

# Apropiación social de la biomasa combustible

## Análisis de estado

María Estela Orozco-Hernández<sup>1</sup>, Ma. Eugenia Valdez<sup>2</sup>, Gustavo Álvarez<sup>1</sup> y Denise Morales Sánchez<sup>1</sup>

Facultad de Planeación Urbana y Regional<sup>1</sup>, Centro Universitario Tenancingo<sup>2</sup>

Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, México<sup>1</sup>, Tenancingo, México<sup>2</sup>; México

[eorozco6, denise\_m92]@hotmail.com, mevaldezp@uaemex.mx, galvareza68@gmail.com

**Abstract**— This study explores the use of biomass in the state of Mexico. Income below the welfare line, rising gas costs, social land ownership, environmental restrictions and free access are factors that induce the collection of firewood for family consumption and sale in local markets. Direct appropriation of the resource is not the only cause of forest degradation. However, subtractive, selective and silent use rapidly alters the density and productivity of native vegetation. The situation requires strategies that integrate the needs of users, use projects, incentives and simplified management. Biophysical and social parameters, estimates, interviews and observations at specific sites were used.

**Keywords** - *Social need, firewood, collection, productivity, forest degradation.*

**Resumen**— Este estudio explora el uso de biomasa en el estado de México. Los ingresos por debajo de la línea de bienestar, aumento del costo de gas, la propiedad social de la tierra, las restricciones ambientales y libre acceso son factores que inducen la recolección de leña para consumo familiar y venta en los mercados locales. La apropiación directa del recurso no es la única causa de la degradación forestal. Sin embargo, la utilización sustractiva, selectiva y silenciosa altera rápidamente la densidad y productividad de la vegetación nativa. La situación requiere estrategias que integren las necesidades de los usuarios, los proyectos de uso, los incentivos y la gestión simplificada. Se utilizaron parámetros biofísicos y sociales, estimaciones, entrevistas y observaciones en sitios específicos.

**Palabras claves**— *Necesidad social, leña, colecta, productividad, degradación del bosque.*

## I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación explora la apropiación social de la leña combustible y su relación con el estado de las cubiertas forestales en el Estado de México.

La apropiación de los recursos naturales por parte de las comunidades rurales, es un proceso cultural e histórico, que varía en tiempo y espacio, genera consecuencias ecológicas a distintas escalas, desde lo local a lo regional y global, el deterioro de los ecosistemas, altera su funcionamiento y las formas locales de uso de la naturaleza [1].

La apropiación directa de leña es parte del abastecimiento que se destina a las necesidades personales y se intercambia en los mercados locales, representa 66% del consumo nacional, 25.0 Mm<sup>3</sup>/leña/año [2], 16.4 millones de personas usan leña para cocinar, 6.6 millones leña y gas [3], consumo promedio, 1.0 m<sup>3</sup> per cápita/año.

La leña y carbón proveen 10% de la energía primaria usada en el país [4], 30% de la energía residencial, y 5.0% y 2.0% de la energía final [5], 80% de la energía consumida en los hogares rurales.

No obstante que el aprovechamiento de leña, no es directamente proporcional al volumen utilizado, y, no es la causa de la deforestación a media y gran escala [6], estudios generales y particulares advierten que el consumo de leña es superior a la producción de madera autorizada y madera comercial [7-8], el consumo aumenta en relación con el precio del gas [9], tasas de extracción crecientes y déficit de especies preferidas en las regiones pobres e indígenas, aprovechamiento selectivo de especies de fácil encendido, duración en el fuego y baja emisión de humo [10], la frecuencia e intensidad de

aprovechamiento genera cambios persistentes más difíciles de controlar, que la deforestación [11], y efectos negativos locales y globales [12].

La apropiación de la leña combustible tiene sus causas en la incapacidad económica de los hogares rurales y acceso libre a los recursos forestales, la intensidad de aprovechamiento amenaza las especies preferidas y cambios en la composición, estructura, densidad y productividad de las comunidades forestales, que carecen de interés comercial.

El valor de uso de la leña se encuentra en la satisfacción de los requerimientos energéticos de las economías domésticas, el dilema ambiental radica en la dependencia de una sola fuente y agotamiento del recurso por uso abusivo e irracional [13].

## II. MÉTODOS Y MATERIALES

En ausencia de datos específicos se aplicó una metodología de nivel 1, para calcular la biomasa se utilizaron datos del Inventario Nacional Forestal [14] y ecuaciones alométricas [15, 16], la representación espacial en giga gramos y la matriz de usos de suelo se realizó mediante la carta vectorial de uso de suelo serie IV [17, 18], la superposición de las localidades marginadas y usos de suelo por medio del software Arc Gis [19, 20]. El índice de consumo de energía primaria [13], calculado con la población con carencia de acceso a los servicios básicos y combustible para cocinar, producto interno bruto per cápita en dólares [21], consumo promedio de 1.0 kilogramo de leña por persona, equivalente a 3,500 kilocalorías de energía bruta. El uso de la leña para cocinar se caracterizó con datos de la encuesta inter censal en los hogares [22] y línea de bienestar mínimo [23], la recolección de leña con los censos agropecuarios [24], Encuesta Nacional de Hogares Rurales de México [25] e información de las entrevistas aplicadas en sitios específicos. El consumo familiar se estimó con datos proporcionados por los pobladores y parámetros estandarizados. Una carga de leña es a  $0.3097 \text{ m}^3$  de leña sin corteza, un  $\text{m}^3$  a 3.2289 cargas, una carga 0.30 o 0.28 toneladas métricas, 300 a 280 kilogramos [26].

## III. RESULTADOS

### A. Usos de suelo y marginación social

El Estado de México tiene una superficie de 2, 233,759 hectáreas, destacan los usos de suelo agrícola (46%), forestal (33%), urbano (4%) y otros usos (17%) [14]. La distribución de las localidades de 5,000 y menos habitantes, identifica la ruralidad de la marginación social, viviendas hacinadas e ingresos hasta dos salarios mínimos mensuales, 1,634.1 pesos/mes o 128 dólares/mes (Figura 1 y 2).

En la porción sur, la población en grado de marginación alto y muy alto, aprovecha los bosques de encino, bosque mixto y selva baja caducifolia. Al norte y noroeste, la población de origen mazahua y otomí en grados de marginación medio y alto, los bosques de pino-encino, encino y matorral xerófilo.

