbón para autoconsumo (INEGI, 2009), el consumo de leña a través de la población que carece de acceso a combustible para cocinar (2,406,629), consumo de leña promedio per cápita, 1.0 kg (INAFED, 2014), la superficie de latifoliadas y coníferas; una familia que recolectó leña de encino-pino en un predio de 1.2 hectáreas y consumo per cápita, 1.5 kg. Se aplicó el método de la huella ecológica (Wackernagel & Rees, 1996, Lazarus, et al, 2014), para medir el aprovechamiento de los activos forestales y la capacidad ecológica de la tierra para sostener la producción y consumo. La estandarización en hectáreas globales (hag) se realizó mediante factores de equivalencia: densidad promedio de la madera seca al aire: 545.83 kg/m³ (CONAFOR, 2004-2006); la huella ecológica de bosque en hectáreas globales: 1.26 hag/ha (Ewing, et al; 2008:3), la huella de carbono conformada por el promedio de emisión 1.7 kgCO₂ y el promedio de captura 2,600 kgCO₂ (Moore, 2011:12), el balance se determinó mediante las expresiones siguientes:

Huella ecológica de bosque

$$HueB = Volumen\ producción \frac{kg}{Productividad} kg$$

* 1.26 hag

Huella ecológica de carbono

$$HueC = Volumen\ de\ producción\ kg$$

* factor de emisión 1.7 $\frac{kgCO_2}{kg}$

$$Promedio\ de\ captura\ 2,600\ kgCO_2 * 1.26\ hag$$

Huella ecológica total

$$HUET = HueB + HueC$$

Biocapacidad

$$BIOCA = Superficie\ forestal\ has$$

* factor de bosque 1.26 hag

Déficit y/o reserva ecológica

$$HUET - BIOCA$$

3. Cubiertas forestales en el Estado de México

El Estado de México se localiza en la región más poblada del país, cuenta con 17. 2 millones de habitantes (CONAPO, 2016), tiene una superficie de 22, 337 km², 125 municipios, 80% de la población es urbana y densidad promedio de 766 hab./km². Los municipios conurbados a la ciudad de México (59), los que conforman la zona metropolitana de la ciudad de Toluca (22) y municipios rurales (44), presentan 774, 836 y 141 hab./km² (INEGI, 2010). Los usos de suelo en el período 1976-2010, muestran que las coberturas forestales compiten con la agricultura, la ganadería y reciben fuerte presión debido al crecimiento urbano (Figura 1).

¹La tasa de crecimiento anual de la producción maderable en el periodo 2007-2012 (3.5%), año final (191,783 mr3), año

inicial (135930 mr3), indica 9, 308.8 m3r por año, proyectó 247,636 m3r en el año 2018.

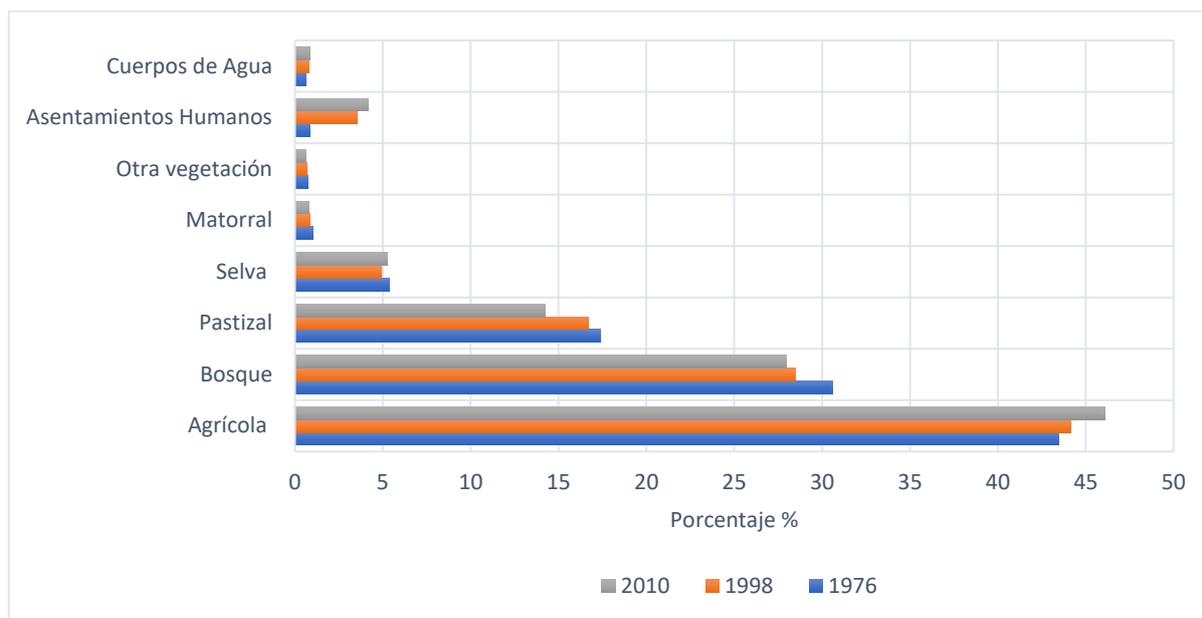


Figura 1. Estado de México. Uso de uso de suelo, 1976-2010 Elaboración propia con base en datos obtenidos de la carta de uso del suelo, INEGI, 1968, 2010.

Los datos del inventario forestal exponen que los ecosistemas de mayor extensión lo constituyen las comunidades vegetales de coníferas y latifoliadas, donde predominan especies maderables como pino (*Pinus hartwegii*; *Pinus montezumae*), oyamel

(*Abies religiosa*), encino (*Quercus*), aile (*Alnus*), estos ecosistemas también proveen recursos no maderables de importancia económica, como resina, musgo, hongos, leña, tierra de monte y hoja (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Regiones y cubiertas forestales, 2010

RÍO LERMA	Superficie Total hectáreas	%	Latifoliadas	%	Coníferas/ Latifoliadas	%	Coníferas	%	Degradación	%	Otras Comunidades	%
1. Toluca	79,295	9	11,695	3	5,831	4	57,314	21	682	4.7	3,773	77.2
V. Atlacomulco	79,643	9	34,718	8	16,643	10	25,964	9	2,318	16.0		
RÍO PANUCO												
II. Zumpango	59,971	7	41,978	10	5,382	3	12,446	5	61	0.4	104	2.1
III. Texcoco	88,007	10	23,891	6	5,083	3	58,990	21	43	0.3		
VIII. Jilotepec	70,797	8	46,353	11	7,115	4	6,813	2	10,382	71.6	134	2.7
RÍO BALSAS												
IV. Tejupilco	220,083	25	162,319	39	31,489	19	25,073	9	362	2.5	840	17.2
VI: Coatepec Harinas	177,988	20	70,838	17	49,783	30	57,101	21	228	1.6	38	0.8
VII. Valle de Bravo	97,979	11	20,289	5	44,777	27	32,487	12	426	2.9		
Total	873,763.00	100	412,081.00	100	166,103.00	100	276,188.00	100	14,502.00	100	4,889.00	100.0

Elaboración propia con base en datos obtenidos del inventario forestal, GEM, 2010.

