

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA  
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO

PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR Y EMISIONES DE MATERIAL  
PARTICULADO EN EL SUR DEL ESTADO DE MORELOS:  
IMPLICACIONES PARA LA SALUD PÚBLICA

Proyecto terminal para obtener el grado de Maestro en Salud Pública en Salud  
Ambiental

VÍCTOR HUGO GONZÁLEZ ÁLVAREZ

Generación 2014-2016

**Directora del proyecto terminal:**

Mtra. Magali Hurtado Díaz

**Asesor del proyecto terminal:**

Mtro. José Luis Texcalac Sangrador

Cuernavaca, Morelos.

Agosto 2016

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por haberme permitido concluir con éxito esta etapa profesional de mi vida, siempre confiaré en ti, gracias.

A mis padres Irma Alvarez y Ascensión González, por su apoyo incondicional logré hacer realidad mi sueño, por estar al pendiente en cada momento, gracias a ustedes y a Dios alcancé una meta más en la vida, este logro es de ustedes también. Siempre estarán orgullosos de mí y nunca los defraudaré.

A mis hermanos Verónica y Francisco González, por la confianza que depositaron en mí, por sus palabras de aliento y consejos que me brindaron en este camino, siempre contarán conmigo al igual que yo con ustedes.

Al Instituto Nacional de Salud Pública de México por haberme abierto las puertas y permitir adquirir los conocimientos para coadyuvar en la protección de la salud de la población, fue un honor formar parte de esta institución.

A la Mtra. Magali Hurtado, por dirigirme en este proyecto, por tus consejos, observaciones, y tiempo dedicado para mejorar el proyecto. Por tu paciencia y profesionalismo que te destaca.

Al Mtro. José Luis Texcalac, por que fuiste la motivación e inspiración en temas de calidad del aire y salud ambiental, gracias por los conocimientos que compartiste, son una excelente base de mi formación como Maestro.

Al Dr. Juan Francisco Molina por su apoyo a lo largo de mi formación; la disposición y amabilidad en asesorías académicas-personales en este posgrado.

A la Mtra. Stephanie Montero, por permitir desarrollar mis competencias profesionales en campo, gracias por tus consejos y conocimientos que compartiste.

A mi Mtra. Diana Paramo, porque la decisión contundente que tomamos al inicio tuvo frutos, porque al iniciar este camino juntos me apoyaste incondicionalmente, alegrías compartidas a lo largo de este tiempo y apoyo en tiempos difíciles; a pesar de todo, juntos alcanzamos el éxito. Me llena de alegría egresar a tu lado, sabemos que el camino no fue fácil, pero el equipo que formamos fue el mejor para terminar satisfactoriamente este capítulo profesional. Gracias por estar a mi lado y confiar siempre en mí, fui bendecido al iniciar este camino a tu lado, un logro más junto a ti.

## Índice de contenido

1. Introducción .....	4
2. Antecedentes .....	5
3. Planteamiento del Problema .....	7
4. Justificación .....	8
5. Objetivos .....	10
5.1 Objetivo general .....	10
5.2 Objetivos específicos.....	10
6. Marco teórico .....	10
7. Metodología .....	18
7.1 Diseño de estudio.....	18
7.2 Descripción de la población de estudio.....	18
7.3 Recolección de la información .....	19
7.3.1 Datos de material particulado y de variables meteorológicos .....	19
7.3.2 Datos de morbilidad y de población.....	19
7.4 Operacionalización de las variables.....	20
7.5 Análisis .....	23
7.5.1 Primera fase: Construcción de la base de datos.....	23
7.5.2 Segunda fase: Análisis estadístico .....	23
8. Resultados .....	24
8.1 Análisis estadístico para Ocuituco Morelos.....	29
8.2 Análisis estadístico para Jojutla Morelos .....	32
8.3 Análisis estadístico para Zacatepec Morelos .....	35
9. Discusión de resultados .....	40
10. Conclusiones y limitaciones .....	41
11. Recomendaciones .....	42
12. Referencias.....	43
13. Anexos .....	47

## 1. Introducción

El problema de la contaminación del aire ha atraído una atención especial a poblaciones cuya economía depende del sector agrícola.<sup>(1)</sup> Diversos autores han identificado la emisión de contaminantes criterio (conocidos de esta manera ya que son perjudiciales para la salud)<sup>(2,3)</sup> en los procesos de producción agrícolas, entre los que destacan el Material Particulado (*PM* por sus siglas en inglés)<sup>(2)</sup>, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ )<sup>(4,5,6)</sup> y el ozono ( $\text{O}_3$ ) como contaminante secundario resultado de reacción fotoquímica entre los  $\text{NO}_x$  y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) en presencia de luz solar.<sup>(7)</sup>

El cultivo de caña de azúcar tiene grandes potencialidades por su producción de biomasa y su contenido de azúcar, sin embargo, constituye un problema ambiental por la quema de caña para su cosecha produciendo grandes cantidades de partículas y gases tóxicos que afectan a los asentamientos humanos cercanos por lo menos durante la temporada de zafra que es cuando se cosecha la caña y se produce el azúcar.<sup>(8)</sup> Posteriormente en la limpieza de los cañaverales, ocasionando modificaciones de la materia orgánica disminuyendo los nutrientes del suelo, tal es el caso de la disminución del carbono orgánico de suelo y la emisión de este hacia la atmósfera, provocando “cambios globales en el suelo”.<sup>(4)</sup>

Dentro de los contaminantes que se emiten durante el proceso de producción de azúcar y la quema de biomasa durante la cosecha destaca el material particulado menor a 10 micras ( $\text{MP}_{10}$ ) y a 2.5 micras ( $\text{MP}_{2.5}$ ), carbono negro, compuestos aromáticos policíclicos: naftaleno, metilnaftaleno, acenafteno, antraceno, floureno, fenantreno, fluorantreno y elementos traza como: aluminio(Al), sílice(Si), azufre(S) potasio(K), y manganeso (Mn).<sup>(9,10)</sup>

En México existen un total de 54 regiones cañeras e ingenios azucareros<sup>(11)</sup>, con la infraestructura necesaria procesar la caña y obtener sacarosa, ron, alcohol, etc.<sup>(12)</sup>, dos de los cuales se encuentran en el estado de Morelos.

El sur de Morelos se caracteriza por tener un clima “*cálido subhúmedo regular*”<sup>(13)</sup> que favorece el cultivo de caña de azúcar. En esta región, específicamente en el municipio de Zacatepec de Hidalgo, se ubica una de las productoras cañeras más importantes del país, el Ingenio Emiliano Zapata (IEZ). Dicho ingenio brinda una importante fuente económica a los municipios de Zacatepec, Jojutla, Puente de Ixtla y Tlaltizapán.<sup>(14)</sup> En esta región, la época de zafra dura alrededor de 6 meses, periodo en el cual no se presentan lluvias.<sup>(15,16)</sup>

Estudios en la región han observado concentraciones promedio de  $MP_{10}$  de  $164.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante la época de zafra y de  $28.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  cuando no hay zafra. De la misma forma, para de  $MP_{2.5}$  se observaron concentraciones promedio de  $112.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante la zafra y de  $19.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la no zafra.<sup>(9)</sup> Ambas fracciones rebasan en la temporada de zafra el promedio diario permisible establecido por la Norma Oficial Mexicana (*NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en el aire ambiente y criterios para su evaluación*) de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.<sup>(17)</sup>

## 2. Antecedentes

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el humo derivado de la quema de combustibles sólidos (biomasa) forma parte de los 10 principales factores de riesgo a nivel mundial, contribuyendo aproximadamente a 2 millones de muertes al año.<sup>(18)</sup>

El material particulado resultado de la quema de caña de azúcar se ha asociado a efectos adversos del sistema respiratorio y cardiovascular, así como la muerte prematura. La población vulnerable a estos padecimientos son niños y adultos mayores, y personas que padecen de enfermedades cardiovasculares, asma o influenza<sup>(19)</sup> pueden desarrollar cuadros más graves.

De acuerdo a Domínguez, M *et al.* 2014 en México se afectan a 12 millones de personas que habitan alrededor de la zonas de producción de caña de azúcar.<sup>(20)</sup> Estudios han evaluado el impacto en salud pública del  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  derivados del proceso productivo de caña de azúcar en las comunidades cercanas a los ingenios y a los cañaverales. Se ha documentado una gama de efectos en salud derivados del proceso agrícola debido a la quema de caña de azúcar, que van desde problemas en el sistema respiratorio, hasta daños en el ADN, afectando principalmente a la población ocupacionalmente expuesta, niños y adultos mayores describiéndose con mayor detalle en la Tabla 1.

**Tabla 1. Estudios relacionados con el material particulado MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>**

Autor / Año	Lugar	Efecto en salud	Población	Contaminante	Resultados
L.Lara et. al / 2005	Piracicaba São Paulo Brasil/	-----	-----	MP <sub>2.5</sub> y carbono negro	Durante el día y antes de la quema existe una disminución en la relación (MP <sub>2.5</sub> / BC -40%), lo que indica dos procesos: una reducción en la emisión directa de carbono negro por la caña de azúcar, y la producción secundaria de OC y partículas en la atmósfera.
Martínez-Valenzuela et. al /2015	Ahome, Sinaloa, México	-----	Trabajadores expuestos en los cañaverales	MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub>	En la prueba de anomalías nucleares en las células epiteliales exfoliadas de la mucosa oral, se encontró que la exposición a los contaminantes generados durante la quema de caña aumenta el daño al ADN de los trabajadores expuestos.
Múgica-Álvarez et al. /2015	Jojutla-Zacatepec Morelos México	-----	Niños y adultos	MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub>	Durante todo el período de muestreo de la cosecha, la concentración de MP <sub>2.5</sub> (112.9 µg/m <sup>3</sup> ) superó los límites permisibles, mientras que para MP <sub>10</sub> (164.8 µg/ m <sup>3</sup> ) sólo dos días presentaron una adecuada calidad del aire.
A. Arbex et al./ 2000	Araraquara, ciudad del estado de São Paulo Brasil	Pacientes que necesitan la terapia inhalatoria para el tratamiento de infecciones respiratorias agudas.	-----	MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub>	Asociación significativa entre la cantidad de partículas de humo recogido en el lugar de muestreo rodeado de plantaciones de caña de azúcar en el periodo de la quema de cosecha y el número de pacientes que necesitan la terapia inhalatoria para el tratamiento de infecciones respiratorias agudas.
E.D. Cancado et al. / 2006	Piracicaba São Paulo Brasil/	Se presentaron 673 ingresos hospitalarios debido a las enfermedades respiratorias entre los niños y 275 de los adultos mayores	Niños >13 años Adultos mayores > 64 años	MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub>	Se presentó un aumento del 31.03% de ingresos hospitalarios debido a las emisiones de las MP <sub>10</sub> y MP <sub>2.5</sub> en adultos mayores, la media dichas concentraciones fueron de 87.7 µg/m <sup>3</sup> para MP <sub>10</sub> y 22.8 µg/m <sup>3</sup> para MP <sub>2.5</sub> en el periodo de zafra.

Fuente: Elaboración propia

Estudios realizados en la región azucarera de Veracruz observaron que las principales causas de mortalidad fueron las enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebro-vasculares, infecciones respiratorias agudas bajas, todas ellas asociadas con el material particulado MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>.<sup>(21)</sup>

Además, se ha demostrado que la contaminación del aire relacionada a las emisiones de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> con una concentración promedio de 87.7 µg/m<sup>3</sup> y 22.8 µg/m<sup>3</sup>

respectivamente en el periodo de zafra, causa daños al sistema respiratorio, llevando a un aumento aproximado del 26% en los ingresos hospitalarios de niños y un 31% de adultos mayores, debido a problemas respiratorios considerándose como la población vulnerable.<sup>(10)</sup>

En el caso de la población ocupacionalmente expuesta a estos contaminantes generados durante la quema de caña de azúcar, se han reportado daños en el ADN de los trabajadores expuestos.<sup>(22)</sup>

En un estudio desarrollado por Arbex, A *et al.* para evaluar la asociación del proceso de quema de cañaverales y las visitas de personas al hospital por terapias inhalatorias, se observó que la población que se encuentra cerca de las plantaciones de caña de azúcar en la época de quema de la cosecha, desarrollaron la necesidad de terapias inhalatorias para el tratamiento de infecciones respiratoria agudas.<sup>(23)</sup>

Reyes, M *et al.* en su proyecto denominado “*Estudio de la contribución de partículas suspendidas por la quema de caña en la calidad del aire*”<sup>(24)</sup>, encontró que la frecuencia de enfermedades respiratorias se relaciona con las concentraciones máximas de MP<sub>10</sub>, en el periodo de zafra 2001-2002, es decir las concentraciones máximas reportadas coinciden con el periodo donde se presenta mayor número de casos de enfermedades respiratorias.<sup>(24)</sup>

En el año 2014 el proyecto de investigación titulado “*Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos México*”<sup>(9)</sup> realizado por Múgica-Álvarez V *et al.*, reveló el comportamiento de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos emitidos por la producción de caña de azúcar en la época de zafra en los municipios de Jojutla y Zacatepec, donde la mayor parte de las partículas se encuentran en la fracción fina MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>.<sup>(3)</sup>

### **3. Planteamiento del Problema**

La mala calidad del aire en Zacatepec y sus alrededores ha sido objeto de múltiples quejas por parte de la población aledaña al IEZ. El problema que deriva desde la pre-cosecha (de la quema de caña de azúcar en los cañaverales) hasta la producción (quema de bagazo de azúcar y producción de vapores en las calderas del ingenio) constituye uno de los grandes retos ambientales de la región debido a la falta de programas en materia de salud ambiental y en temas de calidad de aire.

La deficiente coordinación entre las diferentes instancias de gobierno a nivel estatal y municipal para aplicar la legislación de prevención y control de la contaminación del aire. La falta de inspección en el cumplimiento de la normatividad ambiental por parte de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos en la zona productora de azúcar (IEZ), la generación de programas de salud ambiental en zonas agrícolas por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos, ausencia de estrategias de prevención y promoción de salud respiratoria en la zona aledaña al IEZ por parte de los Servicios de Salud de Morelos. La controversia que genera esta práctica agrícola tiene diferentes posturas de los actores implicados a los cuáles no se ha podido dar respuesta porque no se ha estimado el riesgo a la salud atribuible a las  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en la región durante la época de zafra y no zafra.

De acuerdo a la información disponible en los cubos de la *Dirección General de Información en Salud (DGIS)*<sup>(25)</sup> en el año 2012, entre las principales causas de morbilidad en la región se encontró la infección respiratoria aguda (IRAs), neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica; y enfermedad cardiovascular, que incluye el infarto agudo al miocardio y la enfermedad cerebrovascular. Adicionalmente la enfermedad pulmonar obstructiva crónica estuvo entre las cinco primeras causas de muerte.<sup>(25)</sup> Estas causas de morbi/mortalidad se han asociado a las  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en zonas urbanas con fuentes de emisión industriales y afluencia vehicular<sup>(17,26)</sup>, como en zonas rurales con actividades agrícolas.<sup>(27,28)</sup>

#### 4. Justificación

De acuerdo al estudio realizado por Múgica, A *et al.* (2014) las concentraciones de  $MP_{10}$  ( $164.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y  $MP_{2.5}$  ( $112.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en Jojutla y Zacatepec de Hidalgo, Morelos; durante la época de zafra rebasaron los límites establecidos en la *NOM-025-SSA1-2014*<sup>(17)</sup> para la protección de la salud humana.

