Anexo 7. Información sobre estimaciones de emisiones de Incendios Forestales en ecosistemas sensibles

La estimación de emisiones debidas a incendios se divide en dos grandes grupos, la primera parte son emisiones de CO_2 debidas a la pérdida de biomasa por incendios en tierras forestales, y el segundo apartado son las emisiones de gases distintos al CO_2 derivados de la combustión in situ de biomasa.

El cálculo general de las emisiones de GEI por incendios forestales (espontáneos) se hizo con la ecuación general correspondiente a los lineamientos del IPCC en la sección de USCUSS que es la siguiente (IPCC, 2003):

$$Lfire = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$$

Dónde:
Lfire = Cantidad de gases de efecto invernadero debido a incendios forestales, megagramos.
A = Área quemada, hectáreas.
B = Masa de combustible "disponible", kg de materia seca ha^{-1}.
C = Factor de combustión (fracción de biomasa consumida), sin dimensiones.
D = Factor de emisión.

Área quemada por incendios (A)

El análisis de la superficie afectada por incendios se realizó con los datos oficiales de CONAFOR. En dichos reportes se registran las áreas afectadas por incendios que fueron combatidos. Esta forma de reporte no incluye los incendios que ocurrieron y no fueron combatidos, por lo que puede llevarnos a una subestimación de este tipo de perturbación. Las áreas afectadas se encuentran desagregadas por entidad federativa, año y estrato en la vegetación afectada, clasificadas en arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Tabla 1 Información oficial sobre Incendios Forestales en ecosistemas sensibles en Campeche

Ecosistemas sensibles al fuego CAMPECHE				
Año	SUM_ARBOREO	SUM_ARBUSTIVO	SUM_HERBACEO	SUM_TOTAL (ha)
2001	451.00	411.53	105.25	967.78
2002	442.00	-	-	442.00
2003	25,541.00	-	13.85	25,554.85
2004	2,128.00	-	90.04	2,218.04
2005	1,831.50	-	-	1,831.50
2006	2,641.00	-	2.77	2,643.77
2007	154.00	-	52.27	206.27
2008	1,024.00	-	20.33	1,044.33
2009	4,008.50	-	105.35	4,113.85
2010	213.00	4.99	58.72	276.72
2011	2,554.80	59.86	11.37	2,626.02

Tabla 2 Información oficial sobre Incendios Forestales en ecosistemas sensibles en Chiapas

Ecosistemas sensibles al fuego CHIAPAS

Año	SUM_ARBOREO	SUM_ARBUSTIVO	SUM_HERBACEO	SUM_TOTAL (ha)
2001	8,008.52	2,647.15	-	10,655.67
2002	1,773.28	2,988.06	-	4,761.34
2003	14,325.62	14,183.35	-	28,508.98
2004	544.39	1,295.97	-	1,840.36
2005	2,645.64	3,109.64	-	5,755.28
2006	559.34	1,171.36	-	1,730.69
2007	1,198.81	1,775.62	8,268.90	11,243.34
2008	297.06	1,264.63	6,981.99	8,543.67
2009	869.82	3,106.53	6,200.03	10,176.38
2010	653.94	770.58	5,449.99	6,874.51
2011	716.09	1,680.08	37.09	2,433.26

Tabla 3 Información oficial sobre Incendios Forestales en ecosistemas sensibles en Jalisco

Ecosistemas sensibles al fuego JALISCO				
Año	SUM_ARBOREO	SUM_ARBUSTIVO	SUM_HERBACEO	SUM_TOTAL (ha)
2001	1,014.33	10,802.90	-	11,817.24
2002	353.53	4,418.98	1.10	4,773.60
2003	660.57	4,329.96	0.82	4,991.35
2004	390.84	2,143.02	0.64	2,534.49
2005	1,308.30	6,575.65	5.22	7,889.17
2006	1,225.11	6,656.95	0.89	7,882.96
2007	1,051.97	3,630.08	1.75	4,683.80
2008	1,062.86	5,466.40	3.19	6,532.46
2009	459.92	2,696.96	1.02	3,157.90
2010	404.34	1,496.04	0.77	1,901.15
2011	2,101.59	6,922.93	1.47	9,025.98

