

Efectos en la calidad del aire interior por cocción bajo condiciones de trópico húmedo



Presentador

Elizabeth Magaña Villegas

Sergio Ramos Herrera; Jesús Manuel Carrera Velueta; Irving Iván Salvador Torres



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

T
I
E
M
P
O



Combustible

Riojas *et al.*

Barría, Calvo & Pino,
2016



Ventilación

Kang, Kim, Kim, Lee, & Kim, 2019



MÉTODO DE COCCIÓN

Lin *et al.*, 2019



Equipo

Lin *et al.*, (2019)

MUEBLES Y MATERIALES



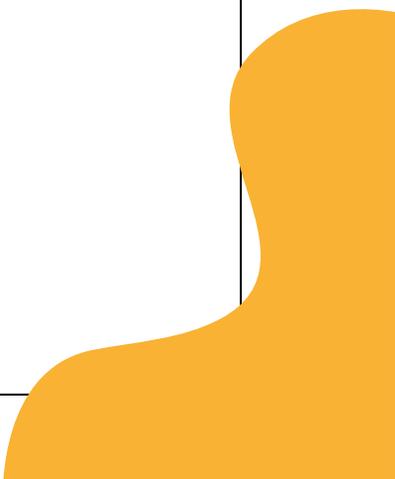
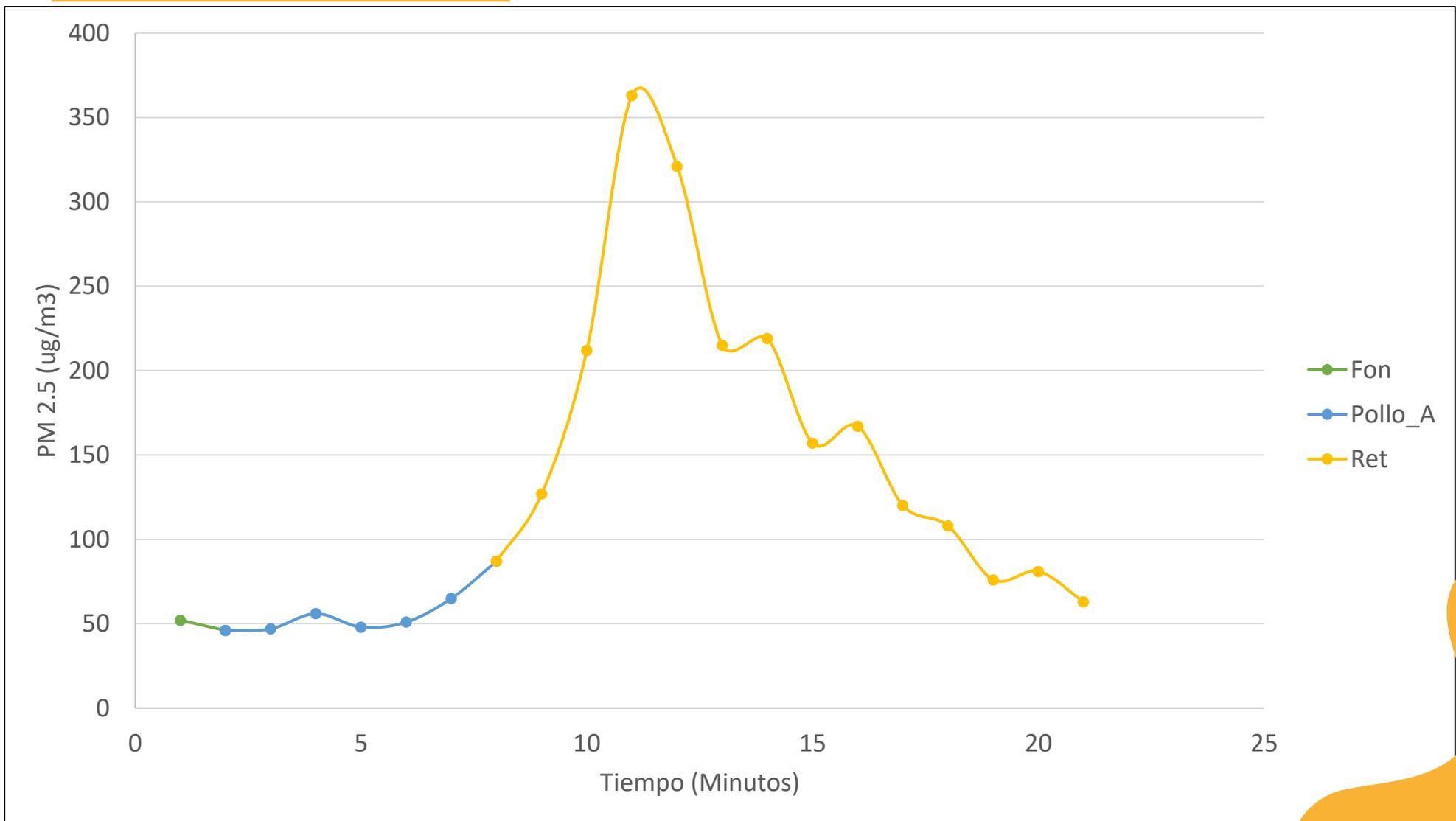
Insumos

ALIMENTOS

Amouei-Torkmahalleh
et al., 2017

B
A
C
K
G
R
O
U
N
D

INTRODUCCIÓN



MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

- Dos etapas (1era No controlado; 2da Controlado)
- Cocción cortos (< 20 minutos)
- Diseño experimental factorial C/etapa