Se ha documentado que la emisión de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  durante la época de zafra ha impactado negativamente en provincias de Brasil aledañas a regiones productoras de azúcar. En Araracuara se exacerbó el número de consultas hospitalarias para recibir terapias de inhalación respiratoria; en Piracicaba, se exacerbó el número de ingresos hospitalarios de niños menores de 4 años y adultos mayores a 60 años de edad.<sup>(9,22)</sup>

Información del Diagnóstico Integral de Salud Poblacional (DISP) del municipio de Zacatepec de Hidalgo Morelos durante el periodo 2014-2015 realizado por alumnos del Instituto Nacional de Salud Pública, mostró que las actividades generadas por el IEZ son un tema preocupante para la salud de la población. Sin embargo, a nuestro saber, no hay estudios que documenten la asociación entre las concentraciones elevadas de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  derivadas de las emisiones del proceso productivo de azúcar en la zona del IEZ, y el impacto en salud de la población vulnerable en época de zafra en la zona sur de Morelos.

Si bien se sabe que las principales causas de morbi/mortalidad en la región se han asociado a las  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en otras poblaciones, en la zona sur del Estado de Morelos no existen estudios que documenten esta asociación.

En base a lo anterior el presente proyecto otorgará herramientas para incentivar a una articulación de las diferentes instancias gubernamentales, destacando a los Servicios de Salud de Morelos para diseñar estrategias de prevención enfocándose a la población vulnerable, que dichas estrategias sean costo-efectivas y reducir el impacto en la salud ambiental, en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos, incluir en temas de calidad del aire, de programas no solo de verificación vehicular debido a fuentes móviles, sino también incluir fuentes fijas de procesos industriales, tal es el caso de la producción agrícola en la región, la colaboración de la Procuraduría de Protección al ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM) verificando el cumplimiento de tecnologías necesarias en el ingenio y poder garantizar el equilibrio ambiental, mediante una participación integral cuyo objetivo a compartir sea la protección de la salud población ante problemas de producción agrícola en la zona.

Por ello, en este estudio se propone evaluar los potenciales riesgos y daños a la salud de la población por las emisiones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en época de zafra.

Al igual que en la zona sur de Morelos, otros estados de la República Mexicana tienen ingenios azucareros, donde los procesos de producción de la caña emiten contaminantes  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ . Los resultados del proyecto servirán como base para el desarrollo de estudios similares que permitan estimar el impacto en salud asociado a las  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ , en las 54 zonas productoras de caña, distribuidas en: Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.<sup>(11)</sup>

## 5. Objetivos

### 5.1 Objetivo general

Evaluar el potencial daño a la salud de la población de los municipios de Jojutla y Zacatepec ubicados al sur del estado de Morelos, asociado a las emisiones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  durante la zafra del año 2014, a fin de proporcionar evidencia científica que contribuya a la generación de estrategias que protejan la salud de la población.

### 5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la exposición a  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en la población de la zona sur del estado de Morelos durante la zafra y no zafra del año 2014
- Identificar los principales problemas de salud que se asocian con el material particulado en la región
- Estimar el impacto de las  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en la morbilidad de la población de estudio, en el periodo de zafra y no zafra del año 2014

## 6. Marco teórico

### Proceso productivo de la caña de azúcar

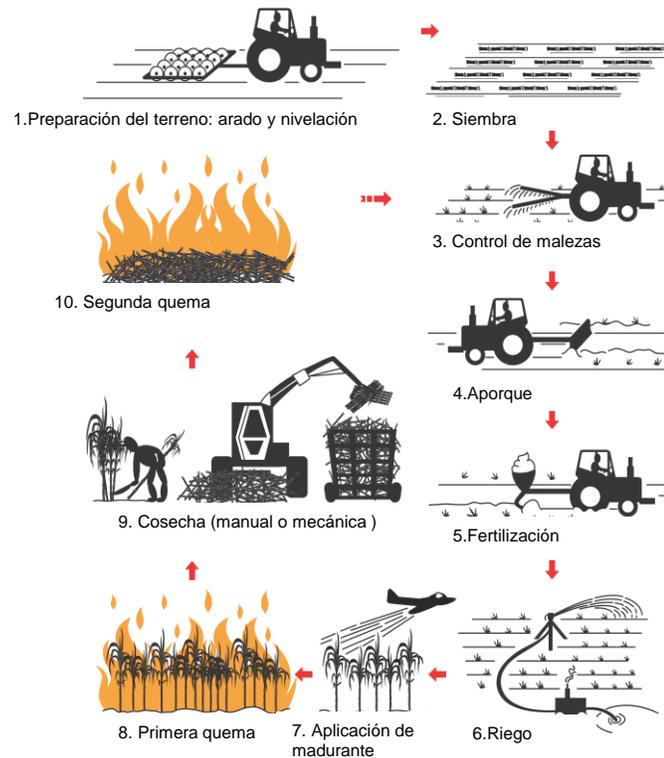
En la producción de caña de azúcar se utilizan diversos métodos, que implican transformaciones fisicoquímicas en el proceso productivo, debido a que la cosecha se dejó de realizar de manera mecánica.<sup>(12)</sup>

### Cultivo y cosecha

Inicialmente el cultivo en los cañaverales se realizaba de forma manual, mediante el corte de la caña con machetes y eliminando los tallos manualmente para su posterior transporte a los ingenios correspondientes<sup>(12)</sup> y continuar con el proceso productivo para la extracción de la sacarosa, etanol y demás derivados de la caña.

A medida que la tecnología agrícola fue avanzando, se introdujeron nuevos instrumentos como maquinaria para la cosecha, cambiando el corte y alce manual de la caña<sup>(12)</sup> por las cosechadoras, estas cortan y limpian las cañas recolectándolas directamente en los camiones listas para su transporte.<sup>(29)</sup> (ver Figura 1)

**Figura 1. Proceso de cultivo de caña de azúcar**



Fuente: Cambio climático en el sector agropecuario, disponible en [http://anterior.iiec.unam.mx/sites/www.iiec.unam.mx/files/4\\_SEA\\_34-Cambio-climatico-en-el-sector-agropecuario.pdf](http://anterior.iiec.unam.mx/sites/www.iiec.unam.mx/files/4_SEA_34-Cambio-climatico-en-el-sector-agropecuario.pdf)

No siempre se tienen las condiciones adecuadas para utilizar las cosechadoras, ya que los terrenos cuentan con piedras, con un relieve irregular y otros obstáculos que limitan el funcionamiento adecuado.<sup>(29)</sup> La quema de los cañaverales es el método comúnmente utilizado por los productores de caña, porque facilita la recolección y los gastos en la inversión de mano de obra al momento del corte son sumamente bajos.<sup>(30)</sup>

En los procedimientos agrícolas para la cosecha de caña de azúcar se pueden utilizar la quema de la caña y la cosecha verde<sup>(12)</sup>, cada una de estas tiene ventajas y limitaciones como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2: Ventajas y desventajas procedimientos agrícolas para la cosecha de caña de azúcar**

Quema de caña		Cosecha verde	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Disminuye el riesgo de los trabajadores a picaduras de fauna nociva	Emisión de contaminantes debido a la quema de biomasa	Disminución de los contaminantes ambientales	Los residuos agrícolas del proceso aumentan considerablemente el tiempo de producción
Reduce el tiempo de preparación de los cañaverales	-----	Favorece la conservación fisicoquímica del suelo	-----
Facilitan el corte del tallo de la caña	-----	Brinda reservas de material orgánico y minerales	-----

Fuente: Impacto ambiental de la actividad cañera estrategias de mitigación. Morales Trujillo 2011

En la actualidad, la mayoría de las zonas cañeras optan por la quema de caña, ya que se reducen los costos, así como el tiempo de producción de la caña aprovechando al máximo el periodo de zafra, facilitando la preparación de los cañaverales.

La quema pre-cosecha se realiza en días previos al corte verificando que la concentración de sacarosa en la caña sea la adecuada, se elimina la cobertura de la vegetación, así como el material seco presente en los campos de cultivo; también se utiliza para preparar el suelo, se evita el contacto con fauna nociva.<sup>(31,32)</sup> La quema pos-cosecha facilita el manejo del cultivo y los procesos de replantación y evita la producción de la zoca.<sup>(32)</sup>

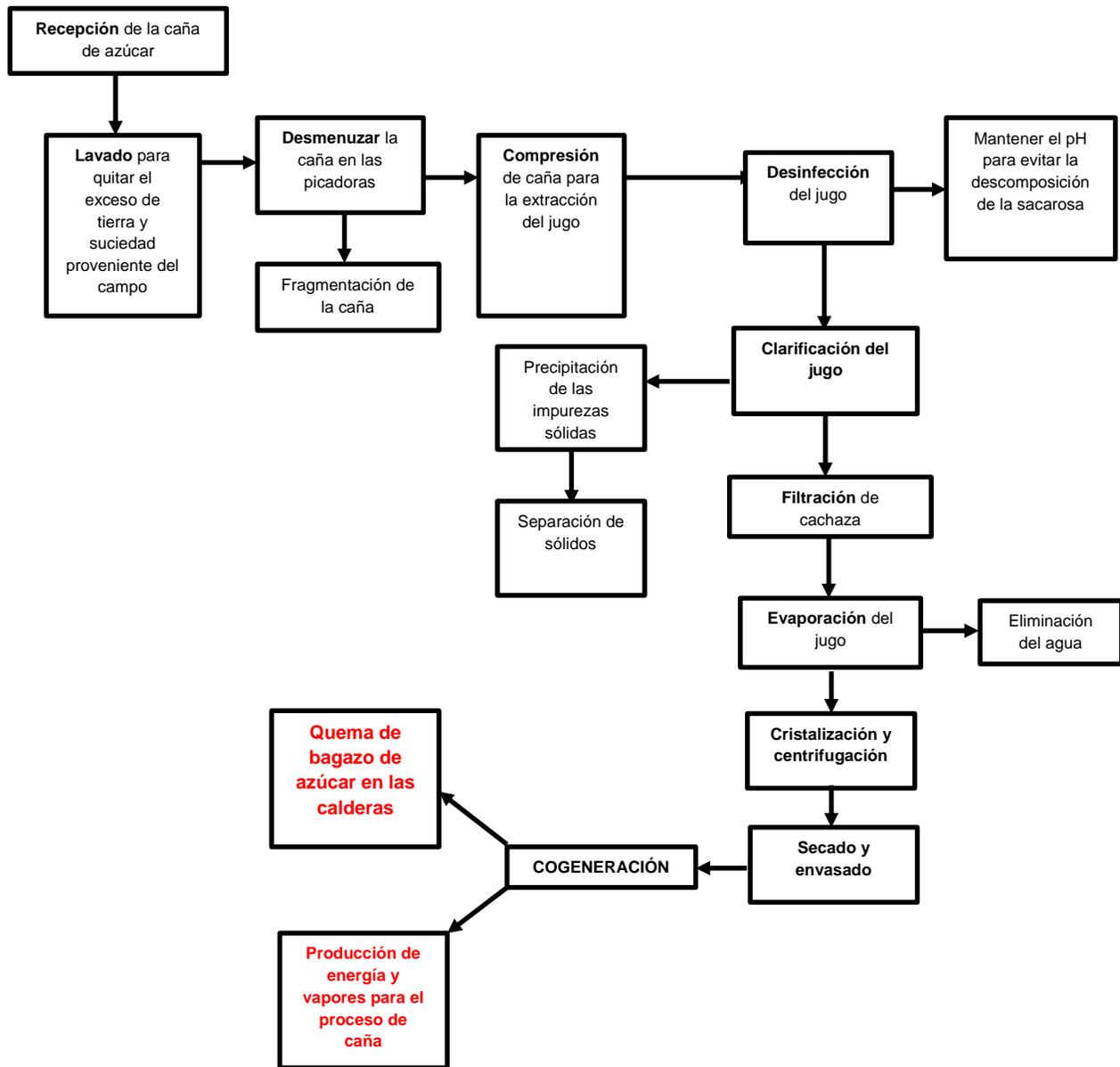
### Proceso en el ingenio azucarero

Dentro de las fuentes de emisión fijas en zonas agrícolas, se encuentran los ingenios azucareros, los cuales tienen sus orígenes como hacienda colonial americana, poseen de infraestructura necesaria para el proceso de la caña de azúcar, cuyo principal objetivo es obtener sacarosa, ron, alcohol; entre otros derivados de la caña.<sup>(12)</sup>

El comité de la agroindustria azucarera en México declaró que existe un rezago a nivel productivo en los ingenios azucareros, cuyas instalaciones carecen de la tecnología necesaria para realizar una producción de caña sustentable.

Posterior a la cosecha y transportación de la caña de azúcar, viene el proceso en los ingenios, para la obtención de la sacarosa. A continuación, se representa a grandes rasgos el proceso en el siguiente diagrama:

**Figura 2. Proceso producción de caña de azúcar en ingenios azucareros**



Fuente. Elaboración propia basada en: Ingenio San Carlos disponible en:  
<http://www.sancarlos.com.ec/portal/es/web/ingeniosancarlos/inicio>

## Material particulado

El material particulado es una mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, las cuales varían en forma, tamaño, composición (orgánica, inorgánica o biológica) y fuente. Comúnmente se clasifican de acuerdo a su tamaño aerodinámico.<sup>(2)</sup> Las partículas pueden originarse de fuentes primarias (emitidas directamente a la atmósfera) o se pueden formar a partir de procesos secundarios en la atmósfera por la oxidación de compuestos precursores (nitratos y sulfatos principalmente).

La caracterización del material particulado corresponde a una mezcla compleja que incluye material de origen biológico (virus, bacterias, restos de animales y plantas, tales como fragmentos de polen), iones (sulfatos, nitrato y acidez), metales (plomo, hierro, vanadio, níquel, cobre, manganeso, platino y otros), material carbonáceo (carbón orgánico y carbón negro), compuestos orgánicos volátiles (COVs), hidrocarburos aromáticos polinucleados (PAH) y otros gases reactivos (ozono, peróxidos y aldehídos).<sup>(2)</sup>

La cantidad de material particulado por unidad de volumen de aire se mide en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Del tamaño y la composición de las partículas dependerá su habilidad de penetración y depósito en los pulmones y por ende su efecto a la salud humana. Las partículas con diámetros mayores de  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{MP}_{10}$ ), se depositan casi exclusivamente en la nariz y garganta. El  $\text{MP}_{10}$ , también llamado fracción torácica o inhalable, puede penetrar y depositarse a lo largo del tracto respiratorio. Las partículas de diámetro inferior a 2.5 micras ( $\text{MP}_{2.5}$ ), son una fracción de  $\text{MP}_{10}$  que engloba a todas las partículas capaces de entrar en la región alveolar del pulmón y son llamadas fracción respirable fina o partículas finas. Las partículas ultra finas, con un diámetro igual o inferior a 0.1 micras, son aquellas que pueden pasar del alveolo pulmonar a la sangre. Finalmente, las nanopartículas, son partículas microscópicas con una dimensión menor que 100 nm que, tras depositarse en la región nasal luego de ser inhaladas, pueden llegar al cerebro por translocación a lo largo del bulbo olfatorio, traspasar la barrera hematoencefálica.<sup>(33)</sup>

## Normatividad nacional e internacional

La calidad del aire esta normada mediante límites permisibles de cada contaminante criterio incluyendo al material particulado, cuyo objetivo es mantener un equilibrio salud-medio ambiente.<sup>(34)</sup> La fracción de partículas  $\text{MP}_{10}$  y  $\text{MP}_{2.5}$  son considerados como factores del deterioro ambiental.<sup>(35)</sup> En este tipo de contaminante no se tienen umbrales exactos, y existe una variabilidad en las exposiciones y la respuesta a estas<sup>(7)</sup> la OMS por medio de las

guías de calidad del aire pone de manifiesto que los valores no garantizan protección a la salud, pero si mantener un calidad de aire óptima.<sup>(7)</sup>

**Tabla 3. Normatividad nacional e internacional para material particulado**

	NOM-025-SSA1-2014		OMS		US EPA	
	Promedio 24 horas	Promedio anual	Media en 24 horas	Media anual	Promedio 24 horas	Promedio anual
<b>Valor recomendado</b>	45 µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	65 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
<b>MP<sub>2.5</sub></b>						
<b>Valor recomendado</b>	75 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
<b>MP<sub>10</sub></b>						

Fuente: Basado en NOM-025-SSA-1-2014, OMS calidad del aire, centro de información sobre contaminación de aire.