Los bosques de coníferas y los encinos presentan degradación y fragmentación impulsadas por las actividades agropecuarias, la tala clandestina y la

extracción de leña, la selva baja caducifolia ha sido afectada por el pastoreo de ganado, los pastos inducidos y la erosión del suelo (**Figura 2**).

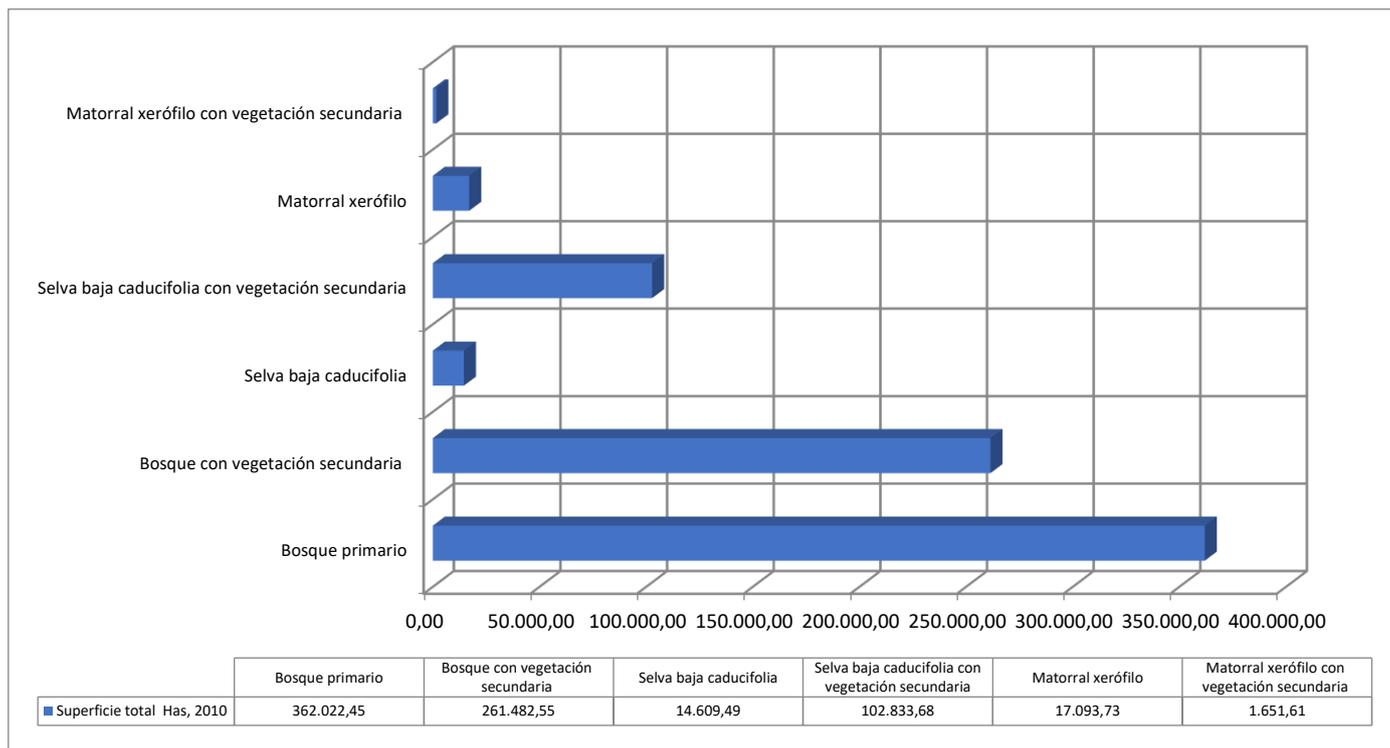


Figura 2. Estado de México. Superficie forestal en hectáreas, 2010.
Elaboración propia con base en datos obtenidos del inventario forestal, GEM, 2010.

La vegetación secundaria es un indicador de la degradación que está ocurriendo en las cubiertas forestales, principalmente en el bosque maderable. El bosque, la selva y el matorral con vegetación secundaria, ocupan 50%, 8% y 1% de la superficie total forestal (GEM, 2010). Los datos de los inventarios forestales 1994 y 2010², exponen una tasa de deforestación de 2%, equivalente a 17, 694 hectáreas (GEM, 2006; CONAFOR, 2011). Los intercambios entre categorías de uso de suelo en el período 2002-2010, indican que el bosque recuperó 49, 574

hectáreas de la ocupación agrícola, pastizal, matorral y selva, y cedió 40, 851 hectáreas a usos agrícola, pastizal y urbano. La selva recuperó 25,155 y el matorral 138.0 hectáreas, cedieron 24,349 y 3,584 hectáreas a los usos pecuario y agrícola. La cubierta de bosque presentó un balance de recuperación favorable por 8,723 hectáreas, equivalente a 1.3%, sin embargo, la tasa de pérdida de superficie con respecto a la total de bosque, fue 6.5%, la selva y el matorral tuvieron recuperación mínima y pérdidas de superficie significativas, 20.6% y 24.4% (**Figura 3**).

²La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable dispone actualizar el Inventario Nacional Forestal y de Suelos, cada

cinco años (DOF, 2018: art. 46), hasta el momento se han realizado en 1994 y 2010.

