

104_5: Estimación de factores de emisión para el material particulado (PM_{10}) por actividades agrícolas en la Orinoquia colombiana

Andrés Ardila Ardila¹, Angela Vargas Burbano¹, Elizabeth León Velásquez², Rodrigo Jiménez Pizarro¹

¹ Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Grupo de Investigación de Calidad del Aire (GICA), e-mail.

² Universidad EAN, Facultad de Ingeniería, Grupo de Investigación en Gestión Ambiental.

Presentador : Andrés Ardila Ardila
Estudiante de la maestría en Ingeniería Ambiental
Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá
avardilaar@unal.edu.co

■ Tabla de contenido

1. La Orinoquia colombiana
2. Desarrollo de los factores de emisión (FE) de PM_{10}
3. FE estimados
4. Emisiones estimadas
5. Implicaciones Políticas



1. La Orinoquia Colombiana

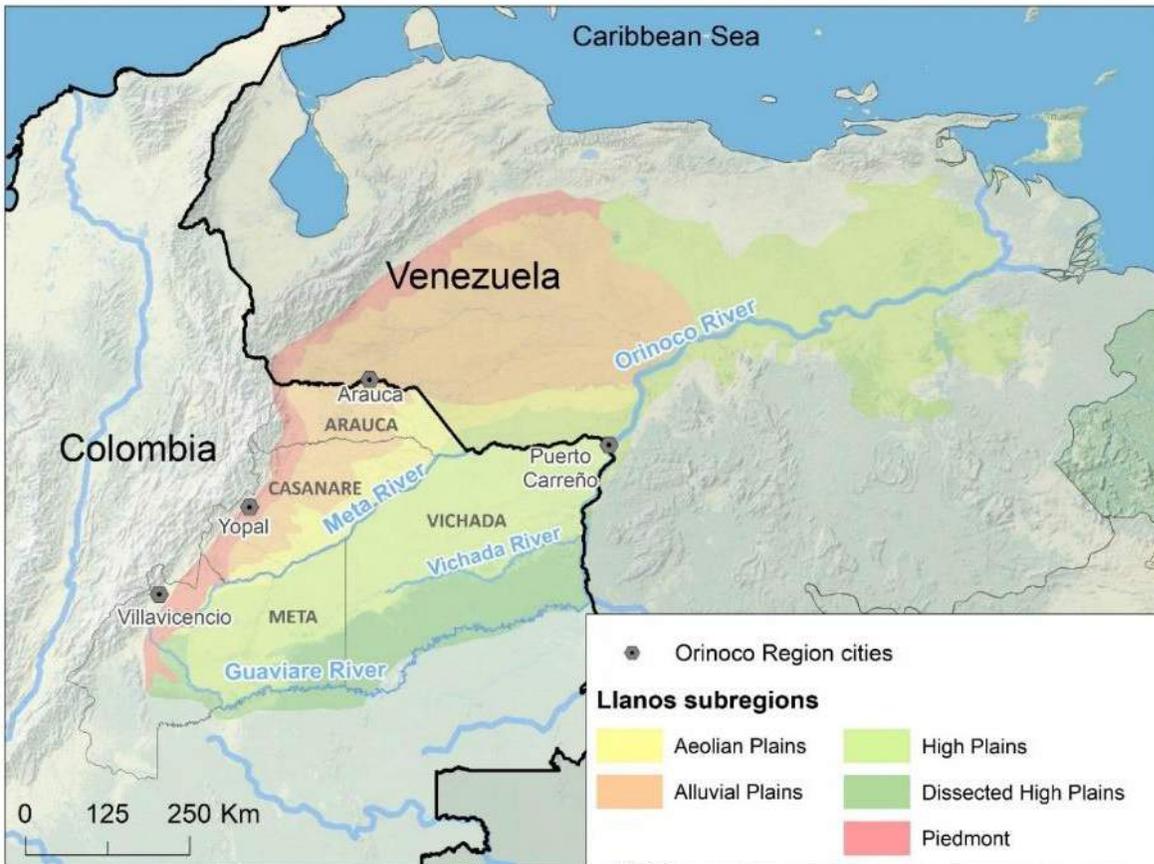
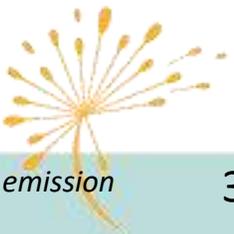