### Impacto en salud

Las partículas finas MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>, forman parte de los principales contaminantes atmosféricos, resultado del proceso productivo de azúcar (combustión incompleta de biomasa y combustibles fósiles).<sup>(36)</sup>

El MP<sub>10</sub> tiene una vida media a nivel atmosférico de minutos a horas y el MP<sub>2.5</sub> de días a semanas por lo que su distribución espacial es variable en comparación con partículas de mayor tamaño.<sup>(37)</sup>

Para ambos casos, la OMS las clasifica como “*partículas más perjudiciales para la salud*”,<sup>(38)</sup> esto debido a la facilidad que poseen para adherirse a zonas delicadas del sistema respiratorio.<sup>(38)</sup>

Debido a las características del contaminante (tamaño de partícula), se diseminan fácilmente con las condiciones meteorológicas adecuadas a lo largo de la zona de influencia en la región productora de caña.<sup>(37)</sup>

Teniendo la vía inhalatoria como la entrada del contaminante al organismo las partículas depositan fundamentalmente en la región traqueo-bronquial (tráquea hasta

bronquiolo terminal)<sup>(17)</sup>, teniendo un impacto directo sobre el sistema respiratorio variando los efectos negativos de acuerdo a las exposición.

Una *exposición aguda* (menor a 24 horas)<sup>(39)</sup> a concentraciones elevadas de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> ocasiona irritación en pulmones, ojos, nariz y garganta<sup>(40)</sup>, mientras que una *exposición crónica* (mayor a 12 meses)<sup>(39)</sup> ocasiona problemas de bronquitis y enfisema pulmonar.

A continuación, se describe las enfermedades que se relacionan a las concentraciones elevadas de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>.

#### *Enfermedades respiratorias agudas*

Las infecciones respiratorias agudas son “*enfermedades que afectan el sistema respiratorio, se consideran autolimitantes y su desarrollo no excede los 15 días*”.<sup>(41)</sup> De acuerdo a la 10ª Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) se codifican como J00-J06<sup>(42,43)</sup> y son enfermedades de notificación obligatoria en México.

#### *Asma*

El asma se encuentra dentro del grupo de enfermedades respiratorias más comunes, Tovar Villamizar *et. al*, “*considera al asma como una enfermedad de evolución crónica en la infancia cuya prevalencia está aumentando; su morbilidad es muy alta, genera gran cantidad de hospitalizaciones, costos enormes, no se cuenta con tratamiento curativo*”.<sup>(44)</sup>

Según la OMS se considera como “*una enfermedad crónica que se caracteriza por ataques recurrentes de disnea y sibilancias, que varían en severidad y frecuencia de una persona a otra*”.<sup>(45)</sup> De acuerdo a la CIE-10 se codifican como J45-J46<sup>(42,43)</sup> y también es una enfermedad de notificación obligatoria en el país.<sup>(46)</sup>

### **Impacto ambiental**

Las elevadas concentraciones de los gases que son responsables del efecto invernadero en nuestro planeta, propician una diseminación y absorción de la radiación IR, bloquean la irradiación y generan el aumento de la temperatura global<sup>(40)</sup>, constantes emisiones de aerosoles por parte de los ingenios azucareros propician una baja calidad del aire<sup>(12)</sup> acelerando el cambio climático.

Las fuentes de emisión de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> en época de zafra (periodo de sequía que abarca los meses de noviembre a mayo) son:

- Fijas: Teniendo a los cañaverales en el proceso de quema, requema y las calderas del ingenio<sup>(30)</sup> impactando a niveles atmosféricos (emisiones de humo) y terrestres (quemadas), afectando el suelo mediante la pérdida de materia orgánica, propiciando infertilidad<sup>(12)</sup>
- Móviles: implicando el transporte de las materias primas de caña (camiones)

**Tabla 4. Descripción de los contaminantes emitidos por producción de caña**

	Proceso	Composición	Característica	Ruta de dispersión	Fuente de emisión	Vía de entrada
<b>MP<sub>2.5</sub></b>	Industrial	Sulfato, nitrato, amonio, iones de hidrógeno, carbón elemental, metales: compuestos de Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe, etc.	Condensación de gases, reacción de gases en o sobre las partículas	Aire	Ingenio azucarero	Respiratoria
<b>MP<sub>10</sub></b>	Cosecha	Nitratos, cloruros, sulfatos de reacciones de HNO <sub>3</sub> , HCl y SO <sub>2</sub> con partículas gruesas	Procesos mecánicos (prensado, molienda, abrasión, rompimiento de sólidos/gotas)	Aire	Cañaverales	Respiratoria

Fuente: Guía metodológica para la estimación de emisiones de MP<sub>2.5</sub>

## 7. Metodología

### 7.1 Diseño de estudio

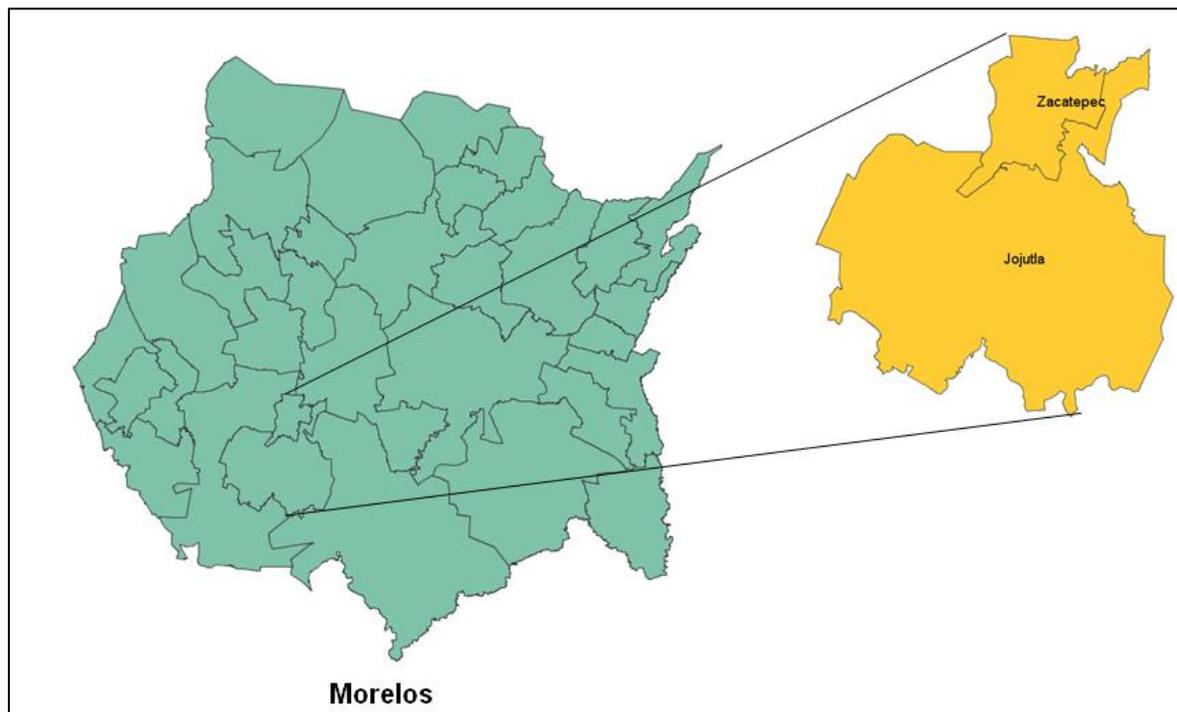
Se realizó un estudio ecológico cuya unidad de análisis fue la población: niños de 0 a 4 años y adultos mayores de 60 años, de los municipios de Jojutla y Zacatepec ubicados en la región sur del estado de Morelos y el municipio de Ocuituco, ubicado en la región oriente-norte del estado,<sup>(47)</sup> se tomó como población control.

En el presente estudio se compararon las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  así como la incidencia de IRAs y asma en los municipios de estudio durante la época de zafra y no zafra del año 2014.

### 7.2 Descripción de la población de estudio

Los municipios de Zacatepec y Jojutla se localizan en el sur del Estado de Morelos (ver Figura 2) y su superficie es de 28,531 km<sup>2</sup>, lo que representa 0.5% del total del territorio de la entidad.<sup>(48)</sup>

**Figura 3** Mapa Jojutla- Zacatepec de Hidalgo, Morelos, obtenido mediante la herramienta de Sistemas de Información Geográfica gvSIG®



Fuente: Elaboración propia mediante el programa gvSIG®

El total de la población de interés (niños de 0 a 4 años y adultos mayores de 60 años) de ambos municipios para el año 2014 fue de 19,603 habitantes cuya distribución se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5. Población de estudio**

	<b>Población</b>								
	<b>Ocuítuco</b>			<b>Jojutla</b>			<b>Zacatepec</b>		
	<i>Masculino</i>	<i>Femenino</i>	<i>Total</i>	<i>Masculino</i>	<i>Femenino</i>	<i>Total</i>	<i>Masculino</i>	<i>Femenino</i>	<i>Total</i>
<b>0-4 años</b>	965	880	1,845	2,499	2,318	4,817	1,590	1,374	2,964
<b>&gt; 60 años</b>	843	922	1,765	3,228	3,859	7,087	2,143	2,592	4,735
<b>Total</b>	<b>1,808</b>	<b>1,802</b>	<b>3,610</b>	<b>5,727</b>	<b>6,177</b>	<b>11,904</b>	<b>3,733</b>	<b>3,966</b>	<b>7,699</b>

Fuente: Elaboración propia, basado en la información de CONAPO disponible en los CUBOS de la DGIS

## 7.3 Recolección de la información

### 7.3.1 Datos de material particulado y de variables meteorológicos

Las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  se obtuvieron de la base de datos del proyecto de investigación “*Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos México*”<sup>(9)</sup>, que se llevó a cabo en el periodo febrero-julio del año 2014 en los municipios de Jojutla y Zacatepec de Hidalgo, Morelos. Proyecto desarrollado por Múgica-Álvarez V *et al.*”; cuya base de datos fue proporcionada por la autora. (se anexa carta de autorización de base de datos, ver Anexo 1)

Los datos meteorológicos fueron obtenidos mediante la página web del *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias* (inifipap)<sup>(49)</sup> datos que son públicos, para poder ingresar a los históricos se requiere de un usuario y contraseña. (Se anexa liga, usuario y contraseña, ver Anexo 3)

### 7.3.2 Datos de morbilidad y de población

Para fines de esta investigación se obtuvo el número de habitantes de los municipios de Jojutla, Zacatepec y Ocuítuco; reportados en los cubos y el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el año 2014. Los grupos de interés fueron niños de 0 a 4 años y adultos mayores de 60 años.

Los datos de morbilidad de IRAs, asma y estado asmático de Zacatepec, Jojutla y Ocuituco del año 2014 se obtuvieron de los registros de los Servicios de Salud de Morelos (SSM) y el sistema INFOMEX.<sup>(50)</sup> (Se anexan formato de solicitud de información, ver Anexo 2)

#### **7.4 Operacionalización de las variables**

- Variable dependiente: daño a la salud (grupo de enfermedades relacionadas al material particulado IRAs y asma)
- Variable independiente: emisiones de material particulado MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>
- Categorización de las variables como se muestra en la Tabla 6

**Tabla 6. Variables de estudio**

<b>Etiqueta</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición de la variable</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Fuente</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Medidas de resumen</b>
<b>mun</b>	Municipio	Municipio de Morelos, donde provienen los datos a analizar	Nombre o número del municipio	Datos SSM, base campaña de monitoreo	Cualitativa	Media y desviación estándar DE
<b>edad</b>	Edad	Años de vida cumplidos de la persona en el periodo de estudio	Años cumplidos	Datos SSM	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>semana</b>	Semana	Semana correspondiente a la semana epidemiológica	Número de semana	Datos SSM	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>dia</b>	Día	Día de ocurrencia del evento	día	Datos SSM, base campaña de monitoreo	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>mes</b>	Mes	Mes de ocurrencia del evento	mes	Datos SSM, base campaña de monitoreo	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>año</b>	Año	Año de ocurrencia del evento	año	Datos SSM, base campaña de monitoreo	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>fecha</b>	Fecha	Fecha de ocurrencia	día/mes /año	Datos SSM, base campaña de monitoreo	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>dia_i</b>	Día inicial	Día de inicio de la semana epidemiológica	día	Datos SSM	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>mes_i</b>	Mes inicial	Mes de inicio de la semana epidemiológica	mes	Datos SSM	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>dia_f</b>	Día final	Día de término de la semana epidemiológica	día	Datos SSM	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>mes_f</b>	Mes final	Mes de término de la semana epidemiológica	mes	Datos SSM	Cuantitativa	Media y desviación estándar DE
<b>zaf</b>	zafra	Periodo de zafra que incluyen los meses de enero a mayo y diciembre	zafra	Datos	Cualitativa	Media y desviación estándar DE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6. Variables de estudio (continuación)**

Etiqueta	Variable	Definición de la variable	Unidad de medida	Fuente	Tipo de variable	Medidas de resumen
<b>iras_t</b>	Morbilidad de infecciones respiratorias agudas total hombres y mujeres	Número de casos por IRAs según CIE10 en hombres y mujeres	Número de casos	Datos SSM	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>iras_h</b>	Morbilidad de infecciones respiratorias agudas total hombres	Número de casos por IRAs según CIE10 en hombres	Número de casos	Datos SSM	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>iras_m</b>	Morbilidad infecciones respiratorias agudas total mujeres	Número de casos por IRAs según CIE10 en mujeres	Número de casos	Datos SSM	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>asma_t</b>	Morbilidad asma total hombres y mujeres	Número de casos por asma según CIE10 en hombres y mujeres	Número de casos	Datos SSM	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>asma_h</b>	Morbilidad asma total hombres	Número de casos por asma según CIE10 en hombres	Número de casos	Datos SSM	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>asma_m</b>	Morbilidad asma total mujeres	Número de casos por asma según CIE10 en mujeres	Número de casos	Datos SSM	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>PM25</b>	<b>MP<sub>2.5</sub></b>	Concentración de partículas MP <sub>2.5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Base de datos campaña de monitoreo	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>PM10</b>	<b>MP<sub>10</sub></b>	Concentración de partículas MP <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Base de datos campaña de monitoreo	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>temp</b>	temperatura	Temperatura reportada en la zona de estudio	°C	Base de datos inifipap	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>prec</b>	Precipitación	Precipitación reportada en la zona de estudio	mm	Base de datos inifipap	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>vv</b>	Velocidad del viento	Velocidad del viento reportada en la zona de estudio	km/hr	Base de datos inifipap	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>hr</b>	Humedad relativa	Humedad relativa reportada en la zona de estudio	%	Base de datos inifipap	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias
<b>radg</b>	Radiación global	Radiación global reportada en la zona de estudio	w/m <sup>2</sup>	Base de datos inifipap	Cualitativa	Máximos, mínimos, DE, media frecuencias

Fuente: Elaboración propia

## 7.5 Análisis

### 7.5.1 Primera fase: Construcción de la base de datos

- Se construyeron 2 bases de datos, una con enfoque ambiental con datos de la campaña de monitoreo con las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  de Ocuituco, Jojutla y Zacatepec incluyendo datos meteorológicos. Y otra con un enfoque en daños a la salud, datos de morbilidad por semana epidemiológica del año 2014 proporcionada por los Servicios de Salud de Morelos
- Se codificaron las variables epidemiológicas como se muestra en la Tabla 6
- Se asignaron folios a las variables para facilitar el uso e identificación en el procesamiento de la información
- Se incorporó la variable zafra, con valores 1 para el periodo de zafra que comprende de la semana epidemiológica No.1 a la No.22 (29 de diciembre del 2013-31 de mayo del 2014), de la semana 47 a la 53 (16 de noviembre 2014 – 03 de enero 2015) y 0 para el periodo de no zafra que va de la semana epidemiológica No.23 a la No.46 (01 de junio 2014- 15 de noviembre 2014)

### 7.5.2 Segunda fase: Análisis estadístico

- Se graficaron las series temporales de variables dependientes por causa específica y municipio de estudio
- Se obtuvieron los estadísticos descriptivos como: los promedios, desviación estándar y varianza, número mínimo y máximo de casos de IRAs y asma ocurridos por semana epidemiológica
- Posteriormente se hizo el mismo análisis estratificando por temporada de zafra y no zafra
- Se aplicó la prueba de Saphiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos, así como igualdad de varianzas y de esta manera aplicar la prueba  $t$  de Student para realizar la diferencia de medias para cada evento en salud y cada municipio de estudio
- Para los datos que no se distribuyeron con normalidad se aplicó prueba de U de Mann- Whitney
- Finalmente se aplicó una correlación de Pearson (datos con distribución normal) y correlación de Spearman (datos que no siguen distribución normal) entre los casos específicos de morbilidad estudiados y las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  para los

periodos de zafra y no zafra, para verificar si existe una relación lineal entre los casos de IRAs y asma y las concentraciones de MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub>

- Se utilizó el software Stata® en su versión número 13 como herramienta para realizar el análisis estadístico<sup>(51)</sup>

## 8. Resultados

En el periodo de estudio, el 20% de la población de Jojutla-Zacatepec estuvo conformada por niños de 0 a 4 años de edad y adultos mayores de 60 años de edad, ambos grupos se consideraron como la población vulnerable.