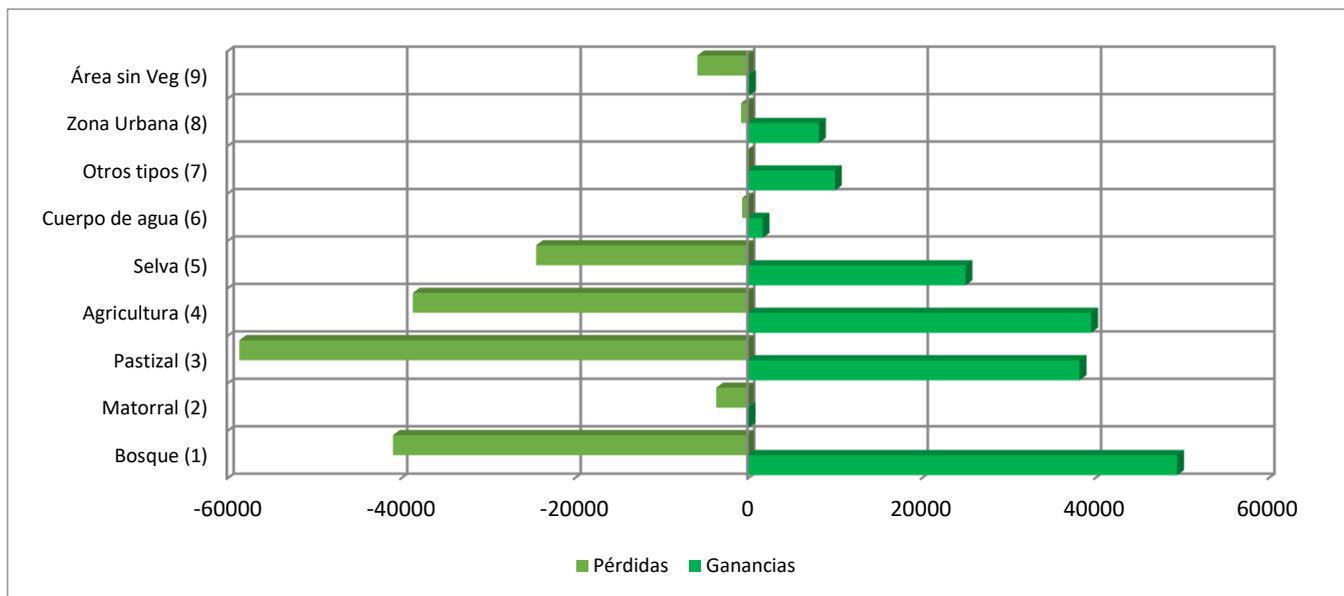


Figura 3. Estado de México. Pérdidas y ganancias de superficie forestal, 2002-2010. Elaboración propia con base en datos obtenidos de cartas de uso del suelo, 1:250,000, INEGI, 2000-2010.

La superficie recuperada experimentará una etapa de sucesión secundaria, caracterizada por la presencia de malezas, herbáceas y arbustos (Rezedowski, 1983: 202), a la postre formarán comunidades forestales remanentes, vulnerables a las plagas y a los incendios. La pérdida de superficie o deforestación presenta gradientes de perturbación, que van del empobrecimiento en la composición florística, a la destrucción ocasionada por los incendios, la tala clandestina y las plagas, hasta cambio de uso de suelo (Velázquez et al. 2011:7). Los factores de largo alcance que repercuten en el estado de las cubiertas de bosque, remite a la otrora *extracción de leña* para pagar el tributo demandado por la élite dirigente de la gran Tenochtitlan (Berdan, 2013), *desmonte* de las tierras repartidas a los núcleos agrarios y su *conversión a uso agrícola* de bajo potencial productivo, y la explotación *maderable* para construir la red ferroviaria en el primer cuarto del siglo XX (Ceballos et al, 2008). En el contexto actual la deforestación y el cambio de uso de suelo se atribuye a la expansión de las zonas agrícolas, ganaderas, urbanas y a la construcción de infraestructura (SEMARNAT, 2018:1).

En la base de los procesos de deforestación y cambio de uso de suelo se encuentran los intereses económicos, las crecientes necesidades sociales y la desvinculación de las políticas económica, social y ambiental. Las particularidades del caso identifican la remoción del bosque para proyectos inmobiliario en sitios de alto valor ecológico, proyectos de comunicación de alcance regional y la expansión del cultivo de flor al sur de la entidad. La explotación selectiva de la madera de pino que forma parte de la cadena de valor de la producción de tableros de fibra, la colecta de leña de pino y encino, hongos y plantas para mitigar necesidades energéticas, alimenticias de población pobre y la extracción de leña, resina y tierra para la venta. La ausencia de control ambiental agudiza el desmonte de la selva y el matorral para expandir la ganadería y la minería de arena y grava, la legislación ambiental y forestal no ha logrado frenar la tala clandestina, la conjunción de estos factores propicia la pérdida y el empobrecimiento de los ecosistemas forestales.



4. Aprovechamiento forestal

Las limitaciones del sector forestal caracterizan la reducida contribución a la economía nacional, 5,000 millones de dólares por año (0.81% del PIB); la superficie aprovechada y rendimiento maderable bajo; el marco institucional inadecuado para la producción sustentable y la inversión para potenciar el sector forestal al año 2025, no es factible (Torres, 2006). La perspectiva ambiental propone evitar la deforestación, la degradación e impulsar el desarrollo rural sustentable, mediante manejo y conservación de los bosques, mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores y fortalecimiento de la congruencia de las políticas ambientales (CONAFOR, 2010: 22).

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente dirige la política ambiental mediante instrumentos de protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional (DOF, 1988, art. 1); tiene atribuciones en las leyes que reglamentan el artículo 27 constitucional en materia agraria, desarrollo rural y desarrollo forestal sustentables. La Ley de Desarrollo Rural Sustentable define las reglas para impulsar el sector agropecuario, los sujetos de esta ley son los ejidos, las comunidades, las asociaciones de productores, personas físicas o morales que, realicen actividades en el medio rural (DOF, 2001, art. 1, 2), este ordenamiento acota la sustentabilidad a propiciar un medio ambiente adecuado y carece de mecanismos para elevar la calidad de vida de la población rural. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) le confiere autoridad absoluta a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, aunque dispone la extracción de los recursos maderables y los no maderables respetando la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas, promueve la explotación de los recursos maderables y los recursos no maderables los considera marginales (DOF; 2018: Cap. I, art.7). Esta ley deslinda en otros instrumentos de política pública *-no dice*

cuáles- la función de mejorar el ingreso y la calidad de vida de las personas que participan en la actividad forestal, la generación de valor agregado, la diversificación productiva y la creación de fuentes de empleo (DOF, 2018: art. 1, 28).

