



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
SUBSECRETARIA DE PREVENCIÓN Y PROMOCIÓN DE LA SALUD
DIRECCION GENERAL DE EPIDEMIOLOGIA**

**“EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE LAS ENFERMEDADES
DIARREICAS EN TRES MUNICIPIOS DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO,
2000-2008”**

TESIS

Que para obtener el grado como Especialista Médico en Epidemiología

PRESENTA

SAUL ESPINOZA VELAZCO

DIRECTOR

DR. FERNANDO MENESES GONZÁLEZ

Facultad de Medicina



MEXICO DF, MARZO 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
SUBSECRETARIA DE PREVENCIÓN Y PROMOCIÓN DE LA SALUD
DIRECCION GENERAL DE EPIDEMIOLOGIA**

**“EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE LAS ENFERMEDADES
DIARREICAS EN TRES MUNICIPIOS DEL ESTADO DE OAXACA, MÉXICO,
2000-2008”**

TESIS

Que para obtener el grado como Especialista Médico en Epidemiología

PRESENTA

SAUL ESPINOZA VELAZCO

DIRECTOR

DR. FERNANDO MENESES GONZÁLEZ

Facultad de Medicina



MEXICO DF, MARZO 2013



LIBERACIÓN DE TESIS

TÍTULO: Efecto de la variabilidad climática sobre las enfermedades diarreicas en tres municipios del estado de Oaxaca, México, 2000-2008

ALUMNO: Saúl Espinoza Velazco

DIRECTOR: Dr. Fernando Meneses González
Coordinador de la residencia en Epidemiología
Dirección General Adjunta de Epidemiología SSA

LA TESIS PRESENTADA ES LIBERADA

DR. CUITLÁHUAC RUIZ MATUS
Director General Adjunto de Epidemiología
DGAE/SSA

DR. FERNANDO MENESES GONZALEZ
Director de Investigación Operativa Epidemiología
DGAE/SSA

DR. FERNANDO MENESES GONZALEZ
Coordinador de la Residencia en Epidemiología
DGAE/SSA

México D.F., marzo 2013

TITULO: Efecto de la variabilidad climática sobre las enfermedades diarreicas en tres municipios del estado de Oaxaca, México, 2000-2008

ALUMNO: Saúl Espinoza Velazco

DIRECTOR: Dr. Fernando Meneses González
Coordinador de la residencia en Epidemiología
Dirección General Adjunta de Epidemiología SSA.

RESUMEN FINAL DE LA TESIS

Objetivo: Analizar la relación de dos variables climatológicas (temperatura ambiental máxima y precipitaciones pluviales) sobre el promedio semanal de casos de infecciones intestinales reportada al Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica en tres municipios de las regiones sierra, centro y costa de Oaxaca, durante los años del 2000-2008.

Material y métodos: Estudio ecológico que correlaciona el promedio semanal de casos de infecciones intestinales notificadas con los promedios semanales de temperatura y precipitación pluvial máximas durante el periodo 2000-2008, de tres municipios del estado de Oaxaca, de las regiones, Sierra, Centro y Costa.

Resultados: Durante el periodo de estudio hubo 470 registros semanales sobre infecciones intestinales. La temperatura media para el municipio 1 fue de 24.3°C y precipitación media de 2.61mm; municipio 2, temperatura promedio de 29.9°C y precipitación media de 1.89mm y municipio 3, con una temperatura media de 35.5°C y precipitación media de 4.04mm.

El comportamiento de las infecciones intestinales presentó una temporalidad con un mayor número de casos entre las semanas 12 y 30 del año, los casos de Infección Intestinal reportada para el municipio 1 fue de 10.76 semanales, con principal presentación entre 1-4 años de edad; municipio 2, con 588 casos semanales, presentándose principalmente entre los 25-44 años; municipio 3, con un promedio de 48.65 casos semanales, con principal presentación entre 1 a 4 años.

De la correlación entre temperatura y promedio de casos; en el municipio 1: $r=0.26$, $p=0.03$; en el municipio 2 $r=0.12$, $p=0.00$ y municipio 3: $r=0.19$, $p=0.00$.

La correlación entre precipitación pluvial e infecciones intestinales; municipio 1: $r=0.12$, $p=0.3$; en el municipio 2: $r=0.24$, $p=0.00$ y en el municipio 3: $r=0.04$, $p=0.47$.

Conclusiones: Este estudio propone que la variación de la temperatura máxima, sea un factor para la presencia de infecciones intestinales, no así con las precipitaciones pluviales, debido principalmente a la ausencia de información constante de los registros de climatológicos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional y por la inconsistencia del reporte de las infecciones intestinales y al periodo de tiempo presente entre el pico de mayor temperatura y/o precipitación con la presencia de un aumento de las infecciones intestinales, situaciones no controladas en este estudio que deben ser valoradas y consideradas en estudios posteriores. Es esperado que con la continua modificación de las temperaturas y de las precipitaciones pluviales sea reflejado en un incremento de las infecciones intestinales, principalmente observado en los grupos de edad más vulnerables como son los niños y adultos mayores. Los estudios ecológicos han sido utilizados para determinar la influencia de las variables climatológicas sobre efectos en la salud humana. La mejora en los resultados de este tipo de estudios requiere de consistencia en la información que procede de los sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto de efectos a la salud como de variables climatológicas.