Se aplicaron las pruebas de normalidad (Saphiro Wilk) e igualdad de varianzas a las variables de estudio, para poder hacer una comparación de medias, utilizando *t* de Student para aquellas variables que cumplieron con una distribución normal, y la prueba U de Mann-Whitney para datos que no se distribuyen normalmente (ver Tabla 7).

**Tabla 7. Pruebas de normalidad e igualdad de varianzas en datos ambientales de Ocuituco Jojutla y Zacatepec**

	Ocuituco			Jojutla			Zacatepec		
	Normalidad (Saphiro Wilk)		Igualdad de varianzas	Normalidad (Saphiro Wilk)		Igualdad de varianzas	Normalidad (Saphiro Wilk)		Igualdad de varianzas
	Zafra	No zafra		Zafra	No zafra		Zafra	No zafra	
	Valor de p			Valor de p			Valor de p		
IRAs	p < 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p > 0.05
Asma	N. D	N. D	N. D	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p < 0.05
Concentración MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	N. D	N. D	N. D	p > 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p < 0.05
Concentración MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	p > 0.05	N. D	p < 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p < 0.05
Temperatura (°C)	p > 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
Humedad relativa (%)	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
Precipitación (mm)	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
Radiación global (w/m <sup>2</sup> )	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p > 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05
Velocidad del viento (km/h)	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p < 0.05	p > 0.05	p < 0.05

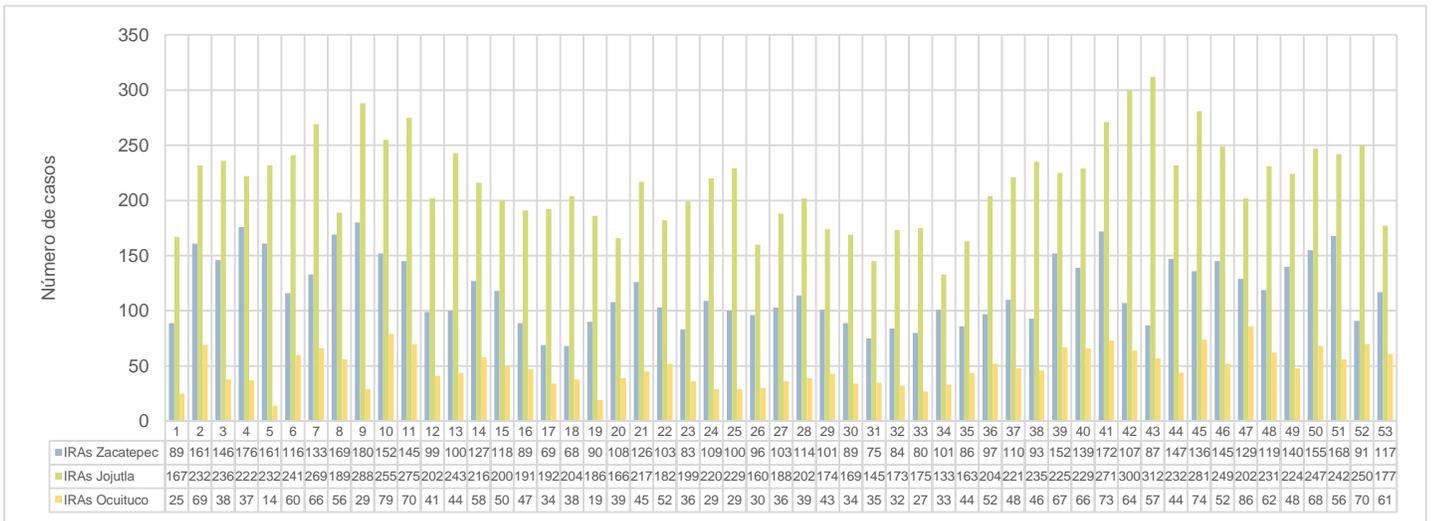
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los gráficos del número de casos de IRAs y asma para cada municipio, incluyendo el periodo de zafra (semana 1-22, 47-53) y no zafra (semana 23-46).

Se observa un aumento del número de casos de IRAs en las primeras semanas (4 -11) principalmente en Jojutla y Zacatepec. Entre la semana 31 a la 34 se observó el menor número de casos de IRAs, periodo correspondiente a la no zafra. (ver Gráfico 1)

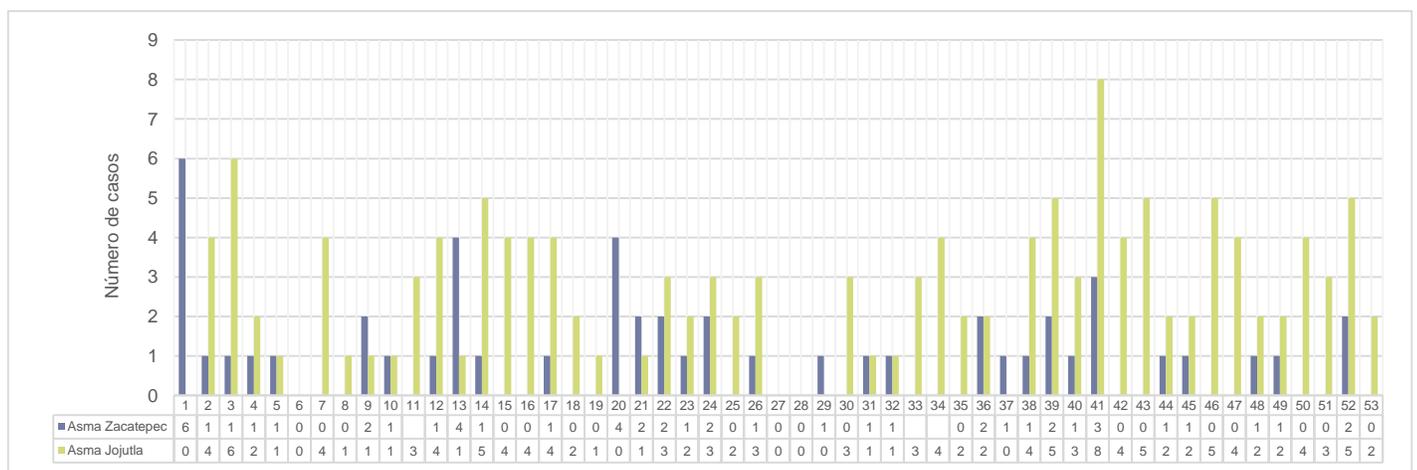
No se reportaron casos de asma en Ocuituco.

**Gráfico 1. Número de casos de IRAs en el periodo de estudio (zafra semana 1-22, 47-53, no zafra semana 23-46)**



Fuente: Elaboración propia

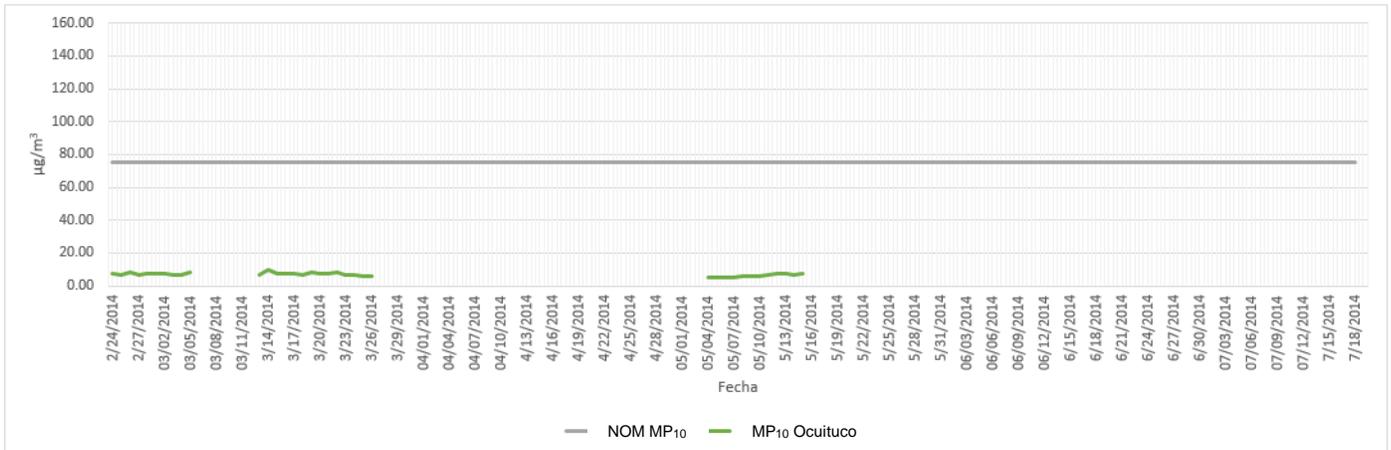
**Gráfico 2. Número de casos de asma en el periodo de estudio (zafra semana 1-22, 47-53, no zafra semana 23-46)**



Fuente: Elaboración propia

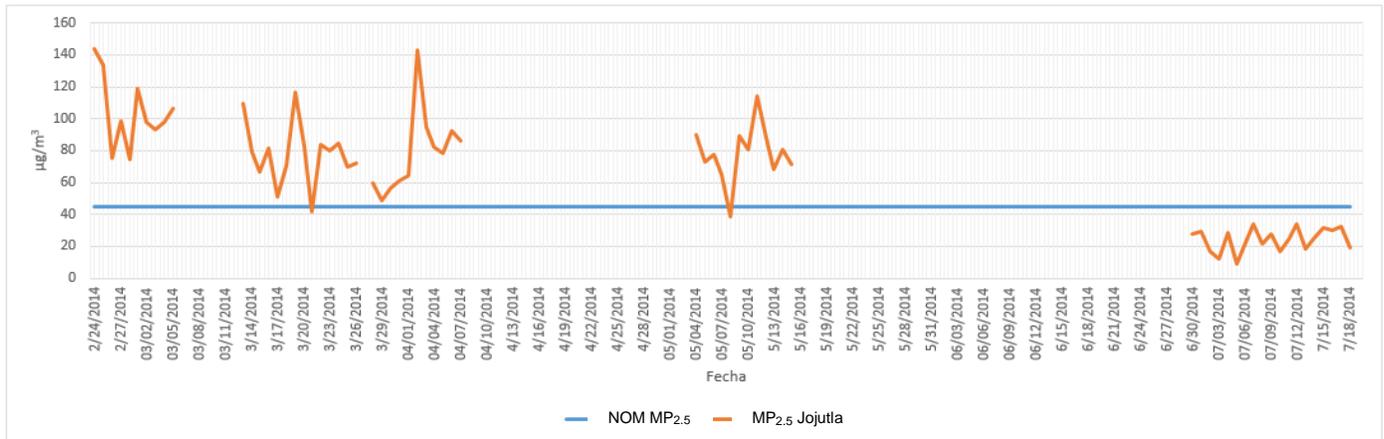
En los siguientes gráficos (3-7) se aprecia el comportamiento de las concentraciones promedio diarios (24 hrs) del material particulado MP<sub>10</sub> y MP<sub>2.5</sub> en los periodos de zafra y no zafra, en los municipios de Ocuilco, Jojutla y Zacatepec.

**Gráfico 3. Concentración promedio diario (24 hrs) de MP<sub>10</sub> en el periodo de estudio (zafra del 24 febrero al 31 de mayo, no zafra del 01 junio al 18 julio) en Ocuilco, Morelos**



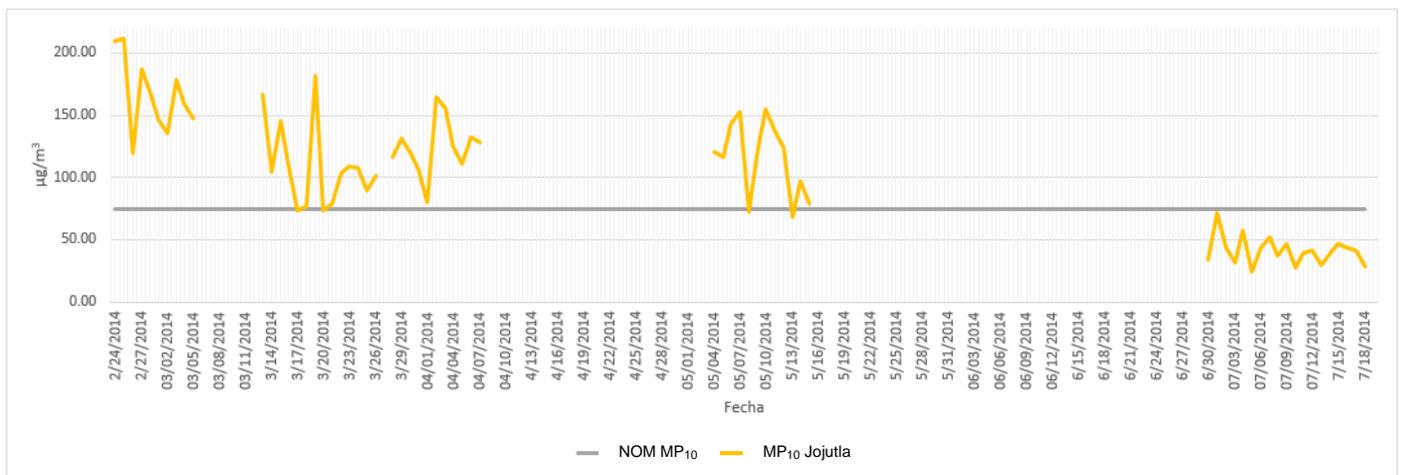
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4. Concentración promedio diario (24 hrs) de MP<sub>2.5</sub> en el periodo de estudio (zafra del 24 febrero al 31 de mayo, no zafra del 01 junio al 18 julio) en Jojutla, Morelos**



