

# Amenazas a la salud a causa de los incendios forestales:

## Factores de riesgo para personas que trabajan al aire libre

---

Elena Austin, ScD, MS

Edward Kasner, PhD, MPH



**PACIFIC NORTHWEST AGRICULTURAL  
SAFETY AND HEALTH CENTER**

*farming • fishing • forestry*



**ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH SCIENCES**

UNIVERSITY of WASHINGTON | SCHOOL OF PUBLIC HEALTH

# Resumen

---

1. Características del humo de los incendios forestales
2. Efectos agudos y crónicos sobre la salud
3. Fuentes de datos sobre el humo de los incendios forestales
4. Tendencias de los incendios forestales y su intensidad
5. Consideración del lugar de trabajo



# ¿Qué es el humo de un incendio forestal?

---

- El humo está formado por miles de compuestos que resultan de la combustión de materiales naturales y no naturales
  - Muchas de estas sustancias también se encuentran en el humo de los cigarrillos.
  - La causa subyacente es el material particulado (MP).
- Las nuevas evidencias sugieren que el humo de los incendios forestales podría ser más tóxico que otras partículas ambientales (emisiones de camiones o industriales)

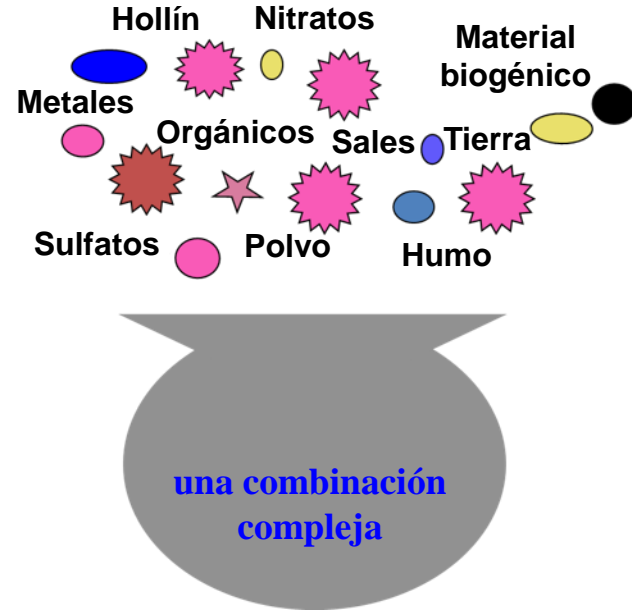
# Revisión

## Contaminación atmosférica

Las concentraciones ambientales de los "Contaminantes Atmosféricos Criterio" están reguladas a nivel nacional porque:

- Se diseminan y no pueden ser controlados en una única fuente de origen
- Se sabe que son perjudiciales para la salud
- Pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y causar daños a la propiedad (impactos sobre el bienestar)
- Pueden ser un gas o una partícula

## Partículas en suspensión



# EL TAMAÑO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS

Desde la pandemia de COVID-19 hasta los incendios forestales de la costa oeste de Estados Unidos, algunas de las mayores amenazas actuales son también las más microscópicas.

Una partícula debe tener 10 micrones ( $\mu\text{m}$ ) o menos para poder ser inhalada en las vías respiratorias. Pero, ¿cómo de pequeñas son estas partículas?

Echemos un vistazo a los tamaños relativos de algunas partículas conocidas ↴

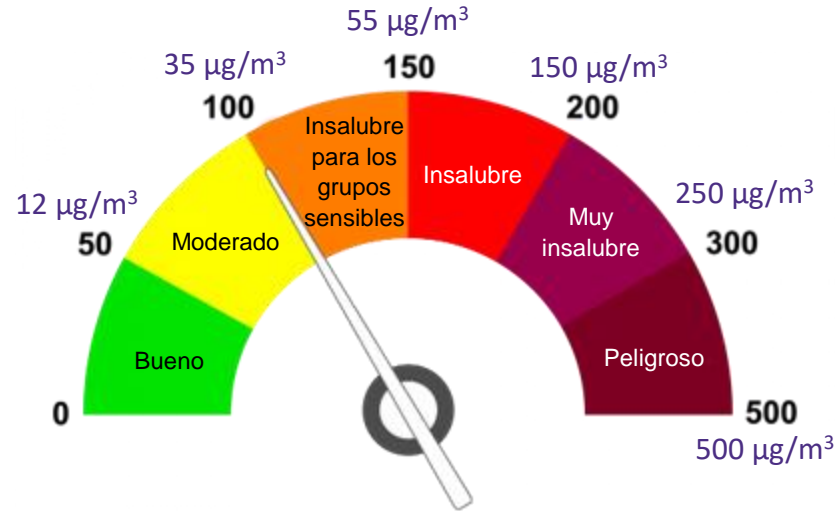


# Normas nacionales de calidad del aire ambiental (EPA)

Contaminante	Promedio	Límite de concentración
MP <sub>2.5</sub>	1 año	12.0 µg/m <sup>3</sup> O 50 ICA
	24 horas	35 µg/m <sup>3</sup> O 100 ICA
MP <sub>10</sub>	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>

