

## Tesis Doctoral

**Título:**

# Estimación mensual de emisiones por biomasa quemada para Colombia basado en imágenes de satélite

**Autor:** Jesús Adolfo Anaya Acevedo

**Director:** Dr. Emilio Chuvieco Salinero y Dra. Alicia Palacios-Orueta

**Lugar:** Madrid, España

**Fecha:** Enero de 2009

### RESUMEN

La quema de biomasa tiene una amplia variedad de impactos en el ámbito local, regional y global. Aunque se reconoce que la ocurrencia del fuego es un proceso natural en muchos ecosistemas terrestres también se asocia a efectos negativos en el suelo, el agua, la vegetación y la atmósfera. En el ámbito local se ha encontrado que los incendios modifican aspectos del ciclo hidrológico como la escorrentía y la transpiración, promueve la erosión de los suelos y altera los ciclos de la sucesión vegetal; en el ámbito regional, tienen importancia en el balance nacional de gases de efecto invernadero (GEI) (que se relaciona, a su vez, con su cumplimiento del protocolo de Kyoto) y la sostenibilidad de ecosistemas vegetales como la Amazonía, las sabanas de África y los bosques boreales; y en el ámbito global existe una creciente preocupación por el calentamiento del planeta, las emisiones de GEI, las alteraciones en las propiedades y composición química de la atmósfera y los cambios en de la radiación solar sobre la superficie terrestre.

Este documento presenta un método para estimar emisiones de gases efecto invernadero por biomasa quemada basado en la ecuación de Seiler y Crutzen (1980). El periodo de estudio comprende desde 2001 hasta 2006 y se realiza a escala nacional. El área de estudio cubre desde los 4° sur hasta los 12° Norte con un total de 1.139.012 km<sup>2</sup> correspondientes al área continental de Colombia. Con el fin de utilizar la ecuación de Seiler y Crutzen fue necesario estimar tres variables: área quemada, biomasa y

eficiencia del quemado. Se validaron los productos de área quemada disponibles para la comunidad científica con el fin de seleccionar el más apropiado para la zona de estudio. Los productos evaluados fueron: MODIS MCD45, SPOT L3JRC, AATSR GlobCarbon y AQS. Se ha hecho énfasis en las sabanas del río Orinoco, debido la alta ocurrencia del fuego y a la conversión de bosques a pastizales para ganadería. El método de validación se fundamenta en la comparación de los resultados de los errores de omisión y comisión calculados a partir de matrices de confusión con sus respectivas soluciones eficientes. Las soluciones eficientes se determinan utilizando el límite de Pareto. Adicionalmente se incluye un análisis de métrica del paisaje para determinar la importancia de la distribución de los fragmentos en la exactitud global.

En el caso de la carga de combustibles se concluyó que la información disponible no es apropiada para describir apropiadamente la distribución espacial y temporal. Existen varias aproximaciones para estimar la carga de combustibles utilizando datos obtenidos por teledetección. Aquí se propone relacionar datos medidos en campo con mapas de índices de vegetación y mapas de porcentaje de arbolado. Para ello la vegetación fue clasificada en tres grandes categorías: pastizales, bosques secundarios y bosques primarios. El mapa de proporción de vegetación MOD44 fue utilizado como variable explicativa de bosques primarios y bosques secundarios siguiendo una relación exponencial, mientras el mapa de índice de vegetación MOD13A1 EVI fue utilizado como variable explicativa de pastizales, siguiendo

una relación lineal. La biomasa para pastizales fue estimada cada 16 días, debido a su alta variación a lo largo del año.

Por otro lado, se han utilizado los índices de verdor como variable explicativa de la eficiencia del quemado. No toda la biomasa expuesta al fuego se quema, ni todo el carbono quemado es emitido a la atmósfera, dado que parte permanece en la superficie como carbono elemental.

En este apartado se hace una propuesta novedosa, que busca relacionar la disminución del índice de vegetación ante la ocurrencia del fuego con la eficiencia del quemado. Para ello, se calculó la diferencia entre productos del índice de vegetación EVI MODIS de 16 días antes y después de la ocurrencia del fuego. La selección de píxeles quemados se realizó a partir de las áreas quemadas identificadas por el producto L3JRC. Los análisis se realizaron de forma independiente para cada tipo de vegetación, con objeto de tener en cuenta las particularidades fenológicas. Los valores máximos de eficiencia del quemado se determinaron a partir de valores estándar y los valores mínimos se determinaron según las

características fenológicas

Los resultados de emisiones por quema de biomasa se basan en análisis espaciales y temporales. El nivel de detalle temporal es de 16 días y la unidad cartográfica mínima es 1 km<sup>2</sup>. Sin embargo, la unidad mínima de análisis son los límites de los municipios. Los resultados también se presentan por regiones naturales y para todo el país. Se encontró que el promedio anual de áreas quemadas para el período de estudio es de 14.480 km<sup>2</sup>, los cuales se ubican principalmente en la región de la Orinoquía, seguido por la región Andina, Amazonía y Caribe. No se encontraron áreas quemadas en la región Pacífica.

En general, la mayoría de emisiones provienen de la quema de pastizales. Las emisión media anual para todo el país es de 9,45 Tg año<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub>, 0,52 Tg año<sup>-1</sup> CO, 0,01 Tg año<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>, 0,02 Tg año<sup>-1</sup> NMHC y 0,05 Tg año<sup>-1</sup> PM<sub>2.5</sub>. Estos resultados han sido analizados a la luz de estudios previos de área quemada y emisiones en centro y Suramérica, también se alude a los comunicados de Colombia ante la comisión marco del cambio climático (UNFCCC).