

Evaluación de emisiones de gases producto de incendios forestales en Cuba en el periodo 1989-2014

Evaluation of gas emissions from forest fires in Cuba in the period 1989-2014

Ricardo W. Manso-Jiménez✉, Ernesto R. Carrillo-Vitale

Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba

Resumen

Las emisiones de gases vinculadas a los fuegos de vegetación son reconocidas como una importante perturbación de los ciclos biogeoquímicos, en especial el ciclo del carbono. La investigación interdisciplinaria pretende mejorar el conocimiento de procesos complejos como las interacciones fuegos-bosques-clima. Los incendios tienen un ciclo anual que está fuertemente relacionado con fluctuaciones naturales de las condiciones climáticas, así como perturbaciones de origen humano. La cuantificación de las emisiones obliga a hacer hipótesis muy generales sobre la cantidad de biomasa disponible y sobre la eficiencia de la combustión. La información de hectáreas quemadas, así como fecha, lugar, tipo de especies quemadas y tipo de incendio es proporcionada por el Cuerpo de Guardabosques de Cuba. Se aplican las recomendaciones indicadas en las Guías Revisadas del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático de 1996, estimándose dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono, óxido nítrico, y óxidos de nitrógeno. El objetivo del trabajo es evaluar 25 años de datos de incendios forestales y características de las emisiones según la calidad del dato. La zonificación climática es esencial para conocer la distribución de la vegetación, por lo que se evalúa el comportamiento de los incendios forestales según las regiones climáticas estudiadas. Además, los fuegos tienen impacto sobre la diversidad biológica y se calculó las emisiones para algunos tipos de especies. Se consolida con gráficos y tablas para mostrar el resultado con mejor calidad y menos incertidumbre, lo cual irá en dependencia de cuanta información se posee por cada incendio.

Palabras claves: emisiones, incendios forestales, regiones climáticas

Abstract

The emissions of gases linked to vegetation fires are recognized as an important disturbance of the biogeochemical cycles, especially the carbon cycle. Interdisciplinary research aims to improve knowledge of complex processes such as fire-forest-climate interactions. Fires have an annual cycle that is strongly related to natural fluctuations of climatic conditions, as well as disturbances of human origin. The quantification of emissions forces us to make very general assumptions about the amount of biomass available and about the efficiency of combustion. The information of

✉ Autor para correspondencia: Ricardo W. Manso-Jiménez. E-mail: ricardo.manso@insmet.cu

Recibido: 25/11/2017

Aceptado: 26/3/2018

hectares burned, as well as date, place, type of species burned and type of fire is provided by the Forest ranger of Cuba. The recommendations indicated in the Revised Guidelines of the 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change are applied, estimating carbon dioxide, methane, carbon monoxide, nitrous oxide, and nitrogen oxides. The objective of the work is to evaluate 25 years of data of forest fires and characteristics of the emissions according to the quality of the data. Climatic zoning is essential to know the distribution of vegetation, so the behavior of forest fires is evaluated according to the climatic regions studied. In addition, fires have an impact on biological diversity and emissions were calculated for some types of species. It is consolidated with graphs and tables to show the result with better quality and less uncertainty, which will depend on how much information, is available for each fire.

Key word: Emissions, Forest Fire, Climate Change

INTRODUCCIÓN

En Cuba, como término medio el 85 % de los incendios ocurren por las actividades humanas, más de 60 % de las ocurrencias se producen en áreas reforestadas. Los fuegos en el bosque son una combustión “mixtas”, significando una combinación de llamas y brasas. Generalmente, los factores de la emisión son publicados como una categoría “mixta”, por consiguiente, se usan promedio de factores mixto de emisión.

Para el desarrollo del presente trabajo fueron utilizadas informaciones correspondientes a incendios registrados en áreas de bosques, en todo el territorio cubano, durante el período 1989-2014, fundamentalmente obtenidos de los Anuarios Estadísticos publicados por la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI) y por la Dirección Nacional del Cuerpo de Guardabosques (CGB) de la República de Cuba, perteneciente al Ministerio del Interior para algunos años específicos. En el primer caso, solo es posible captar el dato a nivel de provincia y en el segundo mediante acuerdos.

Por todo lo antes dicho, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero producto de incendios forestales para el periodo 1989-2014 y la mejora de la calidad del cálculo a partir de datos primarios, tales como localidad donde ocurre, así como la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se basa en el empleo de diferentes métodos de cálculo con varios niveles de complejidad y por tanto de calidad de los resultados. El empleo de uno u otro método, está en dependencia de la información y recursos disponibles con que se cuenta para esta actividad.