# Comprensión de los datos sobre la calidad del aire

- > El  $MP_{2.5}$  se utiliza como indicador del humo de los incendios forestales.
- > El  $MP_{2.5}$  mide la masa de partículas por volumen de aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- > Las normas EPA establecen un índice que convierte la concentración en un valor de ICA
  - Índice de calidad del aire Nowcast :  
Calcula las condiciones actuales de la calidad del aire
  - Estimación del ICA: Predicción del ICA de 24 horas para mañana
  - ICA diario: Representa un promedio de las 24 horas anteriores



<i>Cuando el ICA se encuentra en este rango:</i>	<i>...las condiciones de calidad del aire son:</i>	<i>...simbolizado por este color:</i>
Entre 0 y 50	Buenas	Verde
Entre 51 y 100	Moderadas	Amarillo
Entre 101 y 150	Insalubres para los grupos sensibles	Anaranjado
Entre 151 y 200	Insalubres	Rojo
Entre 201 y 300	Muy insalubres	Púrpura
Entre 301 y 500	Peligrosas	Marrón

El índice de calidad del aire (ICA) de la EPA muestra el impacto sobre la salud asociado con la exposición al MP2.5

Índice de calidad del aire de la EPA para EE. UU



# IMPACTO SOBRE LA SALUD DEL MP<sub>2.5</sub>

---

## EXPOSICIONES A CORTO PLAZO

- > **Aumento de las hospitalizaciones por enfermedades cardiovasculares, como ser infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares**
- > **Aumento de las hospitalizaciones y consultas a urgencias por EPOC**
- > **Aumento de las muertes**

## EXPOSICIONES A LARGO PLAZO

- > **Empeoramiento de la EPOC en adultos**
- > **Ralentización de la función pulmonar en niños y adolescentes**
- > **Aumento del riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular**
- > **Aumento del riesgo de infartos de miocardio y accidentes cerebrovasculares**
- > **Cáncer**
- > **Aumento de las muertes**

# Efectos del humo de los incendios forestales sobre la salud

- > **Síntomas inmediatos de la inhalación de humo**
  - Irritación: tos, dificultad para respirar, escozor, picor de garganta, secreción nasal, irritación de los senos nasales, dolor de cabeza
  - Empeoramiento de afecciones existentes: asma, EPOC, enfermedad cardíaca
- > **Información muy limitada sobre los efectos acumulativos o a largo plazo**
  - Cierta evidencia de disminución de la función pulmonar durante las temporadas de quema forestal controlada
  - Aumento del riesgo de infección por gripe algunos meses después

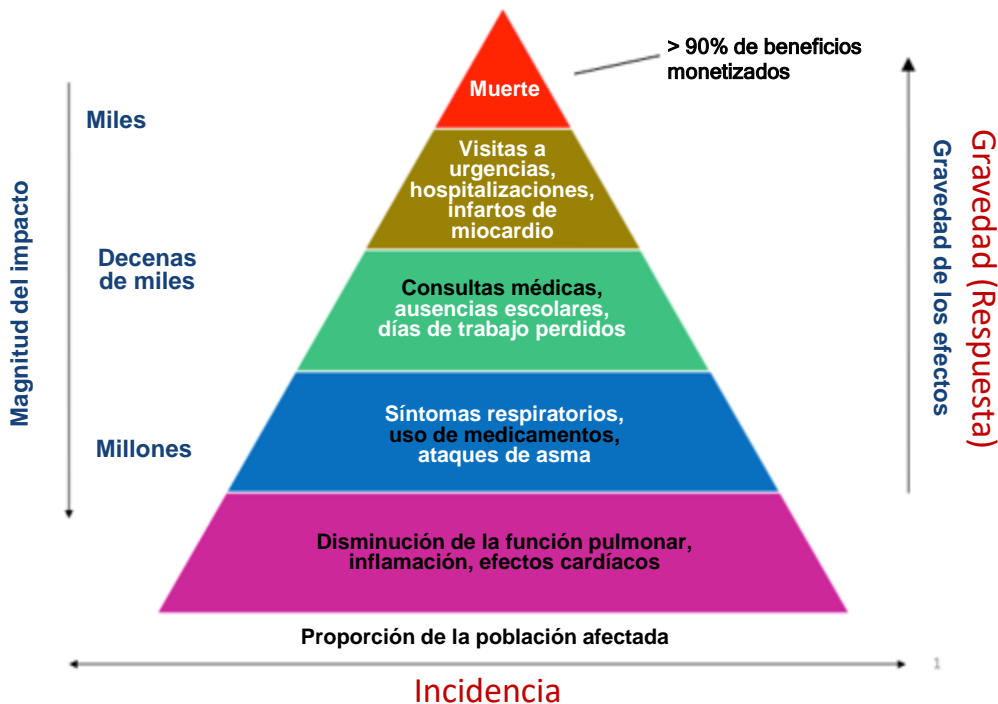


<https://www.cbha.org/about-us/cbha-blog/2018/august/holy-smokes/>

# Impacto sobre la salud

## Material particulado

### Pirámide de efectos de la contaminación atmosférica



# Niveles seguros de exposición

---

## Límite ocupacional

Tiempo promedio  
de 8 horas  
~MP4.0 "Fracción  
respirable"  
 $5 \text{ mg/m}^3$