La zona centro-oriente comprende municipios que forman parte del área de influencia de las ciudades de Toluca y México, dispone de población en grados de marginación bajo y muy bajo [19] y cubierta de bosque de coníferas.

Las comunidades marginadas enfrentan escenarios de elevada vulnerabilidad cuya mitigación escapa del control personal y familiar, esas situaciones resultan de un modelo productivo que no brinda a todos las mismas oportunidades, las desventajas son acumulables y configura escenarios cada vez más desfavorables [27].

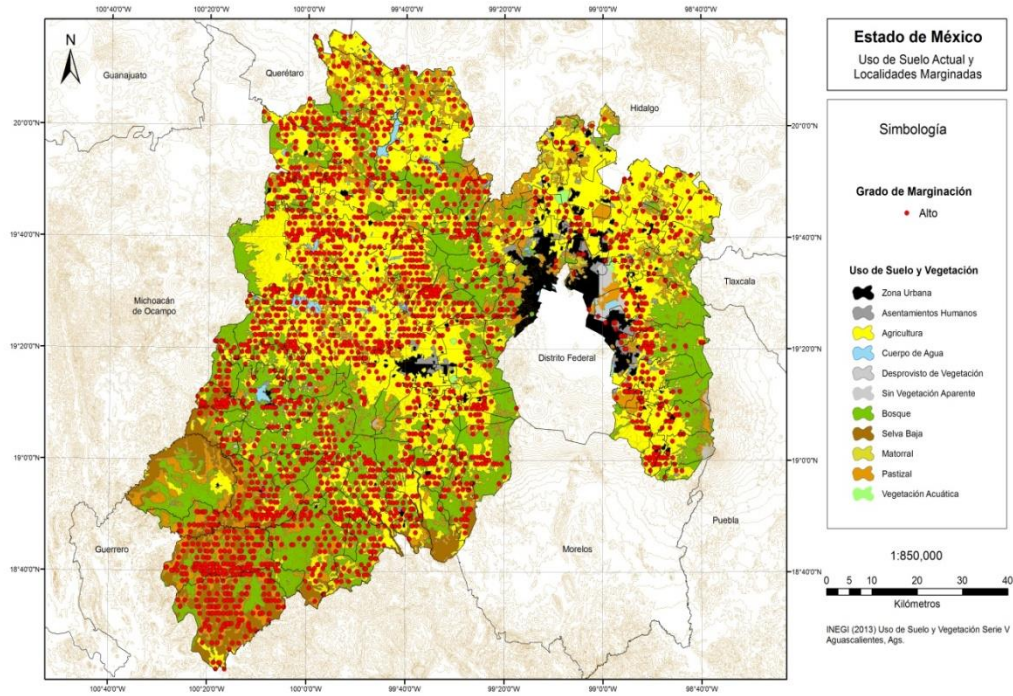


Fig. 1. Usos de suelo y localidades con alto grado de marginación.

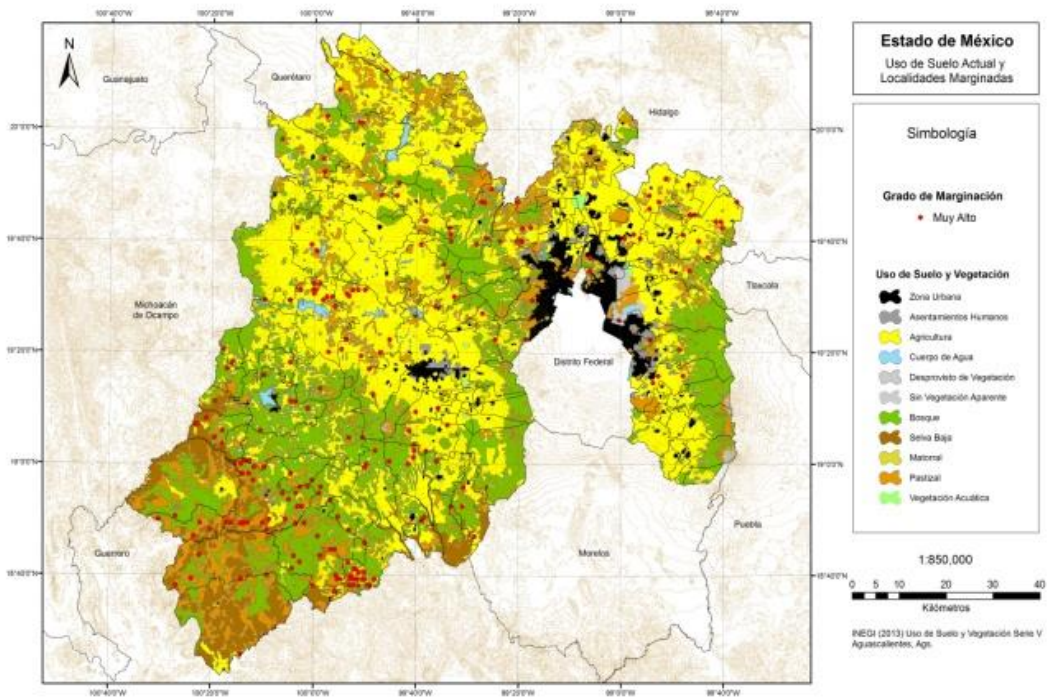


Fig. 2. Usos de suelo y localidades con muy alto grado de marginación

### B. Productividad forestal

Los inventarios nacional y estatal registran una superficie forestal de 735,411.32 [14] y 873,763 hectáreas [28]. Esta superficie se distribuye en las sub cuencas del alto río Lerma, alto río Balsas, alto río Pánuco y para fines de gestión, ciento veinticinco municipios se agrupan en ocho regiones forestales [29], prevalece el régimen de propiedad social en 70% de la superficie forestal [30].

El bosque de coníferas ocupa 32% de la superficie forestal, las regiones 1, 2 y 5 disponen de 63%, el bosque de pino-encino cubre 19%, las regiones 6, 7 y 4 disponen del 76% de esta superficie, los encinos se desarrollan en 47% de la superficie, las regiones 4, 6, 8 y 2, congregan 77% de la superficie de este tipo de vegetación. Otras comunidades, comprende vegetación acuática y subacuática de los lagos del Lerma, relictos de matorral xerófilo en la región 2 y selva baja caducifolia en la región 4 [28].

La biomasa producida por árboles, vegetación arbustiva y herbácea por unidad de área [31], indica que la biomasa promedio en la entidad, equivale a 0.45 Gg o 450 ton/ha, superior a la del bosque mixto y bosque de coníferas, 361 ton/ha y 303 ton/ha [32].