La Ley Agraria regula el régimen de la propiedad, la calidad de las tierras y las modalidades de organización para aprovecharlas (DOF, 1992, art. 1,2), determina la certeza jurídica, el acceso a la tierra y a los recursos naturales contenidos en esta y las normas de aprovechamiento. En el Estado de México, 51% de las tierras se inscriben en la propiedad social, comprende los asentamientos humanos (4%), las tierras parceladas (55%) y las tierras de uso común (37%) (INEGI, 2009). El usufructo de las tierras de uso común se rige por normas consuetudinarias, los no propietarios quedan excluidos del aprovechamiento (DOF, 1992: cap. II, secc. 5, art. 73,74), los titulares de las tierras son beneficiarios directos de los recursos maderables (vegetación leñosa) y no maderables (leña, líquenes, musgo, hongos, resina y tierra).

El aprovechamiento maderable se fundamenta en la LGDFS y su reglamento, incorpora los servicios ambientales en el manejo forestal; los niveles jerárquicos de operación, los mecanismos de monitoreo y los servicios técnicos forestales. El reglamento tratándose de aprovechamiento simplificado, intermedio y avanzado contiene los lineamientos de los programas de manejo forestal, los cuales registran la superficie, el tipo de vegetación, las especies dominantes, las prácticas de selección, frecuencia de cortas, conservación, restauración y protección de los ecosistemas forestales, todos ellos medidas de prevención de los impactos del aprovechamiento (DOF, 2005: art 37, 40). La explotación se realiza mediante el método mexicano de ordenación de bosques irregulares, consiste en cortas de selección individual y en grupos (López, 2005).

El sector maderable se conforma por 303 unidades de aprovechamiento forestal, 40% de propiedad social y 60% de propiedad privada,



cuenta con un potencial productivo de 107,649 hectáreas y 3,300, 032 m³, 41% pino, 33% oyamel; encino 18%; cedro 3% y hojosas 6% (GEM, 2011). Los pinos y los oyameles se usan para producir escuadría, los encinos y especies variadas para leña y carbón (Figura 4). El aprovechamiento maderable incrementó la producción de escuadría, celulósicos, leña y carbón en el período 2007-2012, pasó de 135,930 m³r a 191,783 m³r, la producción sujeta a controles ambientales, resina, rizomas y tierra de monte, decreció de 277,570 a 27,766 toneladas. El volumen de la producción

destaca la escuadría, los celulósicos, la leña y el carbón, con 77%, 6.1%, 9.2% y 7.5%, en el valor de la producción por 25,150, 7431 de pesos M/N, la escuadría aportó 52%, la resina 37%, el carbón 8.5%, celulósicos 1%, leña 1%, tierra de monte 0.01%, otro 0.19% (SEMARNAT, 2007, 2012). En el año 2016 la producción maderable ascendió a 296,067 m³r, el pino aportó 42%, el oyamel 39% y el encino 16% del valor total de la producción (SEMARNAT, 2016).

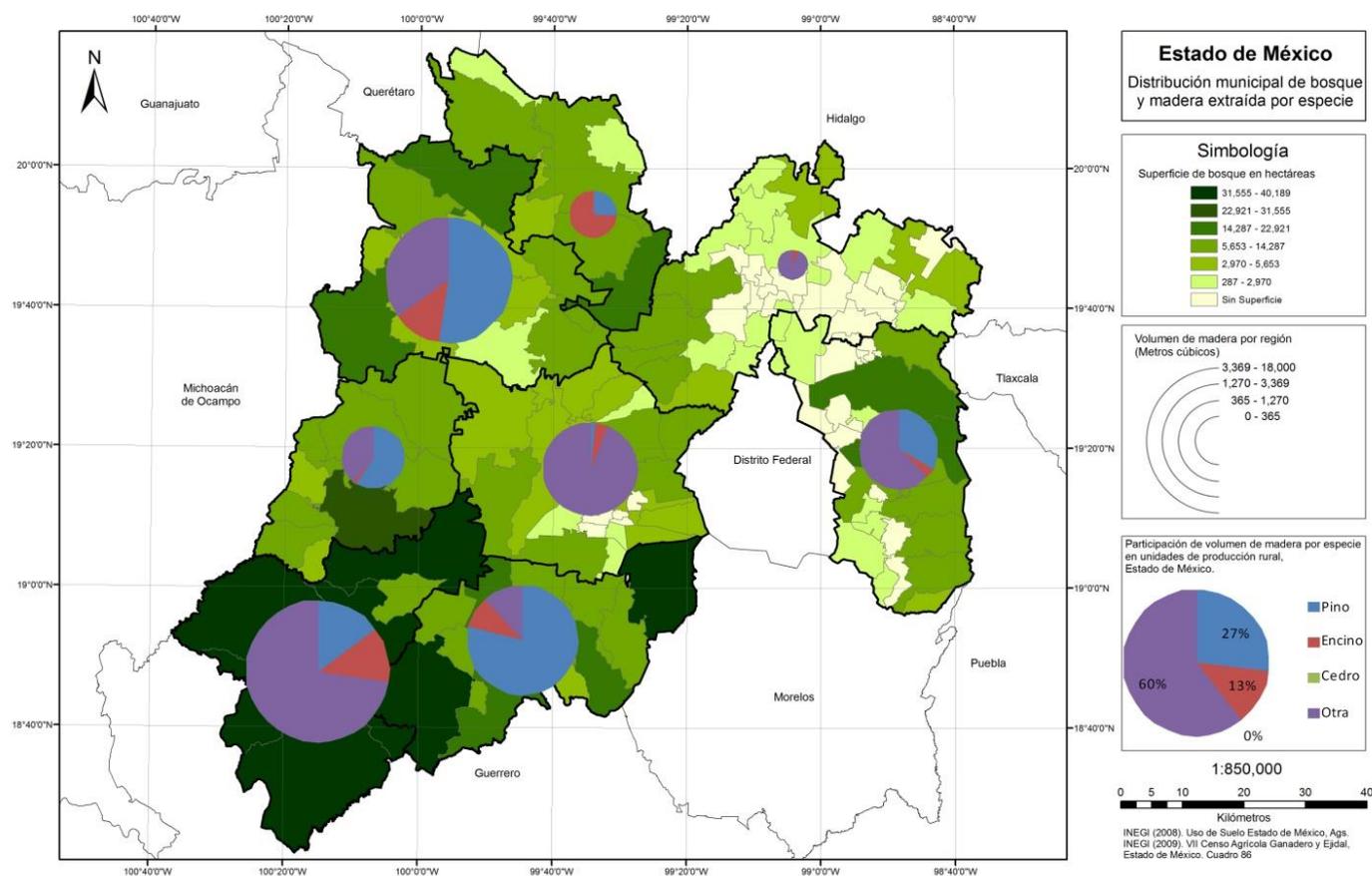


Figura 4. Estado de México. Superficie de bosque y recurso aprovechado, 2009.

