

Inventario espaciotemporalmente desagregado de emisiones de material particulado generado por la quema de caña de azúcar en el Valle del Cauca

Andrea Cardozo-Valencia¹, Germán Rueda, Germán Restrepo³, Rodrigo Jimenez^{2,*}

¹ Universidad Nacional de Colombia – Palmira, Departamento de Ingeniería, Grupo de Investigación en Prospectiva Ambiental, Palmira, Colombia

² Universidad Nacional de Colombia – Bogotá, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Grupo de Investigación en Calidad del Aire, Bogotá, Colombia

³ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Cali, Colombia

- Autor correspondiente: rjimenezp@unal.edu.co

Workshop

PM & BC concentrations and emissions in Colombian cities

Cali, octubre 9-11 de 2019

Cultivo de la caña de azúcar

Genera el 0,6% PIB nacional.

No hay zafra

- Producción de azúcar (2,3 millones de toneladas)
- Bioetanol (incrementó 16%)
- Miel
- Electricidad

Área cultivada de caña de azúcar en Colombia

Valle del Cauca	77%
Cauca	20%
Risaralda	1%
Caldas	1%
Quindío, Norte de Santander y Meta	1%

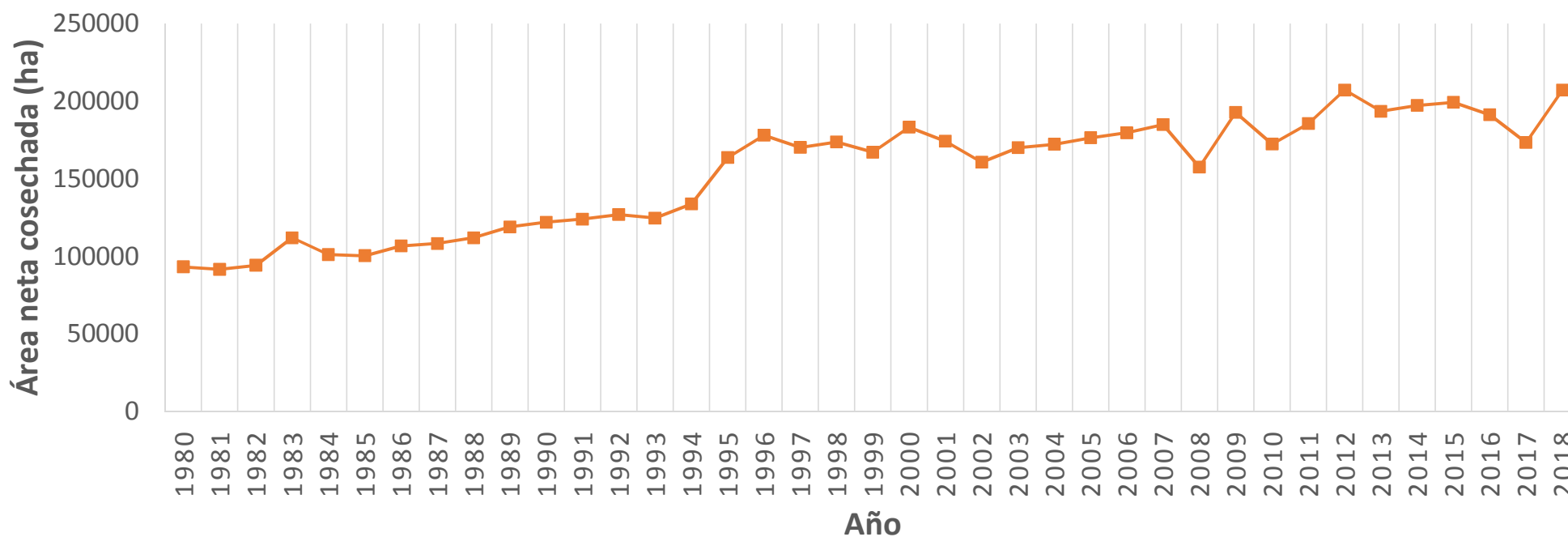


Área de la zona plana del Valle del Cauca: 400.000 ha

Fuente: Informe Anual Asocaña 2018-2019; DANE ,2012

Cultivo de la caña de azúcar

Cosecha de caña de azúcar en Colombia



Fuente: Informes anuales Asocaña, 2008-2018

Quema precosecha de caña de azúcar

Beneficios

- Reduce exceso de biomasa.
- Aumenta el contenido de azúcar en el tallo (según variedad).
- Mejora la eficiencia del cortero.
- Elimina plagas y malezas.