La mayor productividad promedio identifica los bosques de coníferas de las regiones 2, 1, 5 y 7. El promedio igual o menor a 0.57 Gg o 570 ton/ha, corresponde a los bosques de pino-encino, encino-pino y encino, en las regiones Tejupilco y Coatepec Harinas (Tabla 1).

Tabla I. Biomasa por región forestal.

Regiones forestales	No. Municipios	Superficie total hectáreas	Superficie forestal hectáreas	Biomasa Giga gramos	Superficie forestal regional %	Superficie forestal %	Biomasa %	Biomasa Giga gramos/hectárea
<b>Alto Lerma</b>								
1. Toluca	24	290,000	57,825	38,853	20	8	12	0.67
5. Atlacomulco	10	320,607	58,140	33,104	18	8	10	0.57
<b>Valle de México-alto Pánuco</b>								
2. Zumpango	31	322,673	36,844	17,003	11	5	5	0.46
3. Texcoco	26	261,908	72,129	61,113	28	10	18	0.85
8. Jilotepec	7	205,592	43,527	19,867	21	6	6	0.46
<b>Alto Balsas</b>								
4. Tejupilco	6	349,392	216,627	56,015	62	29	17	0.26
6. Coatepec Harinas	12	286,059	161,349	56,878	56	22	17	0.35
7. Valle de Bravo	9	197,528	88,969	50,426	45	12	15	0.57
Estado de México	125	2,233,759	735,410	333,259	33	100	100	0.45

Elaborado con base en CONAFOR, 2011. Giga gramo (Gg) equivale a 1,000 toneladas o 1,000,000 kilogramos.

Los valores altos de biomasa promedio y la superficie forestal igual o superior a 50%, identifica a los municipios de San José del Rincón (1,1206 Gg), Texcoco (11,214 Gg), Ixtapaluca (15,316 Gg), Ocuilan (16,281 Gg), Valle de Bravo (19,302 Gg) y Temascaltepec (25,431 Gg), (Figura 3).



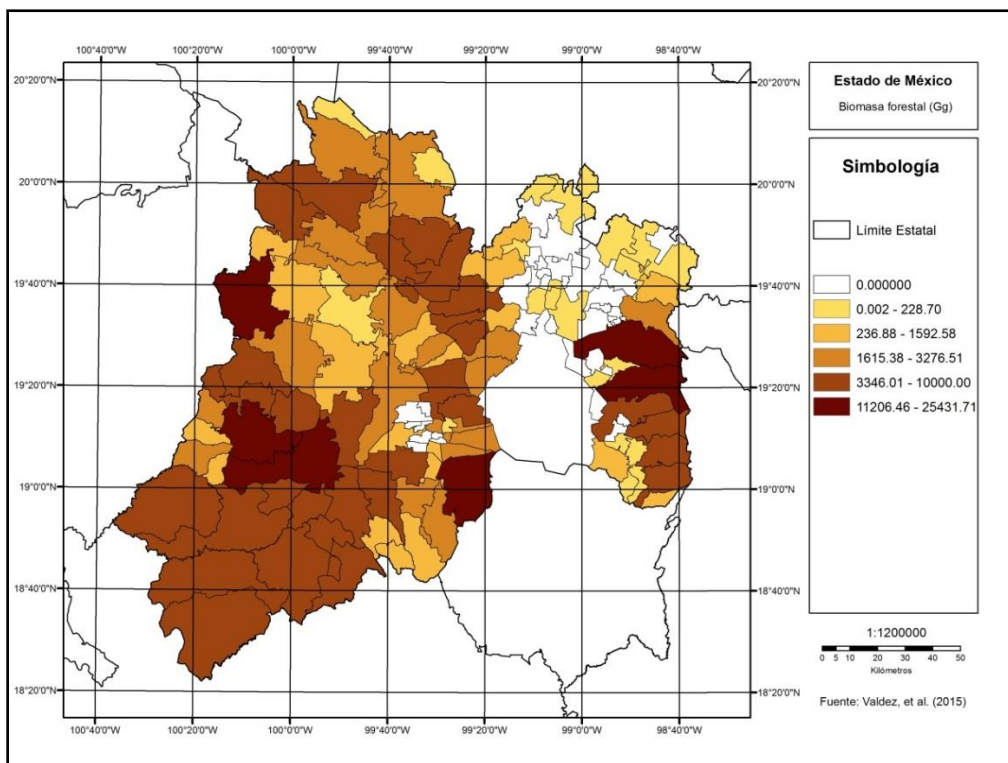


Fig. 3. Estado de México. Distribución de la biomasa por municipio

La distribución de la biomasa promedio proporciona una impresión panorámica de la productividad de la vegetación nativa municipal, y la productividad por árbol muestra la heterogeneidad y calidad distinta en las comunidades forestales (Tabla 2).

Tabla II. Biomasa por árbol kg

Comunidad forestal	No. de puntos de muestreo	Altura promedio Metros	Diámetro promedio máximo centímetros	Biomasa total promedio (kilogramos)	Biomasa promedio (kg/árbol)
Pino	31	16	70	16,798.3578	541.9
Abies	27	16	73	12,191.388	451.5
Pino-Encino	26	13	65	10,792.0724	415.1
Encino-Pino	29	11	63	11,054.4151	381.2
Encino	60	9	51	10,181.6333	169.7
Selva Baja	22	7	45	5.14558706	0.23

Elaborado con base en CONAFOR, 2011

La productividad promedio de los encinos y la selva baja caducifolia se debe a menor altura y diámetro de árboles y arbustos, lo cual prevé alta vulnerabilidad al aprovechamiento intenso. Los encinos han sido los más explotados a escala local para leña, la intervención humana ha complicado las relaciones de dominancia o ausencia de los encinos o pinos en los bosques mixtos, en los bosques de coníferas, la extracción de rajas de pino u oyamel impregnadas de resina para encender el fuego en las cocinas, destruye rápidamente los árboles [33].

La producción de carbón es altamente demandante, un metro<sup>3</sup> de leña produce 165 kg de carbón vegetal y 6 toneladas de leña, una tonelada de carbón [34], es una actividad controlada debido a que ocasiona deforestación y cambio de uso de suelo, sin embargo el precio del carbón en el mercado (1,200.00 pesos/tonelada) incentiva la producción ilegal [6].