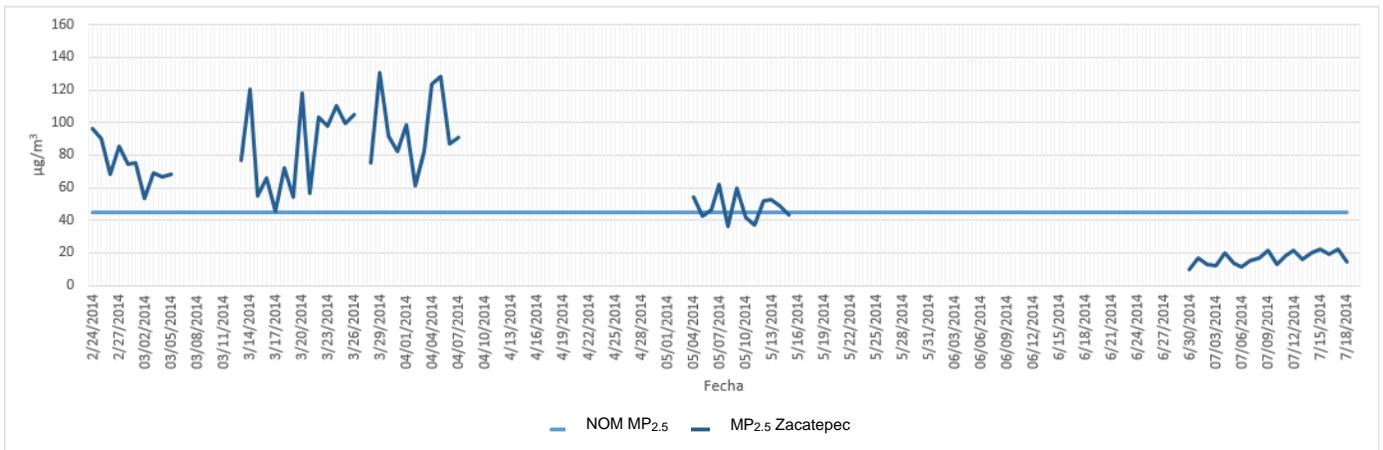
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 5. Concentración promedio diario (24 hrs) de MP<sub>10</sub> en el periodo de estudio (zafra del 24 febrero al 31 de mayo, no zafra del 01 junio al 18 julio) en Jojutla, Morelos**



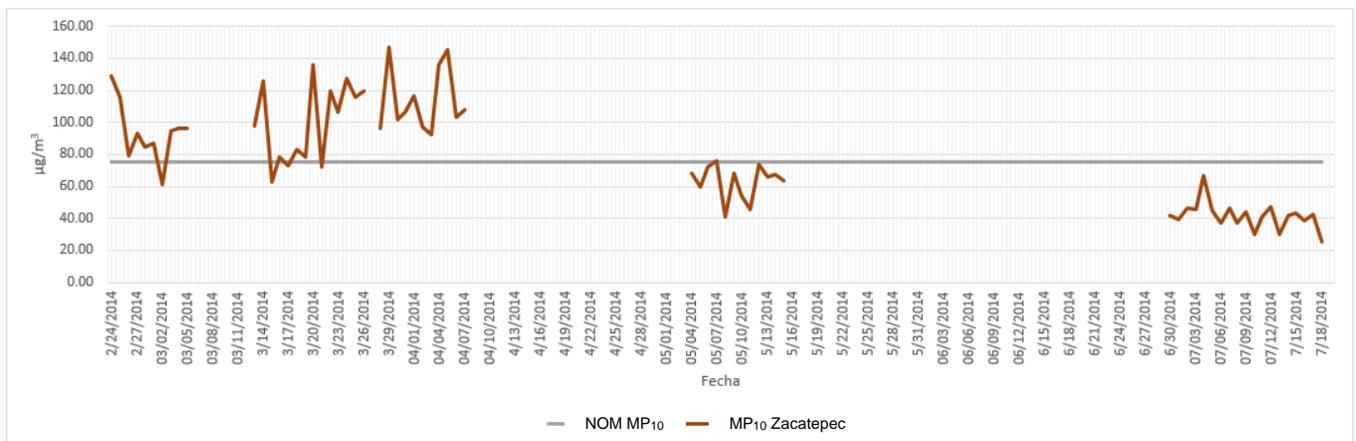
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 6. Concentración promedio diario (24 hrs) de MP<sub>2.5</sub> en el periodo de estudio (zafra del 24 febrero al 31 de mayo, no zafra del 01 junio al 18 julio) en Zacatepec, Morelos**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 7. Concentración promedio diario (24 hrs) de MP<sub>10</sub> en el periodo de estudio (zafra del 24 febrero al 31 de mayo, no zafra del 01 junio al 18 julio) en Zacatepec, Morelos**



Fuente: Elaboración propia

## 8.1 Análisis estadístico para Ocuituco, Morelos.

En la Tabla 8 se muestra el análisis descriptivo de IRAs y asma, ocurridas por semana epidemiológica en: todo el periodo de estudio, mientras que la Tabla 9 presenta el análisis para los periodos de zafra y no zafra del 2014; en el municipio de Ocuituco.

**Tabla 8. Análisis descriptivo de IRAs y asma en el periodo de estudio en Ocuituco, Morelos**

	Ocuituco		
	Todo el periodo <sup>β</sup>		
	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza
IRAs	48.13 ± 16.39	14.00-86.00	268.69
Asma	0.00 ± 0.00	0.00-0.00	0.00

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 03 de enero de 2015

\* Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9. Análisis descriptivo de IRAs y asma en el periodo de zafra y no zafra en Ocuituco, Morelos**

	Ocuituco						Diferencia promedio	Valor de p
	Zafra <sup>β</sup>			No Zafra <sup>Ω</sup>				
	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza		
IRAs	50.38 ± 17.62	14.00-86.00	310.38	45.41 ± 14.68	27.00-74.00	215.55	4.96	0.276
Asma	0.00 ± 0.00	0.00-0.00	0.00	0.00 ± 0.00	0.00-0.00	0.00	N. D	N. D

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

\*Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

La media del número de casos de IRAs es similar en el periodo de zafra y no zafra, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$  *t* de Student).

No se realizó la diferencia de medias para los casos de asma ya que se reportaron cero casos en el periodo de estudio.

La Tabla 10 detalla el análisis descriptivo de las variables ambientales del municipio de Ocuituco para: todo el periodo de estudio, periodo de zafra y periodo de no zafra del 2014.

Debido a la falta de datos, no se realizó el análisis descriptivo para  $MP_{2.5}$  en el periodo de estudio, mientras que para las  $MP_{10}$  solo se analizó el periodo de zafra.

**Tabla 10 Análisis descriptivo de variables ambientales en: todo el periodo de estudio, zafra y no zafra en Ocuilco, Morelos**

	Ocuilco											
	Todo el periodo <sup>α</sup>			Zafra <sup>β</sup>			No Zafra <sup>Ω</sup>			Diferencia promedio <sup>ψ</sup>	Prob. †	Valor de p
	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo			
Concentración MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D
Concentración MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	7.01 ± 1.05	1.10	4.82-9.91	7.02 ± 1.05	1.10	4.82-9.91	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D	N. D
Temperatura (°C)	19.50 ± 1.94	3.78	14.00 -25.62	20.01 ± 2.45	6.04	14.00-25.62	19.02 ± 1.09	1.19	16.67-21.81	N. A	0.367	0.000
Humedad relativa (%)	60.07 ± 19.27	371.62	60.98 - 65	48.13 ± 14.29	204.33	45.89 - 50.37	77.22 ± 10.86	118.05	75.57 - 78.88	N. A	0.934	0.000
Precipitación (mm)	4.85 ± 12.21	149.18	3.52 - 6.18	1.17 ± 6.33	40.18	0.18-2.17	8.3 ± 15.08	227.67	6.02-10.61	N. A	0.750	0.000
Radiación global (w/m <sup>2</sup> )	406.91 ± 107.06	11462.93	485.22 - 508.59	544.78 ± 81.84	6698.65	531.91- 557.59	451 ± 108.59	11793.2	435.02- 468.21	N. A	0.225	0.000
Velocidad del viento (Km/h)	0.53 ± 0.57	0.33	0.47-0.59	2.50 ± 1.57	2.46	2.26-2.73	0.76 ± 0.87	0.76	0.62-0.89	N. A	0.117	0.000

<sup>α</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 03 de enero 2015

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

<sup>ψ</sup> La diferencia promedio aplica para datos que fueron analizados mediante la prueba *t de Student*

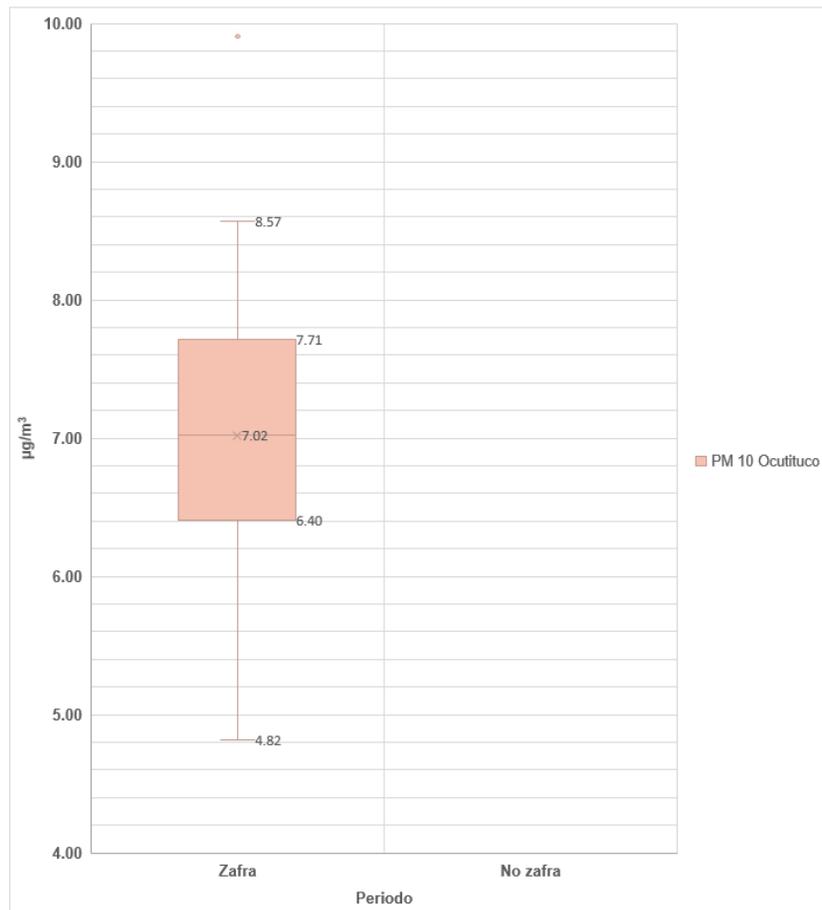
† El valor de probabilidad aplica para datos analizados mediante *U de Mann-Whitney*

\* Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron las comparaciones de las medias de las concentraciones reportadas de MP<sub>10</sub> en Ocuilco, Morelos versus el valor recomendado para MP<sub>10</sub> (75 µg/m<sup>3</sup>) por la NOM-025-SSA1-2014, y se obtuvo que la concentración promedio de MP<sub>10</sub> en el periodo de zafra que fue de 7.02 µg/m<sup>3</sup>, es menor a la establecida por la normatividad mexicana, existiendo diferencias estadísticamente significativas (p<0.05 *t* de Student).

**Figura 4. Distribución de las concentraciones de  $MP_{10}$  en Ocuiluco, Morelos en el periodo de Zafra**



Fuente Elaboración propia

Para la variable de temperatura ( $^{\circ}C$ ) se obtuvo una diferencia significativa ( $z=-4.14$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) entre el periodo de zafra y no zafra en Ocuiluco.

En comparación de humedad relativa el porcentaje (%) es diferente ( $z=13.58$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) contrastando los periodos de zafra y no zafra.

En relación con la precipitación (mm) se presentaron diferencias significativas ( $z=13.58$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney), en el periodo de zafra frente al de no zafra.

Para radiación global ( $w/m^2$ ) se presentaron diferencias ( $z=-8.56$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney), para ambos periodos.

Para velocidad del viento (Km/h), también se presentó una diferencia estadísticamente significativa ( $z=-12.24$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) en ambos periodos zafra, no zafra.

Las variables número de casos de IRAs y la concentración de  $MP_{10}$  en el periodo de zafra en Ocuituco están asociadas con una correlación directa ( $\rho = 0.74$ ,  $p<0.05$ )

## 8.2 Análisis estadístico para Jojutla, Morelos

La Tabla 11 indica el análisis descriptivo de IRAs y asma, ocurridas por semana epidemiológica en: todo el periodo de estudio, y en la Tabla 12 se presenta el análisis del periodo de zafra y no zafra del 2014; para el municipio de Jojutla.

**Tabla 11. Análisis descriptivo de IRAs y asma en el periodo de estudio en Jojutla, Morelos**

	Jojutla		
	Todo el periodo <sup>β</sup>		
	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza
IRAs	216.35 ± 39.72	133.00 – 312.00	1577.92
Asma	2.60 ± 1.79	0.00-8.00	3.20

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 03 de enero 2015

\* Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12. Análisis descriptivo de IRAs y asma en el periodo de zafra y no zafra en Jojutla, Morelos**

	Jojutla						Diferencia promedio	Valor de p
	Zafra <sup>β</sup>			No Zafra <sup>Ω</sup>				
	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza		
IRAs	219.93 ± 32.25	166.00-288.00	1040.42	212.04 ± 47.59	133.00-312.00	2265.34	7.89	0.477
Asma	2.55 ± 1.68	0.00-6.00	2.82	2.66 ± 1.94	0.00-8.00	3.79	0.11	0.818

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

\*Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

No hubo diferencia estadísticamente significativa del número de casos de IRAs entre los periodos de zafra y no zafra en Jojutla ( $p>0.05$  *t* de Student), concluyendo que la media del número de casos de IRAs es igual en ambos periodos.

En la comparación de medias para los casos de asma, tampoco se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$  *t* de Student), es decir el número de casos de asma para ambos periodos es igual.

La Tabla 13 expone el análisis descriptivo de las variables ambientales del municipio de Jojutla en: todo el periodo de estudio, periodo de zafra y periodo de no zafra del 2014.