Tabla 4 Información oficial sobre Incendios Forestales en ecosistemas sensibles en Quinatana Roo

Ecosistemas sensibles al fuego QUINTANA ROO				
Año	SUM_ARBOREO	SUM_ARBUSTIVO	SUM_HERBACEO	SUM_TOTAL (ha)
2001	178.00	375.00	428.51	981.51
2002	127.50	667.00	110.94	905.44
2003	2,173.50	4,203.50	329.44	6,706.44
2004	81.00	236.25	126.93	444.18
2005	2,150.75	3,113.95	480.59	5,745.29
2006	18,960.50	29,632.00	4,869.85	53,462.35
2007	177.50	539.20	1.16	717.86
2008	8,429.00	4,341.00	143.37	12,913.37
2009	13,407.50	23,325.50	159.16	36,892.16

2010	1,401.00	4,255.50	2.32	5,658.82
2011	4,957.50	73,985.00	1.63	78,944.13

Tabla 5 Información oficial sobre Incendios Forestales en ecosistemas sensibles en Yucatán

Ecosistemas sensibles al fuego YUCATÁN				
Año	SUM_ARBOREO	SUM_ARBUSTIVO	SUM_HERBACEO	SUM_TOTAL (ha)
2001	231.00	442.00	20.68	693.68
2002	436.00	1,041.05	102.09	1,579.14
2003	7,616.00	3,733.04	446.45	11,795.49
2004	709.00	1,428.50	252.40	2,389.90
2005	192.50	1,967.60	906.66	3,066.76
2006	2,881.00	4,893.00	677.11	8,451.11
2007	175.00	1,042.50	1,207.54	2,425.04
2008	1,766.00	3,164.65	546.95	5,477.60
2009	9,298.43	5,633.20	439.38	15,371.01
2010	395.20	1,843.10	1,012.57	3,250.87
2011	2,524.00	4,621.00	5.02	7,150.02

Los incendios en general que se presentan, son del tipo superficial, donde se quema principalmente todo lo que se encuentra en la materia muerta, el estrato herbáceo y arbustivo (Estrada 2006).

La superficie reportada por Estado se relacionó con el tipo de vegetación que presenta o han presentado incendios en cada estado, ya que no todos los tipos de vegetación son propensos a quemarse y en consecuencia algunas subcategorías INEGEI para un estado en específico. En el análisis se desagregaron también las fases de dominantes de la vegetación que describe el INEGI en su cartografía, que son la fase de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea para poder vincular la categoría INEGEI a la superficie del estrato afectado reportado por la CONAFOR. El procedimiento anterior se realizó con el fin de poder inferir la superficie por tipo de vegetación a nivel de estado ya que no se cuenta con el dato de actividad histórico referido geográficamente (polígonos).

Masa de combustible disponible (B)

Para realizar la cuantificación del combustible disponible nos centraremos en el concepto de "cama de combustible" que es una unidad de material vegetativo que representa uno o varios ambientes de combustión (Riccardi et al. 2007), para los incendios superficiales -que son los más comunes en México-, los estratos que la conforman son: el horizonte de fermentación, hojas superficiales, material leñoso caído, vegetación de baja altura (estrato herbáceo) y arbustos.

Con base a las categorías mencionadas anteriormente, se cuantificaron los combustibles (biomasa y necromasa) usando principalmente la herramienta de fotoseries para la cuantificación de combustibles forestales aplicables para ecosistemas del territorio nacional (Alvarado et al. 2008, Ottmar et al. 2007, Ottmar et al. 2000) que se usan como fuente principal en sistema del Sistema de Clasificación de Características de Combustibles (FCCS, por sus siglas en Inglés). Adicionalmente se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura científica y literatura gris (tesis, informes y memorias de congresos) que contuviera información de diferentes tipos de vegetación y componentes de los combustibles en diversos estados de la República Mexicana y los estados fronterizos de los Estados Unidos de América con los que se comparten ecosistemas forestales, para así cubrir el máximo de información disponible.