Índice de consumo de energía primaria por habitante (E/h)

El índice sostiene que cuanto mayor sea el ingreso per cápita, menor será el consumo de energía primaria [13]. El índice estatal (0.002 Kcal/per cápita) está por debajo de regionales, 4, 5, 10 y 15 veces (Figura 4).

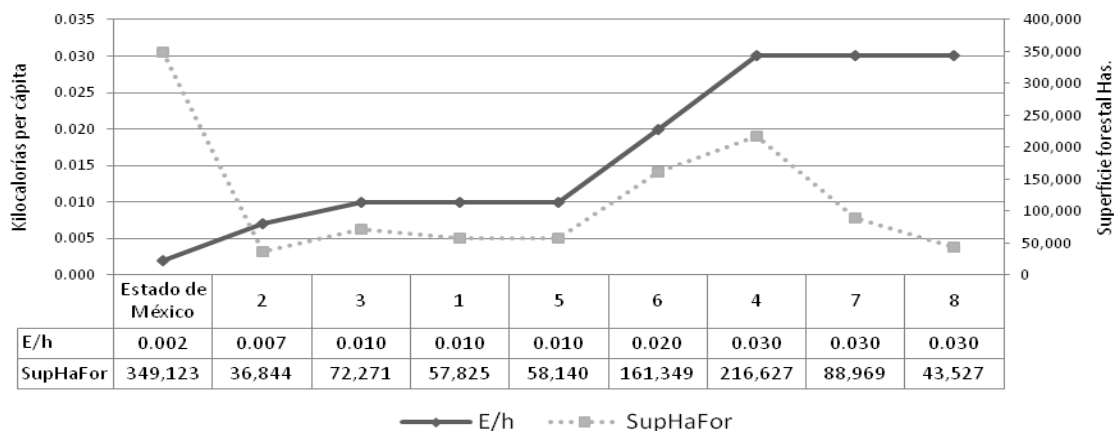


Fig. 4. Índice de consumo de energía por habitante y superficie forestal, regional

El perfil municipal de la superficie forestal y la línea base de 0.1 Kcal/per cápita, coloca por debajo a siete municipios<sup>1</sup>, los índices altos y extremos en municipio con escasa o ausencia de superficie forestal, Texcalyacac (15.6), Almoloya del Río (13.6), Papalotla (10.4) y Jaltenco (8.4), en la posición media, 113 municipios con índices entre 0.1 y 6.0 kcal/per cápita (Figura 5).

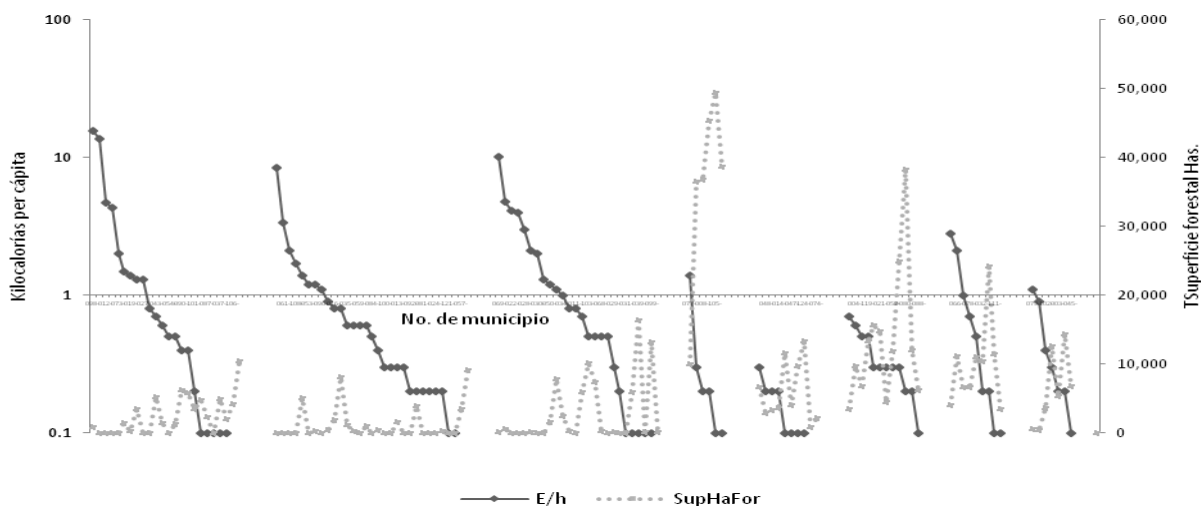


Fig. 5. Índice de consumo de energía primaria por habitante y superficie forestal municipal

<sup>1</sup> Ixtlahuaca, Ecatepec de Morelos, Naucalpan de Juárez, Nicolás Romero, San Felipe del Progreso, Zinacantepec y Toluca.

### Uso de la leña para cocinar

La carencia de acceso a los servicios en la vivienda y combustible para cocinar [21], identifica al 15% de la población total y 80% de la población rural en grado de marginación alto.

El ingreso determina el tipo de combustible para los usos energéticos básicos, la línea de bienestar mínima establece un ingreso urbano de 2,717.10 pesos/mes e ingreso rural en 1,757.85 pesos/mes [23]. En el caso de estudio 13% de la población recibe ingresos por debajo de la línea de bienestar mínimo, en este universo se ubican los usuarios de leña y carbón, 268,104 viviendas y 1, 072,416 personas. El balance de la última década, expone que el gas incrementó su precio 21% y el salario mínimo general 4.4% [35], (Tabla 3).

Tabla III. Leña y carbón para cocinar, viviendas particulares habitadas, 2000-2015

Estado de México	Población Total	Viviendas habitadas	Gas	%	Leña y carbón	%	Población	Otros	%	No específica	%
2000	13,096,686	2,743,144	2,494,537	90.93	221,800	8.0	887,200	574	0.02	26,159	0.9
2015	16,870,388	4,166,570	3,814,477	91.54	268,104	6.4	1,072,416	19,000	0.45	64,989	1.5

Elaborado con base en INEGI, 2000 y 2015

El decremento relativo de las viviendas en las que se usa leña y carbón, contrasta con la tasas de crecimiento e incremento absoluto en las regiones de Texcoco, Tejupilco, Coatepec Harinas y Valle de Bravo (Tabla 4).

