



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Área quemada y estimación de emisiones GHG

Germán Mauricio Valencia

Jesús Adolfo Anaya

Francisco Caro Lopera



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Preguntas a resolver

¿Cual de los productos existentes de AQ muestra de la mejor forma la realidad de los incendios en el Norte de Sur América?

- Dificultad para tener información sobre la superficie por la incidencia de nubes la mayor parte del año
- Horario de paso de los satélites por el Ecuador

¿Cómo es la producción mensual interanual de la producción de GHG?

- Que relación existe entre estimaciones Bottom-Up y Top-Down



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Objetivos a desarrollar

- Validación de los productos de área quemada **MCD64A1C5**, **MCD45A1C5.1**, **Fcci_Fire 4.1**, y **MCD64A1C6** a partir de imágenes Landsat
- Cuantificación de emisiones de GHG (Bottom-Up y Top-Down)



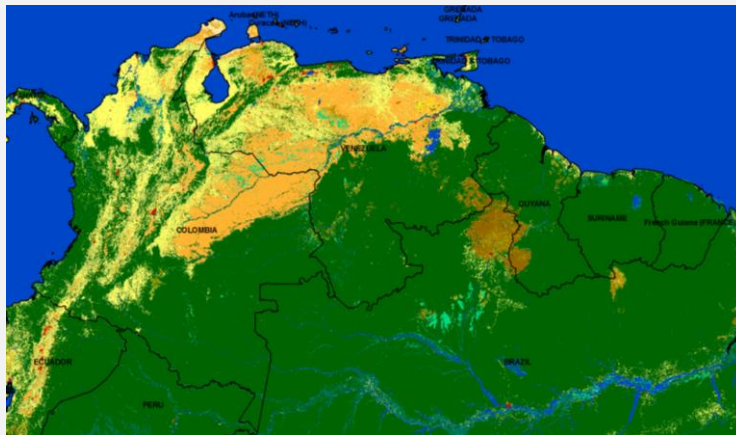
National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Zona de estudio (Producto Meris 350m año 2010)



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Validación

- La validación de estos productos es un paso necesaria para saber el grado de exactitud con el cual los modelos están representando la realidad de los incendios, dado que estos, están siendo incorporados en modelos globales del ciclo del carbono, de emisiones y de cambio climático (Mouillot et al., 2014). El proceso de validación según el grupo CEOS-WGCV consiste en evaluar cuantitativamente la precisión del conjunto de datos (CEOS-WGCV, 2012)
- **CEOS-WGCV** (*Committee on Earth Observation Satellites - Working Group on Calibration & Validation*)



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Procedimiento

- Identificación de Zonas Landsat aplicando análisis Kernel, en focos de calor durante 16 años
- Levantar polígonos de validación utilizando el modelo BAMS (Bastarrica et al. 2014)
- Implementar un protocolo de validación
- Comparar estadísticamente los diferentes modelos Vs la verdad de campo. Implementar estadísticos propuestos por Padilla et al. (2014)



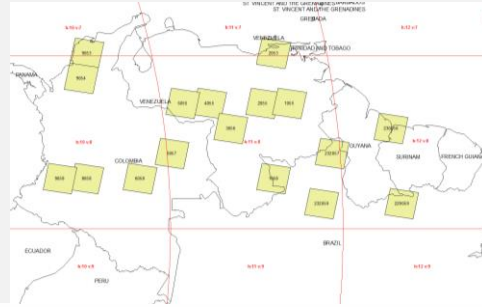
National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Identificación de semillas



Aplicar la fórmula siguiente para calcular el ancho de banda:

$$SearchRadius = 0.9 * \min \left(SD, \sqrt{\frac{1}{\ln(Z)}} * D_m \right) * n^{-0.2}$$

donde:

- SD es la distancia estándar
- D_m es la mediana de la distancia
- n es el número de puntos cuando no se usa campo de población, o la suma de los valores del campo de población cuando se utiliza.