**Tabla 13. Análisis descriptivo de variables ambientales en: todo el periodo de estudio, zafra y no zafra en Jojutla, Morelos**

	Jojutla									Diferencia promedio <sup>ψ</sup>	Prob. †	Valor de p
	Todo el periodo <sup>α</sup>			Zafra <sup>β</sup>			No Zafra <sup>Ω</sup>					
	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo			
Concentración MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	66.54 ± 33.53	1124.71	8.76-143.60	83.33± 23.29	542.85	38.76-143.60	24.12± 7.42	55.12	8.76 -33.89	59.21	N. D	0.000
Concentración MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	101.66± 49.54	2454.25	24.31-211.66	125.73±36.20	1310.72	68.19-21.66	40.85±11.36	129.12	24.31-71.66	84.87	N. D	0.000
Temperatura (°C)	24.51± 2.83	8.061178	15.16-31.23	25.13±3.68	13.55	15.16-31.23	23.92±1.48	2.19	19.55-27.42	N. A	0.368	0.000
Humedad relativa (%)	59.80±18.79	353.1623	19.78-87.62	44.76± 14.86	220.99	19.72-87.62	74.04± 7.79	60.83	51.49-95	N. A	0.939	0.000
Precipitación (mm)	2.95± 7.21	51.98	0.00-57.00	0.88± 4.19	17.58	0.00-42.00	4.90±8.77	76.94	0.00-57.00	N. A	0.732	0.000
Radiación global (w/m <sup>2</sup> )	291.73± 35.21	1240.24	56.22-360.6	286.17±32.60	1062.91	56.22-344.4	296.95±36.84	1357.76	124.88-360.6	N. A	0.612	0.000
Velocidad del viento (Km/h)	0.53± 0.57	0.33	0.00-2.50	0.86± 0.64	0.41	0.00-2.50	0.22±0.25	0.06	0.00-1.43	N. A	0.167	0.000

<sup>α</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 03 de enero 2015

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

<sup>ψ</sup> La diferencia promedio aplica para datos que fueron analizados mediante la prueba *t* de Student

<sup>†</sup> El valor de probabilidad aplica para datos analizados mediante *U* de Mann-Whitney

\* Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

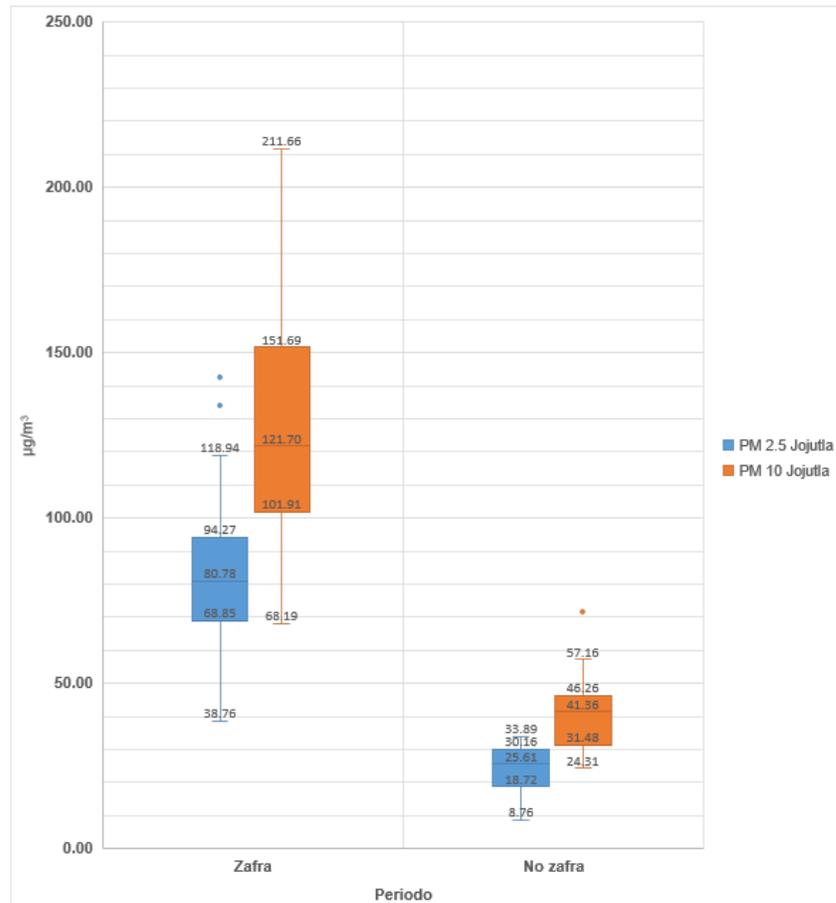
La diferencia promedio de las concentraciones de MP<sub>2.5</sub> entre los periodos de zafra y no zafra en Jojutla fue de 59.21 µg/m<sup>3</sup>, presentando diferencias estadísticamente significativas para ambos periodos ( $p < 0.05$  *t* de Student), concluyendo que la media de la concentración de MP<sub>2.5</sub> fue mayor en el periodo de zafra versus el de no zafra.

Haciendo una comparación de medias con el valor de referencia establecido por la NOM-025-SSA1-2014 (para MP<sub>2.5</sub> 45 µg/m<sup>3</sup>) el promedio de las concentraciones de MP<sub>2.5</sub> en Jojutla en el periodo de zafra es mayor al de la normatividad ( $p < 0.05$  *t* de Student), encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$  *t* de Student).

El promedio de las concentraciones de MP<sub>10</sub> es mayor en el periodo de zafra frente al periodo de no zafra ( $p < 0.05$  *t* de Student) con una diferencia promedio de 84.87 µg/m<sup>3</sup>.

En la comparación de medias de las concentraciones de  $MP_{10}$  en el periodo de zafra con el valor de referencia de la normatividad mexicana, se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$  *t* de Student), siendo mayor en este periodo y menor en el de no zafra.

**Figura 5. Distribución de las concentraciones de  $MP_{2.5}$  y  $MP_{10}$  en el periodo de Zafra y no zafra en Jojutla Morelos.**



Fuente: Elaboración propia

Para la temperatura (°C) de Jojutla, se encontró que es diferente ( $z=-4.11$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) entre el periodo de zafra y no zafra.

El porcentaje (%) de humedad relativa es diferente ( $z=13.73$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) contrastando los periodos de zafra y no zafra.

Con respecto a la precipitación (mm) hubo diferencias significativas ( $z=8.52$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney), en el periodo de zafra frente al de no zafra.

En la variable radiación global ( $w/m^2$ ) se obtuvieron diferencias ( $z=3.49$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney), en comparación de ambos periodos.

Para velocidad del viento (Km/h), también se presentó una diferencia ( $z=-10.40$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) en ambos periodos.

Existe una correlación lineal fuerte entre el número de casos de IRAs y la concentración de  $MP_{10}$  en el periodo de zafra, dicha asociación fue significativa ( $r = 0.74$ ,  $p<0.05$ ), así como una correlación lineal moderada entre número de casos de IRAs y la concentración de  $MP_{2.5}$

**Tabla 14. Correlación de casos específicos de morbilidad estudiados (IRAs y asma) y las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  para los periodos de zafra y no zafra en Jojutla Morelos.**

	Jojutla			
	Zafra <sup>β</sup>		No Zafra <sup>Ω</sup>	
	$MP_{2.5}$	$MP_{10}$	$MP_{2.5}$	$MP_{10}$
IRAs	$r^μ = 0.51, p < 0.05^*$	$r = 0.74, p < 0.05$	$r = -0.11, p > 0.05$	$r = 0.50, p > 0.05$
Asma	$r = -0.10, p > 0.05$	$r = -0.11, p > 0.05$	N. D	N. D

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

<sup>μ</sup> Coeficiente de correlación de Pearson

$|r| < 0.3$  existe una asociación débil

$0.30 \leq |r| \leq 0.70$  asociación moderada

$|r| > 0.70$  asociación fuerte

\* Valor de  $p$  marginal a 0.05 (0.060)

Fuente: Elaboración propia

### 8.3 Análisis estadístico para Zacatepec Morelos

En la Tabla 15 se muestra el análisis descriptivo de IRAs y asma, ocurridas por semana epidemiológica en todo el periodo de estudio, la Tabla 16 contrasta los periodos de zafra y no zafra de la población vulnerable en Zacatepec en el 2014.

**Tabla 15. Análisis descriptivo de IRAs y asma en el periodo de estudio en Zacatepec, Morelos**

	Zacatepec		
	Todo el periodo <sup>β</sup>		
	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza
IRAs	117.92±30.38	68.00-180.00	923.03
Asma	1.02±1.22	0.00-6.00	1.48

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 03 de enero 2015

\* Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16. Análisis descriptivo de IRAs y asma en el periodo de zafra y no zafra en Zacatepec, Morelos**

	Zacatepec							
	Zafra <sup>β</sup>			No Zafra <sup>Ω</sup>			Diferencia promedio	Valor de p
	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza	Media ± DE*	mínimo-máximo	Varianza		
IRAs	125.65 ± 31.86	68.00-180.00	1015.44	108.58±26.15	75.00-172.00	684.25	17.07	0.040
Asma	1.14 ± 1.45	0.00-6.00	2.12	0.86± 0.83	0.00-3.00	0.69	0.27	0.427

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

\*Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

La diferencia promedio del número de casos de IRAs entre los periodos de zafra y no zafra en Zacatepec fue de 17 casos, presentando diferencias estadísticamente significativas para ambos periodos ( $p < 0.05$  *t* de Student), concluyendo que la media del número de casos de IRAs fue mayor en el periodo de zafra versus el de no zafra.

La media del número de casos de asma es igual en el periodo de zafra y no zafra, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$  *t* de Student).

La Tabla 17 detalla el análisis descriptivo de las variables ambientales de Zacatepec en: todo el periodo de estudio, periodo de zafra y periodo de no zafra del 2014.

**Tabla 17. Análisis descriptivo de variables ambientales en: todo el periodo de estudio, zafra y no zafra en Zacatepec, Morelos**

	Zacatepec											
	Todo el periodo <sup>α</sup>			Zafra <sup>β</sup>			No Zafra <sup>Ω</sup>			Diferencia promedio <sup>ψ</sup>	Prob. ‡	Valor de p
	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo	Media ± DE*	Varianza	Mínimo - Máximo			
Concentración MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	59.35±34.94	1221.31	9.80-130.21	76.27±26.05	678.69	36.00-130.21	16.62±3.97	15.80	9.80-22.49	59.64	N. D	0.000
Concentración MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	78.49±33.00	1089.02	25.72-146.93	93.15±26.97	727.60	41.30-146.93	41.46±8.53	72.79	25.72-66.43	51.68	N. D	0.000
Temperatura (°C)	23.90±2.63	6.92	14.29-30.05	24.13±3.48	12.17	14.29-30.05	23.69±1.38	1.90	19.23-26.53	N. A	0.443	0.076
Humedad relativa (%)	62.35±15.48	239.78	24.52-90.02	50.45± 13.10	171.74	24.52-86.39	73.62±6.55	42.98	51.91-24.52	N. A	0.922	0.000
Precipitación (mm)	1.88±5.18	26.91	0.00-46.2	0.78±3.70	13.75	0.0-37.4	2.91±6.10	37.29	0.00-46.2	N. A	0.717	0.000
Radiación global (w/m <sup>2</sup> )	342.36±44.41	1972.27	67.68-418.77	337.11±36.25	1314.67	67.68-405.51	347.30±50.51	2551.60	118.02-418.77	N. A	0.596	0.002
Velocidad del viento (Km/h)	3.28± 1.27	1.62	1.44-13.7	3.74±1.60	2.57	1.44-13.7	2.84±0.58	0.34	1.57-4.66	N. A	0.307	0.000

<sup>α</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 03 de enero 2015

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

<sup>ψ</sup> La diferencia promedio aplica para datos que fueron analizados mediante la prueba *t de Student*

<sup>‡</sup> El valor de probabilidad aplica para datos analizados mediante *U de Mann-Whitney*

\* Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

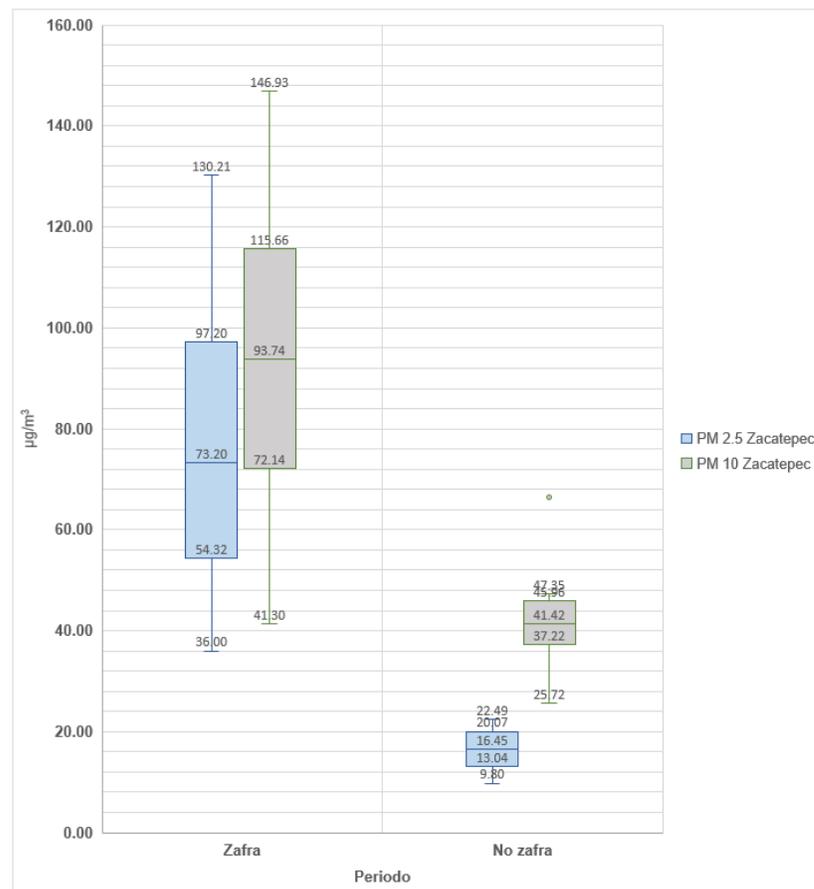
La media de la concentración de MP<sub>2.5</sub> fue mayor en el periodo de zafra versus el de no zafra con una diferencia promedio de las concentraciones de MP<sub>2.5</sub> entre los periodos de zafra y no zafra de 59.64 µg/m<sup>3</sup>, habiendo diferencias estadísticamente significativas para ambos periodos (p<0.05 *t de Student*).

En el análisis de comparación de medias con el valor de referencia establecido por la normatividad mexicana (para MP<sub>2.5</sub> 45 µg/m<sup>3</sup>) el promedio de las concentraciones de MP<sub>2.5</sub> en el periodo de zafra fue mayor al de la normatividad, observando que en el periodo de no zafra cumple con los límites permisibles, habiendo diferencias estadísticamente significativas (p<0.05 *t de Student*).

El promedio de las concentraciones de MP<sub>10</sub> es mayor en el periodo de zafra frente al periodo de no zafra (p<0.05 *t de Student*) con una diferencia promedio de 51.68 µg/m<sup>3</sup>.

En relación a la comparación de medias de las concentraciones de MP<sub>10</sub> en ambos periodos contra el valor de referencia de la normatividad mexicana, se presentaron diferencias estadísticamente significativas (p<0.05 *t de Student*), siendo mayor en el periodo de zafra que en la no zafra.

**Figura 6. Distribución de las concentraciones de MP<sub>2.5</sub> y MP<sub>10</sub> en el periodo de Zafra y no zafra en Jojutla, Morelos**



Fuente: Elaboración propia

Para la variable temperatura (°C) en Zacatepec, no hubo diferencias significativas ( $z=-1.77$ ,  $p>0.05$  U de Mann-Whitney) entre el periodo de zafra y no zafra.

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de humedad relativa (%) ( $z=13.18$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) entre la zafra y no zafra.

Para la variable de precipitación (mm) se presentaron diferencias significativas ( $z=8.12$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney), entre los periodos de zafra y no zafra.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $z=2.98$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) en la variable radiación global ( $w/m^2$ ) en comparación de ambos periodos.

Para velocidad del viento (Km/h), también se presentó una diferencia ( $z=-6.03$ ,  $p<0.05$  U de Mann-Whitney) en ambos periodos.

**Tabla 18. Correlación de casos específicos de morbilidad estudiados (IRAs y asma) y las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  para los periodos de zafra y no zafra en Zacatepec, Morelos.**

		Zacatepec			
		Zafra <sup>β</sup>		No Zafra <sup>Ω</sup>	
		$MP_{2.5}$	$MP_{10}$	$MP_{2.5}$	$MP_{10}$
IRAs	$\rho^{\dagger} = 0.16, p > 0.05$		$\rho = 0.36, p > 0.05$	$r^{\mu} = -0.13, p > 0.05$	$\rho = 0.50, p > 0.05$
Asma	$\rho = 0.08, p > 0.05$		$\rho = 0.23, p > 0.05$	$\rho = 0.86, p > 0.05$	$\rho = -0.86, p > 0.05$

<sup>β</sup> Periodo comprendido del 29 de diciembre del 2013 al 31 de mayo del 2014

<sup>Ω</sup> Periodo comprendido del 16 de noviembre del 2014 al 03 de enero 2015

<sup>†</sup> rho de Spearman

<sup>μ</sup> Coeficiente de correlación de Pearson

$|r| < 0.3$  existe una asociación débil

$0.30 \leq |r| \leq 0.70$  asociación moderada

$|r| > 0.70$  asociación fuerte

Fuente: Elaboración propia

## 9. Discusión de resultados

Las concentraciones de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  son elevadas en los periodos de zafra, a consecuencia de la combustión incompleta de biomasa en los cañaverales de la zona (Jojutla y Zacatepec) y por la actividad del IEZ<sup>(9)</sup> rebasando el límite anual permisible establecido por la *NOM-025-SSA1-2014*, como lo menciona *Múgica-Álvarez V et al.*, el mayor porcentaje del material particulado pertenece a la fracción fina inhalable  $MP_{10}$  y respirable  $MP_{2.5}$ .