La revisión de la literatura obtuvo 186 camas de combustibles prototipo para diferentes tipos de vegetación en México (Tabla 6). Con la finalidad hacer generalizaciones a nivel nacional, las camas de combustibles prototipo se agregaron de acuerdo a los métodos sugeridos por Hardy et al. 2000 para formar condiciones de combustible que representen cada subcategoría INEGEI.

Tabla 6 Tipos de vegetación y Clase de Condición de Combustible (CCC) que la representa (n= número de sitios que representan la CCC).

Subcategoría INEGEI (CCC)	Tipo de vegetación INEGI	Fuente	n
Bosque de coníferas	Bosque de pino	Alvarado et. al 2008, Alvarado (datos no publicados), Estrada 2006, Navarrete 2006, Ordoñez et al. 2008, Ottmar et al. 2000, Ottmar et al. 2007, Pérez 2005, Stephens 2004, Villers-Ruiz et al. 2001	36
	Bosque de pino-encino	Alvarado et al. 2008, Camp et al. 2006, Estrada 2006, Fulé y Covington 1994, Navarrete 2006, Ordoñez et al. 2008, Pérez 2005, Rodríguez y Sierra 1995, Villers-Ruiz et al. 2001	7
	Bosque de Oyamel	Alvarado et al. 2008, Estrada 2006, Navarrete 2006, Ordoñez et al. 2008, Pérez 2005, Rodríguez y Sierra 1995	19
	Bosque de táscate	Ottmar et al. 2000	9
Bosque de encino	Bosque de encino	Alvarado et al. 2008, Estrada 2006, Fulé y Covington 1994, Morales et al. 2000, Navarrete 2006, Ordoñez et al. 2008, Ottmar et al. 2000, Ottmar et al. 2007, Pérez 2005, Rodríguez y Sierra 1995, Villers-Ruiz et al. 2001	14
	Bosque de encino-pino	Villers et al. 2001, Alvarado et al. 2008, Ottmar et al. 2007, Estrada 2006	16
Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña	Alvarado et. al 2008, Asbjornsen et al. 2005	5
Selva perennifolia	Selva alta perennifolia	Hughes et al. 2000, Hughes et al. 1999	22
Selva subcaducifolia	Selva mediana subcaducifolia	CONAFOR-USFS 2006, Harmond et al. 1995, Jaramillo et al. 2003, Whigham et al. 1991,	14
	Selva baja subcaducifolia	CONAFOR-USFS 2006	2
Selva caducifolia y Especial Otros tipos (bosque de mezquite)	Selva baja caducifolia	Jaramillo et al. 2003, Romero-Duque, 2008	13
	Matorral subtropical	Pérez 2005, Navarrete 2006, Ordoñez et al. 2008	1
Matorral xerófilo	Chaparral	Ottmar et al. 2000	16
	Matorral submontano	Alvarado et. al 2008, Rodríguez y Sierra 1995	3
	Matorrales xerófilos (varios)	INE, 2006	5

Debido a que se cuenta con pocos trabajos para representar la heterogeneidad de los ecosistemas de México y el número de observaciones es variado para cada categoría por CCC (en algunos casos se cuentan con más de 20 observaciones y en otros casos solamente con 3), la cantidad de combustible disponible se obtuvo con la mediana como medida de tendencia central, que es más adecuada cuando se cuentan con pocos datos o distribuciones no normales, para evitar los valores muy extremos, y en caso de contar con una distribución normal debe ser parecida a la media (Zar, 1999) como se muestra la Tabla 7.

Tabla 7 Mediana de la cantidad de biomasa (Mg m. s. ha-1) de cada categoría por CCC y la categoría de combustible. F=Capa de Fermentación, Ho y MLC-P= Hojarasca y Material Leñoso Caído Pequeño, MLC-G= Material Leñoso Caído Grande, Her= Herbáceas, Arb= Arbustivos.