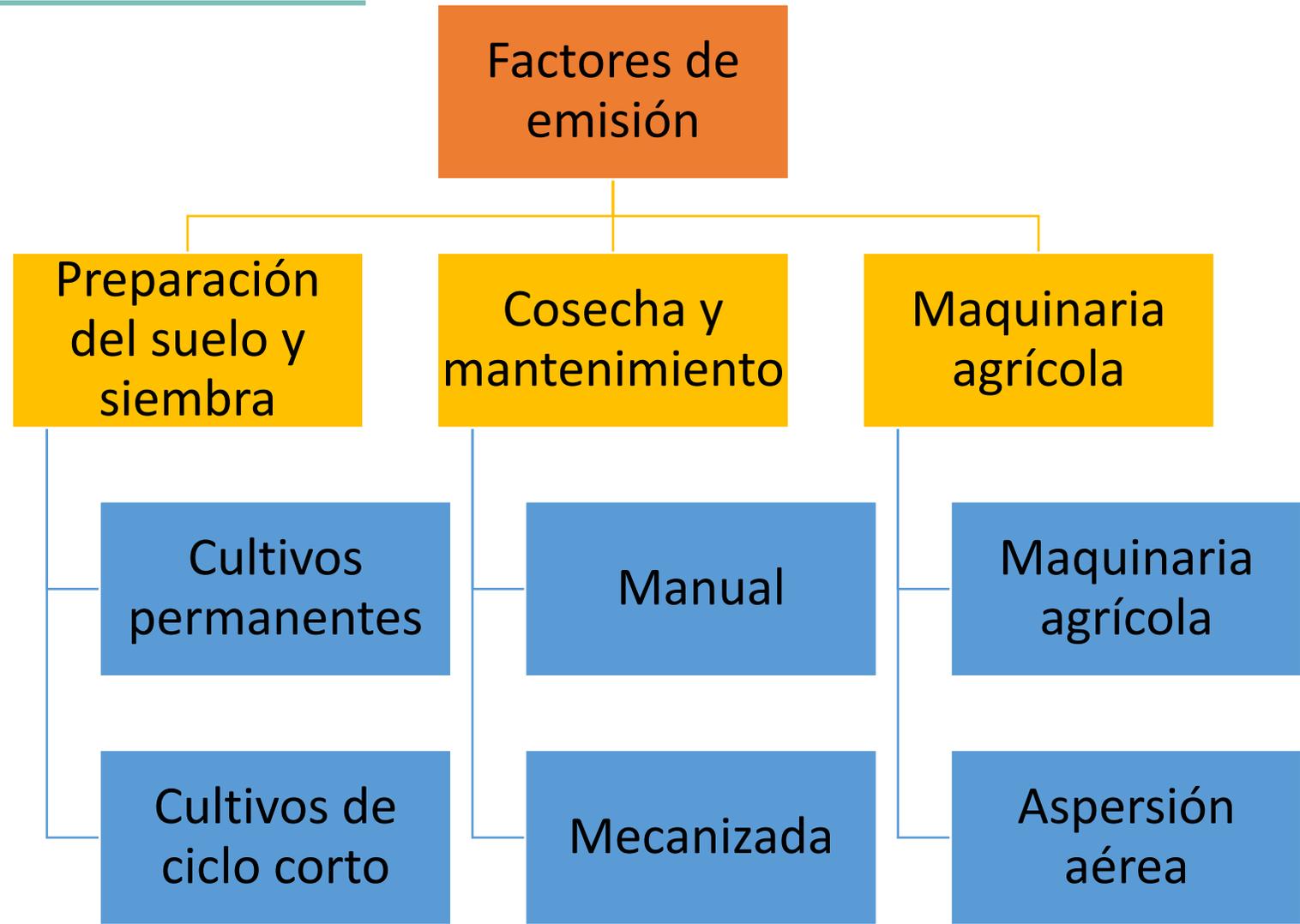
Figura tomada de: Jiménez et al. 2022

- La **Orinoquia colombiana** cuenta con **25 Mha** , de las cuales para el **2017, 1 Mha** estaban destinadas a la agricultura. El resto del área de la Orinoquia se encuentra destinada para la ganadería, áreas de reserva natural e indígena, entre otros usos.
- La Orinoquia colombiana la comprenden **4 departamentos**: Meta (0,62 Mha), Vichada (0,02 Mha), Casanare (0,27 Mha) y Arauca (0,09 Mha).
- De los **69 cultivos** que se encontraban sobre la Orinoquia colombiana en 2017, destacan la **Palma de Aceite** (0,32 Mha), **Arroz** (0,28 Mha) y **Maíz** (0,13 Mha) (Min Agricultura-Agronet)