La metodología general de cálculo empleada para estimar las emisiones en cada proceso que se evalúa comprende, por lo general, el producto de datos de actividad, por ejemplo, cantidad de material producido o consumido, y un factor de emisión asociado por unidad de consumo o producción de acuerdo con la siguiente expresión ([IPCC, 2006](#)):

$$Emisiones = DA \times FE$$

Emisiones - Emisión del proceso

DA - Dato de actividad del proceso en el sector.

FE - Factor de emisión asociado con un gas por unidad de actividad.

Con el empleo de la metodología del IPCC, se estimaron, metano (CH₄); monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N₂O), y óxidos de nitrógeno (NO_x (NO₂+ NO)). La misma ha sido aplicada en Cuba para realizar los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero ([Carrillo et al, 2015](#)).

La información puede ser de tres tipos, a saber: Tipo 1- Datos de totales nacionales o provinciales, Tipo 2 - Datos diarios, incorporando fecha y lugar, Tipo 3 - Datos tomados directo del “acta de incendio”, el cual reporta, características del incendio, como hectáreas quemadas, hora de inicio y fin del fuego, tipo de vegetación y otras más.

Los datos agrupados del tipo 1, son aportados por el CGB a solicitud de la ONEI para ser publicados en los anuarios. El tipo 2 y el tipo 3 deben ser autorizados para a ser usados en proyectos nacionales. Esta es la causa por la cual, los estudios son fragmentados y no se tienen series largas, salvo los datos del tipo 1.

Los del tipo 2, fueron para el período 1998-2004 y los del tipo 3 sólo fue posible para el año 2006. Los análisis de las actas de incendios reportan muchos incendios de pocas hectáreas, aunque en ocasiones ocurren incendios de grandes proporciones en determinadas zonas.

Sandra Brown, la cual ha sido coautora principal de capítulos referidos al uso de la tierra en los cinco informes del IPCC a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), y participó en un estudio hecho en EE.UU, dentro del inventario de GEI del estado de California ([Brown et al, 2004](#)), plantea que en los incendios forestales correspondientes a este estado, la fase que predominaba en los fuegos era con llamas, por consiguiente podía ser más apropiado aplicar, el valor mínimo de los coeficientes de emisiones (0.009 en lugar de 0.012 para CH₄ y 0.005 en lugar de 0.007 para N₂O ([IPCC, 2003](#))). En nuestro caso podemos extrapolar para los meses secos, y en particular si tenemos datos de precipitación en una estación representativa del sitio donde ocurrió el incendio.

Se logró compatibilizar la clasificación de las formaciones forestales en Cuba ([Mercadet et al, 2005](#)), con los criterios de clasificación de las áreas cubiertas de bosques y la regionalización climática descrita anteriormente, gracias a las dependencias de las formaciones boscosas de la precipitación.

A partir del mapa de precipitación media anual de escala 1:1 000 000 presentado por A. Izquierdo en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba ([Nuevo Atlas Nacional de Cuba, 1989](#)) se obtuvo el mapa de regionalización climática a partir de los siguientes criterios de clasificación ([Manso, 1999](#)).

- *Tropical Seco (TS)*: Temperatura media del aire superior a los 20°C y precipitación anual inferior a los 1 000 mm (Xerófilo Típico).
- *Tropical Húmedo con Estación Seca Larga (TLL)*: Temperatura media superior a los 20°C y precipitación anual entre 1 000 mm y 2 000 mm, con una estación seca superior a los 5 meses (Cuabal, Encinar, Manigua costera, Semicaducifolio sobre suelo calizo, Semicaducifolio sobre suelo ácido, Semicaducifolio de mal drenaje, Uveral, Xerófilo de Mogote, Pinar).
- *Tropical Muy Húmedo (TH)*: Temperatura media superior a los 20°C y precipitación anual superior a los 2 000 mm (Pluvisilva, Pluvisilva de Montaña, Monte Fresco y Monte Nublado).
- La formación Manglar se consideró en la categoría de “Otros bosques”.

El comportamiento de los incendios por regiones climáticas para el período, al igual que para el total de país, fue irregular. Para el estudio realizado, no existe correlación entre los valores mínimos y máximos de las superficies afectadas para ninguna de las tres zonas.