Contaminantes atmosféricos

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NO), (NO₂), (NO_x)
- Metano (CH₄)
- Hidrocarburos no metálicos (NMHC)
- **Material particulado**

Fuente: Muñoz Prada and García Robayo, 2011

Regulación de la quema precosecha

¿Cuál es el procedimiento de **Quemas controladas** para cosecha de caña de azúcar?

¿Por qué se quema la caña? *Cuando es quemada, disminuye el material vegetal que genera riesgos en la actividad de corte.*

Recuerda las zonas de restricción de quemas controladas:

Perímetro urbano de municipios	1000 m
Aeropuertos	1500 m
Vías intermunicipales	80 m
Perímetro urbano de corregimientos	200 m
Edificaciones y viviendas	100 m

- Incendio y quema controlada
- Incendio: caso fortuito o causado por terceros.

Por la cual se establecen requisitos, términos, condiciones y obligaciones, para las quemas abiertas controladas en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras.

- Horario de quema: Entre 8:00 am y 2:00 am
- Prohibida requema.

Fuente: Manuelita, 2016; Resolución 532 de 2005

Información cosecha de caña de azúcar

Reportes cosecha para cada mes del año 2018:

- Código de la cosecha (verde, quema o incendio)
- Fecha
- Nombre del municipio, corregimiento y hacienda.
- Código de la suerte.
- Área total y cosechada.
- Edad de la caña

- Código estación
- Hora final e inicial
- Velocidad inicial y final
- Dirección inicial y final