El aprovechamiento no maderable se realiza en tierras dedicadas a la actividad agropecuaria, que cuentan con superficie de bosque o selva. En esta superficie se recolecta leña y carbón para autoconsumo y para la venta, también resina, tierra de monte, semillas y hongos. La composición de la producción por un monto de

2,225.36 m³, expone que la leña y el carbón para autoconsumo, contribuyeron con 19.38% y 19.40%, en tanto, la leña recolectada para la venta casi se duplicó 4,149.03 m³ (INEGI, 2009), los datos confirman el valor de la leña y carbón para consumo y venta.



5. Balance ecológico

La relación de la disponibilidad de los activos forestales y la capacidad productiva de la tierra para sostener la producción y consumo de madera, se determinó por medio de dos variables: superficie (has) y producción forestal (m³). La primera variable comprende, la superficie total de latifoliadas y coníferas; la superficie forestal autorizada para aprovechamiento maderable y la superficie de bosque o selva en predios rurales. La segunda variable incluye la producción maderable,

2012; la producción maderable estimada, 2018, recolección de leña para la venta, recolección leña y carbón para autoconsumo. A partir de estos datos se estimó la producción en materia seca (kg) y la productividad promedio (kg/ha). El consumo de leña se determinó a través de la población que carece de combustible para cocinar, la superficie de latifoliadas y coníferas; una familia de diez integrantes que colectó leña de encino-pino, la superficie promedio de un predio rural (1.2 hectáreas) y el consumo de leña por persona (1.5 kg). (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Parámetros de cálculo de la huella ecológica y biocapacidad

Superficie en hectáreas (has)	Producción en metros cúbicos (m ³)	Producción en materia seca kg*	Productividad
Superficie de latifoliadas y coníferas	Maderable (m3r), 2012	(m3r*545.83)	Vol. kg/superficie
854,372	191,783.0	104,680,914.89	122.55 kg/ha
	Maderable estimada (m3r), 2018		
	247,636	123,000,061.35	143.96 kg/ha
Superficie aprovechable autorizada	Maderable (m3r), 2012		
107,649.0	191,783.0	104,680,914.89	9.28 kg/ha
Superficie total de bosque o selva en unidades de producción rural, 2009	Recolección de leña para venta (m3)		
	4,149.0	2264648.67	162.60 kg/ha
	Recolección de leña y carbón para autoconsumo (m ³),		
	863.0	471051.29	33.82 kg/ha
	Producción total no maderable, 2009		
13,927.1	5,012	3,046,823.06	218.76 kg/ha
Superficie de latifoliadas y coníferas	Población que carece de combustible para cocinar	Consumo per cápita kg	Consumo total kg
854,372	2,406,629	1.0	2,406,629
Superficie promedio de un predio rural	Integrantes de la familia de recolectores	Consumo per cápita kg	Consumo total kg
1.2 has-1,200 m ²	10	1.5	5,400 kg/año

Fuente: Elaboración propia

Los resultados presentan cinco escenarios que establecen la dirección del balance del Impacto del aprovechamiento (huella ecológica) y la capacidad ecológica de las tierras. El déficit en la superficie

de coníferas y latifoliadas, superficie autorizada para aprovechamiento forestal, producción maderable 2012 y producción estimada al año 2018, expresa que el aprovechamiento maderable



rebasar la capacidad ecológica de las tierras disponibles y la carencia de tierras de productividad media para sostener la producción. La superficie en predios con actividad

agropecuaria y forestal y la producción de leña para venta, leña y carbón para autoconsumo, anticipa umbrales que podrían evolucionar en dirección negativa (Figura 5).

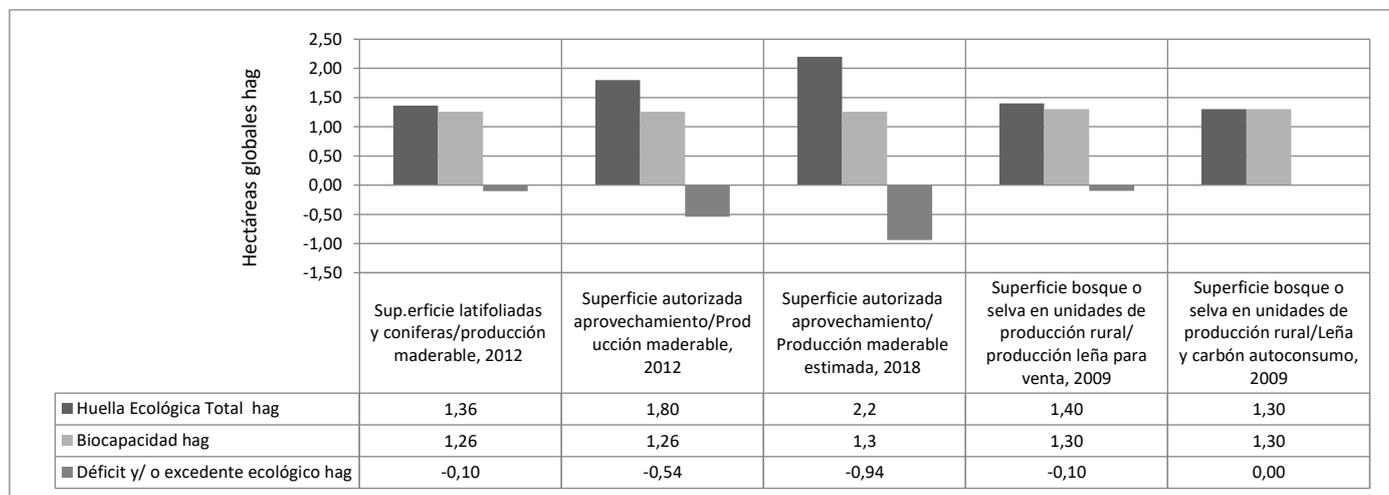


Figura 5. Escenarios de déficit ecológico. Elaboración propia

El rendimiento por unidad de área (kg/ha) y rendimiento por unidad de área requerida (kg/hag), perfila que se ha alcanzado la máxima productividad y el déficit aproxima productividad decreciente (**Figura 6**).