Dedico este trabajo a:

Mi familia, Gi e Ian, por ser inspiración, ternura, comprensión, por estar conmigo siempre en cada una de mis metas, sueños y anhelos, aunque en muchas ocasiones físicamente no estuve con ustedes. A mis padres por sus oraciones, a mi hermana Mimí y mi hermano Absa, ejemplos a seguir y raíces de mi vida. A mis amigas y amigos, que estuvieron a mi lado aún en la distancia, a mi mejor amiga Lili, gracias por estar, por ser la parte de tantos proyectos... A todas las personas, muchas de ellas anónimas que siempre me motivaron a seguir, por esas palabras que dijeron cuando más las necesité. A Dios, por darme más de lo que podía esperar, por la oportunidad de servir, por cada oportunidad aprovechada o no, gracias.

Agradecimientos:

Al Físico Matemático Fernando Galván, por su interés, trabajo, empeño, pero sobre todo por sus enseñanzas y consejos, al Dr. Fernando Meneses por su enseñanza, apoyo y revisión en la realización de esta tesis.

Índice

I. Cambio climático y Salud.	8
II. Enfermedad diarreica y variables climáticas.	10
- Principales enfermedades asociadas al cambio climático.....	10
- Efecto de las variables climáticas.	10
- Correlaciones reportadas en artículos previos.	11
- Situación en México.	13
- Registro de las enfermedades diarreicas y las variables climatológicas. 15	
III. Importancia de realizar este estudio.	16
IV. Planteamiento del problema	17
- Justificación	17
V. Objetivos.	18
- General.....	18
- Específicos	18
VI. Hipótesis	18
VII. Metodología	19
- Consideraciones éticas	21
VIII.Resultados.	21
IX. Discusión	24
X. Conclusiones	25
XI. Glosario	27
XII. Referencias bibliográficas	29
XIII.Anexos.	31

I. Cambio climático y Salud.

Los efectos del cambio climático sobre la salud humana han sido reportados durante el incremento de la temperatura ambiental y de las precipitaciones pluviales.¹ Se ha señalado la probabilidad de un incremento en la morbilidad y mortalidad por enfermedades infecciosas vinculadas principalmente a las inundaciones y sequías.² De acuerdo a estudios que han analizado los efectos del cambio climático, se esperan climas más extremos y fenómenos climáticos más intensos como son, “El niño”, “La niña”, huracanes de mayor magnitud, ondas cálidas o frías más pronunciadas, dichas alteraciones climáticas, asociadas con la actividad humana.³ La medición de los efectos sanitarios relacionados al incremento de la temperatura y las precipitaciones pluviales han mostrado que un discreto incremento registrado desde los años setenta causó ya un exceso de mortalidad general calculada.⁴

En México, durante el periodo del 2000-2008, las infecciones intestinales fueron la segunda causa de morbilidad notificada al Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), los reportes muestran una temporalidad en los meses de mayor temperatura ambiental (mayo-octubre) y precipitación pluvial (meses de abril a noviembre).⁵

Este estudio analiza la relación de dos variables climatológicas sobre los casos de infecciones intestinales, la hipótesis planteada es: Existe relación entre la temperatura máxima y precipitaciones pluviales sobre los casos de infecciones intestinales.

Es factible que con la continua modificación en la temperatura y las precipitaciones pluviales se refleje un incremento de las infecciones intestinales, principalmente observado en los grupos de edad más vulnerables. Los estudios ecológicos que utilizaron variables climatológicas y enfermedades diarreicas, han sido utilizados para determinar la influencia de dichos factores sobre efectos en la salud humana.^{6,7} La mejora en los resultados de este tipo de estudios requiere de consistencia en la información que procede de los sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto de efectos a la salud como de variables climatológicas.

II. Enfermedad diarreica y variables climáticas.

- Principales enfermedades asociadas al cambio climático.

La temperatura media de la superficie terrestre se incrementó 0.6 °C a finales del siglo XX y se ha estimado un incremento de 1.4 °C a 5.8 °C para el año 2100, aun con la cifra mínima esto significa el mayor incremento de temperatura en los últimos 10,000 años, la actual tendencia hacia el calentamiento global provocará sin lugar a duda cambios climáticos importantes y seguramente acompañados de la extinción de especies vegetales y animales, es probable que el ser humano no se vea amenazado de esta manera, aunque posiblemente se afecte por mucho su salud.⁸ Entre las posibles repercusiones del cambio climático sobre la salud humana se encuentran efectos directos, como son: el aumento de la incidencia de las enfermedades transmitidas por vector, las ocasionadas por alérgenos y contaminantes; de las repercusiones indirectas están aquellas que afectan la nutrición, debido a sus efectos en la producción de alimentos y su valor nutricional, las generadas por la alteración de la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos (muertes y morbilidad por daños directos a las personas y a la infraestructura sanitaria) y los daños a los sistemas ecológicos y sociales.⁹

- Efecto de las variables climáticas.