## Límite de la población general

Tiempo promedio  
de 24 horas  
MP2.5 ICA de 100  
 $0.035 \text{ mg/m}^3$   
 $35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$



# Exposición al humo de los incendios forestales en el lugar de trabajo

---

- > Históricamente no ha habido directrices para las respuestas de los empleadores a los incendios forestales
- > Algunos estados están elaborando normas de emergencia contra los incendios forestales para proteger la salud de los empleados
  - California (implementó): Cal/OSHA 5141.1
  - Oregón (propuso): OR OSHA
  - Washington (propuso): WA L&I



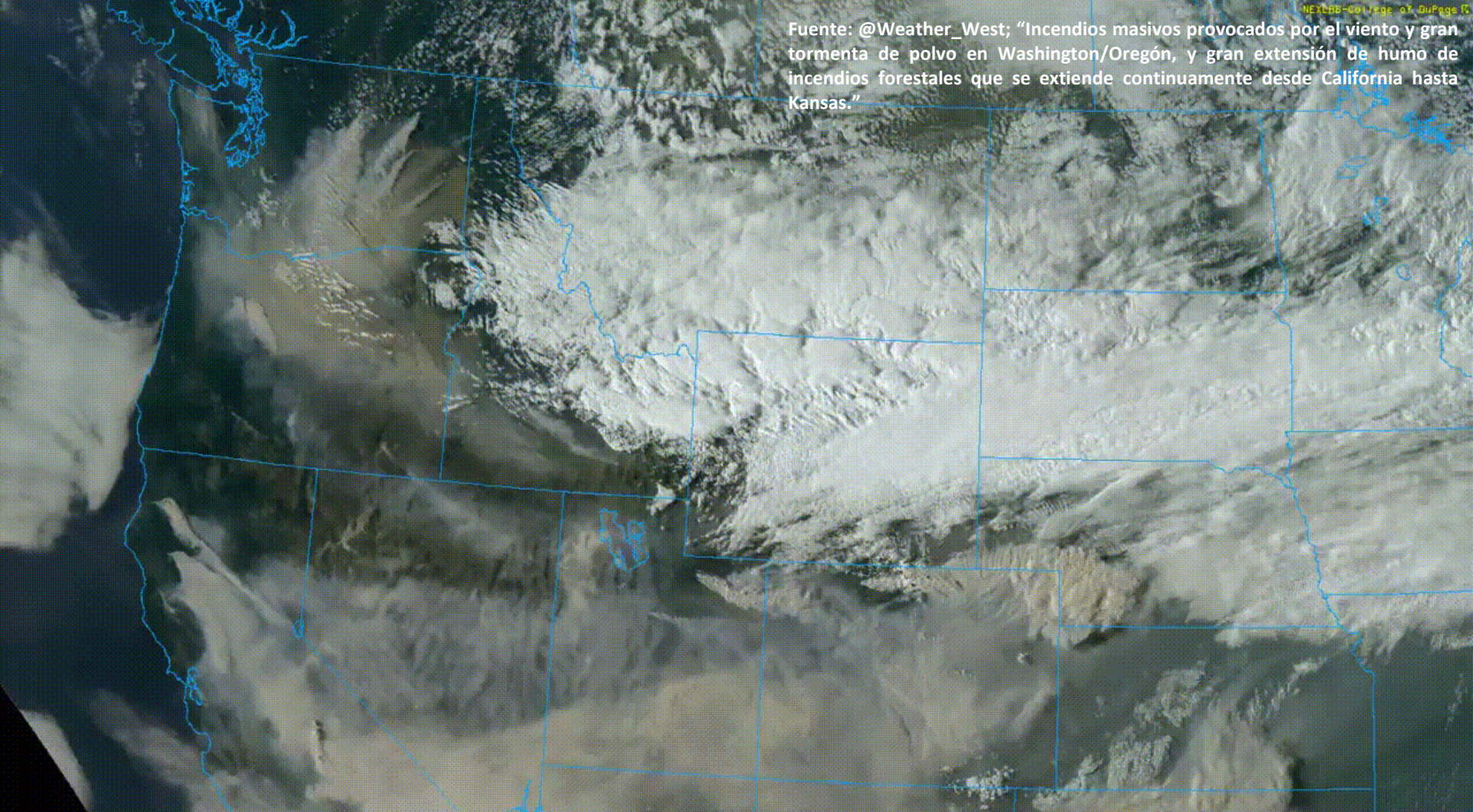
# RECOMENDACIÓN DE EXPOSICIÓN POR ICA

Código de colores	Valor del ICA	Medidas para proteger su salud
Verde	Bueno (0-50)	Ninguna
Amarillo	Moderado (51-100)	Las personas inusualmente sensibles deben reducir los esfuerzos prolongados o intensos al aire libre.
Anaranjado	Insalubre para los grupos sensibles (101-150)	Los grupos sensibles deben reducir los esfuerzos prolongados o intensos al aire libre: Personas con enfermedades cardíacas y pulmonares Niños y adultos mayores Personas que realizan actividades al aire libre
Rojo	Insalubre (151-200)	Los grupos sensibles deben reducir los esfuerzos prolongados o intensos al aire libre. Todas las personas deben reducir los esfuerzos prolongados o intensos al aire libre
Púrpura	Muy insalubre (201-300)	Los grupos sensibles deben evitar toda actividad física al aire libre Todas las personas deben evitar los esfuerzos prolongados o intensos al aire libre