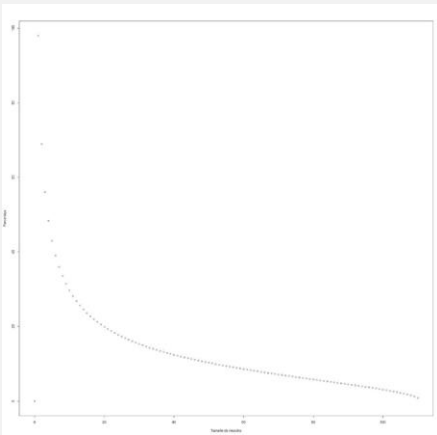
National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Tamaño muestral

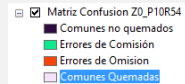
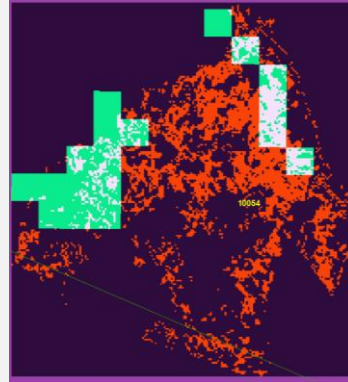


National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

Matriz Confusión

Estadísticos aplicados para la validación

Referencia Landsat			
Modelo MCD64A1 o MCD45A1	Quemado	No quemado	Total Filas
Quemado	P11	P12	P1+
No quemado	P21	P22	P2+
Total Columna	P+1	P+2	1



Matriz Confusión

Estadísticos aplicados para la validación (Padilla)

$$OA = \frac{P_{11} + P_{22}}{P_{1+} + P_{2+}} \quad \text{Precisión Global}$$

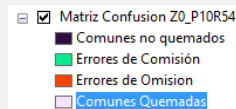
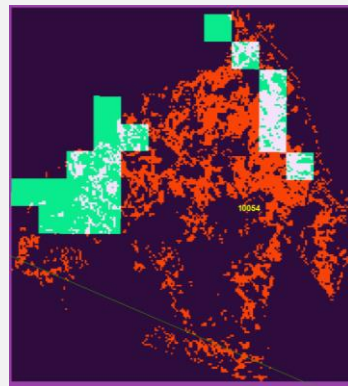
$$Ce = \frac{P_{12}}{P_{1+}} \quad \text{Error de comisión}$$

$$Oe = \frac{P_{21}}{P_{2+}} \quad \text{Error de omisión}$$

$$DC = \frac{2P_{11}}{2P_{11} + P_{12} + P_{21}} \quad \text{Coeficiente de Sorensen-Dice}$$

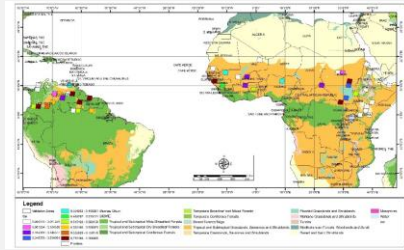
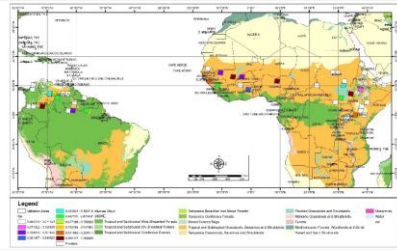
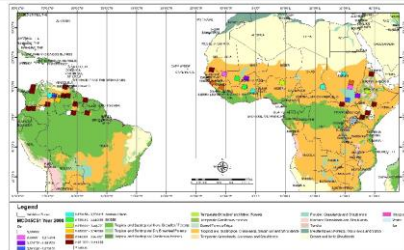
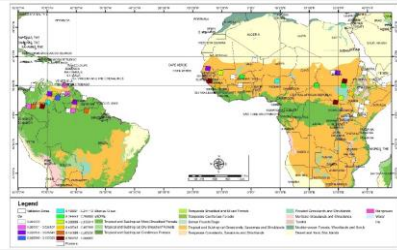
$$B = P_{12} - P_{21} \quad \text{Sesgo}$$

$$A = \frac{P_{12} - P_{21}}{P_{+1}} \quad \text{Sesgo Escalado}$$





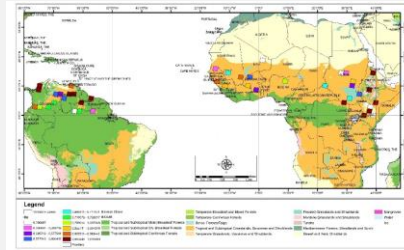
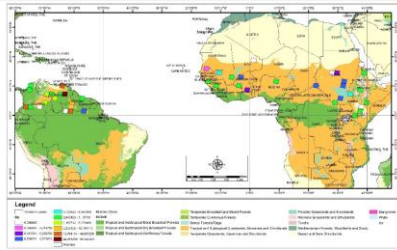
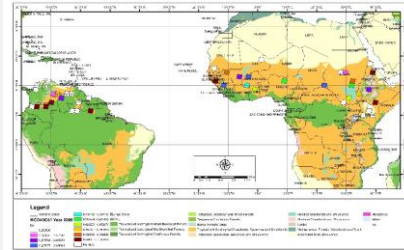
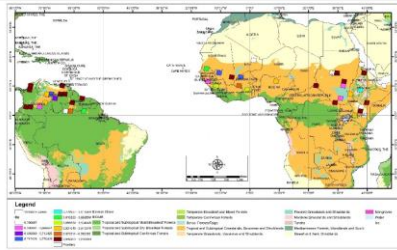
Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