Ha sido demostrada la estrecha relación entre el clima y los patrones de distribución espacial y temporal (estacional) de enfermedades, dichas alteraciones producidas en las fases extremas de la variabilidad climática, como son, las causadas por los fenómenos conocidos como El Niño y La Niña.¹⁰ Donde en el

año de 1997 la elevación de las temperaturas debidas al fenómeno de “El Niño” hizo aumentar el número de casos de infecciones intestinales en Lima, Perú y fueron descritos vínculos de brotes de cólera con valores de precipitación pluvial extremos (tanto sequías como inundaciones).¹¹

Los primeros estudios donde fue empleada información climática para pronosticar brotes infecciosos iniciaron en 1923, con Gill,¹² quien diseñó un sistema de pronóstico de aparición de malaria, su modelo se basó en mediciones de precipitación pluvial y su impacto principalmente en la distribución de granos de alimentos y su potencial de generar epidemias. Rogers en 1958,¹³ en la India describió la asociación entre las variables climáticas, temperatura, lluvia, humedad y viento, con la incidencia de enfermedades infecciosas, como neumonía, viruela, lepra y tuberculosis, mencionó que la “sobrevivencia de un patógeno fuera de su huésped depende de las características de su ambiente, temperatura, humedad, exposición a la luz solar, salinidad y el pH”.

- **Correlaciones reportadas en artículos previos.**

La utilidad de la correlación como método para analizar la relación entre variables climatológicas e infecciones intestinales, ha sido utilizada en un estudio realizado en países insulares del Pacífico,¹⁴ empleando coeficientes de correlación (Pearson) y regresiones lineales multivariadas, donde fue reportada asociación positiva entre la temperatura media anual y la tasa de infecciones intestinales y asociación negativa entre la disponibilidad del agua y las tasas de infecciones intestinales, en la misma investigación se observó asociación positiva entre

infecciones intestinales y la temperatura, así como entre los reportes de infecciones intestinales y los extremos de las precipitaciones pluviales (sequías-inundaciones). Resultados consistentes que sugieren que la variabilidad climática puede exacerbar las infecciones intestinales en muchos países del Pacífico.

La estacionalidad de las infecciones intestinales de diversas regiones geográficas sobre variables climatológicas como lo son temperatura ambiental máxima y/o precipitaciones pluviales y su efecto sobre las infecciones intestinales fueron analizadas en un estudio realizado en poblaciones canadienses,¹⁵ donde, reportó que la variación estacional de la temperatura ambiental tuvo relación con las infecciones intestinales de casos confirmados de tres agentes patógenos: *Salmonella*, *E. coli* y *Campylobacter* entre los años 1992 y 2000 en dos provincias canadienses. En su análisis fueron utilizados modelos de regresión lineal y modelos aditivos generalizados, estimando el efecto estacional y encontrando una fuerte asociación entre la temperatura ambiental y la aparición de los tres patógenos entéricos en Alberta, Canadá y de *Campylobacter* en Terranova-Labrador.

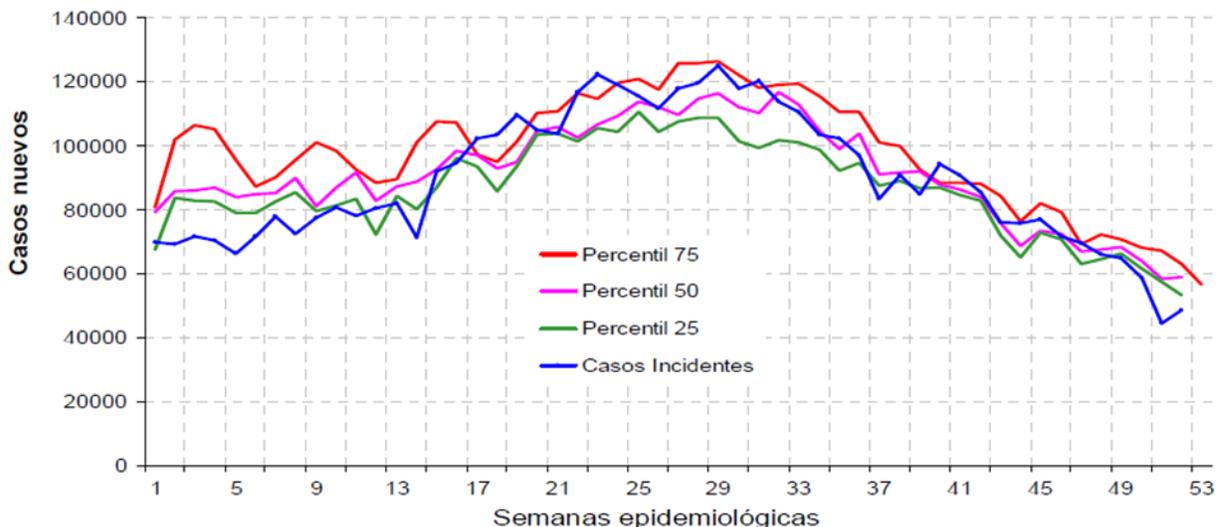
El uso de información reportada a un sistema de vigilancia epidemiológica como base de información para conocer la estacionalidad de los ingresos hospitalarios por infecciones intestinales por rotavirus y analizar la relación con factores climáticos en tres ciudades, fue utilizada en Australia,¹⁶ donde se correlacionó a los ingresos semanales por infecciones intestinales por rotavirus del periodo 1993-2003 (10 años) en niños menores de 5 años con la temperatura media semanal y la humedad relativa basándose en un modelo logarítmico-lineal, la estacionalidad

de las infecciones intestinales alcanzó su punto máximo en invierno y primavera y fueron los más bajos en el verano. En el caso de la infección por rotavirus, se observó que el incremento de la temperatura y la humedad en la semana anterior a la presencia de casos fueron asociados a una disminución en los ingresos por infecciones intestinales. El estudio concluye que las estrategias para combatir los brotes de infecciones intestinales por rotavirus, debe contemplar a los factores climáticos y los efectos estacionales.