Tabla IV. Leña y carbón utilizado para cocinar, viviendas habitadas, 2000-2015

Regiones forestales	Municipios	Viviendas, 2000	Viviendas, 2015	Leña y carbón, 2000	%	Leña y carbón, 2015	%	Tasa de crecimiento anual, 200-2015
1. Toluca	24	384,134	646,422	43,412	20	46,674	17	0.6
2. Zumpango	31	937,157	1,472,785	11,443	5	13,410	5	1.1
3. Texcoco	26	1,112,794	1,572,460	13,720	6	23,135	9	3.2
4. Tejupilco	6	37,055	50,416	21,614	10	28,799	11	1.6
5. Atlacomulco	10	121,568	189,275	60,743	27	70,353	26	1.1
6. Coatepec Harinas	12	65,815	99,155	27,410	12	34,674	13	1.6
7. Valle de Bravo	9	44,156	71,739	28,031	13	36,966	14	1.6
8. Jilotepec	7	40,465	64,318	15,427	7	14,093	5	-0.6
Estado de México	125	2,743,144	4,166,570	221,800	100	268,104	100	1.0

Elaborado con base en INEGI, 2000 y 2015

La transformación de la leña en energía se realiza en estufa o fogón tradicional, la tasa de uso del fogón en zonas rurales, es de 47% [36]. En el fogón de tres piedras el rendimiento termo energético depende de la humedad de la leña, la leña recién colectada tiene humedad sobre base seca de 50% y valor calorífico bajo, 3,500 Kcal/kg, la leña seca 4,500 a 4770 Kcal/kg [37].

En el fogón tradicional solo se aprovecha 8% de la energía contenida en un kg de leña, si un kg de leña produce 3,500 Kcal x 0.08, el rendimiento es 280 Kcal, un kg de leña transformado en carbón (con rendimiento de 20%), produce 1 x 0,20 x 0,28 x 7500 Kcal/kg= 420 Kcal [38]. Adicionalmente, solamente 26% de las viviendas en las que se cocina con leña o carbón, cuentan con chimenea [22], la

ausencia de chimenea y exposición frecuente de mujeres, niños y ancianos a los humos, incrementa enfermedades respiratorias y cardiovasculares [39].

### C. Apropiación de la leña y efectos locales

La leña recolectada para venta representa 60% y más de la producción anual maderable [24], la actividad es frecuente en las regiones 2, 6, 1 y 5 y en los municipios con población pobre superior a 50%<sup>2</sup>, la carga es la unidad de medida y el precio se fija en 150 pesos/MN, el referente conocido es el precio de la leña maderable, pino 133.00 pesos/m<sup>3</sup>r; oyamel 117.00 pesos/m<sup>3</sup>r, encino 105 pesos/m<sup>3</sup>r, resina 6,878.39 pesos/ton y tierra de monte, 692.04 pesos/ton [5] (Tabla 5).

Tabla V. Leña maderable y leña para venta.

Regiones	Total región m3	%	Leña maderable m3	%	Recolección de leña para venta m3	%
1. Toluca	1,505.86	24	96.54	6	1,162.6	77
2. Zumpango	184.47	3	9.19	5	74.5	40
3. Texcoco	358.95	6	26.13	7	316.6	88
4. Tejupilco	460.96	7	172.6	37	94.0	20
5. Atlacomulco	1,963.62	31	18.85	1	1,494.4	<b>76</b>
6. Coatepec Harinas	709.58	11	83.73	12	615.8	<b>87</b>
7. Valle de Bravo	470.85	7	68.33	15	201.5	43
8. Jilotepec	719.12	11	12.42	2	188.7	26
Estado de México	6,373.41	100	487.8	8	4,148.1	65

Elaborado con base en INEGI, 2009

El autoconsumo, remuneraciones y transferencias en especie, son mecanismos principales para que las familias rurales se provean de alimentos y leña combustible [40]. En una muestra de 176 hogares del Estado de México [25], 62% realizó recolección de leña para autoconsumo, las fuentes de abastecimiento y el régimen de propiedad, identifican los cerros y parcelas de propiedad social (61%), privada (18%), propiedad de otro (20%); propia y privada (1%). En la actividad se invierten dos días (71%); dos y cuatro días (20%), cuatro y más días (9%), colectan 63 y 109 cargas de leña en un año, el peso de la carga, 200 kg [41] aproxima un consumo de 12.6 y 22 toneladas al año. En un caso el agrupamiento constata la capacidad para recolectar la leña que se utiliza en las fiestas religiosas, veinte personas reúnen en un día, cuatro toneladas o una carga por persona.

El intercambio se observó en el mercado de trueque de Santiago Tianguistenco, este sitio se estableció en el año 2007 y opera el día martes de cada semana. La leña proviene de las tierras comunales de San Nicolás Coatepec de las Bateas, San Juan Atzingo y Xalatlaco. Los recolectores de las etnias Otomí, Matlatzinca y Tlahuica aprovechan la leña de oyamel, pino encino, aile y otras latifoliadas, realizan desrame seco, corte de tronco seco, junta del suelo, corta de tronco verde y desrame verde. La leña se usa para cocinar, calentar agua y para intercambio en el mercado del trueque, se trasladan caminando o en camioneta de pasaje, una vez en el mercado, intercambian leña por alimentos perecederos, preparados y productos básicos.

A la fracción de 40 centímetros de leña (80 centímetros una vara) les dan un valor simbólico de cincuenta centavos y los productos básicos a precio de mercado, por ejemplo, el kilo de arroz en un

<sup>2</sup> San Felipe del Progreso, Acambay, Ixtlahuaca. Morelos, Chapa de Mota, Jiquipilco, Oztolotepec, Ocoyoacac, Zumpahuacán, Tenancingo, Villa Victoria e Ixtapaluca.



precio de dieciséis pesos [42], se duplica 32 fracciones o 12.8 metros de leña, el promedio semanal de leña en intercambio es 67.97 kg por persona, o 3,262.56 kg al año.

La apropiación de la leña es función del tipo de recurso, preferencias e integrantes del grupo familiar, la actividad se realiza diariamente o dos veces por semana, utilizan fogón de leña (71%), estufa de gas (10%) y ambos (19%), una vez que la leña de encino y otras latifoliadas se emplea en la cocción de los alimentos, aprovechan el carbón remanente, la leña de pino u oyamel se utiliza en los negocios familiares de pan y tortilla. La leña de selva baja caducifolia se usa en las cocinas, el uso intermedio en la delimitación de tierras, reparación de potreros y alimentación de ganado. El aprovechamiento de leña de pino-encino se estimo en 50 kilogramos por semana o 2,400 al año, encino-pino, 400 y 19, 200 kilogramos, en selva baja caducifolia, 125 y 6,000 kilogramos. La biomasa por árbol indica que se aprovecharon 50 árboles de encino-pino, 6 de pino-encino y 26,087 arbustos de selva baja caducifolia (Tabla 6).