Comportamiento temporal y tiempos de retorno

- Series temporales c/experimento
- Gráfica de tendencia (caja y bigote)

Evaluación de Calidad del aire interior y parámetros de confort

- NOM-025-SSA1-2014
- ASHRAE
- EPA



MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo



Área de estudio 44 m³



100 m³



Equipo de monitoreo

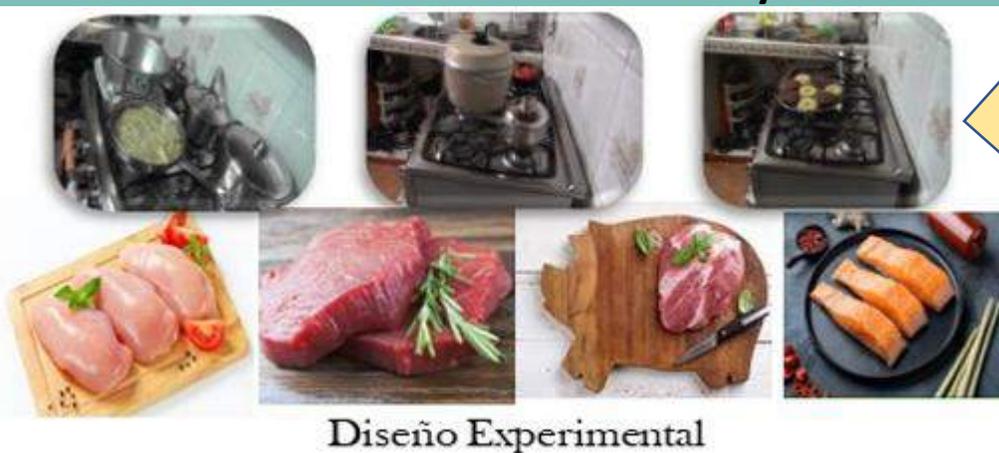


1er Etapa:

Freír, Asar y Hervir
< 20 minutos (11-20)
Con y sin ventilación

2da Etapa:

Freír y Asar
6 minutos
100 grs. Proteínas
(pollo, res, cerdo y salmón)

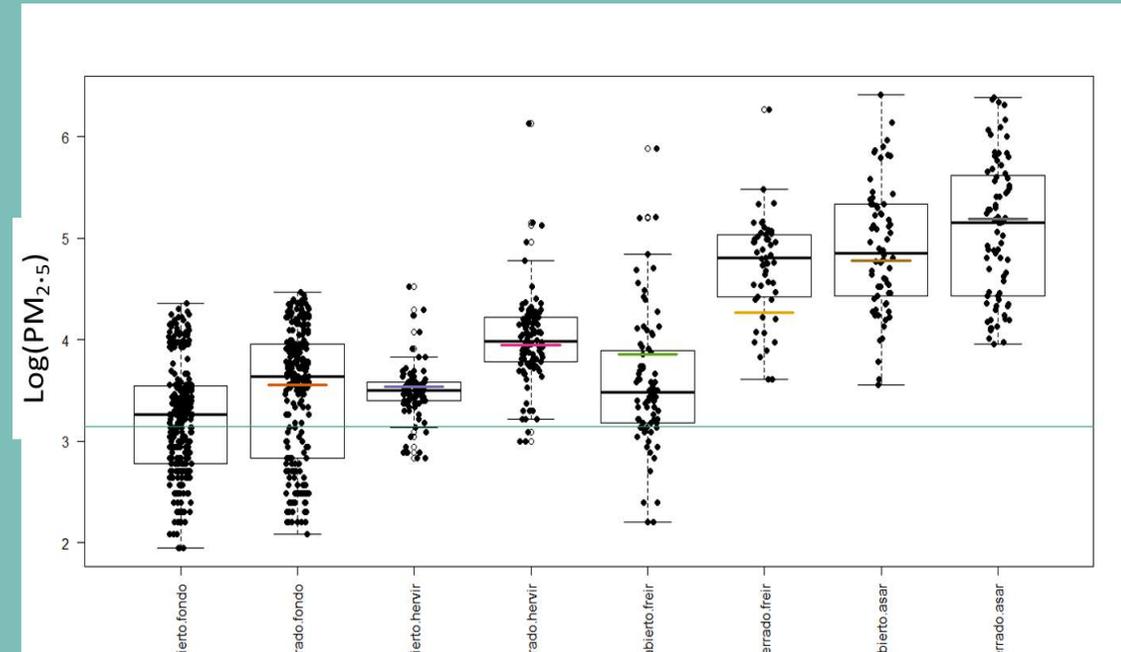
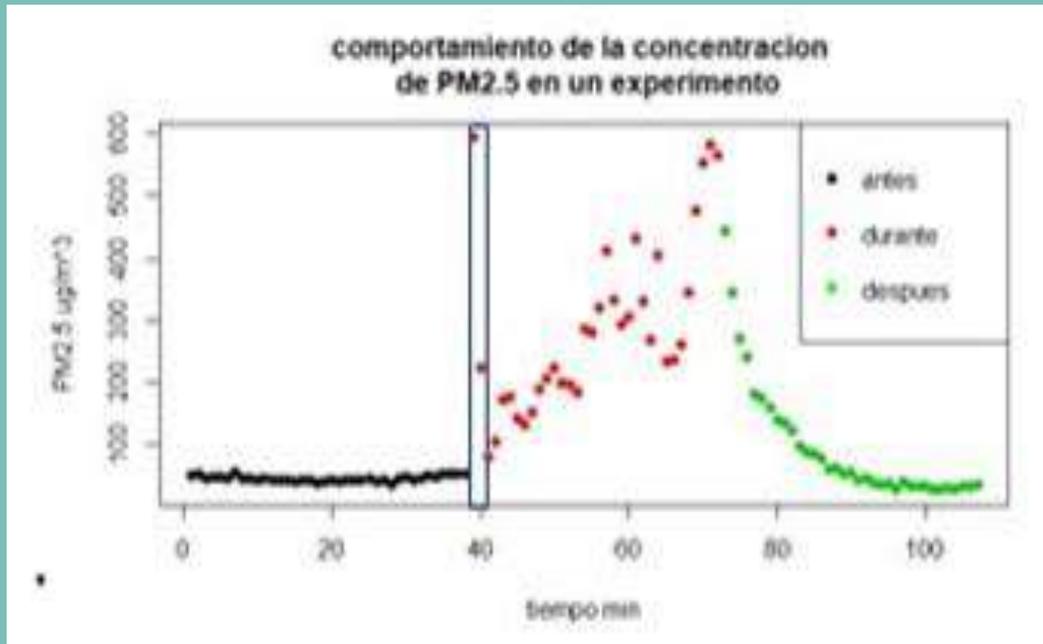


