

Understanding particulate matter emissions from cooking meals, health impacts and policy path in Ecuador



PROBLEMA

Cocinar es una fuente de contaminación del aire interior, especialmente en viviendas sin ventilación adecuada. En la región costera del Ecuador, muchas cocinas urbanas no cuentan con ventilación natural ni mecánica, ya que el uso generalizado de aire acondicionado desalienta la apertura de ventanas. Esta situación favorece la acumulación de partículas contaminantes en espacios cerrados, incrementando el riesgo para la salud.

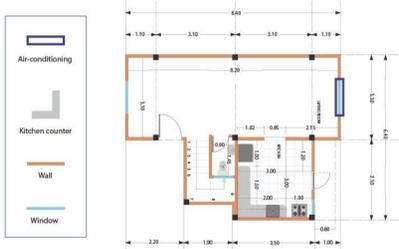


Fig. 2. Plano de planta de la cocina

OBJETIVO GENERAL

Este estudio estima las emisiones de material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) generadas al cocinar comidas con ingredientes comunes, en un hogar urbano real con cocina a gas, sin ventilación natural ni mecánica, en el Distrito Metropolitano de Guayaquil, Ecuador, y evalúa los riesgos sanitarios asociados.

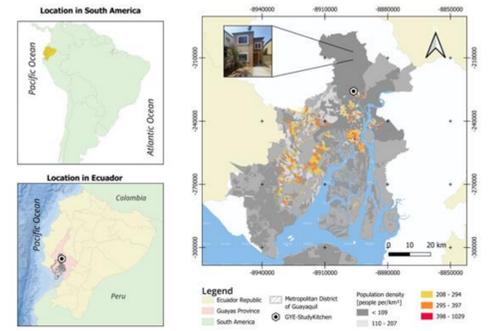


Fig. 1. Ubicación del Distrito Metropolitano de Guayaquil y de la cocina de estudio GYE.

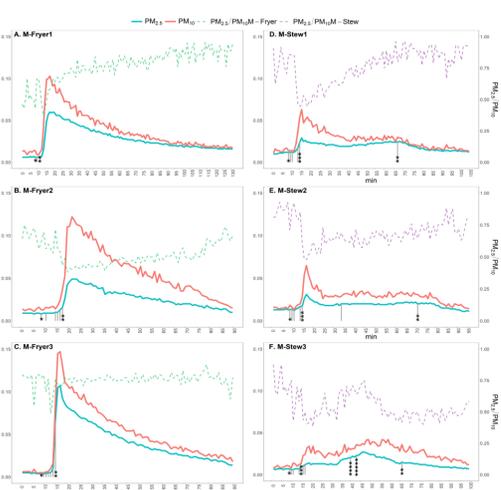
Metodología

- Se diseñaron 6 menús (3 frituras, 3 guisados) de comidas cotidianas en Ecuador y se replicaron 30 veces ($n = 180$). Durante la cocción se monitorearon en tiempo real las partículas atmosféricas.
- Se aplicó un protocolo estandarizado, sin ventilación forzada, en condiciones reales de una vivienda urbana.
- Se analizaron patrones de emisión, patrones de inmisión, tasas de decaimiento.
- Se estimó el riesgo sanitario agudo con el umbral de la OMS₂₀₂₁ ($PM_{2.5-24h} < 15 \mu m^3$) y el riesgo crónico por medio del indicador DALYs (Disability-Adjusted Life Years).



Fig. 3. Representación visual de los menús.

RESULTADOS



- ❖ Los perfiles de PM mostraron un solo pico en menús fritos, con el máximo alcanzado tras apagar el quemador, mientras que en los guisados se observó un doble pico y el máximo ocurrió antes de terminar la cocción, debido al hervor o la cocción de arroz y vegetales (Fig. 4).
- ❖ Las frituras generaron mayores concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} que los guisados, con relaciones $C(t)/C_b$ más altas y picos definidos dentro de los primeros 35 minutos, destacando el menú M-Fryer3 con los valores más elevados (Fig. 5).

- ❖ Las frituras generaron mayores concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} que los guisados, con relaciones $C(t)/C_b$ más altas y picos definidos dentro de los primeros 35 minutos, destacando el menú M-Fryer3 con los valores más elevados (Fig. 5).

$C(t)$: concentración en función del tiempo
 $C(b)$: concentración antes de comenzar a cocinar

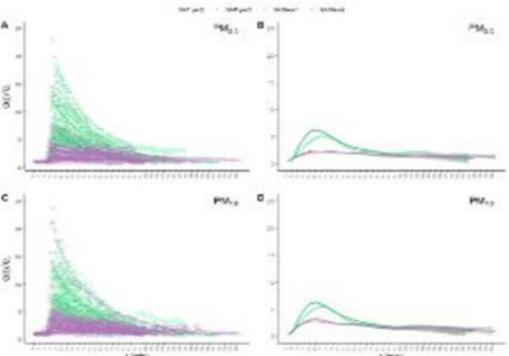


Fig. 5. Relaciones $C(t)/C_b$ por minuto para PM_{10} y $PM_{2.5}$ según método de cocción y menú. A y C: datos experimentales; B y D: curvas ajustadas.