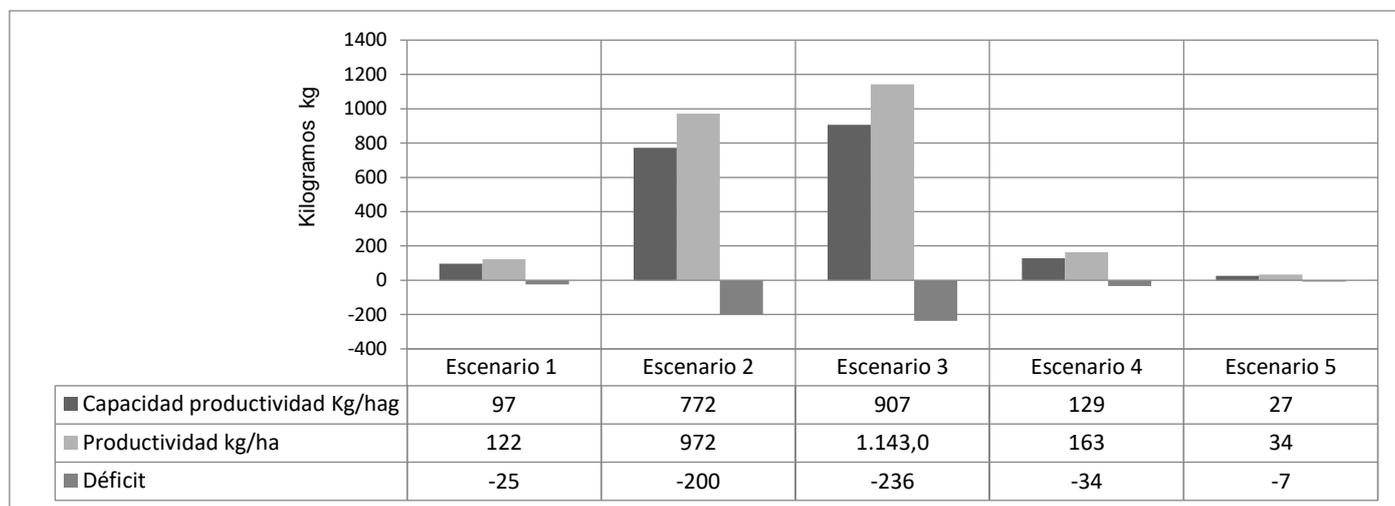


Figura 6. Productividad (kg/ha) y capacidad productiva kg/hag. Elaboración propia

El balance de la leña indica que las tierras tienen capacidad para absorber el consumo por persona,

siempre que la población carente de combustible para cocinar se mantenga estable (Figura 7).

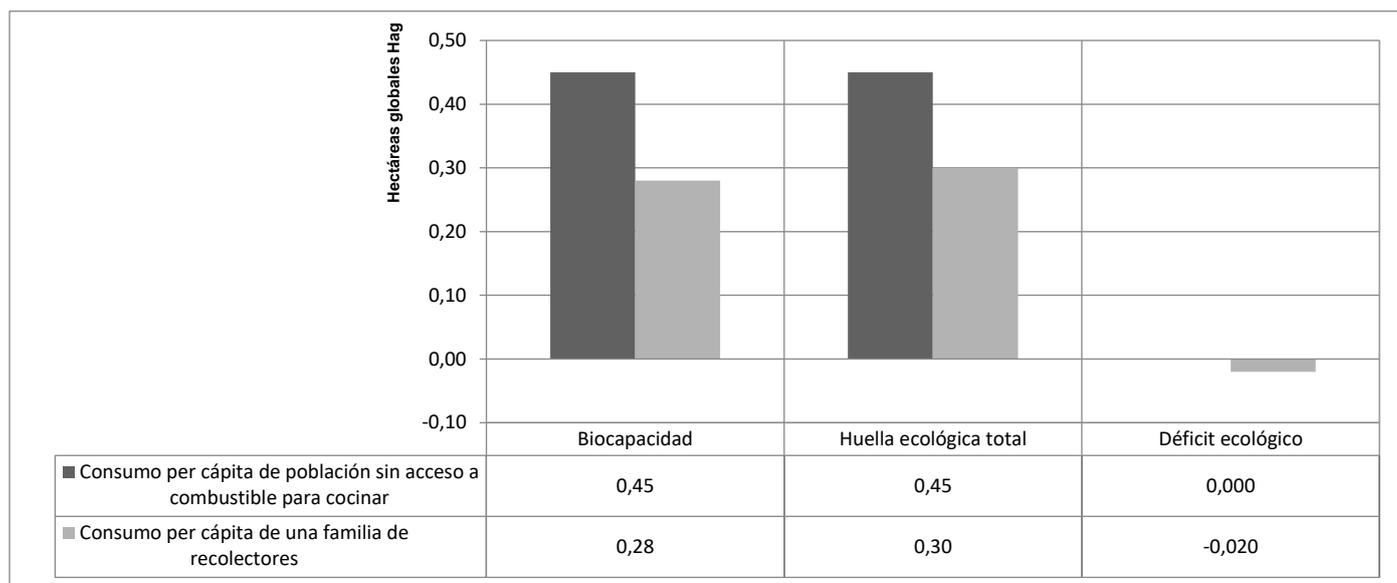


Figura 7. Consumo de leña (hag). Elaboración propia

En la familia de recolectores, el déficit delinea dificultades para mantener el consumo de leña, este es significativo si se toma en cuenta que el grupo consta de diez personas, lo que condiciona la presión que se ejerce en el predio de 1.2 hectáreas.

6. Discusión

El potencial forestal del Estado de México se sustenta en 38% de la superficie total y en la productividad de los bosques de coníferas y latifoliadas. La vegetación secundaria (59%) indica avance de la degradación forestal que se origina en escala local y trasciende a la escala regional. Los escenarios de déficit ecológico (-0.10 hag, -0.54 hag y -0.94 hag) en la superficie de latifoliadas y coníferas, superficie forestal autorizada para aprovechamiento (13%), producción maderable, 2012 y producción estimada en el año 2018, expresan tendencias que anticipan insuficiencia de tierras de productiva media para sostener la producción maderable. Las tasas de crecimiento de la producción maderable 2007-2012 (3.5%), 9,308.8 m³r por año, 247,635.8 m³r al 2018 y 316,974 m³r al 2025 y 2012-2016 (4.4%), 17,380.6 m³r por año, 330,828.2 m³r en 2018 y 447,280 m³r en 2025, ratifica la intensificación de la explotación maderable. Las variables productivas en el período 2009-2012,

muestran que la leña fue el producto no maderable más recolectado para autoconsumo y venta (5,012 m³), en tanto, la producción maderable de leña y carbón destinada al mercado fue tres veces mayor (15,036 m³) y treinta y ocho veces mayor la producción de escuadría (91,783m³), la que se procesa en aserraderos rústicos y se destina a la industria de la construcción y la del mueble (Chapela,2012).