Tabla VI. Aprovechamiento de leña por familia.

Cubierta forestal	Integrantes	Consumo cargas/año	Consumo Familia Kg/año	ton/año	m3/año	Kg/día per cápita	Biomasa promedio (kg/árbol)
Selva baja caducifolia	5	30	6,000	6.0	9.29	3.3	0.23
Encino-pino	10	96	19,200	19.0	29.73	5.3	381.2
Pino-encino	7	12	2,400	2.4	23.69	1.0	415.1

Elaboración con base a las entrevistas y CONAFOR, 2011

El consumo promedio por familia en m<sup>3</sup> y equivalente en cargas se estimó considerando que 1 m<sup>3</sup> leña= 3.2289 cargas y 1 carga leña= 0.3097 m<sup>3</sup>.

En orden de importancia los factores que afectan a los bosques de oyamel, pino y encino, son: extracción de hongos, plantas comestibles, tierra, leña, corta ilegal, amarre de los troncos para secarlos, cortar y leñar, extracción de madera con fines comerciales, crecimiento urbano y pastoreo (Figura 6).

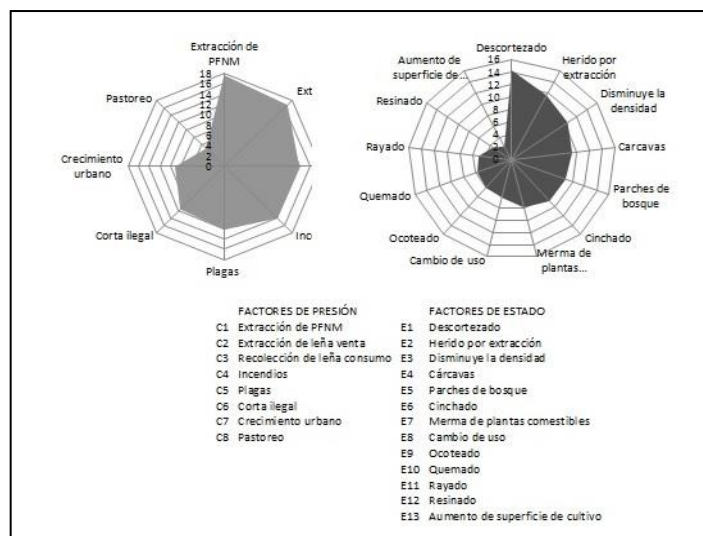


Fig. 6. Factores de degradación forestal

La degradación se observa en las condiciones físicas de los árboles (Descortezado, herido por extracción, cinchado, ocoteado, quemado, rayado y resinado), formación de cárcavas, disminución de plantas comestibles y cambio de uso de suelo.

En los bosques de encino, encino-pino y selva baja caducifolia, la extracción de leña y quemas inducidas reducen la productividad de los árboles y arbustos, e incentivan la expansión de la vegetación secundaria. El inventario forestal estatal, reporta que 50% de la superficie de bosque templado presenta vegetación secundaria y la selva baja caducifolia 8% [28].

#### IV. DISCUSIÓN

El Estado de México carece de datos de consumo y abastecimiento de leña, el subsector de leña maderable aporta 8% de la producción forestal [3]. La explotación de leña maderable en razón de 40 (m<sup>3</sup>r) diarios [5], supera el aprovechamiento anual de una familia rural promedio.

El consumo promedio nacional, 1.0 m<sup>3</sup> de leña per cápita y la población que usa leña y carbón para cocinar en la entidad [3, 22], aproxima un consumo de 1, 072,416 m<sup>3</sup>/ año, superior 6 veces a la producción maderable (191,783.0 m<sup>3</sup>) y 64 veces a la producción de leña maderable de la entidad (14,400 m<sup>3</sup>) [6].

El abastecimiento capta los flujos materiales y energéticos, que pasan o no por un mercado formal [13], este proceso está determinado por factores y niveles distintos de decisión, los derechos de propiedad y las restricciones ambientales inducen la compra-venta de leña en los mercados locales, los usuarios transfieren el riesgo de las sanciones y se benefician del costo de oportunidad de la carga leña, este fenómeno es significativo en las regiones Texcoco, Toluca, Atlacomulco y Coatepec Harinas.

En el ámbito familiar la apropiación a través de la recolección está condicionada por las necesidades, disponibilidad y abundancia del recurso, distancia, tiempo y esfuerzo físico, la escasez de especies preferidas motiva que se recorran distancias cada vez más amplias, realicen la actividad todos los días y asuman los riesgos de extraer la leña de lugares que no son de su propiedad.

Algunos estudios señalan que una familia campesina consume 500 kilos de leña al mes, 6 toneladas/año, 8 m<sup>3</sup>/año, o 32 árboles [11, 43], el consumo varía en cada región, localidad, época del año e incide en las tasas de extracción y compra de leña [37, 44].

En el caso de estudio se estimó un consumo de 12.6 y 22 toneladas al año en la muestra de hogares rurales que recolectaron leña, el consumo familiar en sitios específicos expone aprovechamiento intenso en los bosques mixtos y bosque de encino (19.0 ton/año), esta reserva ocupa 70% y más de la superficie forestal estatal. Este tipo de coberturas se contemplan en la política de conservación, mientras que la política de aprovechamiento dirigida a los bosques de coníferas, excluye otros tipos de vegetación.

Aunque la trascendencia de la leña se desprende de la función que desempeña en la reproducción social y la vida familiar [4], en las economías domésticas no se tiene certeza sobre el beneficio del autoconsumo de leña, en un plano general, el gasto se estimó en 10,125 pesos/año (No. de cargas de leña \* 150 pesos), referido a un salario de 63.12 pesos/día o 22,723.2 pesos/año, representa un ingreso no monetario de 45%<sup>3</sup> [45, 46], en el ámbito familiar, 300 y 600 pesos/mes que no se invierten en leña, comparado con la línea de bienestar mínima, aproxima un ingreso no monetario de 17% a 34%.

#### V. CONCLUSIÓN

La satisfacción de necesidades energéticas a través de la leña, configura un fenómeno constitutivo de un modo de vida caracterizado por la marginación y la carencia social.