2. Desarrollo de los factores de emisiones

Antes del desarrollo de los FE se elaboró una **matriz** donde se especifico para cada cultivo los **ciclos fenológicos, de cosecha, practicas agrícolas frecuentes, tipo de cultivo** (permanente o ciclo corto) y **categoría** (teniendo en cuenta la importancia regional y semejanza entre ciclos).



2. Desarrollo de los factores de emisiones

Preparación del suelo
y siembra

Cultivos permanentes

Cultivos de ciclo corto

$$EF = \frac{1}{\tau L} \sum_k^A EF_{A,k} + \sum_k^B EF_{B,k} * \frac{fk}{fH}$$

$$EF = \sum_k^{all} EF_k * \frac{fk}{fH}$$

A = Operaciones iniciales

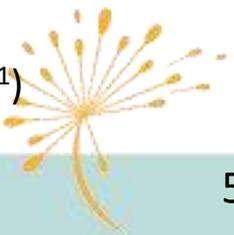
B = Operaciones recurrentes antes de la maduración

τL = Tiempo de vida (años)

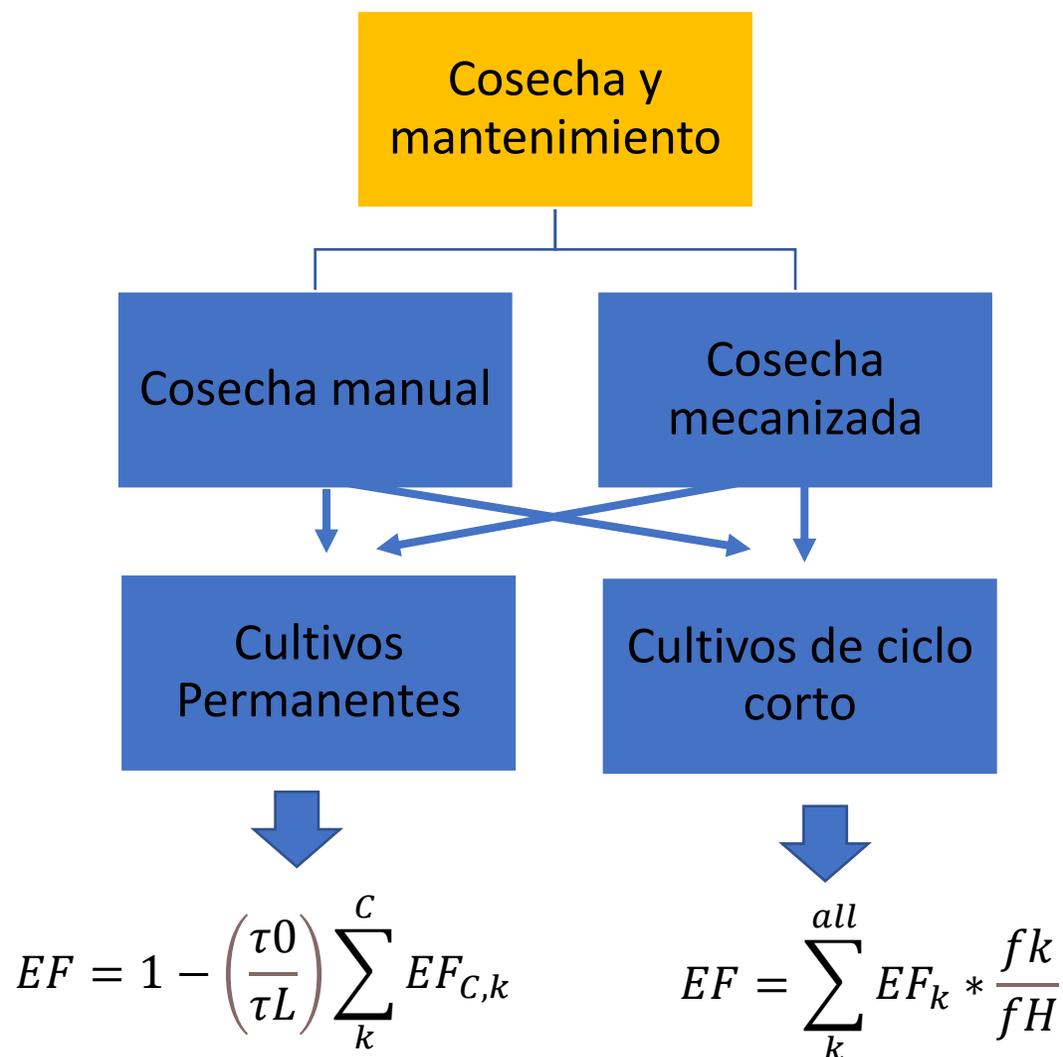
fH = Frecuencia de cosecha (años⁻¹)