En la región Tropical Húmeda, la mayor y donde se desarrolla la mayoría de las actividades socio-económicas es más probable que se inicie un incendio por accidente, por otro lado, los incendios forestales provocados por descargas eléctricas generalmente abarcan menos superficie que los de causa antrópica, posiblemente por estar asociados a la lluvia del fenómeno meteorológico citado. Esto requiere de un posterior análisis climatológico, silvícola y socio-económico.

A partir de las fracciones de carbono de la materia seca utilizadas para los diferentes tipos de bosques y especies de árboles ([Mercadet et](#)

al, 2005), podemos realizar el cálculo de emisiones por especies.

RESULTADOS

Fue posible realizar un estudio por regiones climáticas, que mereció un trabajo independiente, así como otro relacionado con los incendios por tipos de bosques y otras características relacionadas con la pirodiversidad.

A partir del dato de la suma total de hectáreas por año, considerando los valores por defecto de contenido de carbono y el valor medio obtenido experimentalmente en Cuba de toneladas quemadas por hectáreas sin especificar tipo de clima y bosque, se obtuvieron las emisiones de los diferentes gases (Tabla 1).

Los resultados muestran una gran variabilidad anual, ya que dependen de la combinación entre factores naturales y antrópicos, es decir, fenómenos

meteorológicos extremos como la sequía y ciclones, así como actividades humanas, como quema de residuos agrícolas, los cuales pueden descontrolarse y trasladarse a los bosques. Resalta el año 1999 y 2002, debido a grandes incendios ocurridos por la acumulación de combustible vegetal producto del paso de ciclones en la Ciénaga de Zapata.

Aunque no es objetivo de este artículo, un análisis más detallado de las emisiones de gases derivadas de los incendios forestales para las diferentes provincias del país confirma una de las características de esta categoría de fuente, que es su gran variación espacio temporal, aunque desde luego hay territorios y años específicos con mayor ocurrencia de estos disturbios.

De análisis de las actas de incendios, en especial durante 7 años del 2000 al 2006 tenemos que más del 50% de los focos de incendios son inferiores a 5 hectáreas y afectando principalmente al sotobosque.

Tabla 1. Emisiones de gases diferentes del CO₂ a la atmósfera (en Gg) provenientes de los incendios forestales en Cuba en los años pares del período 1989 -2014

Años	Gases								
	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x	Años	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
1989	0.32	2.78	0.00	0.08	2002	2.50	21.85	0.02	0.62
1990	0.34	2.97	0.00	0.08	2003	0.25	2.22	0.00	0.06
1991	0.71	6.22	0.00	0.18	2004	1.45	12.73	0.01	0.36
1992	0.48	4.20	0.00	0.12	2005	1.28	11.20	0.01	0.32
1993	0.58	5.08	0.00	0.14	2006	1.12	9.85	0.01	0.28
1994	0.66	5.81	0.00	0.16	2007	0.85	7.44	0.01	0.21
1995	0.94	8.25	0.01	0.23	2008	0.40	3.52	0.00	0.10
1996	0.42	3.69	0.00	0.10	2009	1.27	11.16	0.01	0.32
1997	0.51	4.45	0.00	0.13	2010	0.54	4.70	0.00	0.13
1998	0.45	3.92	0.00	0.11	2011	0.00	0.01	0.00	0.00
1999	2.47	21.64	0.02	0.61	2012	0.38	3.31	0.00	0.09
2000	0.77	6.71	0.00	0.19	2013	0.46	4.04	0.00	0.11
2001	0.00	0.01	0.00	0.00	2014	0.29	2.56	0.00	0.07

Fuente: Elaborado por los autores.

Estimaciones de dióxido de carbono por regiones y tipo de vegetación

El estimado de dióxido de carbono (CO₂) producto de los incendios forestales en las regiones climáticas evaluadas se presentan en la [tabla 2](#), donde se pueden observar las toneladas (ton) emitidas de este gas por año y la emisión final para el período de estudio ([Manso et al., 2011; Carrillo et al., 2011](#)).

Como se puede observar para el período existe mucha variabilidad, siendo el año 1999 el de mayor emisión de este gas, estando esto en correspondencia directa con el hecho de ser

este año en que mayor cantidad de superficie afectada por incendios presentó la zona climática Tropical Húmeda.

En la [tabla 3](#), se logró presentar las emisiones por formaciones vegetales, donde las mayores emisiones se constatan en las especies de plantaciones, tales como, los pinares artificiales, eucalipto, así como otras plantaciones. Dentro de las formaciones naturales destacan el semicaducifolio en distintos tipos de suelos y los pinares naturales, debido a la extensión de áreas que ocupan y a la estructura y densidad que poseen, lo cual favorece la propagación de los incendios.