Washington (WAC 296-62-085): con un ICA de 69, se anima al empleador a proporcionar mecanismos para reducir la exposición. Con un ICA de 151 durante 1 hora o más, los empleadores están **obligados** a reducir la exposición mediante medidas administrativas, de ingeniería o el uso de EPP.



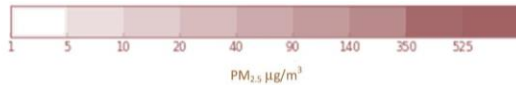
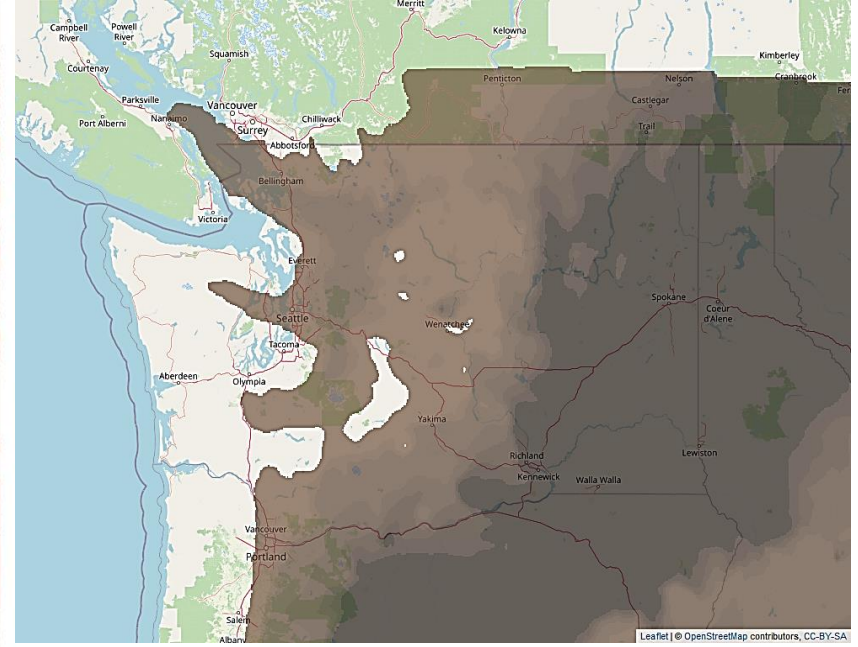
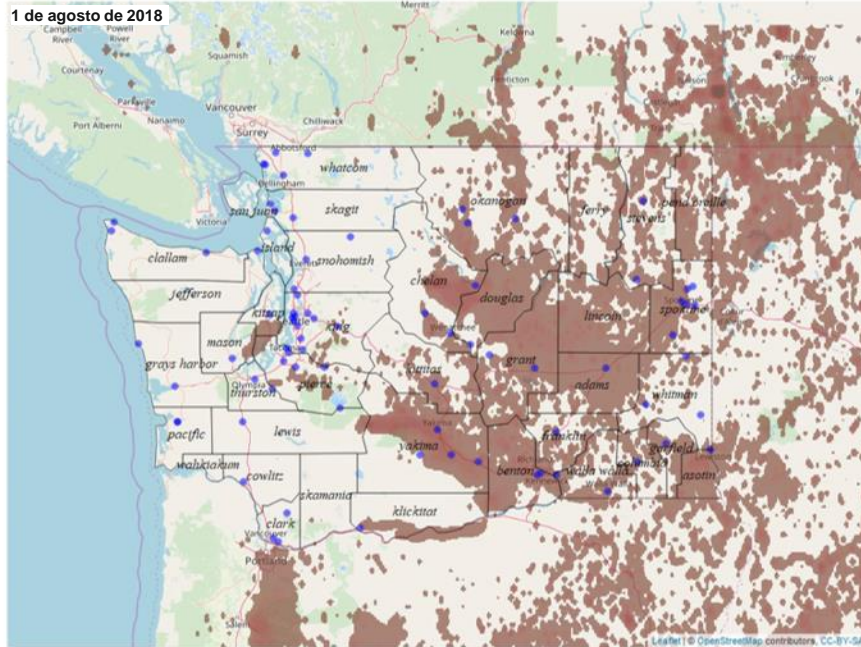
Fuente: @Weather\_West; "Incendios masivos provocados por el viento y gran tormenta de polvo en Washington/Oregón, y gran extensión de humo de incendios forestales que se extiende continuamente desde California hasta Kansas."