fk = Frecuencia de la operación (años⁻¹)

Actividades de preparación del suelo	Factor de emisión [kg PM ₁₀ /ha*paso] (CARB, 2016)
Discado	1,34
Arado	1,34
Subsolado	5,15
Deshierbe	0,89
Aplanado del suelo	14,01



2. Desarrollo de los factores de emisiones



Tipos de cosecha	Factor de emisión [kg PM ₁₀ /ha*año] (CARB, 2017)
Manual (cítricos)	0,089
Mecanizada (Arroz)	0,19

Mantenimiento	Factor de emisión [kg PM ₁₀ /ha*paso] (CARB, 2016)
Deshierbe	0,89

C = Cosecha

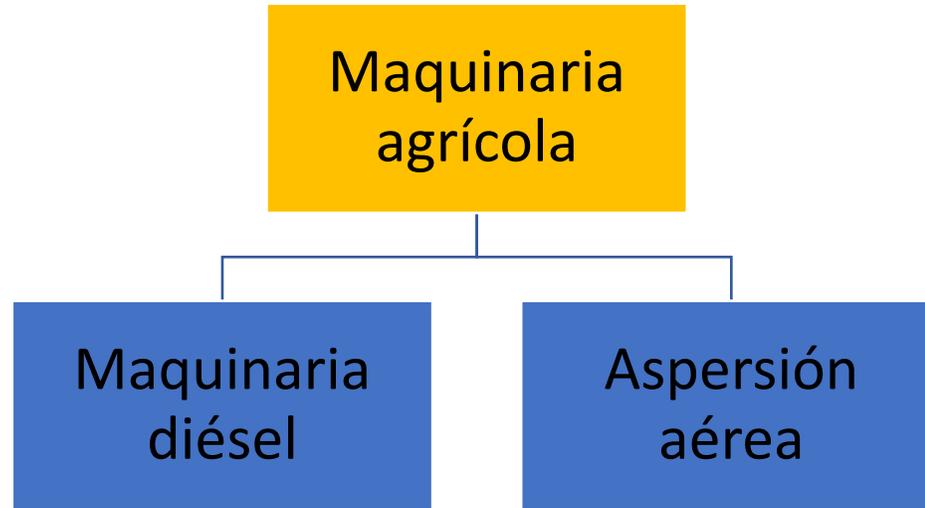
τL = Tiempo de vida (años)

$\tau 0$ = Tiempo de maduración (años)

fH = Frecuencia de cosecha (años⁻¹)

fk = Frecuencia de la operación (años⁻¹)

2. Desarrollo de los factores de emisiones



$$DEF_{crop} = EF_f * \sum_1^n \left(\frac{C_{LP}}{\tau L} * C_m * fH \right)$$

$$JFEF_{crop} = C_{Jf} * FD * EF_{JF} * Fa$$

$$MEF_{crop} = DEF_{crop} + JFEF_{crop}$$

Parámetro	Valor	Fuente
Maquinaria agrícola FE	3,23 g PM ₁₀ * L ⁻¹	Kean et al., 2000
Consumo maquinaria	6-36 L * ha ⁻¹	Boto et al., 2005
Jet Fuel FE	9,92*10 ⁻³ g PM*L ⁻¹	US EPA., 2017
Consumo Jet Fuel	2,21 L*ha ⁻¹	Aerocivil., 2016