Diseño Experimental



MATERIALES Y MÉTODOS

Comportamiento temporal y tiempos de retorno



Fondo

Pico

Retorno

Fuente activa

$$\tau_{\text{retorno}} = t_{\text{fin}} - t_{\text{fondo}}$$



Evaluación de Calidad del aire interior y parámetros de confort

Parámetro	Norma	Descripción	Comentario
Partículas menores a 2,5 micrómetros (PM _{2,5})	NOM-025-SSA1-2014	45 µg/m ³ , promedio 24 horas 12 µg/m ³ , promedio anual	CAI*
Dióxido de carbono (CO ₂)	ASHRAE	1000 ppm	Confort**
Humedad Relativa (HR)	ASHRAE	40–60%	Confort**
Temperatura (T)	ASHRAE	22.5–26.0 °C	Confort**

*CAI: calidad del aire ambiente Nom-025-ssa1-2014.

**Obtenida de (Abdul-Wahab, Chin Fah En, Elkamel, Ahmadi, & Yetilmezsoy, 2015)



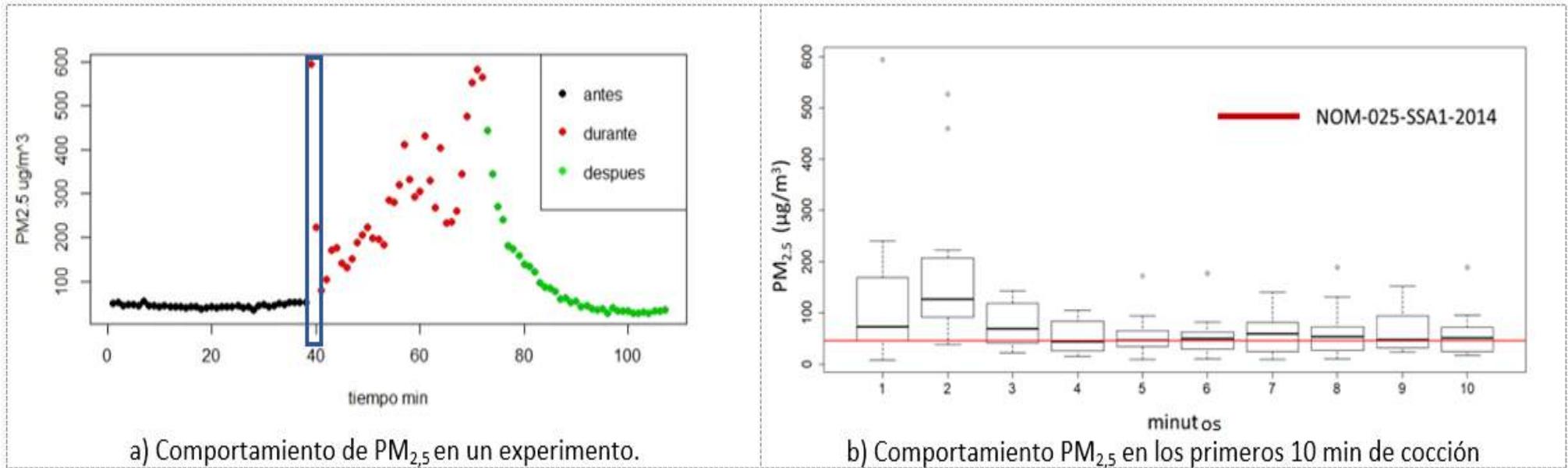
Evaluación de Calidad del aire interior y parámetros de confort

BALANCE DE MASA	HIPÓTESIS	SOLUCIÓN DEL BALANCE	MODELO MATEMÁTICO
$V \frac{dc}{dt} = qe - S$	$S = cte$ $qe = cte$	$C_t = C_0 + \frac{qe - S}{V} (t - t_0)$	$C = b_0 + b_1 t$
$V \frac{dc}{dt} = qe - kCV$	$S = kCV$ $qe = cte$	$C_t = \frac{qe}{kV} - \left(\frac{qe}{kV} - C_0 \right) e^{-k(t-t_0)}$	$C = b_0 - b_1 e^{-b_2 t}$



RESULTADOS

Comportamiento de $PM_{2,5}$ debido adherencias y otros factores en el proceso de cocción.