Los escenarios de consumo de leña de la población que carece de acceso a combustible para cocinar y la familia que recolectó leña, expresan que la capacidad de la tierra para satisfacer el consumo energético se encuentra en umbral crítico (0.00, -0.020), el déficit podría agudizarse en función del incremento de los usuarios; carencia de ingreso e inaccesibilidad del gas licuado de petróleo (SENER, 2007), persiste amenaza de intensificación de la extracción de leña y mayor presión sobre las cubiertas forestales. El aprovechamiento de los bienes o servicios del medio natural, varía en cada sistema social según la disponibilidad de los recursos, las técnicas para extraerlos y las reglas para distribuirlos entre los miembros (Icaza, 2006), paralelamente, las fuerzas del mercado generan conflictos de intereses entre los pobladores que utilizan los recursos para la subsistencia y los que buscan ingresos en corto tiempo, las tasas de



recolección que exceden la capacidad de las poblaciones para sustituir a los individuos extraídos, varían entre las especies y están ligadas a las estrategias de manejo por parte de las comunidades locales, las tasas de recolección que exceden la capacidad de regeneración natural, ocasionan declinación de las poblaciones nativas con fuertes implicaciones ecológicas y económicas (López, 2008: 216).

A medida que se extraen los recursos maderables y no maderables a tasas de agotamiento, la escasez en el futuro y el precio de estos recursos será mayor (Mendieta, 2000:10), en pocos casos las comunidades aplican estrategias de colaboración, autogestión, mecanismos de decisión, solución de conflictos y procedimientos que incentiven los usos responsables y sanciones para los que causen sobreexplotación (Ostrom, 1990), en otros casos, la ausencia de credibilidad y bajo costo de las sanciones, motiva que los propietarios y los pobladores promuevan la extracción ilegal (INE, 2005). La política ambiental prescribe restricciones; incentivos; concesiones, autorizaciones; licencias; permisos y multas, las multas presentan eficacia mínima como instrumentos de disuasión en materia de protección del medio ambiente (Leal, 1997); en cambio los impuestos son instrumentos económicos que distribuyen los costos sociales de los efectos ambientales negativos (Miró, 2002), el desempeño de las políticas y las estrategias conservacionistas no ha dado los resultados esperados, en consecuencia, la pérdida y degradación de los bosques en el Estado de México (GEM, 2006).

7. Conclusión

Este estudio en el Estado de México anticipa umbrales críticos de aprovechamiento y los cambios que experimentarán las cubiertas forestales debido a causas multifactoriales, por un lado, las carencias sociales de los propietarios, límites indefinidos de las tierras, inmediatez de las decisiones de cómo utilizar los recursos forestales, ausencia de responsabilidad individual en la conservación de las tierras de uso común,

imposibilidad económica para reforzar la vigilancia, trasgresión de los derechos de propiedad y libre acceso; por el otro lado, los intereses económicos del sector maderable, precio comercial de la madera, carencias de la población que usa la leña como energético y la inconmensurable tala clandestina, estos son los factores que inducen prácticas de explotación que merman la densidad de las cubiertas de latifoliadas, coníferas, bosque mixto, impactan la productividad natural y agudizan la pobreza rural. La Ley de Desarrollo Forestal Sustentable adolece de mecanismos para mediar el conflicto de la conservación de las cubiertas forestales y la expansión de las actividades agropecuarias, carece de alternativas que atiendan las necesidades básicas de la población local y legitima la explotación maderable. La conflictividad expresa la urgencia de desarrollo económico, en contrasentido de la estabilidad y suficiencia de las reservas forestales. Los escenarios de déficit ecológico sintetizan los efectos acumulados de los sistemas de explotación extractiva e incapacidad biofísica de las tierras para sostener la producción maderable y provisión de leña en el tiempo. Las tendencias del entorno forestal deben ser objeto de alternativas específicas de previsión que consideren la solución del conflicto entre las necesidades e intereses de los actores sociales.

La perspectiva de escasez ecológica exige cambios en las maneras de gestionar los bienes y servicios forestales, mediante políticas y acciones que promueva sinergias sociales, económicas y medio ambientales a través de alternativas de desarrollo rural, ordenen los conflictos distributivos en el ciclo aprovechamiento-venta-consumo de productos forestales, garanticen la estabilidad de las cubiertas forestales por medio de impuestos de base industrial y un fondo de daño ambiental que financie proyectos de mitigación y recuperación, establezcan monitoreo regular de la productividad, capacidad de carga y los límites de aprovechamiento.



Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Universidad Autónoma del Estado de México.

Bibliografía

Berdan, F., 2013. El tributo a la Triple Alianza, *Arqueología Mexicana*, Vol. 124: 49-55.

Bocco, G., Urquijo, P., 2013. Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y sociedad*, Vol. 25 (56): 75-102.

Borucke, M.; Moore, D.; Cranston, G.; Gracey, K.; Katsunorilha, Larson, J.; Lazarus, E.; Morales, J. C.; Wackernagel, M. y A. Galli, 2013. Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*. Vol. 24: 518-533.

Ceballos, G., List, R. Garduño, G., López, R., Muñoz, MJ. y E. Collado, 2008. La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado, Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Gobierno del Estado de México-Secretaría del Medio Ambiente. Toluca, México.

Comisión Nacional Forestal., 2004-2006. *Tomo I. Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guadalajara, México.

Comisión Nacional Forestal., 2011. *Inventario nacional forestal y de suelos 2007-2010*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guadalajara--México.

Consejo Nacional de Población, 2016. México. *Proyección de la población de los municipios 2010-2030*, SEGOB, disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos/

Chapela, G., 2012. Problemas y oportunidades en el mercado para las empresas sociales forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo. México, México.

Diario Oficial de la Federación. 1988. *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*.

Secretaría de Gobernación. Estados Unidos Mexicanos. México, México

Diario Oficial de la Federación. 1992. *Ley Agraria*. Secretaría de Gobernación. Estados Unidos Mexicanos. México, México.