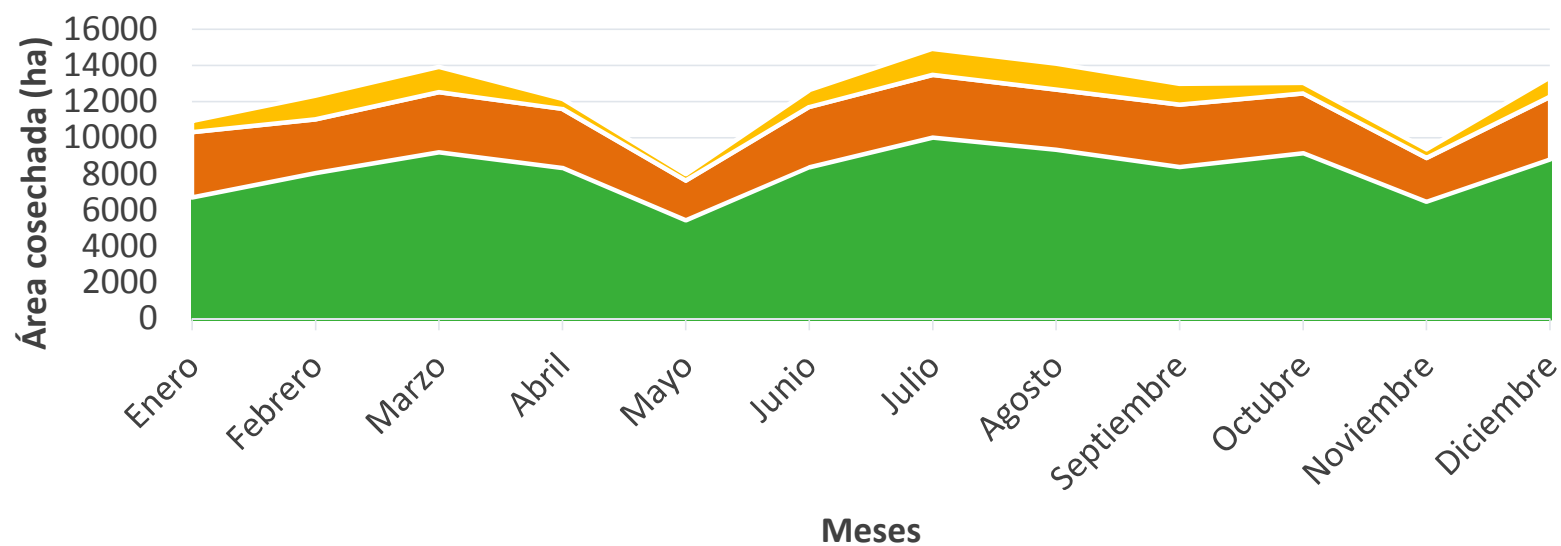
Quema controlada



Fuente: Foto tomada de internet

Quema precosecha en el año 2018

Área cosechada: 90,25% del área sembrada.



■ Área cosechada en verde 66% ■ Área cosechada en quema 26% ■ Área cosechada en incendio 8%

TOTAL (ha)