	Categorías Mg m. s. ha-1										
CCC	F	n	Ho y MLC-P	n	MLC-G	n	Her	n	Arb	n	Total
Bosque de Coníferas	13.39	35	10.04	69	9.59	67	0.20	47	0.37	47	33.60
Bosque de coníferas arbustivo	13.39	35	10.04	69			0.20	47	0.37	47	24.00
Bosque de coníferas herbáceo			10.04	69			0.20	47			10.24
Bosque de Encino	14.21	14	7.62	27	0.33	27	0.46	20	0.71	20	23.32
Bosque de encino arbustivo	14.21	14	7.62	27			0.46	20	0.71	20	22.99
Bosque de encino herbáceo			7.62	27			0.46	20			8.08
Bosque mesófilo de montaña	11.93	5	2.02	5	6.94	1	0.15	1	0.19	1	21.23
Bosque mesófilo de montaña arbustivo	11.93	5	2.02	5			0.15	1	0.19	1	14.29
Bosque mesófilo de montaña herbáceo			2.02	5			0.15	1			2.17
Selva perennifolia	SD		5.75	14	9.1	15	7.5	7	5	15	27.35
Selva perennifolia arbustiva	SD		5.75	14			7.5	7	5	15	18.25
Selva perennifolia Herbácea			5.75	14			7.5	7			13.25
Selva subcaducifolia	SD		9.18	16	31.25	16	7.1	15	2.1	17	49.63
Selva subcaducifolia arbustiva	SD		9.18	16			7.1	15	2.1	17	18.38
Selva subcaducifolia herbácea	SD		9.18	16			7.1	15			11.28
Selva caducifolia/Especial otros tipos leñoso	SD		12.57	13	10.5	13	3.64	8	2.45	4	29.16
Selva caducifolia/Especial otros tipos leñoso arbustivo			12.57	13			3.64	8	2.45	4	18.66
Selva caducifolia/Especial otros tipos leñoso herbáceo			12.57	13			3.64	8			
Matorral xerófilo Leñoso y no leñosos	2.97	2	5.78	6			1.44	3	26.34	24	36.53

Factores de Consumo o proporción de biomasa consumida (C).

Los Factores de Consumo fueron tomados por defecto de los valores usados en el software CONSUME 3, los cuales fueron desarrollados en base a modelos empíricos experimentales en ecosistemas forestales templados secos del oeste de Estados Unidos que estiman el consumo total en las tres fases de la combustión (Prichard *et al.* 2009).

Los Factores de Consumo resultantes para cada subcategoría INEGEI de bosques templados, son generales obtenidos por estrato y categoría de combustible, para ser aplicados según sea el caso para cada subcategoría INEGEI y su fase de desarrollo de la vegetación como se muestra en el Tabla 8.

Tabla 8 Factores de consumo por subcategoría INEGEI y grupo de combustible obtenidos de CONSUME 3.

Subcategoría INEGEI	Horizonte de fermentación	Hojas y MLC <7.62 cm	MLC >7.62cm	Hierbas	Arbustos
Bosque de Coníferas	0.79	0.93	0.55	0.93	0.89
Bosque de Encino	0.61	0.93	0.55	0.93	0.90
Bosque Mesófilo de Montaña	0.45	0.93	0.55	0.93	0.89
Matorral xerófilo	NA	0.93	0.55	0.93	0.89

En selvas tropicales es escasa o inexistente la información sobre los factores de consumo y para México solo Kauffman *et al. (*2003) registra valores para selvas bajas caducifolias en quemas de conversión de uso del suelo, los cuales por ser la única fuente se usaron para las selvas secas. En los demás grupos de combustibles de selvas tropicales se utilizaron los valores de proporción de biomasa consumida proporcionados por los lineamientos del IPCC en su sección de USCUSS (IPCC, 2003) como se muestra en el Tabla 9.

Tabla 9 Factores de consumo por CCC y grupo de combustible obtenidos del IPCC 2003 y Kauffman et al. 2003 para los bosques tropicales y algunos tipos de matorral.