- **Situación en México.**

La temporalidad o estacionalidad de las infecciones intestinales, se observa también en México, entre las Semanas Epidemiológicas (SE) 13 a 43, donde se registran el mayor número de infecciones intestinales. ^{Gráfico 1}

Gráfico 1. Temporalidad de las Infecciones Intestinales por otros organismos y las mal definidas, México 2009

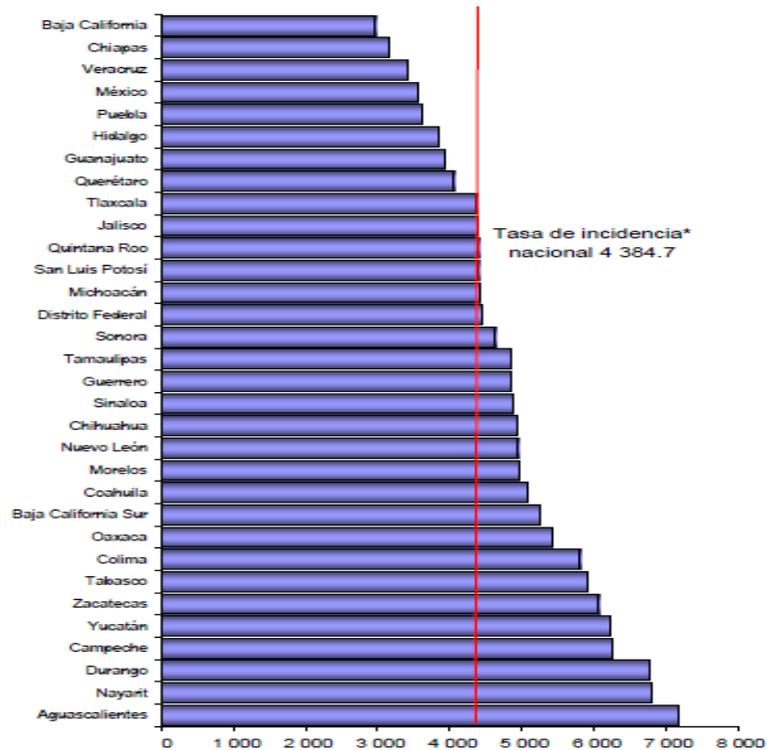


Fuente: SINAVE/DGE/Secretaría de Salud/México 2009.

En México se ha analizado los posibles impactos de la variabilidad climática sobre las actividades productivas del país, concluyendo que es importante la vulnerabilidad de México ante la variabilidad del clima, principalmente sobre los sectores agrícolas, recursos hídricos y forestales y sobre la salud de la población.¹⁷

En México, estados como Guerrero, Chiapas y Oaxaca, carecen de servicios básicos, donde cerca de la tercera parte de su población no tiene agua dentro de la vivienda y/o del predio. En Oaxaca, el 62.8% de la población cuenta con servicio de alcantarillado (media nacional en el 2007 de 86.1), durante el periodo del 2001-2008 se presentó una variabilidad en las precipitaciones pluviales significativa, donde existieron periodos sin lluvia y otros con abundantes precipitaciones.¹⁸ En este mismo estado, los casos de morbilidad por infecciones intestinales registradas para menores de cinco años de edad, en los años 2001 y 2007, fueron de 42.6 a 24.6 respectivamente por cada 100,000 niños menores de cinco años,¹⁹ si bien, se observa una reducción importante, dicha entidad para el año 2009, continúa ubicándose dentro de los primeros diez lugares a nivel nacional. Gráfico 2

Gráfico 2. Tasa de incidencia de las Infecciones Intestinales por otros organismos y las mal definidas. México 2009



Tasa de incidencia por 100,000 habitantes.
 Fuente: SINAVE/DGE/Secretaría de Salud/México 2009.

- **Registro de las enfermedades diarreicas y las variables climatológicas.**

En las regiones donde las condiciones sanitarias son generalmente inadecuadas, las infecciones intestinales suelen ser causa importante de morbilidad en todas las edades y de mortalidad en lactantes y niños pequeños, las infecciones intestinales con significancia clínica en adultos son menos frecuentes, salvo en caso de epidemias o en brotes con origen común como en el caso de los causados por alimentos o agua contaminados.²⁰⁻²¹

La identificación de la causa específica de la infección intestinal en la gran mayoría de los casos tiene menor importancia, ya que el tratamiento antimicrobiano de las infecciones intestinales y la identificación del agente etiológico sólo ha demostrado eficacia en una minoría de casos.²² Es importante señalar que en los registros de morbilidad utilizados, el médico tratante suele clasificar a las enfermedades diarreicas como el síndrome de Infecciones Intestinales por otros organismos y las mal definidas, con las claves CIE-10 A-04, A-08-A09 (Epiclave 08) y es de esta manera como son almacenadas todas aquellas patologías que no cursen con un cuadro clínico característico, como en gastroenteritis por rotavirus o el cólera mismo.