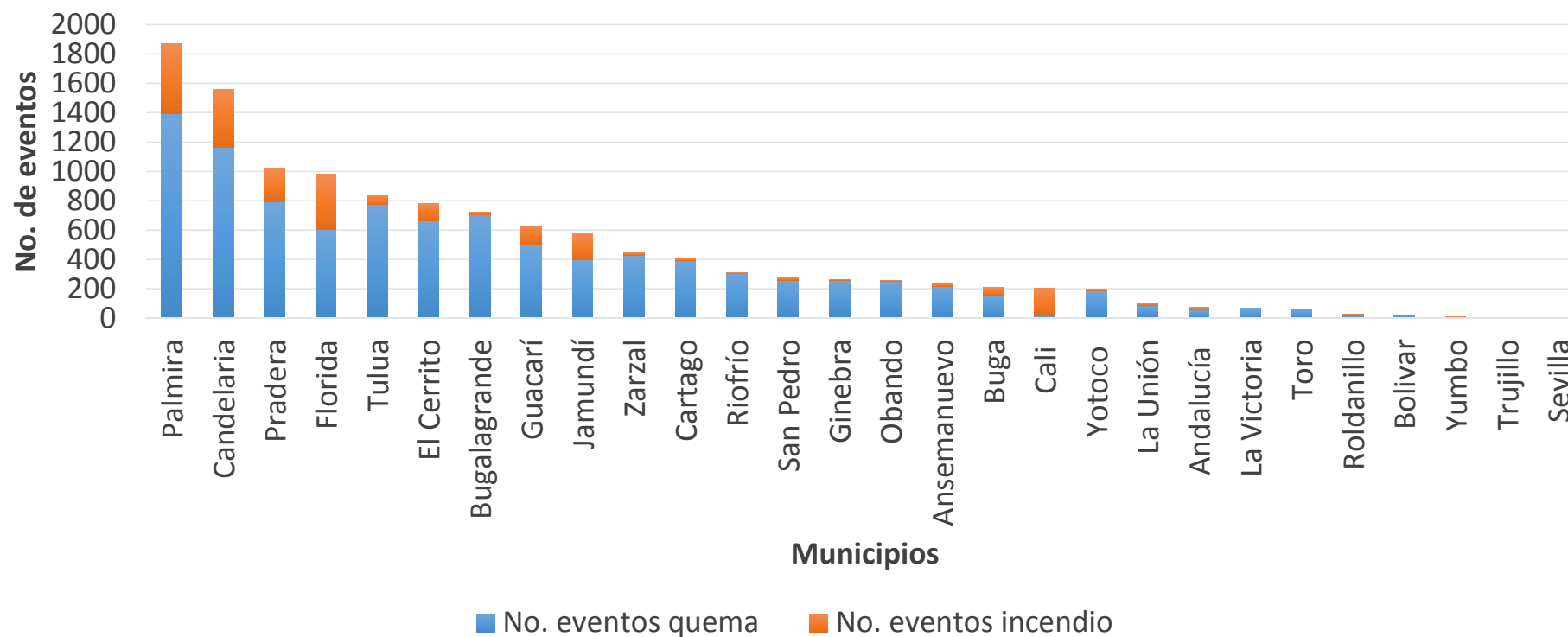
98,212

38,132

11,311

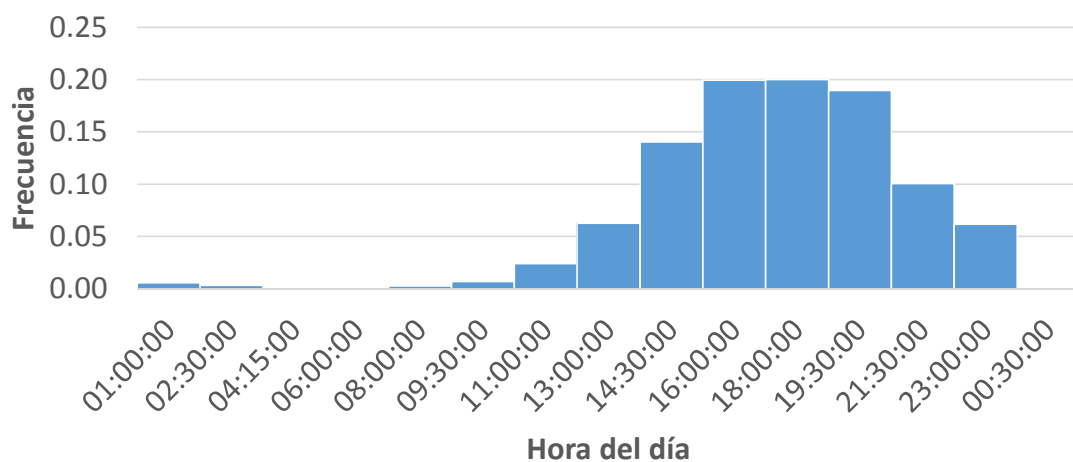
Quema precosecha en el año 2018

Cantidad de quemas e incendios 2018

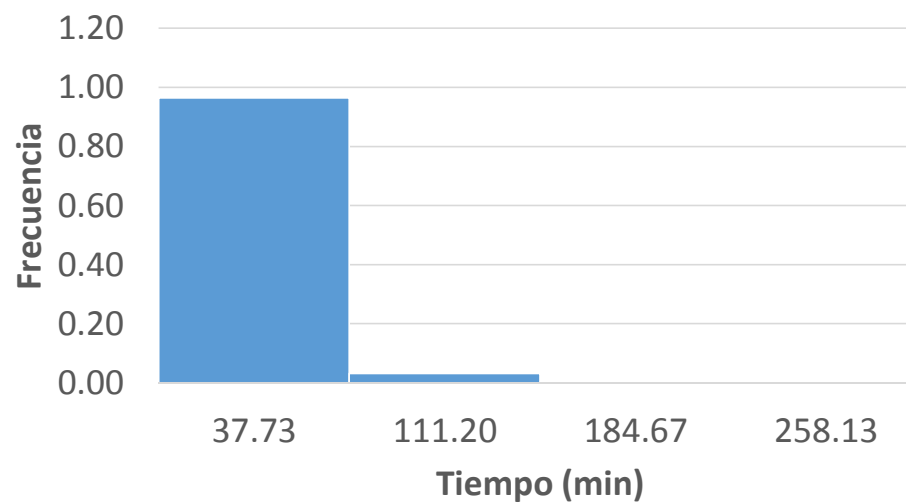


Quema precosecha en el año 2018

Hora de inicio quema precosecha

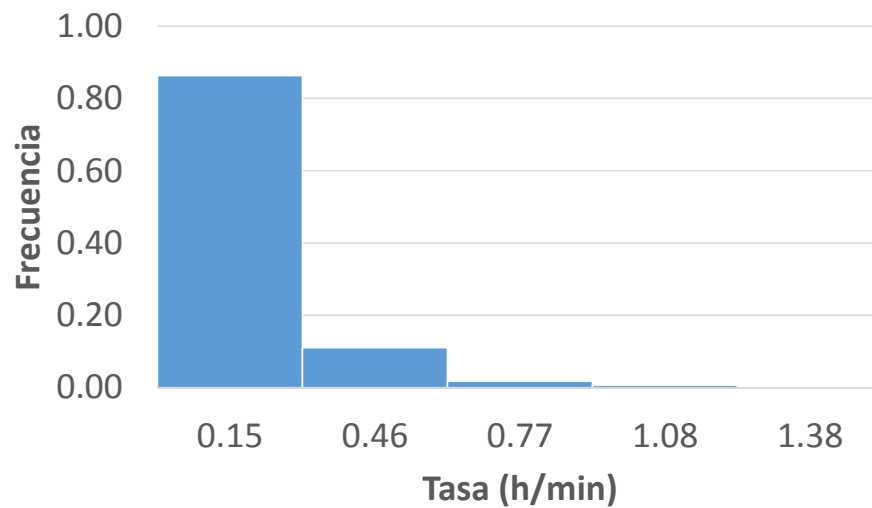


Duración de las quemas