<sup>3</sup>Cálculo con base en el salario mínimo y tipo de cambio dólar (12.95), 2014. 5.0 DLL/día 782 DLL/año

El índice de consumo de energía primaria configura el perfil de las carencias sociales, las capacidades económicas y contrasta el consumo por persona, pero no aporta información sobre las dinámicas que inducen el aprovechamiento de la leña combustible.

La perspectiva de consumo final, distorsiona la comprensión de las dinámicas locales que eslabonan el aprovechamiento de la leña combustible. El índice de consumo de energía primaria y la superficie forestal, identifican las figuras principales del intercambio, proveedores y consumidores de leña.

El abastecimiento está condicionado por la disponibilidad de especies preferidas, derechos de propiedad y restricciones ambientales, estos factores promueven la recolección para autoconsumo y venta en los mercados locales, la ausencia o ingresos por debajo de la línea de bienestar y precio ascendente del gas determina las decisiones de los usuarios de leña.

El mercado del trueque de Santiago Tianguistenco, no solo es la reminiscencia prehispánica del papel de los mercados en el intercambio de alimentos y leña, es una variante única y visible del circuito de la leña, articula el abastecimiento, consumo e intercambio en un mercado local. El trueque se basa en productos que en teoría tienen el mismo valor de uso, la valoración simbólica de la leña supeditada al costo de mercado de los alimentos, prevé que las variaciones a la alza del precio de los alimentos, aproxima cantidades adicionales de leña y en consecuencia aumento de la extracción.

La recolección de la leña para consumo y venta, no es causa única de la merma de la productividad forestal, sin embargo es un modo de abastecimiento local, silencioso y demandante, que en corto plazo altera la estructura, composición y densidad de la vegetación nativa.

La percepción sobre la dificultad para proveerse de leña se atribuye a la seguridad forestal, escasez de especies preferidas en sitios cercanos, lejanía de los sitios de recolección y presencia de taladores, los recolectores identifican los factores y consecuencias de la degradación forestal, pero no vislumbran solución alguna.

La situación requiere estrategias vinculantes de las carencias sociales y la ordenación forestal, agrupación de proyectos de desarrollo rural, gestión de incentivos para aprovechamientos regulados, manejo simplificado de los períodos de corta, regeneración, plantación, reforestación y venta, con el objeto de avanzar en la ordenación de los mercados locales de leña, carbón, tierra de monte, resina, hongos, y en consecuencia en la mitigación de la degradación forestal en el Estado de México.

## RECONOCIMIENTOS

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

## REFERENCIAS

- [1] Quintero Ángel, Mauricio. 2016. Apropiación de la naturaleza en una comunidad afrodescendiente del Pacífico colombiano: Un modelo de flujos de bienes. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 25: 01-15. Redibec. URL: [http://www.redibec.org/IVO/rev25\\_01.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev25_01.pdf)
- [2] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-PNDF). 2010. Programa Nacional de Dendroenergía Forestal 2007-2012, CONAFOR, Coordinación general de producción y productividad, Gerencia de desarrollo forestal, México, pp. 1-12.
- [3] Berrueta, V y AB Magallanes. 2012. "Leña para uso doméstico en comunidades Purépechas de Michoacán: acceso, utilización e implicaciones sociales". En: Argueta A, M Gómez M; Navia J. Conocimiento tradicional, innovación y reapropiación social. Editorial UNAM, Siglo XXI, México. pp. 54-75

- [4] Secretaría de Energía (SENER). 2013. Balance Nacional de Energía: Consumo final de energía por energético Sistema de Información Energética, SENER. Dirección General de Planeación e Información Energéticas.
- [5] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2012, Coordinación General de Comunicación Social y Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos; México, pp. 237.
- [6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005. Capítulo 5. Aprovechamiento de los recursos forestales, pesqueros y de la vida silvestre, Dirección General de Estadística e Información Ambiental.  
[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/05\\_aprovechamiento/cap5for\\_1.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/05_aprovechamiento/cap5for_1.html),
- [7] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT-INE). 2006. México. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, INE, México, pp. 27-209.
- [8] González Martínez, Ana Citlalic. 2007. La extracción y consumo de biomasa en México (1970-2003): integrando la leña en la contabilidad de flujos de materiales, *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 6: 1-16, Redibec URL: [http://www.redibec.org/IVO/rev6\\_01.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev6_01.pdf)
- [9] Comisión Reguladora de Energía (CRE). 2014. Precios de venta de primera mano gas LP, <http://www.cre.gob.mx/articulo.aspx?id=170>, Viernes, 02 de mayo de 2015.
- [10] Quiroz Carranza, Joaquín; Orellana, Roger. 2010. Uso y manejo de la leña combustible en seis localidades de Yucatán, México, *Madera y Bosques*, No. 16, Vol. 2, México, pp. 47-67.
- [11] United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC. 2008. Informe del taller sobre las cuestiones metodológicas relacionadas con la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo, Convención Marco sobre el Cambio Climático, Universidad de las Naciones Unidas en Tokio (Japón) del 25 al 27 de junio de 2008, FCCC/SBSTA/2008/11, pp. 1-18.
- [12] Torres Muro, Hugo A.; Jesús N. Ágreda Paredes, Natividad, Polo Bravo, Carlos A. 2010. Impacto ambiental producido por el uso de leña en el área de conservación regional Vilacota-Maure de la Región Tacna, en Perú”, IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES\_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES), Cusco, 1- 5.11.2010
- [13] Bouille, D.H. (2004). Economía de la energía, Instituto de la energía, Fundación Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina. IDEE/FB. 275 p.
- [14] Comisión Nacional Forestal. 2011. Inventario Nacional Forestal y de suelos 2007-2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Zapopan, Jalisco.
- [15] Acosta, M., Carrillo, F., Díaz, M. 2009. Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. Et Cham. *TERRA Latinoamericana* (Vol. 27, Núm. 2). Universidad Autónoma de Chapingo. pp. 105-114.
- [16] Díaz, R., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E., Etchevers, J. 2007. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus Patula* Schl. Et Cham. *Madera y Bosque* (Vol. 13, Núm. 001). Instituto de Ecología, A.C. pp. 25-34.
- [17] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).1993-2010. Carta de uso del suelo escala 1:250,000, serie 4. Aguascalientes-México.
- [18] Valdez, M.E., Orozco, E., Romero, L. y Aguilar, C. 2015. Modelo de emisión-captura de gases de efecto invernadero en el Estado de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* (Vol.2, Núm. 3). Pp. 31-42.
- [19] Consejo Nacional de Población (CONAPO).2010. Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010, Secretaría de Gobernación,  
[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices\\_de\\_Marginacion\\_2010\\_por\\_entidad\\_federativa\\_y\\_municipio](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio)