## Distribución del humo en WA (1 de agosto de 2018)

## Distribución del humo en WA (15 de septiembre de 2020)

1 de agosto de 2018



● Ubicación de los monitores de calidad del aire



# Fuentes de datos de MP2.5

---

- > **Agencia local de calidad del aire (directamente responsable del control de la calidad del aire en su zona)**
- > **Agencia estatal de calidad del aire**
  - Departamento de Ecología
- > **EPA federal**
- > **Sensor de calidad del aire**
  - Operado por otros en su área
  - Operado por un empleador
  - Consideraciones: Instrumento adecuado, usuario capacitado, mantenimiento regular



# Sensores económicos

---

- > Producen datos en una escala de 5 minutos
- > Suelen medir directamente las concentraciones
- > Menos fiables que los instrumentos homologados (EPA), los diferentes instrumentos presentan errores diferentes.



# Tendencias en la intensidad y duración del humo de los incendios forestales

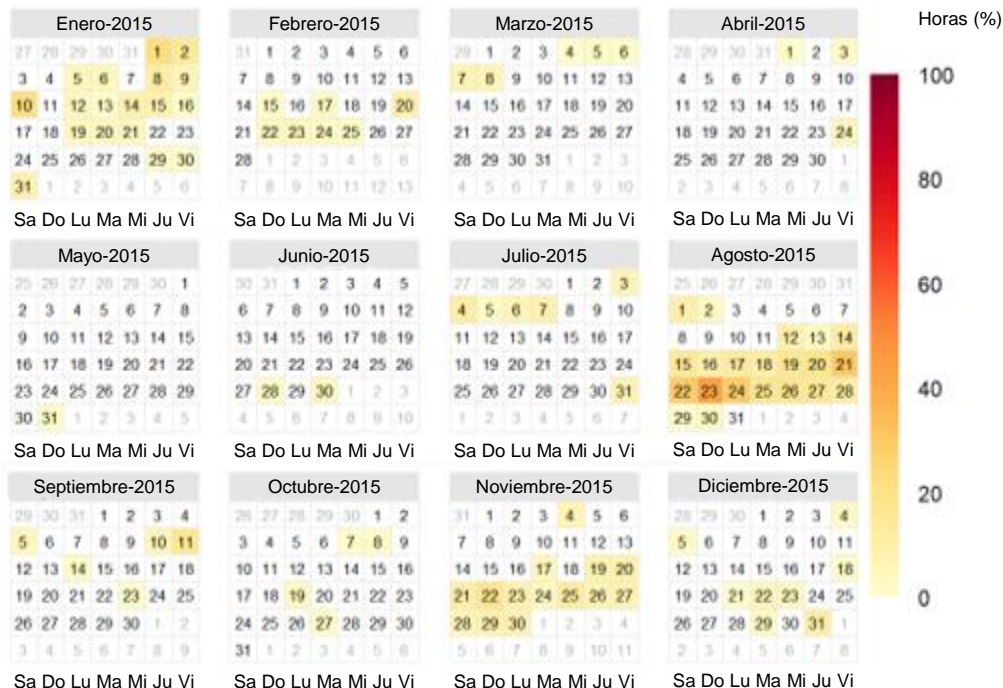
---

- > Datos por hora de los ~30 sitios de monitoreo de  $MP_{2.5}$  en el Estado de Washington
- > Las concentraciones en el estado varían hora tras hora
- > ¿Cuándo es el  $MP_{2.5}$  mayor que el ICA = 151?
- > ¿Todos los sitios están de acuerdo?



# EN TODO EL ESTADO DE WASHINGTON EN 2015

## ICA MAYOR DE 150



# EN TODO EL ESTADO DE WASHINGTON EN 2016

## ICA MAYOR DE 150



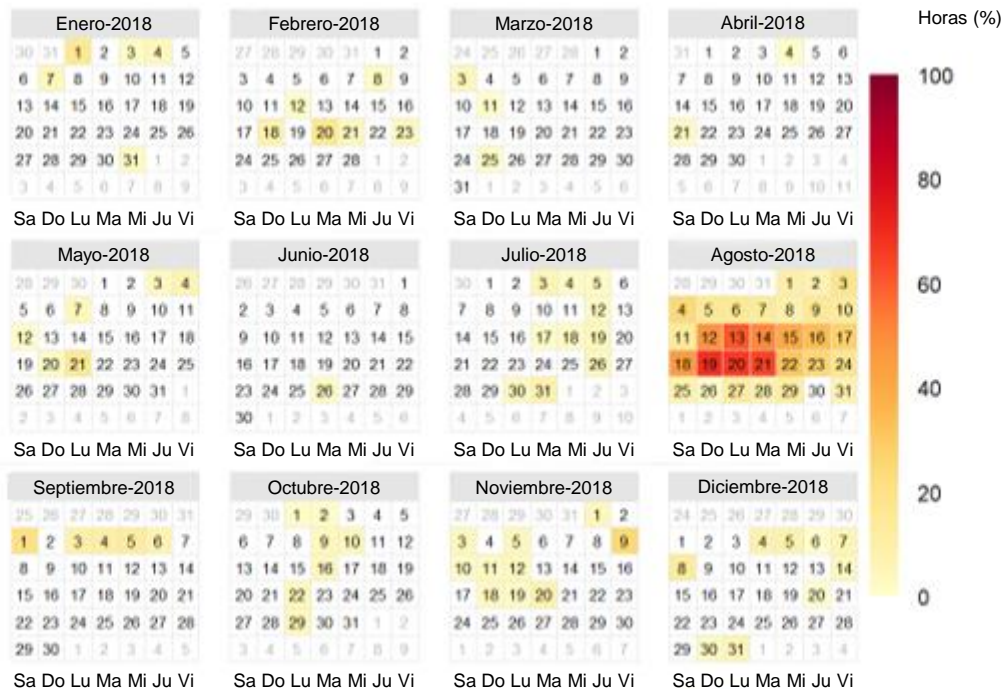
# EN TODO EL ESTADO DE WASHINGTON EN 2017