En febrero del 2014 se reportaron las concentraciones máximas de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en el municipio de Jojutla, mientras que, en Zacatepec a finales del mes de marzo, ambas concentraciones en el periodo de zafra.

Respecto al comportamiento del material particulado  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en el periodo de no zafra, parece que cumple con la normatividad mexicana con el promedio diario reportado. En este periodo se deja de cosechar por la temporada de lluvias, mediante el análisis comparativo de medias se encontró que la media de precipitación fue mayor en estas fechas para Ocuilco, Jojutla y Zacatepec.

En Ocuilco la concentración de  $MP_{10}$  es menor a la establecida por la normatividad mexicana, esto probablemente se debe a que el municipio carece de una zona productiva de caña, sin embargo, no está exenta de otras fuentes de material particulado.

Por el momento se desconocen las distribuciones y concentraciones de  $MP_{2.5}$  que se emiten en Ocuilco ya que no se cuenta con la red de monitoreo para partículas de diámetro menor a 2.5 micras.

En cuanto al número de casos de IRAs en Ocuilco, la incidencia es similar, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, es decir se enferman de igual manera en el periodo de zafra y no zafra. En la base de datos proporcionada por los servicios de salud de Morelos en el municipio de Ocuilco no se reportaron casos de asma en la población de estudio.

Se observó que en el periodo de zafra existe una asociación entre el número de casos de IRAs en el municipio de Ocuilco y las concentraciones de  $MP_{10}$  reportadas, pudiera ser por la presencia de fuentes móviles en la región o quizás a la actividad volcánica.

En Jojutla Morelos se encontró que la media del número de casos de para ambos problemas respiratorios (IRAs y asma) es igual en ambos periodos (zafra y no zafra).

En Jojutla Morelos se detectó que en el periodo de zafra existe una fuerte asociación entre el número de casos de IRAs y las concentraciones de  $MP_{10}$ , no obstante, se presentó una asociación moderada entre IRAs y  $MP_{2.5}$ . Estudio como el de Arbex, A *et. al* asocia los procesos productivos de caña de azúcar con las complicaciones respiratorias, las personas que padecen de IRAs en la región cañera pueden sufrir complicaciones y requerir de otros tratamientos.

Otro hallazgo fue que, en Zacatepec, la población vulnerable presenta mayor número de casos de IRAs en el periodo de zafra, se debe a que la zona alberga al ingenio azucarero, al respecto estudios como el de Cançado JE *et. al*, reportan que la población cerca de estos complejos tiende a presentar problemas respiratorios frecuentemente, llevando a un aumento los ingresos hospitalarios en niños y adultos. En lo que respecta a los casos de asma presentan incidencias similares en ambos periodos.

El mayor número de casos de IRAs se reportó en el mes de febrero, coincidiendo con el máximo de concentraciones de material particulado  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ , al igual que el estudio realizado por Reyes, M *et al.*, en la zona cañera de Izúcar de Matamoros Puebla.

## 10. Conclusiones y limitaciones

- Se concluye que una de las principales fuentes de emisión de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$  en la región de Jojutla y Zacatepec son los cañaverales y por supuesto el IEZ. Lo cual provoca que el principal problema de salud pública en la zona sean las IRAs, en niños y adultos
- En Jojutla, Morelos se observó la asociación entre los casos de IRAs y las concentraciones del material particulado  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$
- En Zacatepec se presentó el mayor número de casos de IRAs en el periodo de zafra, coincidiendo con el máximo de concentración de  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$
- Una limitación de este proyecto es que solo se consideró el año 2014 para el análisis debido a que las concentraciones de contaminantes estudiados solo se tuvieron en ese año, pudiendo hacer comparaciones con años anteriores para ver el comportamiento del material particulado  $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$

## 11. Recomendaciones

Si bien la normatividad mexicana establece límites permisibles para la protección de la salud humana respecto a las concentraciones de contaminantes criterio ( $MP_{10}$  y  $MP_{2.5}$ ), se requieren de medidas adicionales como política pública en salud y medio ambiente en áreas de producción agrícola donde el principal problema se da por la combustión incompleta de biomasa.

Sería factible que el gobierno del estado de Morelos refuerce la iniciativa de controlar la contaminación atmosférica en coordinación con los municipios de Jojutla y Zacatepec, de tal forma que se articulen las legislaciones en materia ambiental y de protección a la salud humana.

Iniciar un proyecto integral con la participación de las instancias gubernamentales para el cuidado del medio ambiente y los impactos en salud derivados del proceso agrícola en la zona, mediante una colaboración entre la Secretaría de Salud, la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Procuraduría de Protección Ambiental del Estado de Morelos. (Sector salud, medio ambiente y recursos naturales, sector normativo).

La coordinación entre las instancias gubernamentales y la participación ciudadana podrían ayudar a la generación de políticas emergentes para coadyuvar a la protección de la salud pública.

## 12. Referencias

1. Agrawal M, Singh B, Rajput M, Marshall F, Bell JNB. Effect of air pollution on peri-urban agriculture: a case study. *Environ Pollut*. 2003;126(3):323–9.
2. USEPA U. Air quality criteria for particulate matter. Vol II II. 2004;
3. Criteria Air Pollutants | US EPA [Internet]. [cited 2016 Jul 17]. Available from: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>
4. AGRAWAL M. Effects of air pollution on agriculture: an issue of national concern. *Natl Acad Sci Lett*. 2005;28(3-4):93–106.
5. Erisman JW, Bleeker A, Hensen A, Vermeulen A. Agricultural air quality in Europe and the future perspectives. *Atmos Environ*. 2008;42(14):3209–17.
6. Aneja VP, Schlesinger WH, Erisman JW. Effects of agriculture upon the air quality and climate: Research, policy, and regulations. *Environ Sci Technol*. 2009;43(12):4234–40.
7. OMS. Guías de calidad del aire. 2005;
8. Arbex MA, Martins LC, de Oliveira RC, Pereira LAA, Arbex FF, Cançado JED, et al. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *J Epidemiol Community Health*. 2007;61(5):395–400.
9. Múgica-Álvarez V, Santiago-de la Rosa N, Figueroa-Lara J, Flores-Rodríguez J, Torres-Rodríguez M, Magaña-Reyes M. Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos México. *Sci Total Environ*. 2015;527:474–82.
10. Cançado JE, Saldiva PH, Pereira LA, Lara LB, Artaxo P, Martinelli LA, et al. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environ Health Perspect*. 2006;725–9.
11. CONADESUCA [Internet]. [cited 2015 Jul 2]. Available from: <http://www.conadesuca.gob.mx/>
12. Morales Trujillo J. Impacto ambiental de la actividad azucarera y estrategias de mitigación. 2011;72.
13. Gobierno del Estado de Morelos. Enciclopedia de los municipios de México: Estado de Morelos, Zacatepec de Hidalgo. 2012.
14. H. Ayuntamiento Municipal Constitucional Zacatepec Morelos. Plan municipal de desarrollo Zacatepec 2009-2012. 2009.
15. La zafra en México | Zafranet [Internet]. [cited 2015 Sep 29]. Available from: <http://www.zafranet.com/2012/01/la-zafra-en-mxico/>

16. Concluye este fin de semana la zafra en el Ingenio Emiliano Zapata [Internet]. [cited 2016 Jun 20]. Available from: <https://www.launion.com.mx/morelos/zona-sur/noticias/55635-concluye-este-fin-de-semana-la-zafra-en-el-ingenio-emiliano-zapata.html>
17. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
18. Effects of Black Carbon | Black Carbon | US EPA [Internet]. [cited 2015 Jul 3]. Available from: <http://www.epa.gov/blackcarbon/effects.html>
19. Guía Metodológica para la estimación de emisiones PM 2.5. 2012;
20. Ashanti D-MC, Humberto B-Á, Rodolfo S-E. Prevención, minimización y control de la contaminación ambiental en un ingenio azucarero de México. *Ing Investig Tecnol.* 2014;15(4):549–60.
21. Barroso LA. Contaminación ambiental por quema de caña de azúcar : Un estudio exploratorio en la región central del estado de Veracruz. 2013;
22. Martínez-Valenzuela C, Rodríguez-Quintana AR, Meza E, Waliszewski SM, Amador-Muñoz O, Mora-Romero A, et al. Cytogenetic biomonitoring of occupationally exposed workers to ashes from burning of sugar cane in Ahome, Sinaloa, México. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2015;40(2):397–401.
23. Arbex MA, Böhm GM, Saldiva PH, Conceição GM, III ACP, Braga AL. Assessment of the effects of sugar cane plantation burning on daily counts of inhalation therapy. *J Air Waste Manag Assoc.* 2000;50(10):1745–9.
24. Reyes M, Arroyo O, Navarro A. Estudio de la contribución de partículas suspendidas por la quema de caña en la calidad del aire. *Mem 2do Foro Transf Tecnol En El Sect Agropecu En El Estado Puebla Izúcar Matamoros Puebla México.* 2004;27–9.
25. Dirección General de Información en Salud | CUBOS Dinámicos | Secretaría de Salud [Internet]. [cited 2015 Jul 3]. Available from: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD\\_Cubos.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD_Cubos.html)
26. Escamilla-Nuñez M-C, Barraza-Villarreal A, Hernandez-Cadena L, Moreno-Macias H, Ramirez-Aguilar M, Sienna-Monge J-J, et al. Traffic-related air pollution and respiratory symptoms among asthmatic children, resident in Mexico City: the EVA cohort study. *Respir Res.* 2008;9(1):1.
27. Lara LL, Artaxo P, Martinelli LA, Camargo PB, Victoria RL, Ferraz ESB. Properties of aerosols from sugar-cane burning emissions in Southeastern Brazil. *Atmos Environ.* 2005;39(26):4627–37.
28. Hiscox AL, Flecher S, Wang JJ, Viator HP. A comparative analysis of potential impact area of common sugar cane burning methods. *Atmos Environ.* 2015;106:154–64.
29. Proceso de producción [Internet]. Ingenio San Carlos. [cited 2015 Dec 6]. Available from: <http://www.sancarlos.com.ec/portal/es/web/ingeniosancarlos/azucar>

30. Molina E, Molina CH, Molina DH, Molina DP. Estudio de Caso Sobre el Manejo Convencional y Agroecológico del Cultivo De la Caña de Azúcar en el Valle del Cauca. Colombia; 1998.
31. Cabrera JA, Zuaznábar R. Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del carbono. *Cultiv Trop*. 2010;31(1):00–00.
32. Madriñán Palomino CE. 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 Sede Palmira;
33. MacNee W, Donaldson K. Mechanism of lung injury caused by PM10 and ultrafine particles with special reference to COPD. *Eur Respir J*. 2003;21(40 suppl):47s – 51s.
34. Contaminantes criterio [Internet]. [cited 2016 Jul 14]. Available from: <http://www.inecc.gob.mx/calair-indicadores/523-calair-cont-criterio>
35. Calidad del Aire en la ciudad de México, Informe 2011. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal;
36. Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente. El Carbono Negro: Conceptos, Efectos Climáticos y Oportunidades en su Control.
37. Bracho LR, Bravo VG. Partículas suspendidas, aeropartículas o aerosoles ¿ hacen daño a la salud? ¿ qué hacer?
38. OMS | Calidad del aire (exterior) y salud [Internet]. WHO. [cited 2015 Oct 11]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
39. Klaassen CD, Watkins III JB, Hernández FG, Rojo MJF. Casarett y Doull: Fundamentos de Toxicología. *Órgano Of Soc Esp Med Segur Trab*. 2005;195.
40. Múgica Álvarez V. Informe Final de Proyecto Emisiones de carbono negro en partículas atmosféricas provenientes de la quema de la caña de azúcar. 2012;
41. Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia [Internet]. [cited 2016 May 12]. Available from: <http://www.censia.salud.gob.mx/contenidos/infancia/IRAS.html>
42. OPS OMS | Clasificación Internacional de Enfermedades [Internet]. [cited 2016 Jul 14]. Available from: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3561%3A2010-clasificacion-internacional-enfermedades-cie&catid=2641%3Acie&Itemid=2560&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=3561%3A2010-clasificacion-internacional-enfermedades-cie&catid=2641%3Acie&Itemid=2560&lang=es)
43. ICD 10 en línea, Volumen 1, Español [Internet]. [cited 2016 Jul 18]. Available from: <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/>
44. Tovar Villamizar I, García Lomogglia M, Meza J, Romero J. Generalidades: el asma como problema de salud pública definición: factores de riesgo: fenotipos:[revisión]. *Arch Venez Pueric Pediatr*. 2010;73(2):48–54.

45. OMS | Asma [Internet]. [cited 2016 Jul 24]. Available from:  
<http://www.who.int/respiratory/asthma/es/>
46. Notificación Semanal Casos Nuevos de Enfermedades.pdf [Internet]. [cited 2016 Jul 18]. Available from:  
[http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/inf\\_morbilidad/2014/morbi\\_ene\\_2014.pdf](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/inf_morbilidad/2014/morbi_ene_2014.pdf)
47. Morelos - Ocuituco [Internet]. [cited 2016 Jul 18]. Available from:  
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17016a.html>
48. INEGI. Anuario estadístico del estado de Morelos. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2011.
49. Red de estaciones del Inifap [Internet]. [cited 2016 May 13]. Available from:  
<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/#>
50. Plataforma Nacional de Transparencia Gobierno Federal [Internet]. [cited 2016 Jun 21]. Available from: <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action>
51. StataCorp. Stata Statistical Software: Realease 13. 2013.

## 13. Anexos

### Anexo 1. Carta de autorización de base de datos

---

---

#### CARTA DE AUTORIZACIÓN DE BASE DE DATOS

---

---

Instituto Nacional de Salud Pública  
Escuela de Salud Pública de México

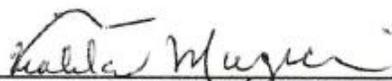
#### PRESENTE

Por medio del presente escrito autorizo a **Víctor Hugo González Álvarez**, estudiante de la **Maestría en Salud Pública** con área de concentración en **Salud Ambiental** del Instituto Nacional de Salud Pública, utilizar la base de datos de la campaña de monitoreo del año 2014 Jojutla-Zacatepec relacionada al proyecto de investigación titulado *“Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos México”*. Comprometiéndose a garantizar la privacidad y la confidencialidad de los datos analizados de acuerdo a los principios éticos en Investigación.

Extiendo este documento para los usos y fines que al interesado convenga. Quedando atento para cualquier duda o aclaración.

En la ciudad de Cuernavaca, Morelos, a los 15 días del mes de marzo del año 2016.

Atentamente



---

**Dra. Violeta Múgica Álvarez**  
Responsable de la base de datos

## Anexo 2. Respuestas a solicitudes de información

**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



Coordinación General de Asuntos Jurídicos  
y Derechos Humanos  
Unidad de Transparencia

**Asunto:** Respuesta a solicitud de información número  
**0001200181016**

**Modalidad preferente de entrega de información:**  
**Entrega por internet en el INFOMEX**

Ciudad de México, a 24 de mayo de 2016

ESTIMADO SOLICITANTE:

Me refiero a la solicitud de información en asunto citada, ingresada por Usted a esta Secretaría, a través del sistema INFOMEX, en los términos siguientes:

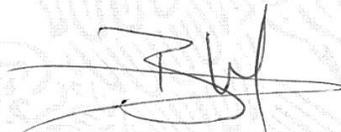
**“Datos de morbilidad y mortalidad por edad y sexo de las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, isquémicas del corazón y asma; de los meses febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio del año 2014 de los municipios de Jojutla, Zacatepec, Ocuiltepec y Cuernavaca del estado de Morelos.” (sic)**

Sobre el particular, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 28, fracciones I, II, III y IV y 42 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental; así como 56, de su Reglamento, en concordancia con el diverso Quinto Transitorio, párrafo tercero de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, le informo que su solicitud fue turnada a la **Dirección General de Información en Salud** y a la **Dirección General de Epidemiología** que, en el ámbito de su competencia, dieron respuesta en los términos de los oficios que se adjuntan.