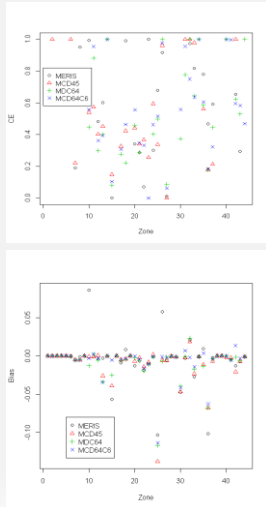


Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



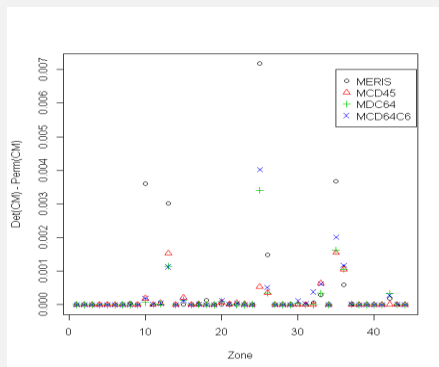
National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

Estadísticos Globales



Pruebas típicas de diferencias de medias y medianas sobre las muestras de Bias, Rel.B y OA, revelan fácilmente la discrepancia en la validación del MERIS, pero con el fin de profundizar en tal diferencia y avanzar en una clasificación mejor, proponemos el siguiente estadístico.

Estadísticos Globales



Por las características de la matriz de confusión CM, es claro que en un método de alta validación debe cumplirse que los elementos de la antidiagonal, p_{12} y p_{21} deben tender a cero y su producto debe ser menor que el producto de la diagonal principal, por lo tanto $\text{Det}(\text{CM}) = p_{11} p_{22} - p_{12} p_{21}$ debe ser mayor que cero. Note además que el permanente de CM en este caso, definido como $\text{Perm}(\text{CM}) = p_{11} p_{22} + p_{12} p_{21}$, satisface que $\text{Perm}(\text{CM}) > \text{Det}(\text{CM})$.



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Emisiones



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Estado del arte *Bottom-up*

Inventario/Modelo	Referencia	Resolución temporal	Resolución especial/Cobertura	Método (Bottom-up o Top-Down)	Estimación de emisiones por quema de biomasa
EDGAR4.2	(Janssens-Maenhout et al., 2011)	Annual 1970-2012	0.1 ox0.1o Global	Bottom-up	Sur America 470 Tg C
GFAS v1	(Kaiser et al., 2012)	Annual 2003-2011	0.1 ox0.1o Global	Top-Down	Sur America 377 Tg C
GFED 4	(Louis Giglio et al., 2013)	Annual Mensual Diario para quemas de más de 3 horas 1997-2014	0.25 ox0.25o Global	Bottom-up	Sur America 333 Tg C
WFEI	(Urbanski et al., 2011)	Diario Mensual 2003-2008	500 metros Oeste de EEUU	Bottom-up	
Fire_CCI BA	(Alonso-Canas & Chuvieco, 2015)	Cada 15 días 2006-2008	1000 metros	Bottom-up	
AQL2004	(E. Chuvieco et al., 2006)	2004	500 m	Bottom-up	
3BEM	(K. M. Longo et al., 2010)	Diario	35 km horizontal Sur America	Bottom-up	Sur America 712.Tcg CO2