## ICA MAYOR DE 150



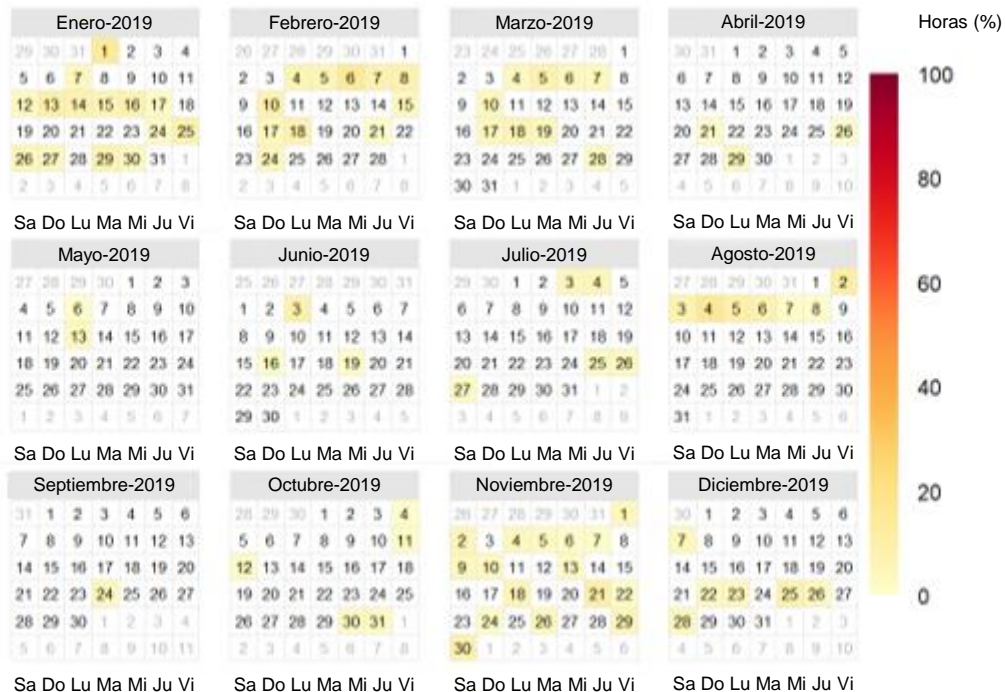
# EN TODO EL ESTADO DE WASHINGTON EN 2018