Wallace, L.A., *et al* (2017)

Se obtuvo una media = $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y desviación estándar $S=54,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$



RESULTADOS

1
e
r

E
t
a
p
a

Comportamiento de $PM_{2,5}$ debido adherencias y otros factores en el proceso de cocción.



El $PM_{2,5}$ durante el monitoreo, superó el LMP para asar y freír

Valores máximos de $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, durante una hora

Tiempos de retorno 0.04 horas – 1.29 tiempo de cocción

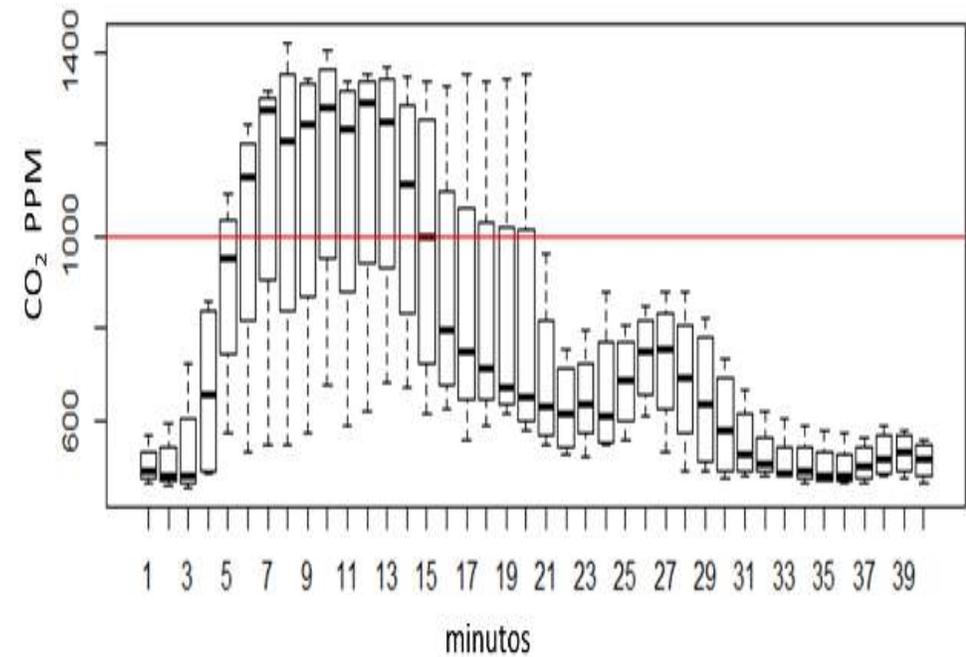
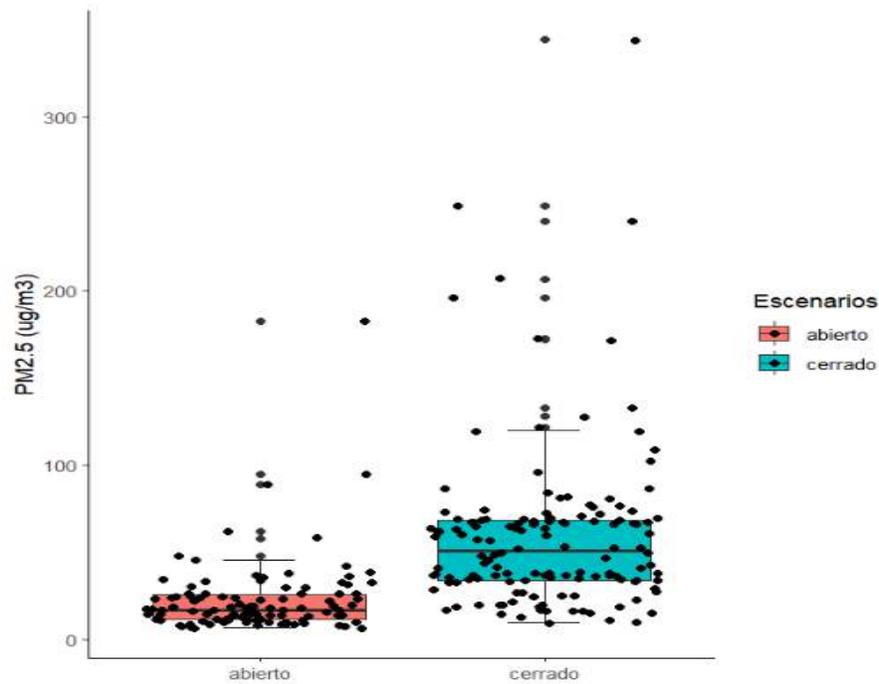
La concentración de $PM_{2,5}$ alcanzó máximos de aproximadamente 1,24 a 3,44 CB