Tabla 2. Emisiones de CO₂ en toneladas estimadas para las regiones climáticas.

Años	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	TOTAL
TH	76.5	633.2	193.5	138.6	414.5	49.9	298.5	356.7	300.6	2362.0
TLL	20.2	2.9	20.1	3.7	72.6	6.3	14.1	151.2	11.5	302.6
TS	5.6	7.1	7.8	16.9	8.5	0.3	7.2	4.6	3.5	61.5

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 3. Emisiones de gases por tipo de vegetación en el año 2006 (Gg)

VEGETACION	CO ₂	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x
Manglares	2,47	0,01	0,09	0,00	0,005
Xerofíticos	0,93	0,00	0,04	0,00	0,00
Cuabales	1,90	0,01	0,07	0,00	0,00
Carrascales	4,34	0,02	0,17	0,00	0,00
Encinar	0,20	0,00	0,01	0,00	0,00
Semicaducifolio sobre suelo ácido	5,80	0,02	0,22	0,00	0,00
Semicaducifolio sobre suelo cársico	19,10	0,08	0,73	0,00	0,02
Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje	12,99	0,06	0,50	0,00	0,01
Pluvisilva Montaña	0,20	0,00	0,01	0,00	0,00
Pinares Naturales	17,07	0,075	0,65	0,00	0,02
Pinares Artificiales	181,26	0,79	6,93	0,00	0,20
Eucalipto	43,75	0,19	1,67	0,00	0,05
Casuarina	9,78	0,04	0,37	0,00	0,01
Otras Plantaciones	66,08	0,29	2,53	0,00	0,07
Otras latifolias	0,618	0,00	0,02	0,00	0,00

Fuente: Elaborado por los autores.

CONCLUSIONES

Por regiones climáticas las mayores emisiones de CO₂ tuvo lugar en la región tropical húmeda. Es válido la aproximación lineal de cantidad de biomasa quemada por zonas climáticas.

Para incendios que ocurran en periodo seco, donde obviamente el material combustible tiene muy baja humedad, se debe aplicar la sugerencia propuesta por Sandra Brown.

Aplicar el contenido de carbono en materia seca por defecto, al desconocer, las especies quemadas, puede traer más de un 5 % de error en el cálculo de las emisiones.

REFERENCIAS

- Nuevo Atlas Nacional de Cuba (1989). Academia de Ciencias de Cuba.
- Brown, S., T. Pearson, A. Dushku, J. Kadyzewski, and Y. Qi (2004). Baseline Greenhouse Gas Emissions and Removals for Forest, Range, and Agricultural Lands in California. Winrock International, for the California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research. 500-04-069F.
- Carrillo, E., R. Manso, D. Boudet., E. Mejias y R. Báez (2011). Comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero producto de incendios forestales en regiones climáticas de Cuba. VI Congreso Cubano de Meteorología, La Habana, 29 de noviembre al 3 de diciembre.
- Carrillo E., R. Manso, C. Sosa, Y. González, J. Bolufé, D. Boudet, A. León, A. V. Guevara, C. González, S. Pire, M. Amáralas, R. Biart I. López, D. Pérez, H. Ricardo, A. Mercadet, A. Álvarez, Y. Rodríguez (2015). Resumen

- Ejecutivo del Inventario Nacional de Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Período 1990 – 2012. CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana.
- IPCC (2003). Penman, J. et al., (Eds). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (edited by J. Penman et al). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 595 pp.
- IPCC (2006). Directrices del IPCC para los inventarios Nacionales de gases de efecto Invernadero. IPCC (UNEP; WMO), 2006.
- Manso, R. (1999). Estimaciones de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero vinculadas a la Silvicultura para Cuba año base 1990. Tesis en Opcional grado de Master en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial en la Opción de Análisis Ambiental y Ordenamiento Geoecológico. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Biblioteca Facultad de Geografía. Cuba.
- Manso R., E. Carrillo (2011). Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero por incendios forestales en dependencia de la pirodiversidad y biodiversidad en cuba. Estudio de caso. VI Congreso Cubano de Meteorología La Habana, 29 de noviembre al 3 de diciembre 2011.
- Mercadet Alicia, Álvarez A. y A. Escarré (2005). Base de datos sobre densidad de madera de especies arbóreas. Instituto de Investigaciones Forestales, Cuba y Universidad de Alicante, España. Aplicado y publicado en López et al (2005,2007, 2009).