## ICA MAYOR DE 150



# EN TODO EL ESTADO DE WASHINGTON EN 2019

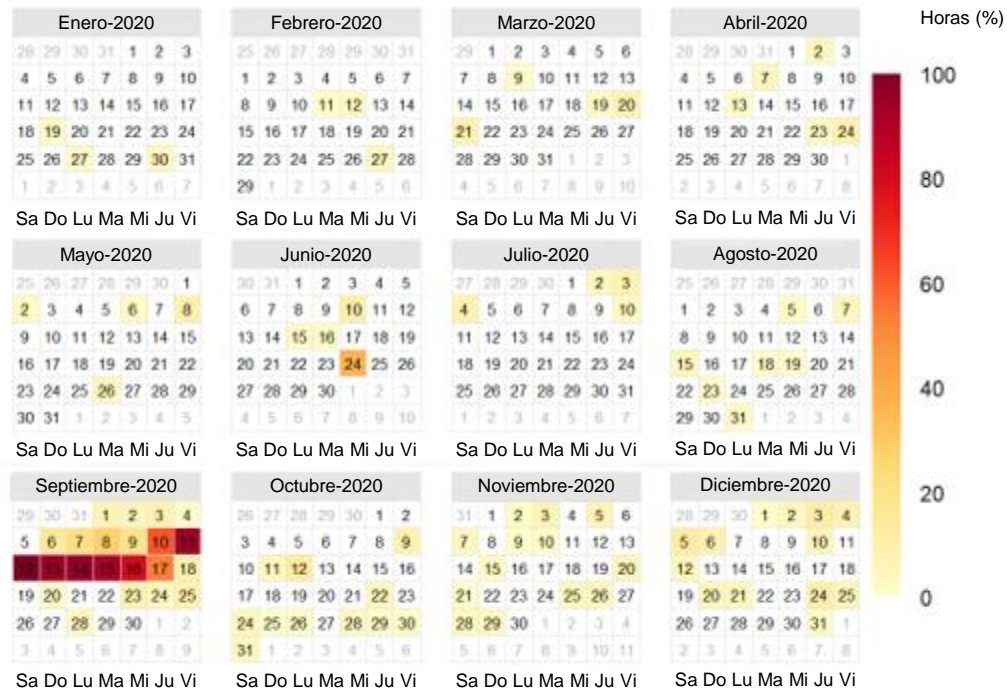
## ICA MAYOR DE 150





# EN TODO EL ESTADO DE WASHINGTON EN 2020

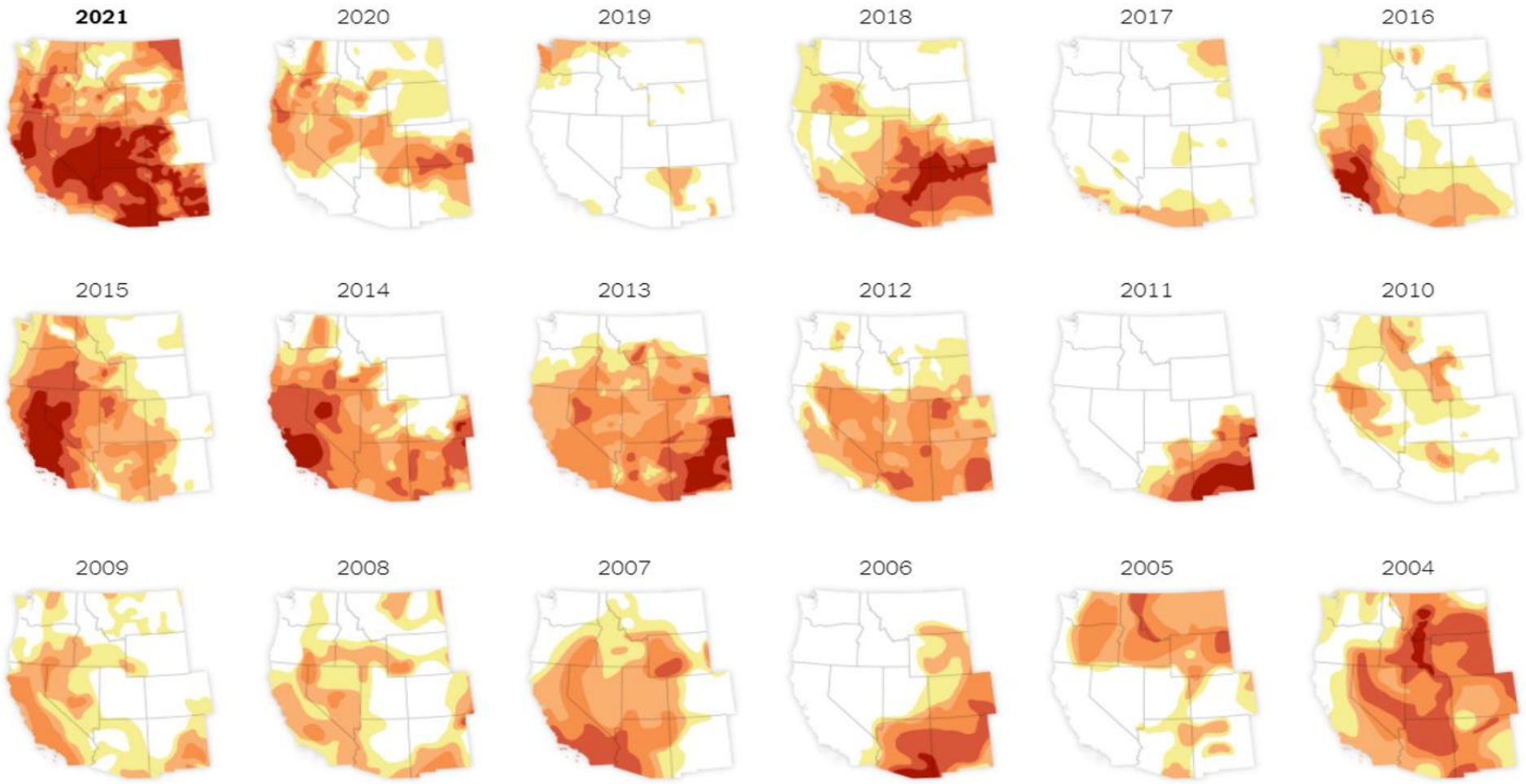
## ICA MAYOR DE 150



# Condiciones de sequía a principios de junio en el Oeste

Fuente: U.S. Drought Monitor, condiciones durante la primera semana de junio.