III. Importancia de realizar este estudio.

Debido a que es factible que por la continua modificación de la temperatura y de las precipitaciones pluviales se dé lugar a un incremento de las infecciones intestinales, principalmente en los grupos de edad más vulnerables (niños y adultos mayores); el incremento en la vigilancia de las infecciones intestinales, el modelado de las mismas con más y mejores análisis estadísticos y el uso de sistemas de información geográfica, servirán como medidas preventivas para que la comunidad médica comprenda más y mejor el aumento esperado de estas infecciones, ya que la comprensión de los vínculos entre el cambio climatológico y ecológico como determinantes de la presentación, ayudará a optimizar las estrategias específicas de prevención y control de las infecciones intestinales.²³

IV. Planteamiento del problema

¿Cuál es el efecto de la variabilidad climática (temperatura máxima y las precipitaciones pluviales) sobre las infecciones intestinales agudas en todos los grupos de edad, reportadas al Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, en tres municipios de las regiones sierra, centro y costa del estado de Oaxaca, durante el periodo 2000-2008?

- Justificación

En México, las enfermedades diarreicas son la segunda causa de morbilidad nacional notificada, aunque existen diferencias entre las entidades federativas y de un año a otro. La etiología de las enfermedades diarreicas es múltiple. En México la mayoría de los cuadros diarreicos, son de naturaleza infecciosa y predominantemente viral, aunque se presentan por bacterias y parásitos, siendo los factores predisponentes más importantes aquellos de carácter sanitario, socioeconómico y cultural. Las infecciones intestinales presentan una temporalidad, donde, principalmente se manifiestan en los meses con mayor temperatura ambiental y precipitación pluvial.²⁴ La comprensión de dichos efectos, podrá ayudar a una mejor comprensión de la relación entre la temperatura máxima y/o las precipitaciones pluviales sobre las infecciones intestinales y despertar el interés en el desarrollo de políticas en salud más apropiadas para reducir los efectos sobre la salud mexicana.

V. Objetivos.

- General

Analizar la relación de dos variables climatológicas (temperatura ambiental máxima y precipitaciones pluviales) sobre el promedio semanal de casos de infecciones intestinales reportada al Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, en tres municipios de las regiones sierra, centro y costa de Oaxaca, durante el periodo del 2000-2008.

- Específicos

Establecer el promedio semanal de casos de infecciones intestinales reportadas al SINAVE en cada uno de los municipios de las regiones sierra, centro y costa de Oaxaca durante el periodo 2000-2008.

Establecer el promedio de temperatura máxima registrada en el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) en cada uno de los tres municipios durante el periodo de estudio.

Establecer el promedio de precipitación pluvial reportado por el SMN de los municipios en estudio.

VI. Hipótesis

Hipótesis nula: no existe relación particular de las variables climáticas como son temperatura y lluvias con la incidencia de casos de infecciones intestinales.

Hipótesis alterna: Existe una relación positiva entre la temperatura máxima y de las precipitaciones pluviales sobre la incidencia de casos de infecciones intestinales en todos y cada uno de los tres municipios estudiados del estado de Oaxaca durante el periodo 2000-2008.

VII. Metodología

Fue realizado un estudio ecológico, empleando bases de datos de morbilidad sobre Infecciones Intestinales, información proporcionado por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), y de bases de datos con información meteorológica (temperatura y precipitación), proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), reportes a nivel municipal del estado de Oaxaca, México, durante el periodo de 2000 al 2008.

Las variables obtenidas de la base de datos de morbilidad por Infecciones Intestinales (CIE-10 A04, A08-A09) fueron: año de reporte, semana epidemiológica, entidad, municipio, institución, número semanal de casos de infecciones intestinales, edad y sexo, fue realizado un análisis secundario, en donde se calculó el promedio semanal (semanas epidemiológicas) de los casos de infecciones intestinales, información que incluye a ambos sexos y todos los grupos de edad de todas las instituciones de salud de los tres municipios del estado de Oaxaca, los municipios fueron identificados como Municipio 1 (región Sierra), Municipio 2 (región Centro) y Municipio 3 (región Costa). Fueron excluidas otras enfermedades del aparato digestivo que cursen con diarrea infecciosa o no infecciosa, que no estén reportadas dentro de las claves CIE-10 A-04, A-08-A09.

La información obtenida sobre temperatura máxima y precipitación pluvial, municipio y fecha fueron las variables obtenidas de los registros de las estaciones monitoras de temperatura y precipitaciones pluviales del SMN, los registros fueron promediados de forma semanal (SE) de los tres municipios bajo estudio, fueron excluidos los registros de temperatura máxima y precipitación pluvial sin información numérica.

Fue creada la variable de “promedio semanal de casos de Infección Intestinal” como variable dependiente” y como variables independientes los promedios semanales de “precipitación pluvial” y “temperatura”. Anexo 1

Para el análisis descriptivo se obtuvieron promedios semanales de casos, temperatura, precipitación y rangos, cuadros 1-3 se realizaron diagramas de dispersión, utilizando el promedio semanal de casos de infección intestinal para cada municipio con el promedio semanal de temperatura máxima y el promedio de precipitación pluvial respectiva a cada uno de los municipios, respectivamente, durante el periodo estudiado. Anexos 2-7

La correlación entre la variable independiente y las independientes fue realizado utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, para el análisis fue utilizado el paquete estadístico SPSS v15.0. Cuadros 4 y 5

Los valores no obtenidos (missing) de registros de morbilidad o climatológicos, no fueron tomados en cuenta para el análisis.