RESULTADOS

1
e
r

E
t
a
p
a

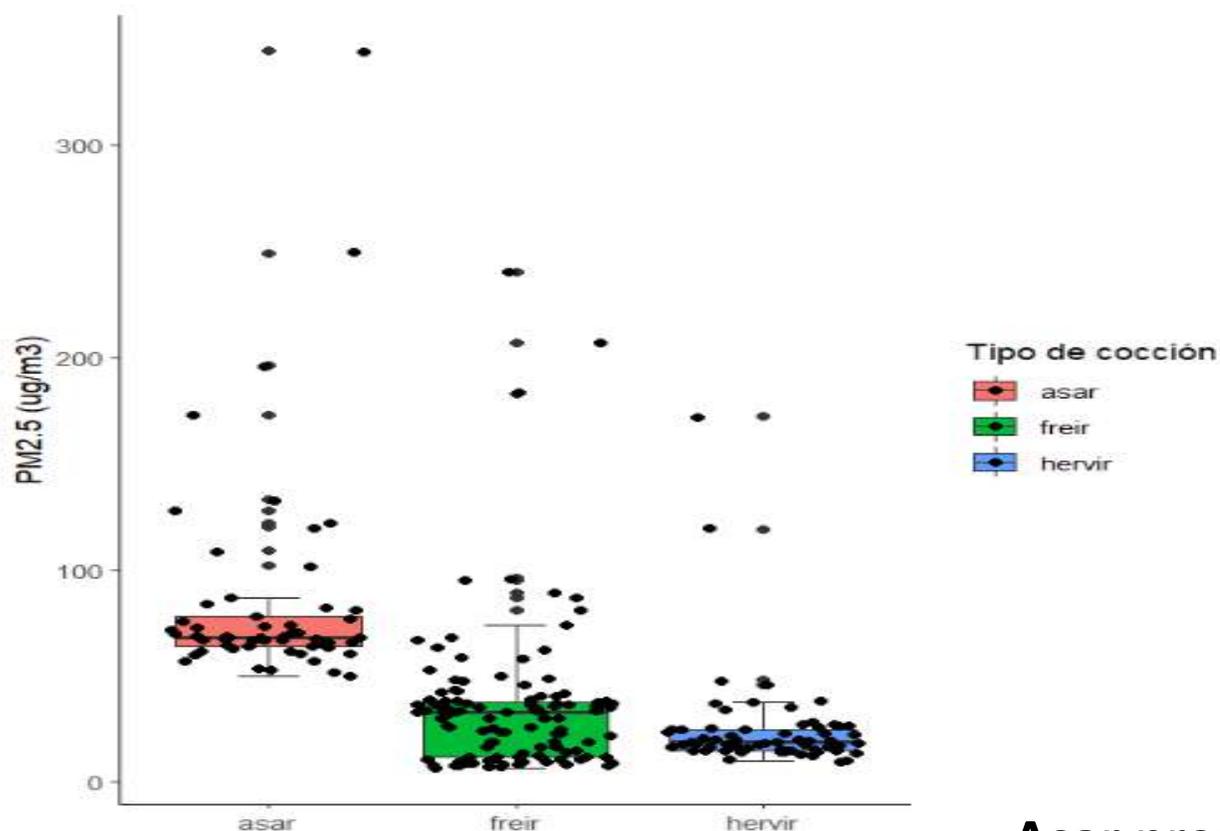
Comportamiento de las concentraciones de PM2,5 y CO2 respecto a la ventilación



Zhao, Zhou & Zhao, 2010

RESULTADOS

Concentraciones de PM_{2,5} respecto a los tipos de cocción



Test por pares de kruskall-wallis
($P < 0,01$):

Asar presenta diferencias
significativas con respecto a
freír y hervir
con concentración mediana
de PM_{2,5} más elevadas

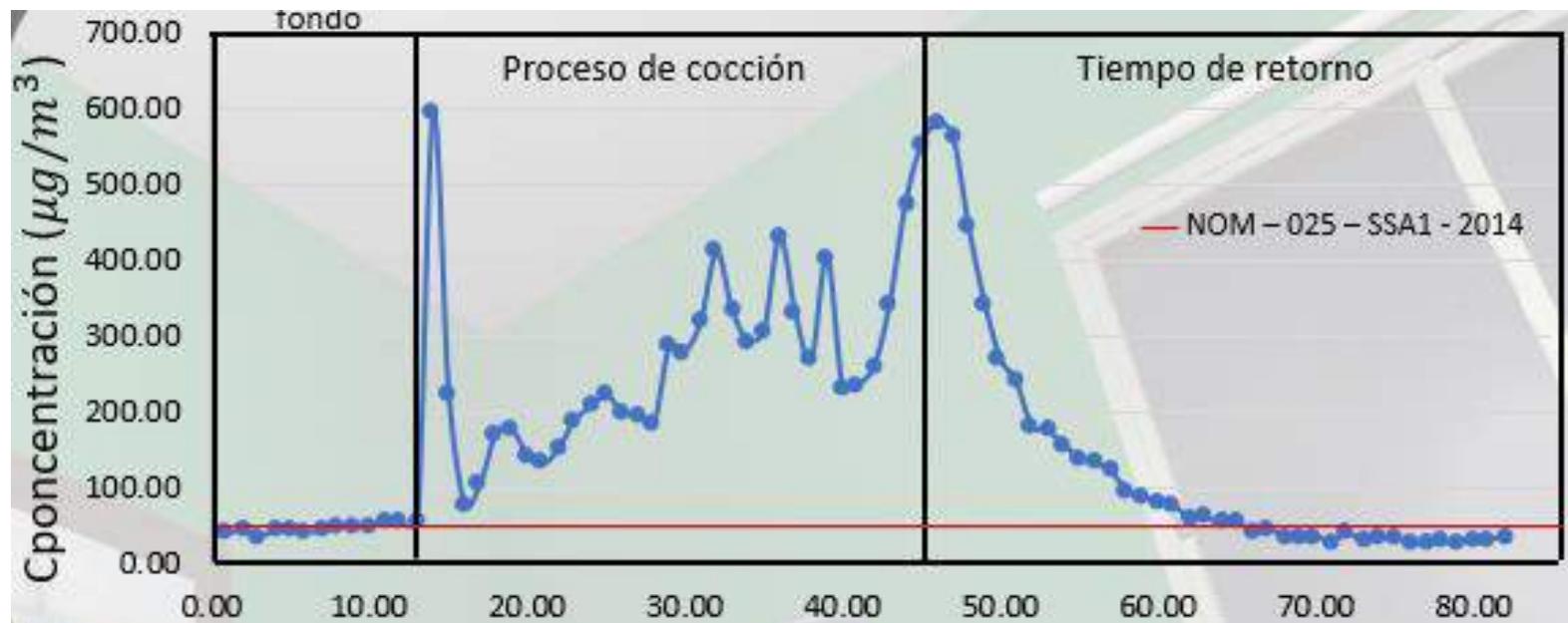
Asar presentó tasas de emisión mayores
7,5 a 190 µg/min.