SEQUÍA EXCEPCIONAL   EXTREMA   SEVERA   MODERADA   INUSUALMENTE SECO



# Uso de EPP en el lugar de trabajo para la exposición al humo de los incendios forestales

- > La norma de emergencia en el estado de Washington propone que los empleadores proporcionen el EPP según las directrices de uso voluntario
- > Mascarillas
  - Las mascarillas de respiración N95 y P100 ajustadas proporcionan cierta protección contra el humo de los incendios forestales (en algunos casos KN95)
  - Las mascarillas de papel de una correa, las mascarillas quirúrgicas y otras cubiertas faciales ofrecen poca protección porque no capturan la mayoría de las micropartículas del humo



Figura 5. Una mascarilla de papel de una correa no es un respirador y proporciona poca o ninguna protección contra las partículas de humo. Foto cortesía del Departamento de Salud Pública de California

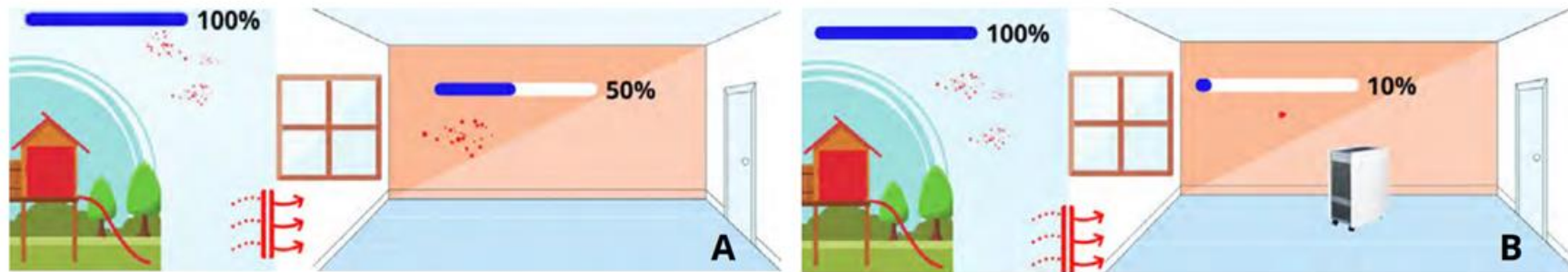


Figura 6. Una mascarilla quirúrgica está diseñada para capturar partículas infecciosas generadas por el usuario, no es un respirador y proporciona poca o ninguna protección contra las partículas de humo. Foto cortesía del Departamento de Salud Pública de California



Figura 4. Dos tipos de respiradores de partículas desechables N95. Observe la presencia y la colocación de las dos correas por encima y por debajo de las orejas. Fotos cortesía del Departamento de Salud Pública de California

# Calidad del aire en interiores ante el humo de los incendios forestales



- Aproximadamente el 50% de las partículas exteriores entran en los edificios públicos
- Las intervenciones con filtros HEPA reducen la penetración en el interior a un 10%.

# Situaciones de exposición de los trabajadores

- Las concentraciones de exposición variarán en función de si el trabajador está en el interior o en el exterior, o de si se utiliza un EPP.
- Las tasas de inhalación variarán en función de la actividad, con ocupaciones al aire libre como la agricultura y la construcción que implican una actividad de intensidad moderada con tasas de inhalación más altas.

conc. al aire libre = 100						
Hora	hora de trabajo	METS	Nivel de actividad	Índice de inhalación (m3/min)	Concentración (ug/m3)	Dosis (ug)
1	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
2	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
3	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
4	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
5	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
6	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
7	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
8	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
9	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
10	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
11	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
12	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
13	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
14	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
15	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
16	1	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
17	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
18	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
19	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
20	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
21	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
22	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	Dormir o siesta	12.6
23	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
24	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	Dormir o siesta	12.9
total	8					12.7
promedio						12.7

conc. al aire libre = 100						
Hora	hora de trabajo	METS	Nivel de actividad	Índice de inhalación (m3/min)	Concentración (ug/m3)	Dosis (ug)
1	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
2	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
3	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
4	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
5	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
6	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
7	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
8	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
9	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
10	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
11	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
12	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
13	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
14	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
15	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
16	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	100	156.0
17	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
18	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
19	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
20	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
21	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
22	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
23	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
24	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
total	8					60.5
promedio						60.5

conc. al aire libre = 100						
Hora	hora de trabajo	METS	Nivel de actividad	Índice de inhalación (m3/min)	Concentración (ug/m3)	Dosis (ug)
1	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
2	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
3	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
4	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
5	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
6	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
7	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
8	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
9	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
10	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
11	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
12	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
13	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
14	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
15	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
16	1	4	Intensidad moderada	2.60E-02	5	7.8
17	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
18	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
19	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
20	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
21	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
22	0	1.3	Sedentario/Pasivo	4.20E-03	50	12.6
23	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
24	0	0.95	Dormir o siesta	4.30E-03	50	12.9
total	8					11.1
promedio						11.1

## Recursos sobre el humo de los incendios forestales para la agricultura



Centro para la Seguridad y la Salud Agrícola de High Plains Intermountain  
<https://vetmedbiosci.colostate.edu/hicaahs/resources/>

Centro Occidental para la Seguridad y la Salud Agrícola  
<https://aghealth.ucdavis.edu/wildfires>

Centro para la Seguridad y Salud Agrícola del Noroeste del Pacífico  
<https://deohs.washington.edu/pnash/wildfiresmoke>

<https://www.cdc.gov/niosh/oep/agctrhom.html>



# Preguntas y debate