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Estado del arte *Top-down*

Plataforma del Satélite	ERS-2	TERRA	TERRA	TERRA	AQUA	AQUA	ENVISAT	AURA	AURA	METOP-A	METOP-A	CALIPSO	GOSAT
Agencia que desarrolla	ESA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	ESA	NASA	NASA	ESA/EUMETSAT	ESA/EUMETSAT	NASA	JAXA
Sensor	GOME	MOPITT	MIRS	MODIS	MODIS	AIRS	SCIAMACHY	OMI	TES	GOME-2	IASI	CALIOP	TANSO-FTS
Hora de paso por Ecuador	10:30	10:30	10:30	10:30	13:30	13:30	10:00	13:45	13:45	9:30	9:30	6:00	13:00
Periodo de operación	1995-2003	2000-	2000-	2000-	2002-	2002-	2002-2012	2004-	2004-	2006-	2006	2006-	2009
Cobertura Global	3 días	3 días	9 días	diario	diario	diario	6 días	Diario	2 días	1.5 días	Dos veces al día	Dos veces al día	3 días
Resolución Espacial (Km)	40x320	22 x 22	17.6 x 17.6	1 x 1	1 x 1	50 x 50	30 x 60	13 X 24	5.3-8.5	40 x 80	50 X 50	0.333	10 x 10
Región Espectral	UV-Vis	IR	Vis-IR	Vis-IR	Vis-IR	Vis-IR	UV-Vis	UV-Vis	IR	UV-Vis	IR	Vis-IR	IR
Rango Espectral (um)	0.24-0.79	2.2,2.3,4,6	0.44-0.87	0.4-14.4	0.4-14.4	0.4-14.4	0.24-2.4	0.27-0.50	3.2-15.4	0.25-0.79	3.6 – 15.5	0.523, 1.026	0.76 – 14.3
Especie Observada													
NO ₂	X						X	X		X			
SO ₂	X						X	X	X	X	X		
CO		X					X	X	X	X	X		
CH ₄		X					X	X	X	X	X		X
COVNM	X						X	X	X	X	X		
MP (AGD)	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	
NH ₃									X		X		
CO ₂						X	X		X	X	X		X
Referencias claves	(Burrows et al., 1999)	et (Drummond, 1999)	(Diner et al., 1998)	(Barnes et al., 1998)	(Barnes et al., 1998)	(Aumann et al., 2003)	et (Bovensmann et al., 1999)	(Levelt et al., 2006)	(Beer et al., 2008)	(Callies et al., 2000)	(Clerbaux et al., 2009)	(Nasa, 2006)	(Kuze et al., 2009)



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Bottom-Up

- Método indirecto de Seiler y Crutzen (1980), seleccionado en esta tesis doctoral de Anaya (2009) para estimar las emisiones por quema de biomasa en Colombia.

$$M_{i,j,k} = B_{i,j,m} \times AQ_{i,j} \times EQ_{i,j,m} \times E_k$$

M_{i,j,k} cantidad del gas emitido por (con coordenadas i,j) en Mg;

B es la biomasa (materia seca) para la misma área en Mg km⁻²

AQ es el área quemada en km² de la

- misma área (i,j)

EQ es la eficiencia del quemado (proporción de biomasa consumida)

E_k es el factor de emisión, es decir, la cantidad del gas k emitido por unidad de materia seca (g g⁻¹)

[Tomado de Anaya \(2009\)](#)



Área quemadas de Febrero de 2007 sobre Producto MERIS de coberturas del suelo. MERIS_ESACCI



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Biomasa

Autor	Parámetro estudiado	Tamaño pixel	Cobertura temporal	cobertura espacial	Sensores y modelo
(J. a. Anaya et al., 2009)	AGB	500 m	2001-2006	Colombia	Modis/ Regresión
(Saatchi et al., 2011)	AGB	1 km	2011	Trópico	Modis, SRTM/Max Ent
(Baccini et al., 2012)	AGB	463 m	2007-2008	Trópico	Modis, SRTM/ Random Forest
(Avitabile et al., 2015)	AGB	1 km	2000-2008	Trópico	Modis, SRTM/Fusión de datos
(Liu et al., 2015)	AGB	0.25 o	1993_2012	Trópico	Regression (VOD derivado de Radar)



Se evaluaron 750 estaciones de crecimiento de biomasa



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

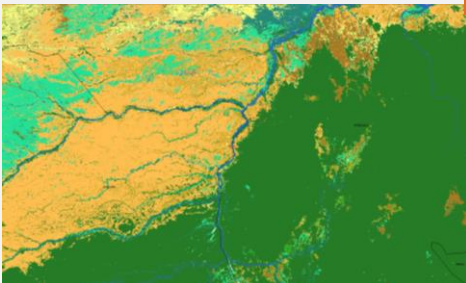
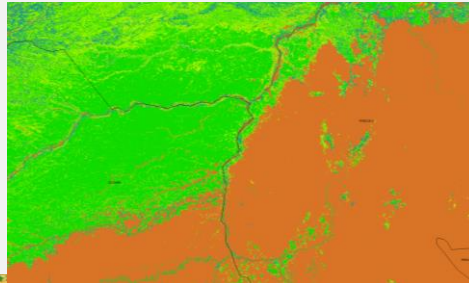


Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Coberturas

MCD12



Se evaluaron visualmente los productos MCD12 y Meris CCI

Meris CCI



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Factores de Emisión y de combustión

Factor de emisión	Según clases propuesta de Akagi et al., (2011)	Se refieren a la cantidad de gramos emitidos por kilogramo de materia seca consumida.
Factor de combustión	Información extraída de literatura. Se destacan los trabajos de los últimos años desarrollados por (Van Leeuwen et al., 2014; C. Wiedinmyer et al., 2011)	Proporción de biomasa quemada en función del tipo de cobertura del suelo
Factor de emisión	Según clases IGBP siguiendo el trabajo de (C. Wiedinmyer et al., 2011)	Se refieren a la cantidad de gramos emitidos por kilogramo de materia seca consumida.



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

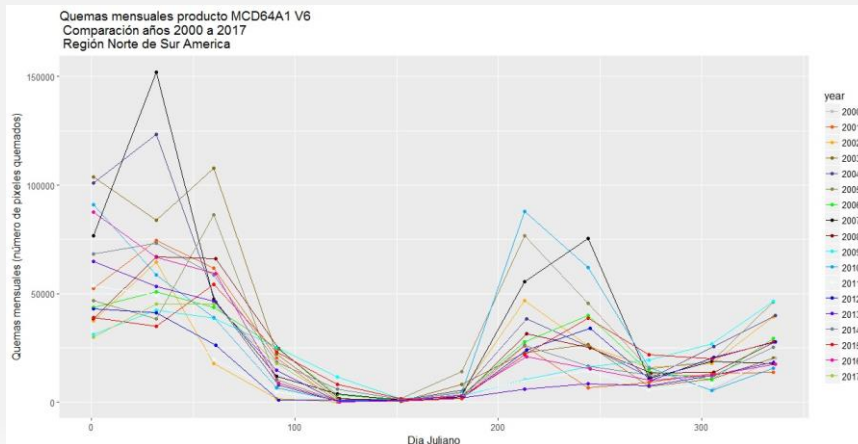


Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Resultados

Serie de tiempo de quemas mensuales (número de píxeles)



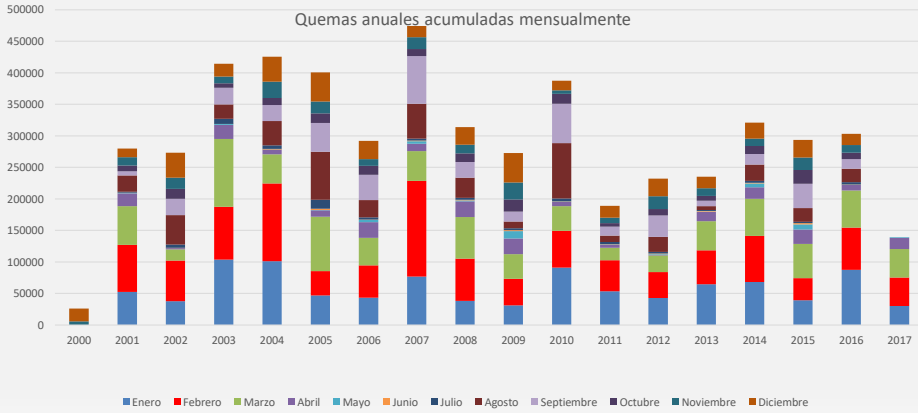
National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Resultados