Clase de condición de combustible	Horizonte de fermentación	Hojas y MLC<7.62 cm	MLC>7.62cm	Hierbas	Arbustos
Selva pernnifolia1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Selva subcaducifolia7	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Selva caducifolia y Especial Otras Tierras2	NA	0.89	0.71	1	0.78

Los Factores de Consumo se asignaron a cada superficie de las subcategoría INEGEI y su fase de desarrollo de vegetación, en función del ambiente de combustión que interviene y en correspondencia con su masa disponible según sea el componente.

Factores de Emisión (D)

Se seleccionaron para este informe los FE de Andreae y Merlet (2001) que comprenden una revisión exhaustiva y actualizada de todas las publicaciones sobre FE de CO2 y gases traza de CH4, CO, N2O y NOx en bosques, y proporcionan valores generales en categorías similares a las propuestas por el IPCC para el sector USCUSS, que son bosques extratropicales (incluye bosques templados, boreales y matorrales de la zona templada); y tropicales (Tabla 10). Se aplicaron los factores de emisión para bosques extratropicales a las subcategorías de bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña y matorrales xerófilos; FE de bosques tropicales a la selva perennifolia, selva baja subcaducifolia y selva caducifolia.

Tabla 10 Factores de emisión por tipo de vegetación y especie química (Andreae y Merlet 2001).

Tipo de vegetación	CO2	CH4	CO	N2O	NOx
Bosques extratropicales	1569	4.7	107	0.26	3
Bosques tropicales	1580	6.8	104	0.2	1.6

[1] IPCC 2003
[2] Kauffman *et al*. 2003

Bibliografía

- Alvarado E. Datos no publicados. Datos de campo de los archivos del US. Forest Service, Pacific Wildland Fire Sciences laboratory, Seattle, WA.
- Alvarado-Celestino, Ernesto; Morfín-Ríos, Jorge E.; Jardel-Peláez, Enrique J.; Vihnanek, Robert E.; Wright, David K.; Michel-Fuentes, José M.; Wright, Clinton S.; Ottmar, Roger D.; Sandberg, David V.; Nájera-Díaz, Andrés. 2008. *Photo series for quantifying forest fuels in Mexico: montane subtropical forests of the Sierra Madre del Sur and temperate forests and montane shrubland of the northern Sierra Madre Oriental.* Pacific Wildland Fire Sciences Laboratory Special Pub. No. 1. Seattle: University of Washington, College of Forest Resources. 93 p.
- Andreae, M. O., P. Merlet. 2001. Emission of trace gases and aereosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*. Vol. 15, No. 4. Pp. 955-966.
- Asbjornsen H., Velázquez-Rosas N., García-Soriano R. y Gallardo-Hernández C. 2005. Deep ground fires cause massive above- and below-ground biomass losses in tropical montane cloud forests in Oaxaca, México. *Journal of Tropical Ecology*, 21:427-434.
- Cairns M. A., Hao H. W., Alvarado E., P. K. Haggerty. 2000. Carbon Emissions From Spring 1998 Fires in Tropical Mexico. Pp 242-248. In: *Porceedings of The Joint Fire Science Conference and Workshop: Crossing Milenium: Integrating Spatial Technologies and Ecological Principles for a New Age in Fire Management*. Jun 15-17, 1999. Boise, Idaho. The University of Idaho. Vol. 1.
- Camp A., Polous H. M, Gatewood R., Sirotnak J. y J. Karges. 2006. *Assesment of top down and bottom up controls on fire regimes and vegetation abundance and distribution patterns in the Chihuahuan Desert borderlands: A hierarchical approach.* Final Report to the Joint Fire Science Program. Yale University. School of forestry and environmental sciences. New Heaven, CT, USA.
- Comision Nacional Forestal (CONAFOR)- US. Forest Service (USFS). 2006. *Evaluación del Riesgo de Incendios Forestales por el Huracán "Wilma"2005, Quintana Roo*. CONAFOR. 57 pp.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/secciones/demas/compendio2006/Reportes/D3_FORESTAL/D3_RFORESTA05/D3_RFORESTA05_03.htm. (1 de abril 2009)
- Crutzen, P. J., L. E. Heidt, J. P. Krasnec, W. H. Pollock, and W. Seile. 1979. Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H2, N2O, NO, CH3Cl, and COS, *Nature*, 282, 253–256.
- Deeming, J. E., Lancaster, J. W., Fosberg, M. A., Furman, R. W., and Schroeder, M. J. 1972. *National fire-danger rating system*. USDA Forest Service Research Paper RM-84.
- Estrada C. I. 2006. *Identificación de áreas susceptibles de incendio forestal en el parque nacional "El Chico", Hidalgo*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 90 p.
- Estrada M., O. 2006. Sistema Nacional de Protección contra los Incendios Forestales. En: G. Flores G., D.A. Rodríguez T., O. Estrada M. y F. Sánchez Z. (eds.) *Incendios Forestales.* Mundi Prensa. México D.F. Pp. 185-213.