- Consideraciones éticas

Sometido a comité de ética para su revisión y autorizado por el mismo para su ejecución. Se anexa carta de aceptación. ^{Anexo 8.}

VIII. Resultados.

Durante el periodo de estudio hubo 470 registros semanales sobre infecciones intestinales (9 años) que reunieron los criterios de inclusión, de los cuales fueron eliminados registros climatológicos por no contener información, quedando para cada uno de los municipios como sigue: municipio 1 con 348 para temperatura y precipitación; municipio 2 con 444 y 374 y el municipio 3 con 204 y 302 reportes respectivamente. En la Cuadro 1 vemos que fue obtenida mayor información climatológica en el municipio 2 y menor en el municipio 3.

Cuadro 1

Registros de morbilidad, temperatura y precipitación, Oaxaca 2000-2009			
	Registros semanales de casos	Registros de temperatura	Registros de precipitación pluvial
Municipio 1	470	348	348
Municipio 2	470	444	374
Municipio 3	470	204	302

*Registros: promedio semanal (promediados en Semana Epidemiológicas).

Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional.

El total de casos de Infección Intestinal contenida en los 470 registros semanales para el municipio 1 fueron 5,048, con una media semanal de 10.76 (rango de 1-34) casos, siendo el grupo de edad de 1 a 4 años el más afectado. Para el municipio

2, se registraron un total de 276, 824 casos, media semanal de 588 (rango de 210-1,168 casos), el grupo principalmente afectado fue de los 25 a 44 años. El municipio 3 registró un total de 22, 865 casos, media de 48.65 (rango de 11-168 casos), con el grupo de 1-4 como el más afectado. ^{Cuadro 2}

Cuadro 2

Infecciones Intestinales Agudas, Oaxaca 2000-2009				
	Media semanal	Rango	Grupo de edad*	Total de casos
Municipio 1	10.76	1-34	1-4 años	5, 048
Municipio 2	588	210-1,168	25-44 años	276, 824
Municipio 3	48.65	11-168	1-4 años	22, 865

*Grupo de edad más afectado.

Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA.

En cuanto a las variables climatológicas, observamos que la temperatura media para el Municipio 1 fue de 24.3°C (rango de 16.7-31.8°C) y precipitación media de 2.61mm (rango de 0.00-36.71mm) Municipio 2, temperatura media de 29.9°C (rango de 24.4-35.8°C) y promedio de precipitación de 1.89 (rango de 0.00-28.57mm). Municipio 3, con una temperatura media de 35.5°C (rango de 31.3-39.4°C) y precipitación media de 4.04mm (rango de 0.00-50.14mm). ^{Cuadro 3}

Cuadro 3

Temperatura y precipitación, Oaxaca 2000-2009				
	Temperatura media*	Rango	Precipitación media†	Rango ††
Municipio 1	24.3	16.7-31.8	2.61	0.00-36.71
Municipio 2	29.9	24.2-35.8	1.89	0.00-28.57
Municipio 3	35.5	31.3-39.4	4.03	0.00-50.14

*Temperatura ambiental (°C)

†Precipitación pluvial (mm)

††Los valores en cero indican ausencia de lluvia

Fuente: Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional.

Correlación entre las variables de estudio: para el municipio 1 de la región Sierra, se correlacionó el promedio semanal de temperatura con el promedio semanal de casos de infecciones intestinales donde obtuvimos: $r=0.26$, $p= 0.03$; en el municipio 2 de la región Centro, la correlación entre la temperatura y el promedio semanal de casos de infecciones intestinales fue: $r=0.12$, $p=0.00$ y para el municipio 3 región costa, la correlación entre la temperatura y el promedio semanal de casos de infecciones intestinales fue: $r=0.19$, $p= 0.00$. En el Cuadro 4 se observa que las correlaciones en los tres municipios es baja (menor a 0.3) y con significancia estadísticamente significativa. ^{Cuadro 4}

Cuadro 4

Correlación entre promedios semanales de infecciones intestinales y temperatura máxima

Municipio	Correlación	p
1	0.26	0.03*
2	0.12	0.00*
3	0.19	0.00*

* Significancia estadística.

Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Respecto a la correlación entre precipitación e infecciones intestinales; municipio 1 fue: $r=0.12$, $p= 0.3$; en el municipio 2: $r=0.24$, $p=0.00$ y en el municipio 3: $r=0.04$, $p= 0.47$. En el Cuadro 5, se observa que solamente el municipio 2 (Centro) presentó una correlación estadísticamente significativa, pero baja. ^{Cuadro 5}

Cuadro 5

Correlación entre promedios semanales de infecciones intestinales y de precipitación pluvial

Municipio	Correlación	P
1	0.12	0.3†
2	0.24	0.00*
3	0.04	0.47†

* Significancia estadística.

†No estadísticamente significativo

Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional.

IX. Discusión

El comportamiento de las infecciones intestinales presentó una temporalidad con un mayor número de casos entre las semanas 12 y 35 del año, reportado de esta forma en el estado de Oaxaca. ^{Anexo 9}

Esta temporalidad está presente en los tres municipios estudiados. Los estudios que han utilizado para su análisis la correlación de Pearson han reportado asociaciones importantes,^{11,13} nuestro estudio demuestra que la variación de la temperatura, en el mejor de los casos, fue relacionado con un 0.26 en el municipio 1 (región sierra), lo que indica que la correlación entre variable de temperatura es se ajusta pobremente a la variable de Infecciones Intestinales, por su parte el municipio 2 (centro) fue el único donde presentó correlación significativa, sin embargo es donde se presentaron menores reportes de lluvias. Las correlaciones positivas bajas, pueden atribuirse a las siguientes razones, primeramente a la ausencia de información constante de los registros de temperatura y precipitación

obtenidos del SMN, a la inconsistencia del reporte de las Infecciones Intestinales en regiones costa y sierra y al periodo de tiempo presente entre el pico de mayor temperatura y precipitación y la presencia de un aumento de las infecciones intestinales, situaciones no controladas en este estudio que deben ser valoradas y consideradas en estudios posteriores. La variabilidad de la frecuencia de las infecciones intestinales puede ser explicada por otras variables que no fueron incluidas en esta investigación, por mencionar algunas de ellas, acceso a agua potable, acceso a la atención médica, zonas de defecación, etc. Variables que no forman parte de la información habitual de las bases de datos nacionales de Salud.