Finalmente, le comento que de tener alguna duda o aclaración respecto de la respuesta que se otorga, puede comunicarse con la suscrita al teléfono 50621600 extensión 42011#; o bien, mediante el correo electrónico: [unidadenlace@salud.gob.mx](mailto:unidadenlace@salud.gob.mx).

Sin otro particular, le envío un cordial y afectuoso saludo.

ATENTAMENTE



LIC. BLANCA ESTELA MENDOZA DÍAZ  
DIRECTORA Y SERVIDORA PÚBLICA HABILITADA  
EN LA UNIDAD DE TRANSPARENCIA

Sección/Serie: 12C.6

Guadalajara 46, Mezzanine, Col. Roma, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, 06700 Teléfono 5062-1600 exts. 42008# y 42011#  
Correo: [unidadenlace@salud.gob.mx](mailto:unidadenlace@salud.gob.mx)

JGM/ACN

Página 1 de 1

## Anexo 2. Respuestas a solicitudes de información (continuación)

**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



Secretaría de Salud  
Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud  
Dirección General de Epidemiología

“2016, Año del Nuevo Sistema de Justicia Penal”

DGE/DG/... 3386 /2016

Ciudad de México a, 09 MAY 2016

ASUNTO: Respuesta a la solicitud de  
Información número 0001200181016

**Lic. Blanca Estela Mendoza Díaz**

Directora de Área y Servidora Pública Habilitada en la  
Unidad de Transparencia  
Guadalajara No. 46, Mezzanine, Colonia Roma, CP. 06700  
Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México  
**Presente**

Para dar cumplimiento a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental en cuanto a la solicitud de información número 0001200181016, que a continuación se transcribe:

Datos de morbilidad y mortalidad por edad y sexo de las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, isquémicas del corazón y asma; de los meses febrero, marzo, abril, mayo junio y julio del año 2014 de los municipios de Jojutla, Zacatepec, Ocuilutco y Cuernavaca del estado de Morelos.

En respuesta a la solicitud antes descrita, se envía CD con información disponible de casos nuevos de enfermedades respiratorias, isquémicas del corazón, cardiovasculares, asma y estado asmático con desagregación por sexo, grupo de edad, municipio y mes del año 2014, de los municipios de Jojutla, Zacatepec, Ocuilutco y Cuernavaca, Morelos.

En relación a la mortalidad, se informa que no es competencia de esta Unidad Administrativa con fundamento en el artículo 32 Bis 2 del Reglamento interior de la Secretaría de Salud, así como el artículo 42 de la Ley Federal de Transparencia y acceso a la Información Pública Gubernamental.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente

**Dr. Gerardo Perdigón Villaseñor**  
Servidor Público Habilitado ante la Unidad de Transparencia  
Por ministerio de Ley según lo establecido  
en el Reglamento Interior de la Secretaría de Salud Artículo 55,  
Capítulo XIII en suplencia del servidor público.

SECRETARÍA DE SALUD  
COORDINACIÓN GENERAL DE ASUNTOS  
JURÍDICOS Y DERECHOS HUMANOS  
UNIDAD DE TRANSPARENCIA

RECIBIDO  
10 MAY 2016

RECIBO: Perdigón con cd que  
hora: 11:46 contiene información  
de enfermedades respiratorias

c.c.p. Dr. Pablo Kuri Morales. Subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud. Llave 7, P.B. Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc  
Dr. Cutilán Ruíz Matus. Director General de Epidemiología. Edificio  
Dra. María Eugenia Jiménez Corona. Directora General Adjunta de Epidemiología. Edificio  
Dr. Arturo Revuelta Herrera. Director de Información Epidemiológica. Edificio

Sección/Serie:12C.6

Francisco de P. Miranda 177, Col. Lomas de Plateros, Del. Álvaro Obregón, C.P. 01480, Ciudad de México.

Tel. +52 (55) 5337 1671 | 5337 1685 | www.epidemiologia.salud.gob.mx

## Anexo 2. Respuestas a solicitudes de información (continuación)



SUBSECRETARÍA DE INTEGRACIÓN Y DESARROLLO DEL SECTOR SALUD  
DIRECCIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN EN SALUD

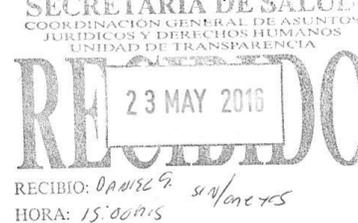
SAC  
M

"2016, Año del Nuevo Sistema de Justicia Penal"

Oficio No. SIDSS/DGIS/1427/2016

Ciudad de México, a 20 de mayo de 2016

LIC. BLANCA ESTELA MENDOZA DÍAZ  
DIRECTORA DE ÁREA EN LA UNIDAD DE TRANSPARENCIA  
COORDINACIÓN GENERAL DE ASUNTOS JURÍDICOS Y  
DERECHOS HUMANOS  
GUADALAJARA NO. 46, MEZZANINE, COL. ROMA NORTE,  
DEL. CUAUHTÉMOC, C.P. 06700, CIUDAD DE MÉXICO  
P R E S E N T E



Hago referencia al oficio número **CGAJDH-UT-CORREO-1362-2016** enviado por correo electrónico, a través del cual señala haber recibido en el Sistema Integral de Solicitudes de Información (INFOMEX), la solicitud de acceso a la información pública con número de folio **0001200181016** que a la letra señala:

*"Datos de morbilidad y mortalidad por edad y sexo de las enfermedades respiratorias, cardiovasculares, isquémicas del corazón y asma; de los meses febrero, marzo, abril, mayo junio y julio del año 2014 de los municipios de Jojutla, Zacatepec, Ocuilco y Cuernavaca del estado de Morelos."* [Sic]

Motivo por el cual solicita a esta Dirección General de Información en Salud (DGIS) en su ámbito de competencia proporcione la información relacionada con dicha petición.

Al respecto, con fundamento en los artículos 6, 80 y 90 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 26 y 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 7, 28 fracción VIII, 41, 42 y demás relativos aplicables de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental; 1, 2 y 24 del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, hago de su conocimiento que la DGIS cuenta con el Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios, el cual únicamente refiere al número de egresos hospitalarios por causa (morbilidad hospitalaria) reportados por las unidades médicas de la Secretaría de Salud, durante los años 2000 a 2014 con cifras definitivas, de 2015 y 2016 con cifras preliminares.

Esta información es pública y puede ser consultada en la página electrónica de la DGIS en el menú "Salud en Números" dentro de la sección Cubos Dinámicos, seleccionando la base de datos de "EGRESOS HOSPITALARIOS".

En ese sentido, para poder descargar los cubos dinámicos es necesario lo siguiente:

- Utilizar navegador internet Explorer
- Ingresar al vínculo: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD\\_Cubos.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD_Cubos.html)
- Descargar e instalar los cubos dinámicos
- Seleccionar el cubo de EGRESOS HOSPITALARIOS

Una vez hecho lo anterior, el peticionario encontrará información por entidad federativa de los principales egresos hospitalarios, claves de la entidad federativa (incluye su correspondiente catálogo CATESTADOS); la variable "SEXO"; la variable "EDAD"; la variable "CLUES" que corresponde a la identificación de la unidad médica (incluye su catálogo CATCLUES), "DERHAB" que identifica a la institución de seguridad social a la que se encuentra afiliado el paciente y la variable "AFECPRIN", la cual registra los códigos de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, Décima Revisión (CIE-10) de la OPS-OMS para determinar la causa del egreso: en algunos casos puede registrarse la comorbilidad en las variables AFEC01-AFEC06 de la base de datos en comento y en éstas también se registran los códigos de la CIE-10, de conformidad con el artículo 24, fracción VII del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud así como la NOM-035-SSA3-2012, la DGIS únicamente registra los egresos hospitalarios de acuerdo con dicha clasificación internacional.

Hoja 1 de 2

## Anexo 2. Respuestas a solicitudes de información (continuación)



SUBSECRETARÍA DE INTEGRACIÓN Y DESARROLLO DEL SECTOR SALUD  
DIRECCIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN EN SALUD

Para obtener el número de egresos a causa de las enfermedades solicitadas, seleccionar en la variable AFECPRIN los códigos siguientes códigos:

Código CIE	Descripción	Código CIE	Descripción
J00–J99	Enfermedades del sistema respiratorio	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón
I00–I99	Enfermedades del sistema circulatorio	J45	Asma

Respecto a la mortalidad de las enfermedades solicitadas, le comunico que la DGIS cuenta con el Subsistema Epidemiológico y Estadístico de Defunciones, el cual integra información de los Certificados de Defunción y de Muerte Fetal.

Esta información puede ser consultada en el menú “Salud en Números” dentro de la sección Cubos Dinámicos, seleccionando la base de datos de “DEFUNCIONES”; en el encontrará información por entidad federativa y municipio entre otras variables lugar de ocurrencia, es decir si la defunción ocurrió en un hospital público, privado o social, asimismo, se registran los códigos CIE-10 con la Salud y en ella existen códigos de clasificación para defunciones por causa y no por factores o causas relacionadas del periodo comprendido de 1979 a 2014, se aclara que de conformidad con el artículo 24, fracción VII del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud así como la NOM-035-SSA3-2012, la DGIS únicamente registra defunciones de acuerdo con dicha clasificación internacional.

Para obtener el número de defunciones a causa de las enfermedades solicitadas, el petionario deberá seleccionar en la variable AFECPRIN los códigos citados anteriormente.

En caso de requerir mayor información se sugiere indicar al petionario realice una consulta al INEGI, a través de la siguiente liga electrónica:

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/>

Asimismo, se adjunta una liga electrónica que contiene el Manual de instalación para descargar las bases de datos.

[http://www.dgis.salud.gob.mx/descargas/pdf/Guia\\_de\\_Instalacion\\_Cubosvf.pdf](http://www.dgis.salud.gob.mx/descargas/pdf/Guia_de_Instalacion_Cubosvf.pdf)

En caso de dudas y/o solucionar los problemas de acceso a la información en comento, le sugerimos ponerse en contacto con el C. Juan José González Vilchis, Jefe del Departamento de Análisis Demográfico a través del correo electrónico: [juan.gonzalez@salud.gob.mx](mailto:juan.gonzalez@salud.gob.mx)

Lo anterior, con la finalidad de que esa Unidad de Transparencia pueda dar oportuna respuesta a la solicitud en comento.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

LIC. MARÍA ALMENDRA CASTRO MACEDO

DIRECTORA DE COORDINACIÓN, NORMATIVIDAD Y DIFUSIÓN

FIRMA EN SUPLENENCIA DEL TITULAR DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN EN SALUD, EL LIC. JUAN CARLOS REYES OROPEZA, CON FUNDAMENTO EN EL ARTÍCULO 55 DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE SALUD PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF) EL 19 DE ENERO DE 2004. ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA DOF 10-01-2011.

Elaboró

Lic. Daniela Angélica Fernández Gallegos

Subdirectora de Integración y Difusión de la Información

Sección/Serie: 12C.6

Hoja 2 de 2

Av. Paseo de la Reforma No. 450 piso 11 Col. Juárez, C.P. 06600, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México.  
Tel: (55) 63922300 ext. 52545 [www.dgis.salud.gob.mx](http://www.dgis.salud.gob.mx)

## Anexo 2. Respuestas a solicitudes de información (continuación)



**Juan Francisco Molina Rodríguez**  
Coordinador General  
Comité de Programas de Posgrado  
con Orientación Profesional  
tel (777) 3 29 30 00 ext. 1476  
francisco.molina@insp.mx

Cuernavaca Mor., a 27 de abril de 2016

**Dr. María Antonieta Hernández Franco**  
Subdirectora de Enseñanza Investigación y Capacitación  
Servicios de Salud de Morelos

**Presente**

En seguimiento al proyecto de titulación "*Producción de caña de azúcar y emisiones de material particulado en el sur del estado de Morelos: implicaciones para la salud pública*" desarrollado por el alumno: **Víctor Hugo González Álvarez** estudiante de la Maestría en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud Pública, con área de concentración en Salud ambiental y cuenta de correo electrónico **vhga\_spawn@hotmail.com**, **victor.gonzalez@espm.insp.mx**, solicito de la manera más atenta su apoyo y colaboración para que pueda proporcionar al estudiante datos de morbilidad por semana epidemiológica del 01 febrero 2014 al 01 de septiembre del 2014 (semana 05 a la semana 36 del año 2014) de las siguientes enfermedades:

- Infecciones respiratorias agudas
- Asma
- Enfermedad isquémica del corazón
- Enfermedades cerebrovasculares

Especificando en la tabla de abajo los municipios y centros de salud que se requieren.

 **SERVICIO DE SALUD DE MORELOS**  
SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA  
INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN

28 ABR 2016

**RECIBIDO**  
FIRMA: Ana Luisa HORA: 8:40  
ANEXOS: C/A

Avenida Universidad 655  
Cerrada Los Pinos y Caminera  
Colonia Santa María Ahuacatlilán  
62100 Cuernavaca, Morelos, México  
con: (777) 329 3000

[www.insp.mx](http://www.insp.mx)

## Anexo 2. Respuestas a solicitudes de información (continuación)

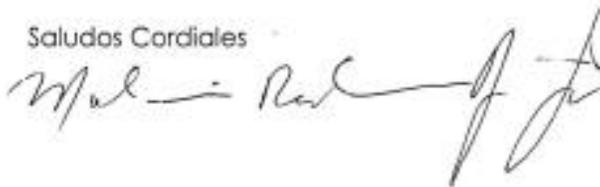


**Juan Francisco Molina Rodríguez**  
 Coordinador General  
 Comité de Programas de Posgrado  
 con Orientación Profesional  
 tel (777) 3 29 30 00 ext. 1476  
 francisco.molina@insp.mx

Jurisdicción sanitaria	Municipio	Centro de salud
No.2 Jujutla	Jojutla	El higuerón Jojutla Panchimalco Pedro Amaro Tehuxtla Tequesquitengo Tlatenchi Vicente Aranda
	Zacatepec de Hidalgo	Zacatepec
Jurisdicción sanitaria	Municipio	Centro de salud
No. 3 Cuautla	Ocuituco	Huecahuasco Jumiltepec Ocoaxaltepec Ocuituco

Agradeciendo de antemano su atención y apoyo, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

Saludos Cordiales



C.p. Dr. Mauro Guzmán Polpo Jefe Jurisdicción Sanitaria No.5  
 C.p. Dra. María Leticia Hernández Castro Jefe Jurisdicción Sanitaria No. 2  
 C.p. Dr. Alberto Barrera Villarreal Coordinador de Programas Académicos  
 C.p. Mtra. Luz Ma. Lara López, Coordinación de la Práctica Comunitaria  
 c.p. Copia al estafeta

Avenida Universidad 655  
 Cerro Los Pinos y Caminos  
 Colonia Santa María Ahucatlán  
 62100 Cuernavaca, Morelos, México  
 (777) 329 3000

[www.insp.mx](http://www.insp.mx)

### **Anexo 3. Liga, usuario y contraseña de bases de datos meteorológicos**

Usuario: Blackhertyx

Contraseña: inifipapvhga77

<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/historicos.aspx?est=38475&edo=16&m=12&an=2014>