RESULTADOS

1
e
r

E
t
a
p
a

Concentraciones de PM_{2,5} respecto a los tipos de cocción



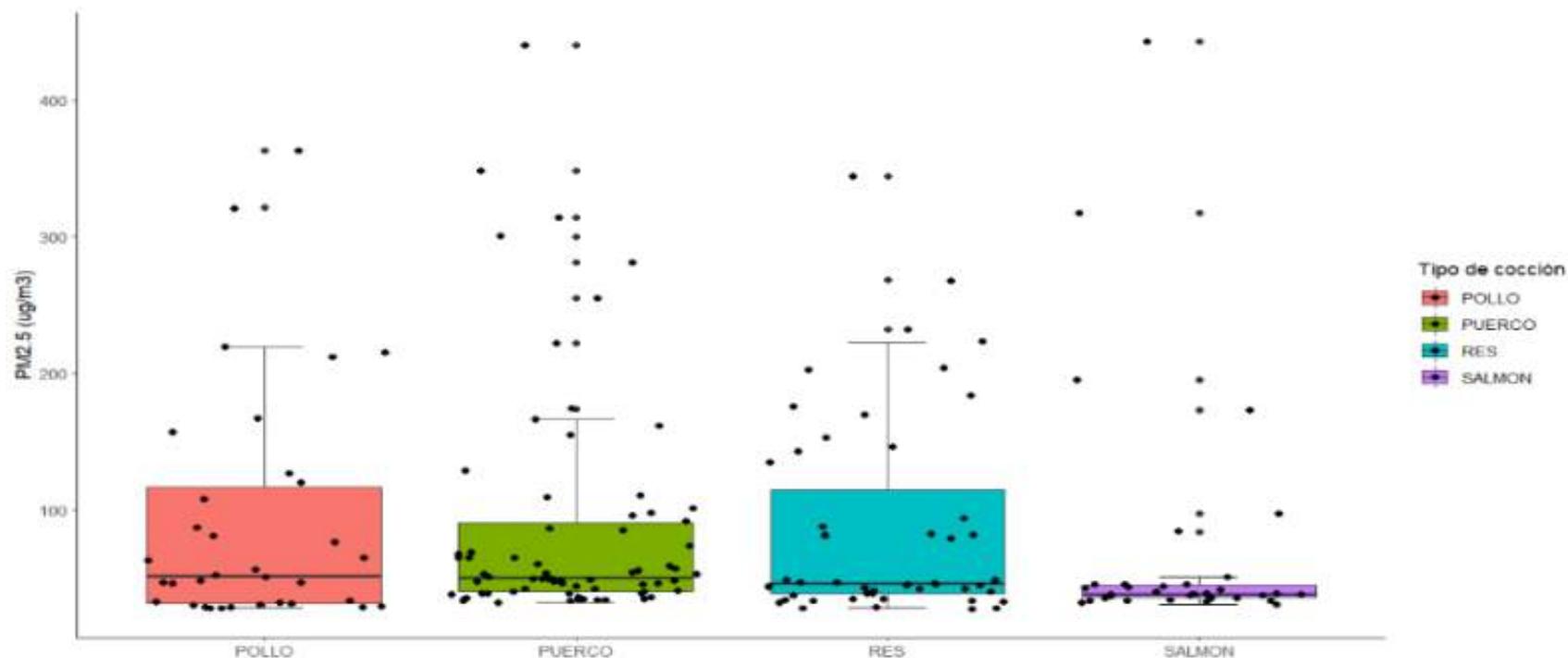
Se pudo asociar, cualitativamente, el comportamiento errático en procesos de asado con los hábitos del cocinero