CLP = Consumo diésel por actividad

τL = Tiempo de vida

Cm = Consumo diésel mantenimiento

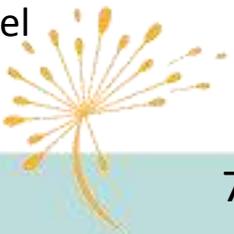
fH = Frecuencia de cosecha

Cjf = consumo de Jet Fuel

FD = Densidad del combustible

EF_{jf} = Factor de emisión PM Jet Fuel

Fa = Frecuencia de aplicación



2. Desarrollo de los factores de emisiones

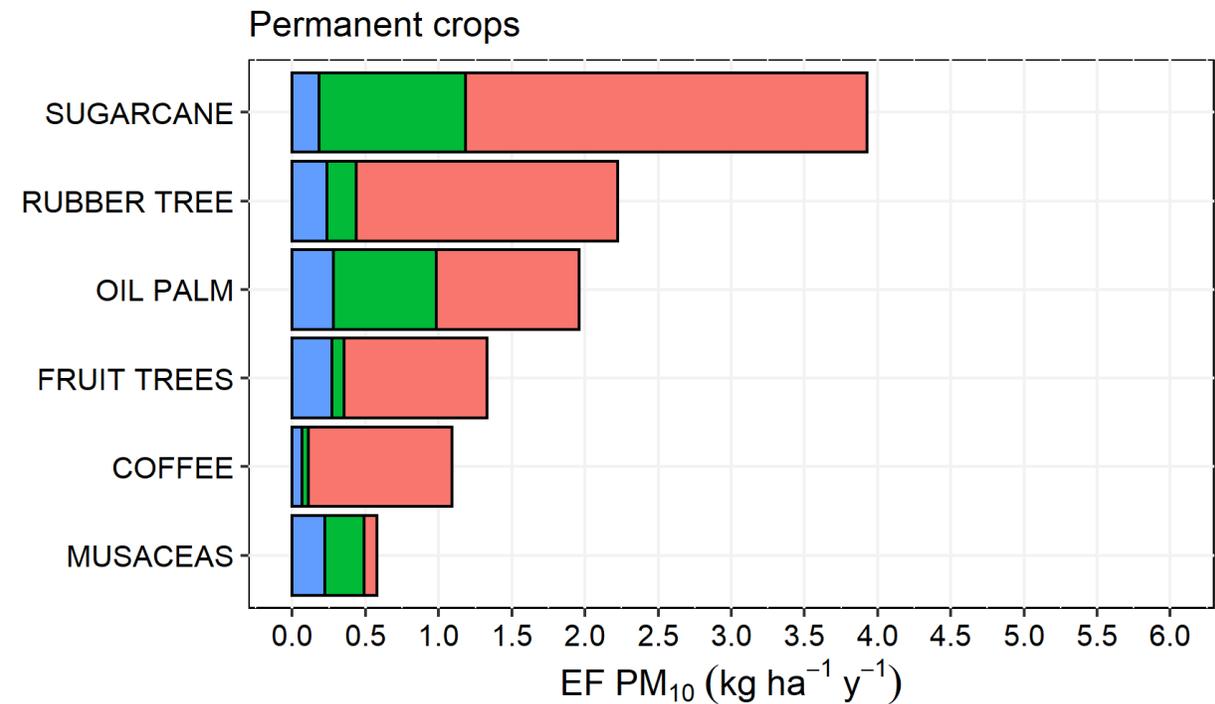
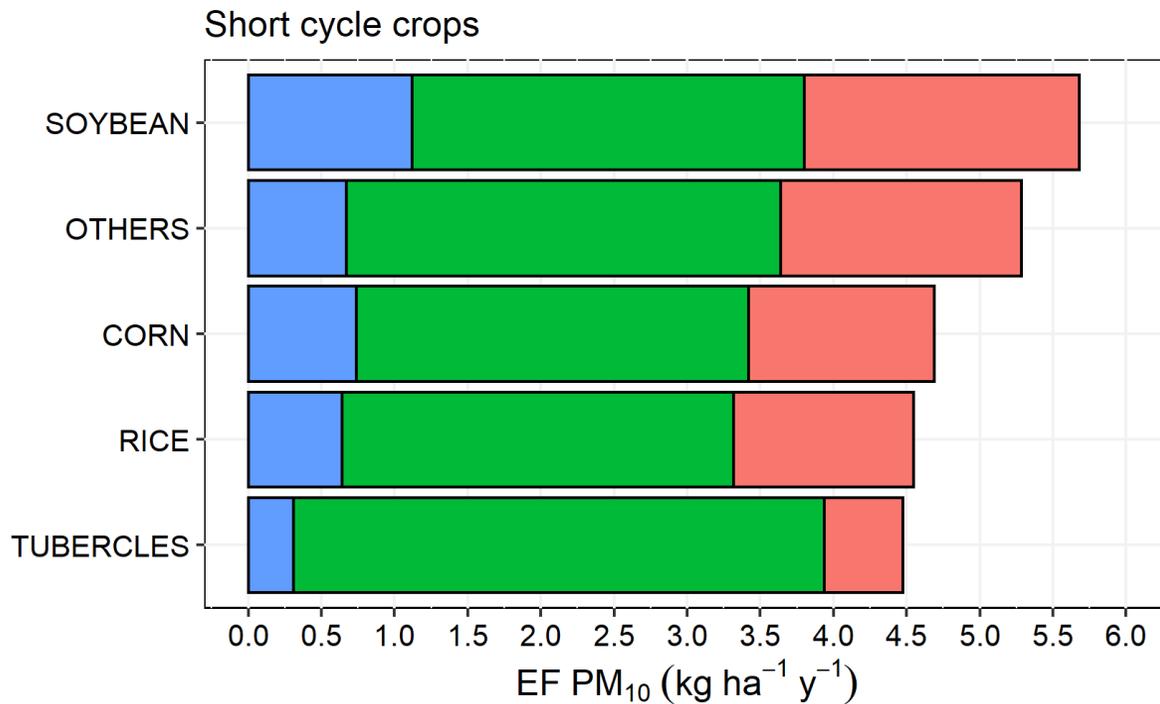
Categorización de los cultivos: teniendo en cuenta la gran cantidad de cultivos, estos se ha categorizado según su importancia regional y semejanza entre ciclos. El FE de cada categoría se ha ponderado según el área de cultivo. Los categorías establecidas fueron las siguientes:

- Palma de aceite
- Arroz (Riego, secano mecanizado y manual)
- Maíz (Forrajero, tecnificado y manual)
- Soya
- Tubérculos (Yuca, arracacha, etc)
- Caucho
- Caña de azúcar (Caña de azúcar, panelera y mielera)
- Árboles frutales (Cacao, cítricos, etc.)
- Musáceas (Plátano y banano)
- Café
- Otros (Algodón, piña, etc.)



3. Factores de emisiones estimados

Para los **cultivos de ciclo corto** cerca del **75%** de las emisiones de PM_{10} se asocian a la **preparación del suelo y siembra**, mientras tanto para los cultivos de **ciclo permanente** el **80%** de las emisiones se asocian a la **cosecha y mantenimiento**.



Emission Factor ■ Harvest & Maintenance ■ Land preparation & Sown ■ Machinery

4. Emisiones estimadas

Las emisiones pasaron de **1,17 kton de PM₁₀ en 2007** a **3,11 kton en 2017**, de las cuales el 47% se le atribuye a las actividades de preparación del suelo y siembra, el 37% a la cosecha y mantenimiento; y el 16% a la maquinaria.

Estas emisiones se asocian principalmente a los cultivos de ciclo corto (SC), sin embargo, los cultivos de ciclo permanente (LC) han ido aumentando su contribución.