- Fosgerg M. A. 1971. Climatological Influences on Moisture Characteristics Dead Fuel: Theoretical Analysis. *Forest Science*, 17: 64-72.
- Fulé P. Z., W. W. Covington. 1994. Fire Regime Disruption and Pine-Oak Forest Structure in Sierra Madre Occidental, Durango, México. *Restoration Ecology* Vol. 2 No. 4, pp. 261-272.
- Hardy C. C., Burgan R. E. y R. D. Ottmar. 2000. A database for Spatial Assesments of Fire Characteristics, Fuel Profiles, and PM_{10} Emissions. En: Sampson R. N., Atkinson R. D. y J. W. Lewis (eds). *Mapping Wildfire Hazards and Risks*. Food Products Press, NY, USA.
- Harmon M. E., Whigham D. F., Sexton J. y I. Olmsted. 1995. Decomposition and Mass of Woody Detritus in the Dry Tropical Forests of Northeastern Yucatan Peninsula, México. *Biotropica*, 27(3): 305-316.
- Hughes F, Kauffman JB, Jaramillo VJ. 2000. Ecosystem-scale impacts of deforestation and land use in a humid tropical region of México. *Ecological Application*, 10:515–27.
- Hughes RF, Kauffman JB, Jaramillo VJ. 1999. Biomass, carbon, and nutrient accumulation in tropical evergreen secondary forest of the Los Tuxtlas region, Mexico. *Ecology* 80:1892–907.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2006. *Inventario Nacional de Gases de Efecto. Invernadero*. INE. Mexico DF.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry.* Institute for Global Enviromental Strategies (IGES). Japan.
- Jaramillo V. J., Kauffman J. B., Rentería-Rodríguez L., Cummings D. L. y L. J Ellingston. 2003 Biomass, Carbon, and Nitrogen Pools in Mexican Tropical Dry Forest Landscapes. *Ecosystems*, 6: 609-629.
- Jardel, E.J., E. Alvarado, J.E. Morfín-Ríos, F. Castillo-Navarro y J.G. Flores-Garnica. 2009. Regímenes de incendios en ecosistemas forestales de México. En: J.G. Flores-Garnica (Ed.). *Impacto ambiental de incendios forestales.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y Comisión Nacional . Guadalajara, Jalisco. Capítulo7.
- Kauffman J. B., Steele M. D., Cummings D. L., Jaramillo V. J. 2003. Biomass dynamics associated with deforestation, fire, and conversion to cattle pasture in a Mexican tropical dry forest. *Forest Ecology Management*, 176 (2003) 1-12.
- Manson R. H., Jardel E. J. P., Jiménez M. E. y C. A. S. Escalante. 2006. En prensa. *Perturbaciones del Hábitat por Causas Naturales y Desastres. En: Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. CONABIO.
- Masera O. R., Ordóñez J. M. y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-295.
- Morales A. H., Návar J., y P. A. Domínguez. 2000. The effect of prescribed burning on surface runoff in a pine forest stand of Chihuahua, México. *Forest Ecology and Management* 137, 199-207.
- Morfín J. E., Alvarado E., Pérez S. D. R. y J. E. Jarder, P. En preparación. *Conocimiento de los combustibles forestales en México.* UNAM, U de G y UW.