- [20] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2010. Estado de México. Resultados definitivos del Censo de Población, 2010: Aguascalientes, México.
- [21] Instituto Nacional para el Federalismo y el desarrollo municipal (INAFED). 2014. Finanzas públicas municipales, Secretaría de Gobernación, [http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Finanzas\\_Publicas\\_Municipales](http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Finanzas_Publicas_Municipales), Consulta 05-05-2014.
- [22] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2015. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, Aguascalientes, México
- [23] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 2016. <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>
- [24] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, Estado de México. Aguascalientes, México.
- [25] PRECESAM. 2003. Encuesta nacional a hogares rurales de México. Sistema de Consulta, Colegio de México, <http://investigaciones.colmex.mx/enhrum/base.aspx>
- [26] Gutiérrez Rodríguez, Ediesummer, Rubén Darío Moreno Orjuela, Nelson Villota Echeverry. 2013. Guía de cubicación de la madera, Corporación Autónoma Regional del Risaralda- CARDER, Unión Europea, Grafica Budas S.A.S. Pereira, Colombia, pp. 6-41.
- [27] Consejo Nacional de Población. 2013. Índice absoluto de marginación 2000-2010. Colección: Índices Sociodemográficos, México, México.
- [28] Gobierno del Estado de México (GEM). 2010. Inventario Forestal 2010, Secretaría de Desarrollo Agropecuario/Promotora de Bosques, Ciudad de Toluca, México, pp. 5-127.
- [29] Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 2006. Programa de Desarrollo Forestal Sustentable, Estado de México 2005-2025, PROBOSQUE, Toluca; México.
- [30] DOF (Diario Oficial de la Federación). 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicada el 25 de febrero de 2003 Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos, México. Secretaría de Gobernación Dirección General de Compilación y Consulta del Orden Jurídico Nacional, <http://www.ordenjuridico.gob.mx/>
- [31] Riofrío, G. 2007. Cuantificación del carbono almacenado en sistemas agroforestales en la estación experimental Santa Catalina, INIAP, Ecuador. Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/35448943/Cuantificacion-de-Carbono-en-sistemas-agroforestales>
- [32] Rodríguez, J., Pratt, L. 1998. Potencial de Carbono y Fijación de Dióxido de Carbono de la Biomasa en Pie por Encima del Suelo en los Bosques de Guatemala, Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible, CLACDS, pp. 48, <https://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen730.pdf>
- [33] Rzedowski, Jerzy. 1983. Vegetación en México, Editorial Limusa, México, Distrito Federal, Ppp: 237-262.
- [34] Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 2004. “Parámetros, unidades y factores de conversión”, Terminología Unificada de Bioenergía, Departamento de Montes, <http://www.fao.org/docrep/009/j6439s/j6439s00.htm>,
- [35] Secretaría de Energía (SENER). 2007. Prospectiva del Mercado de Gas LP 2007-2016, Estados Unidos Mexicanos, Dirección General de Planeación Energética, México, DF, pp.-1-157.
- [36] Ávila Curiel, Abelardo; Carlos Galindo Gómez, Adolfo Chávez Villasana. 2005. Encuesta Nacional de Alimentación y Nutrición en el Medio Rural, Resultados Estado de México, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Toluca, México, pp. 5-46.
- [37] FAO .1998. Focus on Mexico. TCP/MEX/4553 (Dendroenergía para el desarrollo rural), Forest Energy Forum – Newsletter, Edición N ° 2 Forestry Department, <http://www.fao.org/docrep/w8423e/w8423e04.htm>
- [38] Keita, J.D .1987. Leña o carbón vegetal: ¿Qué solución es la mejor?, Pequeñas empresas forestales. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Unasyuva - No. 157-158. Vol.39. Pp 1-9. <http://www.fao.org/docrep/s4550s/s4550s00.htm#Contents>



- [39] Pérez Padilla, J. R., Regalado-Pineda, J. Morán-Mendoza, Á. O. 1999. La inhalación doméstica del humo de leña y otros materiales biológicos. Un riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias, México. *Gaceta Médica* 135 (1) enero.-febrero, 19-29.
- [40] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2013. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012. ENIGH. Descripción de la base de datos, Edición: 2013 ISBN: 978-607-494-678-9, Formato: Electrónico  
<http://www3.inegi.org.mx/Sistemas/TabuladosBasicos/tabdirecto.aspx?s=est&c=33500>
- [41] Valdez, F., Vacher, J. 2006. Agricultura ancestral, camellones y albarradas: Contexto social, usos y retos del pasado y del presente: Coloquio Agricultura Prehispánica, Sistemas Basados en el Drenaje y en la Elevación de los Suelos Cultivados. Quito, Ecuador: Abya-Yala, pp. 137.
- [42] Procuraduría federal consumidor (2014),  
[http://profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2014/bol291\\_cereales.asp](http://profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2014/bol291_cereales.asp)
- [43] Ramírez-López, Juan Manuel; Neptalí Ramírez-Marcial; Héctor Sergio Cortina-Villar y Miguel Ángel Castillo-Santiago. 2012. Déficit de leña en comunidades cafetaleras de Chenalhó, Chiapas, Ra Ximhai *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, UAIM, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. p. 27-39.
- [44] SAGARPA-FAO. 2007. Proyecto tipo. Estufas ahorradoras de leña Programa Especial para la Seguridad Alimentaria PESA, México, pp. 2-17.
- [45] Comisión nacional de salarios mínimos (CONASAMI).2014. Salarios mínimos generales por área geográfica 1992-2014, Secretaría del trabajo y previsión Social, Gobierno de la República.  
[http://www.conasami.gob.mx/pdf/salario\\_minimo/sal\\_min\\_gral\\_area\\_geo.pdf](http://www.conasami.gob.mx/pdf/salario_minimo/sal_min_gral_area_geo.pdf)
- [46] Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, México: Tipo de Cambio, 1998-2013 (Pesos por dólar) - CEFPP  
[www.cefp.gob.mx/intr/bancosdeinformacion/cortoplazo/.../im014.xls](http://www.cefp.gob.mx/intr/bancosdeinformacion/cortoplazo/.../im014.xls): 14 de junio de 2015.