Diario oficial de la federación. 2001. *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Estados Unidos Mexicanos. México, México.

Diario Oficial de la Federación. 2018. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Secretaría de Gobernación. Estados Unidos Mexicanos. México, México.

Diario Oficial de la Federación. 2005. Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable, publicada el 21 de febrero. Presidencia de la República. México, México.

Ewing B., Anders R., Rizk, S., Galli A., Wackernagel, M. y J. Kitzes, 2008. *Calculation methodology for the National Footprint Accounts, Editlon*. Oakland. USA: Global Footprint Network.

Comisión Nacional Forestal. 2010. *Visión de México sobre REDD+, hacia una estrategia nacional*. Gobierno Federal-Semarnat. Zapopan, Jalisco, México.

Galli, A.; Wackernagel, M.; Iha, K. y E. Lazarus, 2014. *Ecological Footprint: Implications for biodiversity*. *Biological Conservation*. Vol. 173: 121-132.

Global Footprint Network. 2018. *National Footprint Accounts*, disponible en: <https://www.footprintnetwork.org/resources/data/>

Gobierno del Estado de México. 2006. *Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-2025*. Sedagro, Probosque. Toluca, México.

Gobierno del Estado de México. 2010. *Inventario Forestal 2010*. Probosque, Toluca, México.

Gobierno del Estado de México. 2011. *Acumulado de autorizaciones de aprovechamiento forestal maderable 2005-2011*. Sedagro, Probosque, Metepec, México.



Hernández, A., Ferriz, A., Herrero, Y., González, L., Morán, C., Brasero, A. y A.M. Ortega, 2009. El indicador de la huella ecológica. La crisis ecosocial en clave educativa. Guía didáctica para una nueva Cultura de Paz. FUHEM. CIP-Ecosocial, Gobierno de España, Madrid: 7- 173.

Icaza Longoria, P., 2006. Los recursos de uso común en México: un acercamiento conceptual". *Gaceta Ecológica*, Núm. 80: 5-17, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908001>

Instituto Nacional de Ecología. 2005. Situación general existente en las comunidades agrarias con respecto al manejo de los recursos naturales, Semarnat, México, México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2009. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, Estado de México. Aguascalientes, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2010. Censo de Población y Vivienda. Tabulados del Cuestionario Básico. Aguascalientes-México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993-2010. Carta de uso del suelo y Vegetación 1:250,000, series 2, 3 y 4. Aguascalientes-México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1968-1986. Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250,000. Serie I, Aguascalientes-México.

Instituto Nacional para el Federalismo y el desarrollo municipal. 2014. Finanzas públicas municipales, Secretaría de Gobernación. México, México.

Lazarus, E., Zokai, M. Borucke, D. Panda, K. Iha, J. C. Morales, M. Wackernagel, Galli, A. y N. Gupta. 2014. Working guidebook to the national footprint accounts. Oakland, USA.

Leff, E., 2006. Complejidad, racionalidad ambiental y diálogo de saberes, ponencia presentada en el I Congreso Internacional Interdisciplinario de participación, animación, e intervención socioeducativa, celebrado en noviembre de 2005. Barcelona-España.

López, R., 2005. *Programa de Manejo Forestal Autorizado*, Libro México UI, Registro Forestal Nacional, volumen 2, número 31. Toluca-México.

Mancini, MS., Galli, A., Coscieme, L., Niccolucci, V., Lin, D., Pulselli, F.M., Bastianoni, S., y N. Marchettini, 2018. Exploring ecosystem services assessment through Ecological Footprint accounting. *Ecosystem Services, Volume 30, Part B*: 228-235, disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617301390?via%3Dihub>

Martínez-Alier, J., 2004. Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 1: 21-30.

Manteiga, L., 2000. Los indicadores ambientales como instrumento para el desarrollo de la política ambiental y su integración en otras políticas, Estadística y Medio Ambiente. Instituto de Estadística de Andalucía. Sevilla: 75-87, disponible en: <http://ecal.coria.org/recursos/..%5Carchivos%5Cindicadores%20como%20herramienta.pdf>

Mendieta, J. C., 2000. *Economía Ambiental*. Universidad de los Andes. Santa Fe de Bogotá.

Miró, P. 2002. El Teorema de Coase y sus implicaciones según, el problema del Coste Social, Contribuciones a la economía de Mercado, virtudes e inconvenientes, disponible en: <http://www.eumed.net/cursecon/colaboraciones/index.htm>.

Moffatt, I., 2000. Ecological footprints and sustainable development, *Ecological Economics*, 32: 359–362.

Moore, D., 2011. Ecological footprint analysis, San Francisco–Oakland–Fremont, Metropolitan statistical area. Global footprint network report, Oakland, California, pp: 3-14.

Ostrom, E., 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press.

Rodríguez, C., 2002. Diseño de indicadores de sustentabilidad por cuencas hidrográficas, Instituto Nacional de Ecología, México, México.



Rzedowski, J., 1983. Vegetación de México, Limusa, México, México

Saldarriaga, C. y N. Campos, 2005. Economía de recursos naturales y medio ambiente en 40 años de la revista economía y administración, Economía y administración No 64, junio, pp. 77-89.

Secretaría de Energía. 2007. Prospectiva del Mercado de Gas LP 2007-2016, Estados Unidos Mexicanos, Dirección General de Planeación Energética, México, DF, pp.-1-157.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Anuario Estadístico de la Producción Forestal, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Anuario Estadístico de la Producción Forestal, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2016. Anuario Estadístico de la Producción Forestal, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. México, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Huella ecológica, datos y rostros, Cuadernos de divulgación ambiental, primera edición. México, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. Indicadores básicos de desempeño ambiental en México, disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/indicadores14/conjuntob/07_forestales/07_forestales_pr esion.html.

Tobasura, I., 2008. Huella ecológica y biocapacidad: indicadores biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales, Colombia, XI Jornadas de Economía Crítica, ECO-CRI, 27- 29 de marzo, Bilbao-España.

Torres, J. M., 2006. Informe Nacional. México. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. SEMARNAT-FAO, disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/j2215s/j2215s00.htm#TopOfPage>

Velázquez, A., Núñez, J. M., Couturier, S. A. y G. Bocco, 2011. Propuesta metodológica para normar la evaluación de la tasa de deforestación y degradación forestal en México. WWF, CIGA UNAM. México, México.

Wackernagel, M. y W. Rees, 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, Gabriola Island, British Columbia, Canada. New Society Publishers.