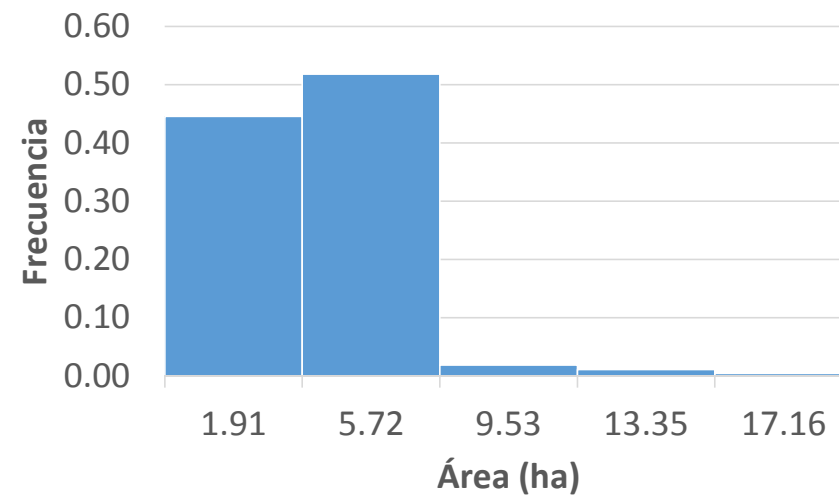


Quema precosecha en el año 2018

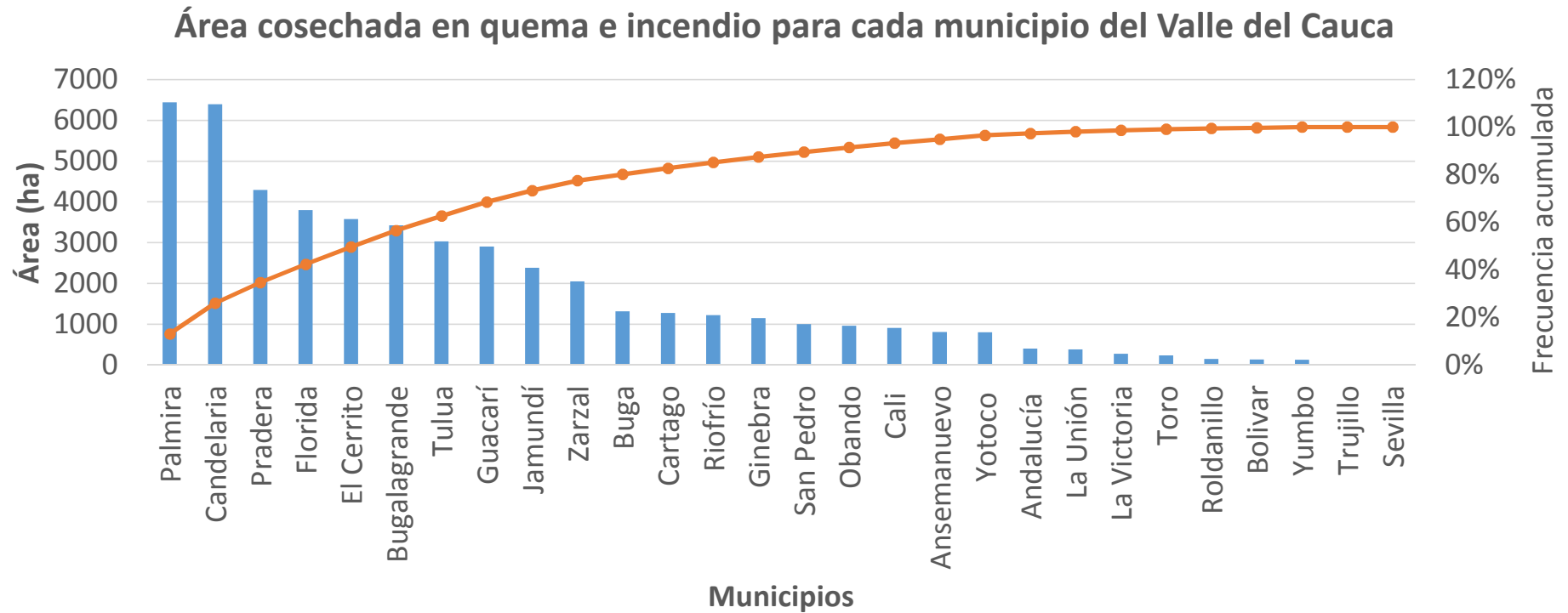
Tasa de quema



Área cosechada de quema e incendio



Quema precosecha en el año 2018



Estimación de las emisiones

Referencia: Mugica et al., 2018

$$E = B \cdot A \cdot S \cdot r \cdot \beta \cdot \alpha$$

Variable	Valor	Unidades
α = Biomasa arbórea disponible para quema	160	Kg BS quemable/ ha
A = Factor de actividad	49,443	ha/ año
S = Fracción de residual de cosecha	0.2	Kg residuo/kg BH
r = Fracción de materia seca	0.8954	Kg BS/ kg BH
B = Fracción de residuos quemados	0.72	Kg BH/ kg residuo
β = Eficiencia de combustión	0.9	Kg BS quemada/ kg BS
e = factor de emisión	1.19	kg PM 2.5/ kg BS quemada