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

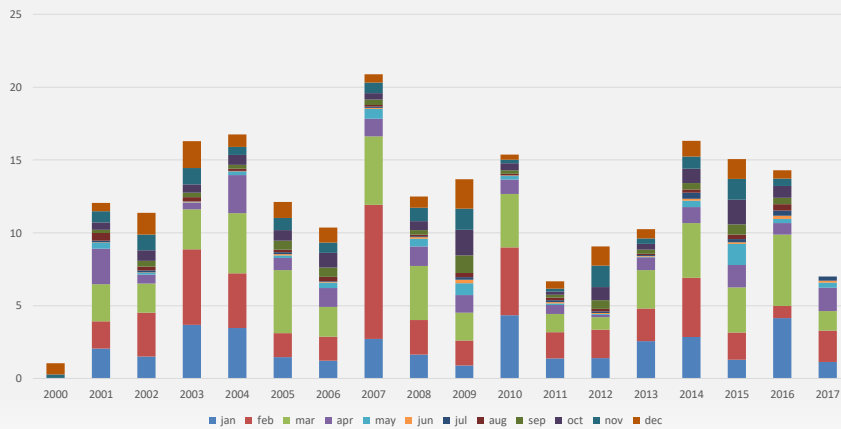


Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Resultados

Serie de tiempo de emisiones de CO2, Bottom-Up
Emisiones de CO2 en Tg



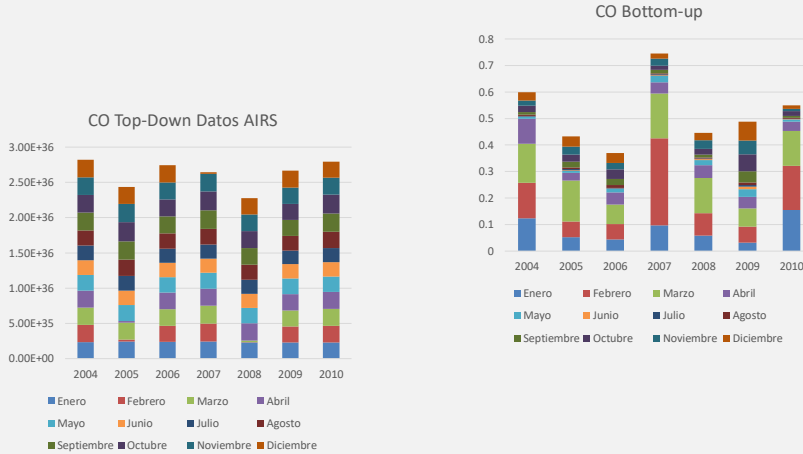
National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Resultados



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017

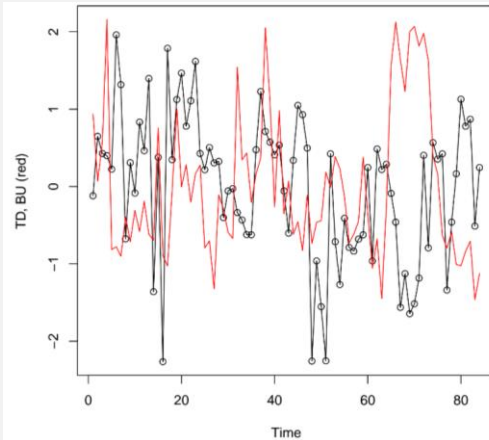


Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Resultados

Serie de tiempo de emisiones de CO, Bottom-Up vs TopDown



Las dos series escaladas muestran una tendencia y períodos extremos que se pueden detectar usando la metodología de Shape Theory aplicada en series dobles de precipitación y caudal propuesta por:

Carlos López-Bermeo, Francisco J. Caro-Lopera and Janet Barco. (2016). Detecting periodicity of rainfall and streamflow time series using shape theory. Submitted



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Hallazgos

- Las tendencia de los diferentes modelos en la zona de estudio es hacia la omisión de incendios. Lo cual esta altamente apalancado por la incidencia de pequeños incendios.
- Las zonas donde se evidenciaron los principales problemas de disponibilidad de imágenes, coincidieron con los estadísticos más altos de omisión. Como es el caso de la zona Andina de Colombia, y la zona de influencia del Amazonas.
- En la cuenca de la Orinoquia se presentaron los incendios más grades. Y allí los modelos tuvieron un mejor nivel de acierto. Sin embargo se observó que los estadísticos tienen variaciones de zona a zona.
- Sería ideal incluir en el modelo de validación un estadístico zonal que tenga en cuenta la posición de los errores de omisión y comisión
- Dada la variabilidad de las ecorregiones que componen el área de estudio, es necesario evaluar el uso de diferentes índices al trabajar con el BAMS



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017



Burned Area Estimation in Latin America using a Collaborative Virtual Environment



Hallazgos

- El año 2007 presentó la mayor cantidad de áreas quemadas, seguido del año 2004 y 2010.
- Esto apalanca la cantidad de emisiones determinadas por Bottom-Up
- Este aumento no es evidenciado por el modelo Top-Down.



National Commission for Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO), Mexico D.F. August 1-3, 2017