X. Conclusiones

Este estudio propone que la variación de la temperatura máxima, sea un factor para la presencia de infecciones intestinales, no así con las precipitaciones pluviales, debido principalmente a la ausencia de información constante de los registros de climatológicos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional y por la inconsistencia del reporte de las infecciones intestinales y al periodo de tiempo presente entre el pico de mayor temperatura y/o precipitación con la presencia de un aumento de las infecciones intestinales. Es esperado que con la continua modificación de las temperaturas y de las precipitaciones pluviales sea reflejado en un incremento de las infecciones intestinales, principalmente observado en los grupos de edad más vulnerables como son los niños y adultos mayores. Los estudios ecológicos han sido utilizados para determinar la influencia de las variables climatológicas sobre efectos en la salud humana.²⁵⁻²⁷ La mejora en los

resultados de este tipo de estudios requiere de consistencia en la información que procede de los sistemas de vigilancia epidemiológica, tanto de efectos a la salud como de variables climatológicas.

XI. Glosario

Caso: individuo de una población en particular que, en un tiempo definido, es sujeto de una enfermedad o evento bajo estudio o investigación.

Infecciones intestinales: tres o más evacuaciones anormalmente blandas o líquidas en 24 horas, por menos de dos semanas.

Notificación: acción de informar acerca de la presencia de padecimientos o eventos, por parte de las unidades del Sistema Nacional de Salud.

Precipitación: partículas de agua líquidas o sólidas que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Semana epidemiológica: período de tiempo de una semana inician en domingo y terminan en sábado, permite la comparación de eventos epidemiológicos sucedidos en determinado año o período dentro de un año, con los de años previos. Facilita asimismo, la comparación entre países, dado que se trata de una metodología epidemiológica adoptada oficialmente en el ámbito internacional.

SINAVE: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, conjunto de relaciones formales y funcionales, en el cual participan coordinadamente las instituciones del Sistema Nacional de Salud a través de su estructura, para llevar a cabo, de manera oportuna y uniforme, la vigilancia epidemiológica.

SMN: Servicio Meteorológico Nacional, es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. El Servicio Meteorológico Nacional, depende de la Comisión

Nacional del Agua (CONAGUA), la cual forma parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Temperatura máxima: es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas.

XII. Referencias bibliográficas

1. Wilson N, Lush D, Baker MG. Meteorological and climate change themes at the 2010 International Conference on Emerging Infectious Diseases. *Euro Surveill.* 2010; 15(30): pii=19627.
2. IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
3. Kundzewicz Z.W., Mata L.J., Arnell N.W., et al. Freshwater resources and their management. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., et al. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210.
4. Arnell NW. Climate change and global water resources: SRES emissions and socioeconomic scenarios. *Global Environmental Change* 14, 2004, 14:31–52.
5. SINAVE/DGE/SALUD/Información epidemiológica de morbilidad, Anuario 2008, Versión ejecutiva.
6. Hashizume M, Armstrong B, Hajat S., et al. Association between climate variability and hospital visits for non-cholera diarrhoea in Bangladesh: effects and vulnerable groups. *Int J Epidemiol* 2007;36:1030–1037.
7. Checkley W, Epstein LD, Gilman RH et al. Effect of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrhoeal diseases in Peruvian children. *Lancet* 2000;355:442–50.
8. Kuhn K, Campbell-Lendrum D, Haines A, et al. Using climate to predict infectious disease epidemics. WHO. 2005.
9. Pabón JD. El cambio climático y la salud humana. *Biomédica.* 2005; 25(1): 5-8.
10. Kovats RS. El Niño and human health. *Bull World Health Org* 2000; 78:1127-35.
11. Salazar-Lindoa E., Pinell-Sallesa P., Maruya A., et al. El Niño and diarrhoea and dehydration in Lima, Peru. *The Lancet* 1997: 350:1597-1598.
12. Gill CA. The genesis of epidemics and the natural history of disease. Nueva York (NY): William Wood and Company, 1928:139.
13. Gilmore, E, Rogers J. 1958. Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. *Agron. J.*, 50 (5): 611-615.
14. Reena B.K., Hales S., Wet N., et al. The influence of climate variation and change on diarrheal disease in the Pacific Islands. *Environmental Health Perspectives*, 2001, 109:155–159.
15. Kovats R, Edwards S, Hajat S, Armstrong B., et al. The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiol Infect.* 2004; 132(3):443-53.