Emisión total año 2018: **1092,43** ton PM 2.5

Estimación de las emisiones

Referencia: França et al., 2014

$$E = \alpha \cdot \beta \cdot e \cdot A$$

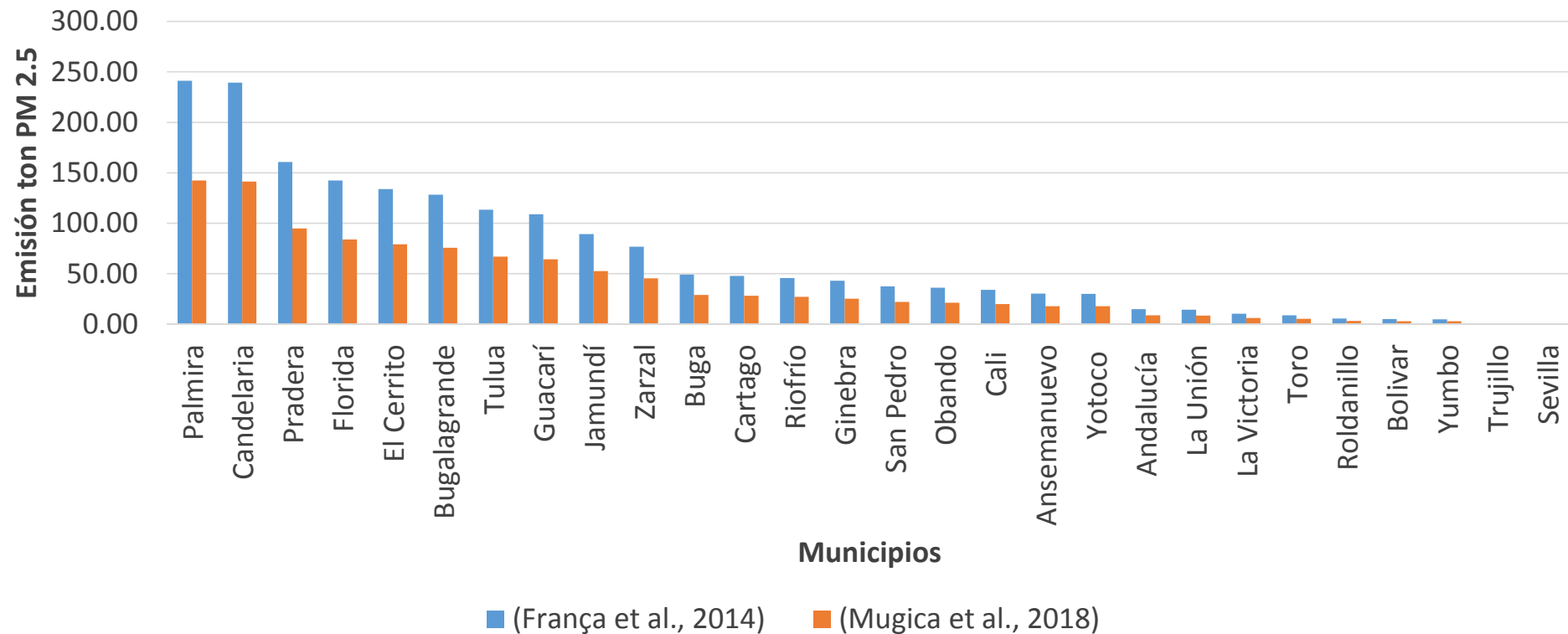
Variable	Valor	Unidades
α = Biomasa arbórea disponible para quema	160	Kg BS quemable/ ha
β = Factor de combustión	0.09	kg BS quemada/ kg BS quemable
e = Factor de emisión	2.6	kg PM 2.5/ kg BS quemada
A = Factor de actividad	49,443	ha/ año

Emisión total año 2018: **1851,15 ton PM 2.5**

EPA AP42: factor de emisión partículas finas 2.3- 3.5 g/kg

Estimación de las emisiones por municipio

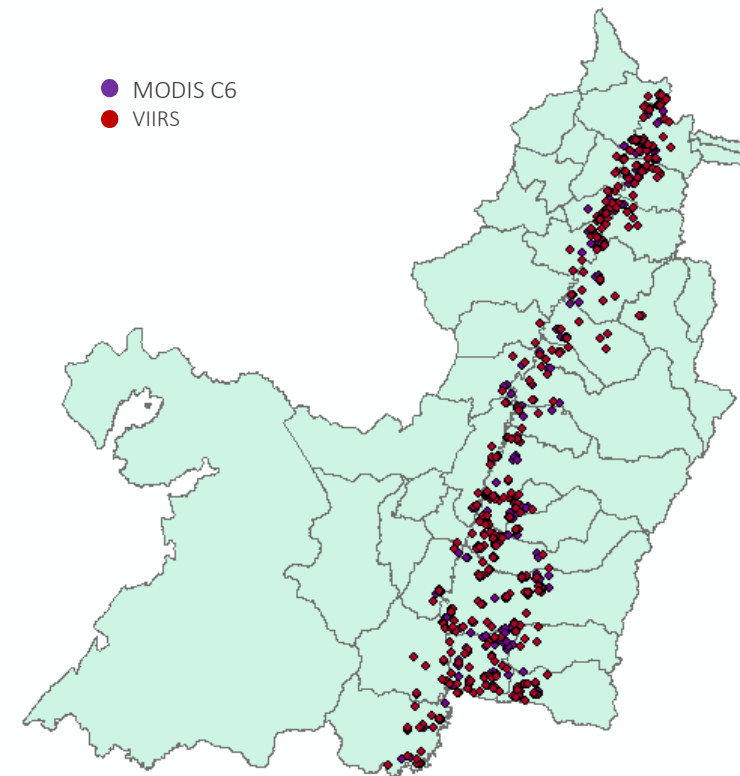
Emisión de material particulado en el año 2018