RESULTADOS

2
d
a

E
t
a
p
a

Niveles de concentración de PM_{2,5} respecto a la proteína



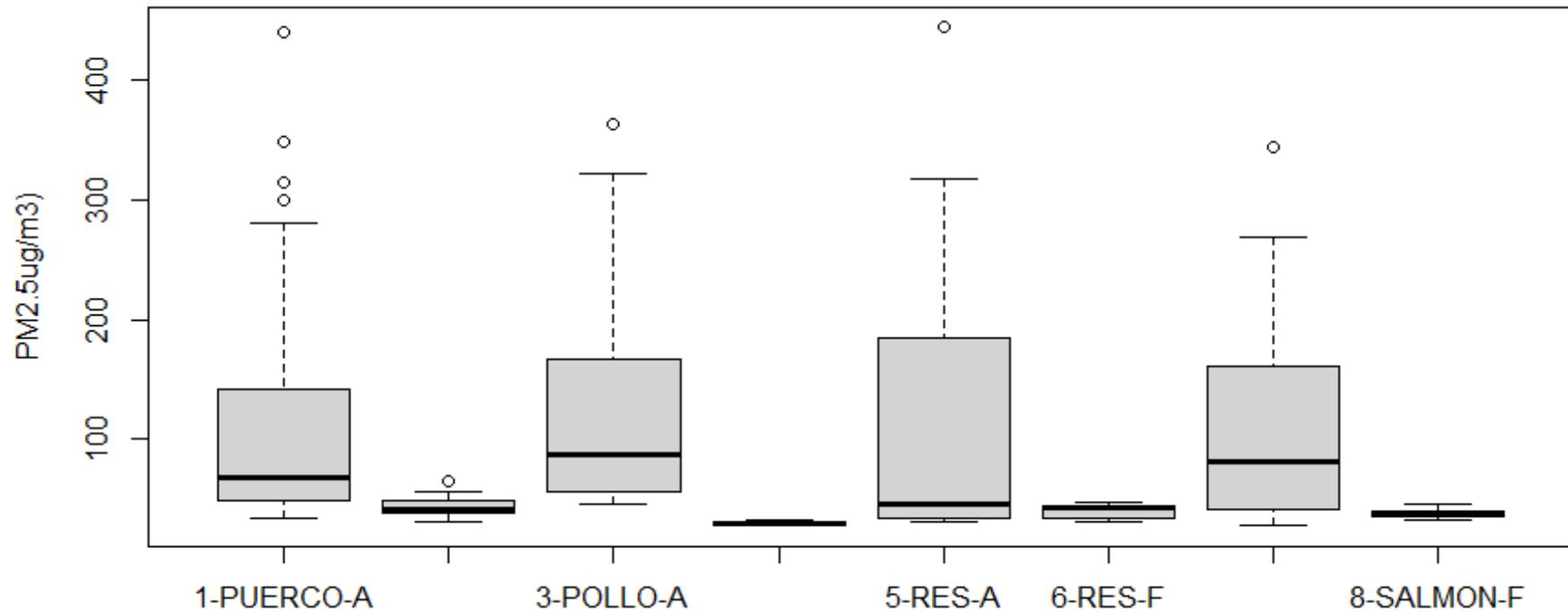
Incremento de PM_{2,5} presenta un **retardo** generalizado, con respecto al inicio de la cocción, de aproximadamente **4 a 5 minutos** manteniéndose elevadas de **0,8 a 6,7 veces el tiempo de cocción**.

RESULTADOS

2
d
a

E
t
a
p
a

Niveles de concentración de PM2,5 respecto a la proteína y proceso de cocción



RESULTADOS

Promedios horarios, Valores máximos y tiempos de retorno

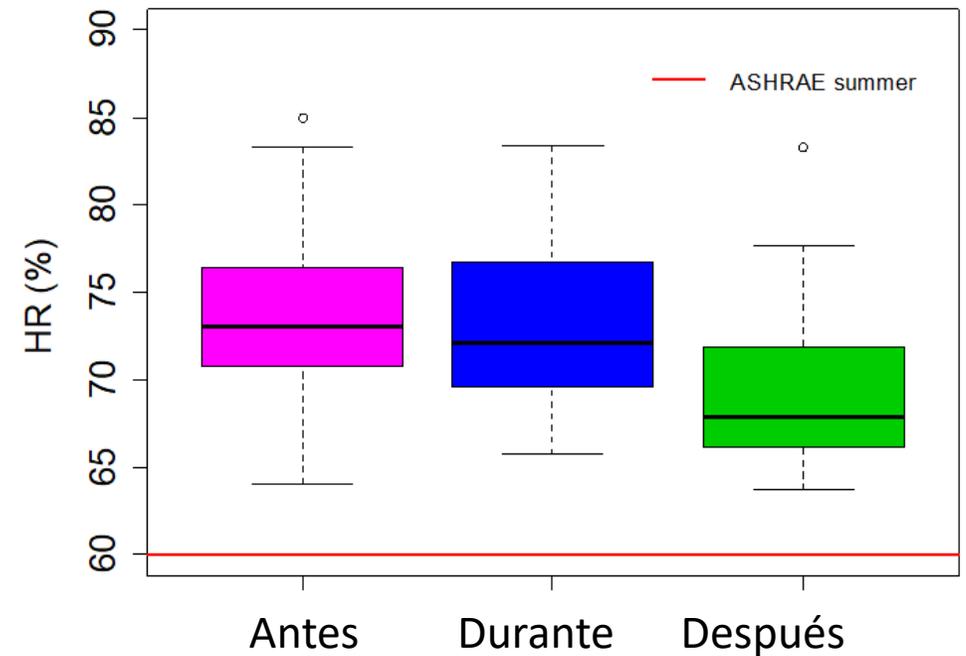
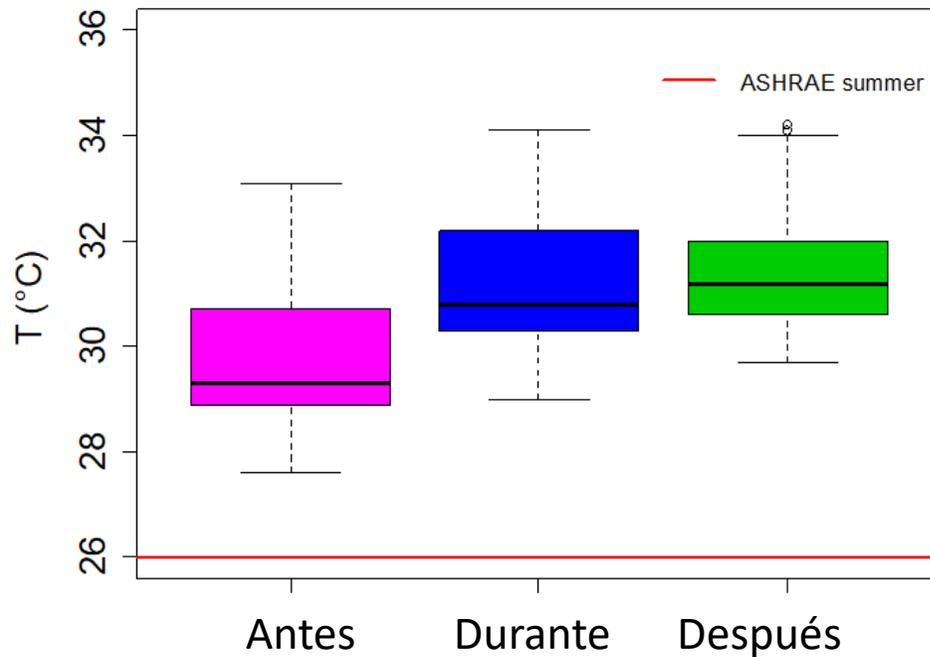
Cocción	Proteína	Promedio PM _{2,5} (µg/m ³)	Máximo PM _{2,5} (µg/m ³)	Tiempo retorno (minutos)
Asar	Pollo	124	363	15
	Cerdo	112	440	40
	Res	113	344	32
	Salmón	110	443	8
Freír	Pollo	30	33	5
	Cerdo	44	65	25
	Res	40	47	16
	Salmón	39	46	10