- Navarrete P. J. L. 2006. *Estimación del contenido de carbono en la biomasa leñosa muerta para diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo: el caso de la región Purépecha, Michoacán"*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.72 p.
- Ordóñez J. A. B., de Jong B.H.J., García-Oliva F., Aviña F. L., Pérez J.V., Guerrero, G., Martínez R. y O. Masera. 2008. Carbon content in vegetation, litter, and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 255 (2008) 2074–2084.
- Ottmar R. D., Sandberg D. V., Riccardi C. L. y S. J. Prichard. 2007. An Overview of the Fuel Characteristic Classificaction System: Quantifying, classifying, and creating fuelbeds for resource planning. *Canadian Journal of Forest Research*. 37: pp. 2383-2393.
- Ottmar, R.D., Burns, M.F., Hall, J.N. and Hanson, A.D. 1993. *Consume user's guide*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-304. Portland, Oregon: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 118 p.
- Ottmar, Roger D.; Vihnanek, Robert E.; Regelbrugge, Jon C. 2000. *Stereo photo series for quantifying natural fuels. Volume IV: pinyon-juniper, sagebrush, and chaparral types in the Southwestern United States.* PMS 833. Boise, ID: National Wildfire Coordinating Group, National Interagency Fire Center. 97 p.
- Ottmar, Roger D.; Vihnanek, Robert E.; Wright, Clinton S.; Seymour, Geoffrey B. 2007. *Stereo photo series for quantifying natural fuels: volume IX*: *Oak/juniper types in southern Arizona and New Mexico.* Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-714. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 41p.
- Pérez C. J. V. 2006. *Estimación del contenido de carbono en mantillo de diferentes tipos de cobertura vegetal y uso del suelo en la región Purépecha, Michoacán, México.* Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 54 p.
- Prichard, S.J.; Ottmar, R.D.; Anderson, G.K. Consume user's guide v. 3.0. http://www.fs.fed.us/pnw/fera/products/consume/consume30_users_guide.pdf. (1 abril 2009)
- Riccardi C. L., Ottmar R. D., Sandberg D. V., Andreu A., Elman E., Kopper K., y J. Long. 2007. The fuelbed: a key element of the fuel Characteristic Classification System. *Canadian Journal of Forest Research*. 37: pp. 2394-2412.
- Rodríquez T. D. A., Sierra P. A. 1995. Evaluación de los combustibles forestales en los bosques del Distrito Federal. *Ciencia Forestal en México*, 20(77): 197-218.
- Romero D. L. P. 2008. *Diversidad y almacenes de carbono y nitrógeno en bosques tropicales caducifolios secundarios de la región de Chamela, Jalisco, con diferentes historias de uso*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 93 p.
- Rowell, A. y Moore, P.F. 1999. *Global Review of Forest Fires*. WWF/ UICN. Gland, Suiza.
- Sandberg D. V., Ottmar R. D., y G. H. Cushon. 2001. Characterizing fuels in the 21st century. *International Journal of Wildland Fire*, 10: 381-387.
- Scott, Joe H.; Burgan, Robert E. 2005. *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153.Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 72 p.

- SEMARNAT 2009. http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/index-sniarn.aspx. (1 de abril de 2009).
- Stephens S. L. 2004. Fuel Loads, snag abundance, and snag recruitment in an unmanaged Jeffrey pine-mixed conifer forest in Northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 199 (2004) 103-113.
- U. S. Environmental Protection Agency. 2002. http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/related/firerept.pdf (1 de abril de 2009).
- Villers-Ruiz M.L., Alvarado E., y J. Lopez-Blanco. 2001. *Spatial patterns of fuels and fire behavior at the "La Malinche" National Park in Central Mexico* In. Fourth Symposium on Fire and Forest Meteorology. November 13-15, 2001.Salt Lake City, Utah. November.
- Whigham D. F., Olmsted I., Cabrera-Cano E. y Harmon M. E. 1991. The impact of Hurriacan Gilbert on Trees, Litterfall, and Woody Debris in a Dry Tropical Forest in the Northeastern Yucatan Peninsula. Biotropica 23(4a): 434-441.
- Wilkinson L., Engelman L., Corter J. y M Corward. 2004. *Systat*, Inc. Richmond, CA
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.