Información satelital

- Global Fire Emissions Database GFED: registra 106 quemas y área quemada hasta el 2016.
 - Área 2016: 45,527 ha
 - Área GFD: 5,700 ha (12,5%)
- Global forest watch fires- Poder de radiotativo de fuego (FRP):
 - MODIS C6: 168 quemas.
 - VIIRS: 531 quemas.

INFORMACIÓN SATELITAL DE QUEMAS- MODIS C6 Y VIIRS



Conclusiones

- La producción de caña de azúcar principalmente en el departamento del Valle del Cauca 71% del área cosechada de todo el país. Se registraron eventos de quemados e incendios en 28 de los 42 municipios del departamento.
- El área cosechada en el Valle del Cauca se da principalmente en verde 67%, el restante se lleva a cabo por quema e incendio a una tasa de 0,15 ha/min. En las temporadas lluviosas (mayo y noviembre) se registró menor área quemada e incendiada; mientras en las secas se duplica (marzo y julio). El horario más frecuente para quema e incendio es de 4-8 pm.

Referencias

- Asocaña. (2018). *Aspectos generales del sector agroindustrial de la caña 2018-2019 Informe Anual*. Colombia. Retrieved from <https://www.asocana.org/documentos/2352019-D0CA1EED-00FF00,000A000,878787,C3C3C3,0F0F0F,B4B4B4,FF00FF,2D2D2D,A3C4B5.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2009). PROGRAMA PARA EL SANEAMIENTO, MANEJO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA- CONPES 3624. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Ministerio de Hacienda y Crédito Público DNP – DDU - SDAS. Retrieved from <https://www.elpais.com.co/elpais/archivos/compes-rio-cauca.pdf>
- DANE. (2012). *Cuenta satélite piloto de la agroindustria del cultivo de caña de azúcar 2005-2012. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)*. Colombia. <https://doi.org/1.> Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) [Internet]. [cited 2015 Mar 5]. Available from: <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/censos>
- Estrellan, C. R., & Iino, F. (2010). Toxic emissions from open burning. *Chemosphere*, 80(3), 193–207. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.03.057>
- França, D., Longo, K., Rudorff, B., Aguiar, D., Freitas, S., Stockler, R., & Pereira, G. (2014). Pre-harvest sugarcane burning emission inventories based on remote sensing data in the state of São Paulo, Brazil. *Atmospheric Environment*, 99, 446–456. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.10.010>
- Madriñan, C. (2002). *Compilación y análisis sobre contaminación del aire producida por la quema y la requema de la caña de azúcar; Saccharum officinarum L, en el valle geográfico del Río Cauca*. Universidad Nacional de Colombia.
- Mugica, V., Hernández, F., Magaña, M., Herrera, J., Santiago, N., Gutiérrez, M., ... González, G. (2018). Sugarcane burning emissions: Characterization and emission factors. *Atmospheric Environment*, 193(September), 262–272. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.09.013>
- Manuelita (2016) *Conoce el procedimiento de quemas controladas con fines de cosecha*. Available at: <http://www.manuelita.com/manuelita-noticias/conoce-procedimiento-quemas-controladas-fines-cosecha/>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2005) *Resolución 532*. Colombia. Available at: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/cc-Resolución 0532 de 2005 - Quemias abiertas.pdf>.