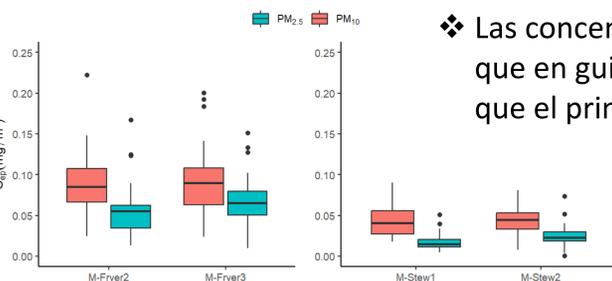


Fig. 6. Concentración pico experimental de $PM_{2.5}$ y PM_{10} por menú.

- ❖ Durante la fase de decaimiento, $PM_{2.5}$ mostró un buen ajuste a un modelo logarítmico y mayor uniformidad en la mezcla que PM_{10} , lo que indica una mayor influencia de la fracción gruesa en la dinámica de dispersión (Fig. 7).

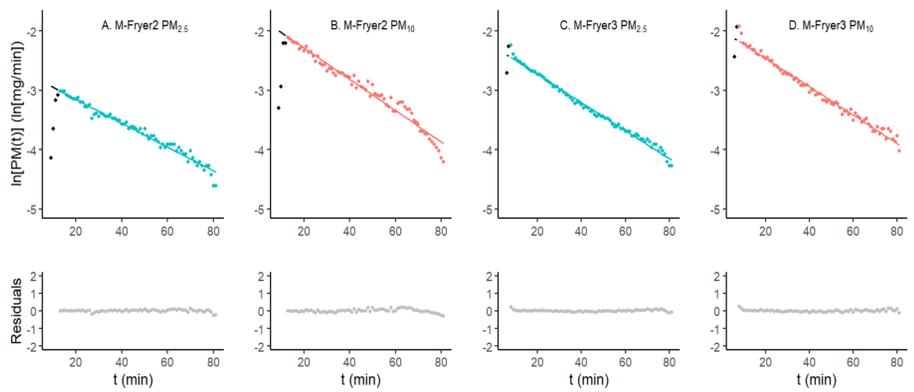


Fig. 7. Fase de decaimiento de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en menús M-Fryer. Período β en negro; y en verde ($PM_{2.5}$) y naranja (PM_{10}).

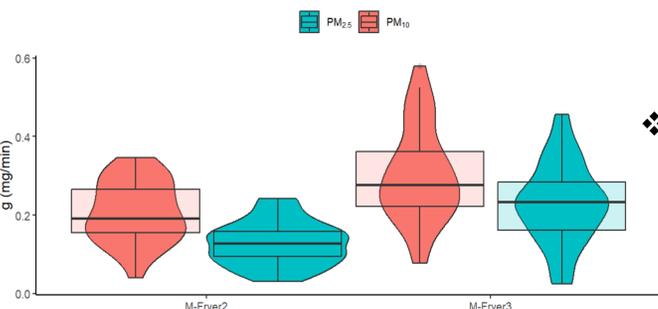


Fig. 8. Tasa de emisión de $PM_{2.5}$ y PM_{10} por menús de fritura

- ❖ El menú de fritura 3 generó tasas de emisión de $PM_{2.5}$ y PM_{10} significativamente más altas y variables que las de la fritura 2, indicando que el tipo de preparación influye en la magnitud y consistencia de las emisiones (Fig. 8).

- ❖ Riesgo crónico a la salud estimado fue de hasta 0.022 DALYs/año por exposición recurrente –comparable a la mediana global de daños por alcoholismo.

CONCLUSIONES

- Las emisiones por cocinar sin ventilación, como en la costa ecuatoriana, puede alcanzar niveles de contaminación asociadas a riesgo sanitario.
- Aunque los niveles de $PM_{2.5}$ y PM_{10} encontrados son menores que los de cocinas internacionales, los riesgos sanitarios siguen siendo significativos.
- Este estudio pionero aporta evidencia local esencial para iniciar políticas públicas de calidad del aire interior, ventilación residencial y salud pública.

RECONOCIMIENTOS

The authors thank the Department of Innovation, Research University and Museums of the Autonomous Province of Bozen/Bolzano, Italia, for covering the Open Access publication costs.