Fig. a

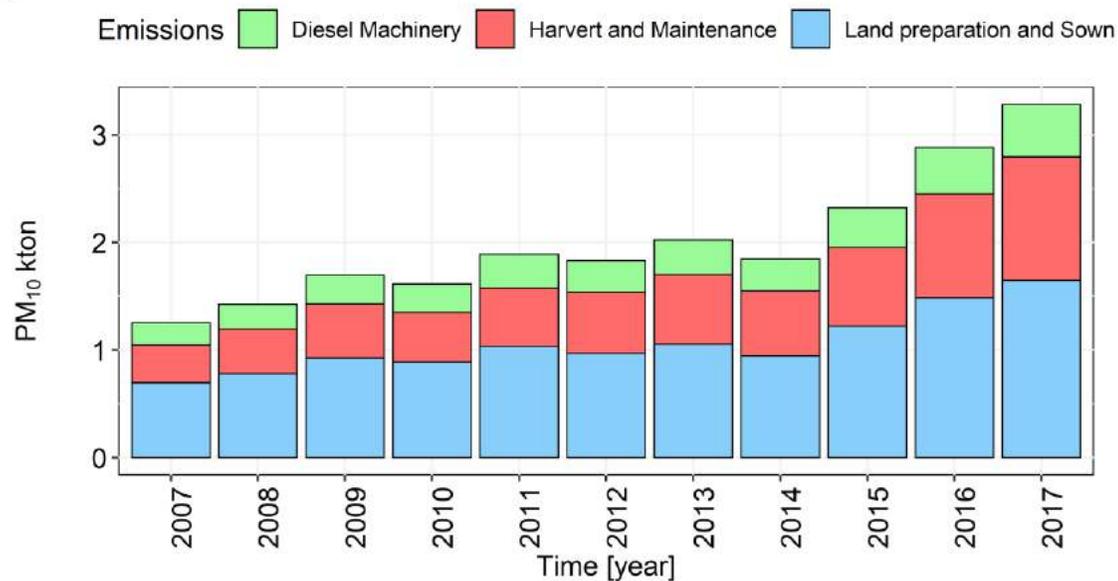
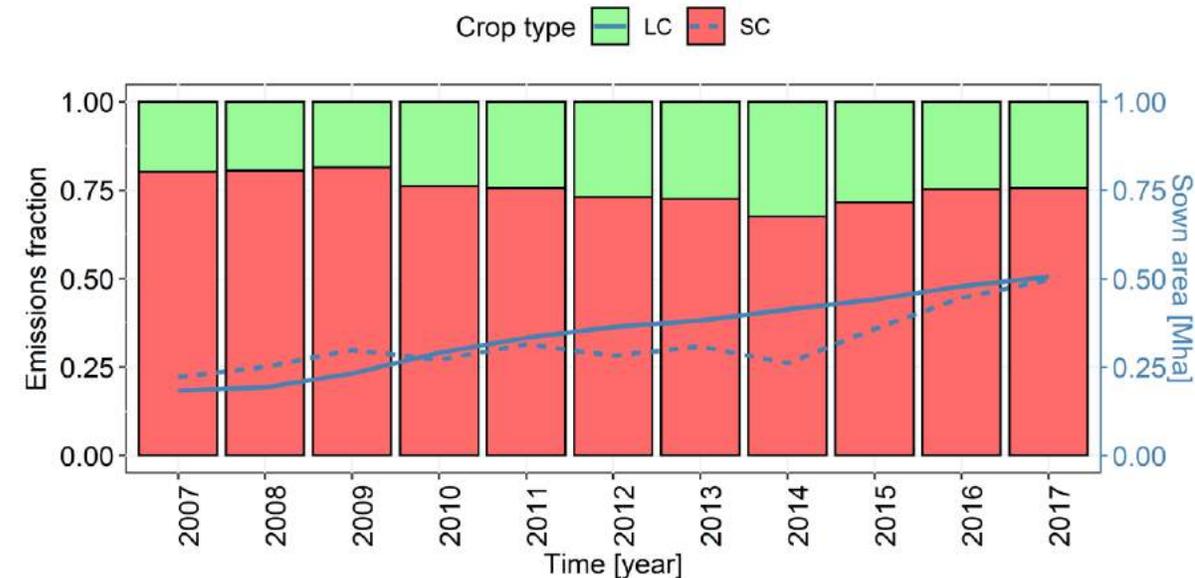
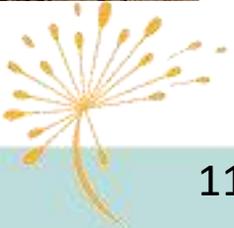


Fig. b



5. Implicaciones en la política pública

- La estimación de emisiones de PM de origen agrícola es de suma importancia debido a los **efectos agudos y crónicos** que estas emisiones tienen en la comunidad agricultora, además de los aportes de estas emisiones a las **concentraciones de fondo**.
- El desarrollo de **esta metodología** se puede aplicar a **cualquier región**, tan solo se deben tener las practicas agrícolas más frecuentes.
- No obstante, los **FE tomados como base** (CARB) se estimaron en suelos con bajos contenidos de humedad, por lo tanto es necesario realizar un **ajuste** de ellos.



REFERENCIAS



MUCHAS GRACIAS

Correo de contacto:
avardilaar@unal.edu.co



Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science