El PM_{2,5} **superó** el LMP de **2,4 a 2,7 veces** lo establecido en la norma de referencia para el proceso de **asar**.

El CO₂, se incrementa más cuando se cocina cerdo



Temperatura y humedad relativa



Se observó un incremento de 1°C a 2°C con respecto a la temperatura inicial, mientras que la humedad relativa no muestra diferencias significativas.

CONCLUSIONES

En ambas etapas **asar eleva** más la concentración de **PM_{2,5}**

La ventilación y la proteína juegan un papel importante en la concentración de PM_{2,5}

Los modelos ajustados no lograron ser satisfactorios por tanto no resulta ser funcional esta opción

Es conveniente seguir investigando el efecto que tienen sobre la calidad del aire eventos con diferentes procesos de cocción simultáneos y diferentes aceites.

El proceso de freír con ventanas cerradas en la primera etapa es el que obtuvo el tiempo de retorno más largo de 34 minutos. Se observó cambio de aceite



REFERENCIAS



Amouei-Torkmahalleh (b), M., Gorjinezhad, S., Keles, M., Unluevcek, H. S., Azgin, C., Cihan, E., ... Hopke,

P. K. (2017). A controlled study for the characterization of PM_{2.5} emitted during grilling ground beefmeat. *Journal of Aerosol Science*, 103, 132–140. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2016.10.011>

Barría, R. M., Calvo, M., & Pino, P. (2016). Contaminación intradomiciliaria por material particulado fino (PM_{2,5}) en hogares de recién nacidos. *Revista Chilena de Pediatría*, 87(5), 343–350. <http://doi.org/10.1016/j.rchipe.2016.04.007>

Chen, C., Zhao, Y., & Zhao, B. (2018). Emission Rates of Multiple Air Pollutants Generated from Chinese Residential Cooking. *Environmental Science & Technology*, 52(3), 1081–1087. <http://doi.org/10.1021/acs.est.7b05600>

Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., ... Forouzanfar, M. H. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907–1918. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)

Kang K., Kim H., Kim D.D., Lee Y. G. & Kim T. (2019). Characteristic of cooking- generated PM₁₀ and PM_{2,5} in residential buildings with different cooking and ventilation types. *Sci Total Environment*.

Lin, P., He, W., Nie, L., Schauer, J. J., Wang, Y., Yang, S., & Zhang, Y. (2019). Comparison of PM_{2.5} emission rates and source profiles for traditional Chinese cooking styles. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(21), 21239–21252. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05193-z>

Martínez-Muñoz A, Hurtado-Díaz M, Cruz JC, Riojas-Rodríguez H. Mortalidad aguda asociada con partículas suspendidas finas y gruesas en habitantes de la Zona Metropolitana de Monterrey. *Salud Publica Mex*. 2020. <https://doi.org/10.21149/11184>

Wallace, L. A., Ott, W. R., Weschler, C. J., & Lai, A. C. K. (2017). Desorption of SVOCs from Heated Surfaces in the Form of Ultrafine Particles. *Environmental Science & Technology*, 51(3), 1140–1146. <http://doi.org/10.1021/acs.est.6b03248>

Kang K, Kim H, Kim DD, Lee YG, Kim T (2019). Characteristics of cooking generated PM₁₀ and PM_{2.5} in residential buildings with different cooking and ventilation types. *Sci Total Environ*. 2019 Jun 10;668:56-66. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.316.

Long CM, Suh HH, Koutrakis P (2000). Characterization of indoor particle sources using continuous mass and size monitors. *Journal of the Air & Waste Manage Association*, 50: 1236– 1250.

Zhao K, Zhou X & Zhao B. (2010). Cooking generated particles' impact on indoor air quality of university cafeteria. *BUILD SIMUL* (2010) 3: 15–23 DOI 10.1007/s12273-010-0305-8

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

MISA. ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS
elizabeth.magana@ujat.mx

OJOS QUE NO VEN, CORAZÓN QUE SI SIENTE Y PULMONES QUE RESIENTEN



Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”