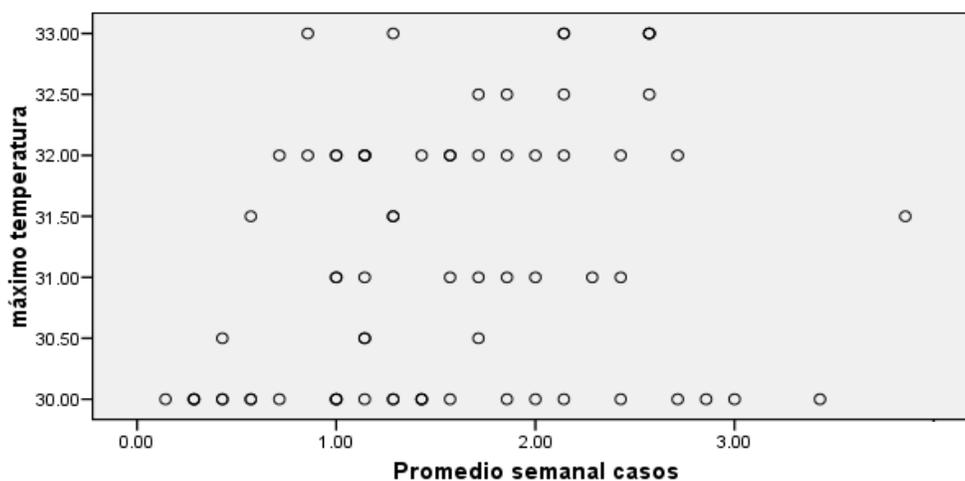
16. D'Souza R, Hall G and Becker N. Climatic factors associated with hospitalizations for rotavirus diarrhoea in children under 5 years of age. *Epidemiology* 2008; 136: 56-64.
17. Conde C, Palma B. Escenarios de riesgo para el territorio Veracruzano ante un posible cambio climático. *Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz*, Universidad Veracruzana, 2005. Pág. 285-299.
18. SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua, Unidad del Servicio Meteorológico Nacional, Junio 2009.
19. SINAVE/DGE/SALUD/Información epidemiológica de morbilidad, Anuario 2009, Versión ejecutiva.
20. Vila J, Álvarez-Martínez MJ, Buesa J, Castillo J. "Diagnóstico microbiológico de las infecciones gastrointestinales". *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2009; 27: 406-411.
21. Paniagua GL, Monroy E, García-González O, Alonso J, Negrete E, Vaca S. "Two or more enteropathogens are associated with diarrhoea in Mexican children". *Annals Clin Microbiol and Antimicrobials* 2007; 6: 1-8.
22. Ramos RP, Vega FL, Soliz, LA, Olarte J, Biagi F, Larracilla AJ, et al. *Síndromes diarreicos*. México, Ed. Científicas, 1987: 11-16.
23. DuPont HL. Systematic review: the epidemiology and clinical features of travellers' diarrhoea. *Aliment Pharmacol Ther*. 2009; 30:187–196. [PubMed: 19392866]
24. Hernández C, Aguilera MG, Castro G. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enf Inf Microbiol* 2011 31 (4): 137-151.
25. Epstein RP. Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes Infect* 2001; 3: 747-754.
26. Islam MS, Sharker MA, Rheman S, et al. Effects of local climate variability on transmission dynamics of cholera in Matlab, Bangladesh. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2009; 103:1165–1170. [PubMed: 19477477]
27. Singh RB et al. The influence of climate variation and change on diarrheal disease in the Pacific Islands. *Environmental Health Perspectives*, 2001, 109:155–159.

XIII. Anexos.

Anexo 1. Operacionalización de variables.

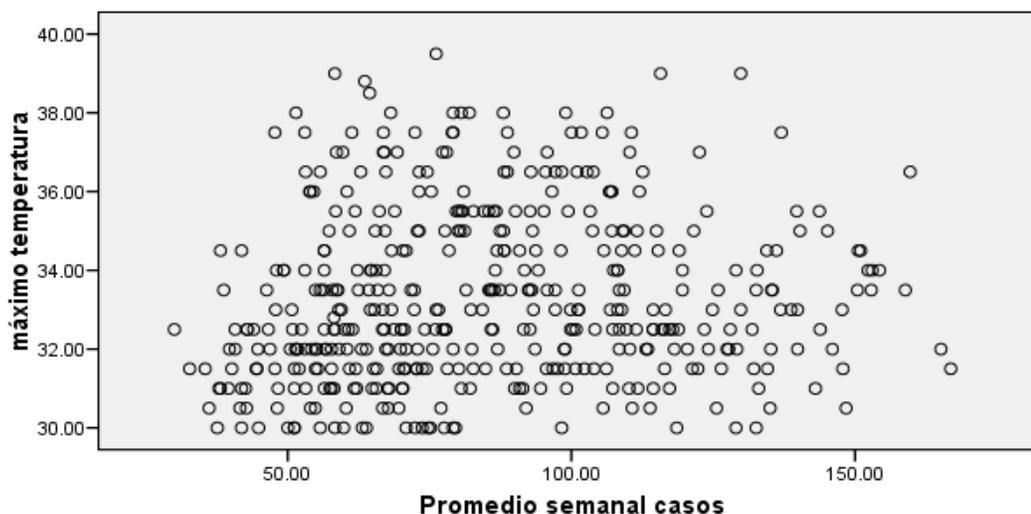
Independientes. (causa)		Dependiente. (efecto)	
Variable	Escala (intervalo, ordinal, nominal)	Variable	Escala (intervalo, ordinal, nominal)
Temperatura máxima	Cuantitativa continua	Casos de infecciones intestinales	Cuantitativa discreta
Precipitación	Cuantitativa continua		

Anexo 2. Relación entre casos de diarrea y temperatura máxima en municipio 1



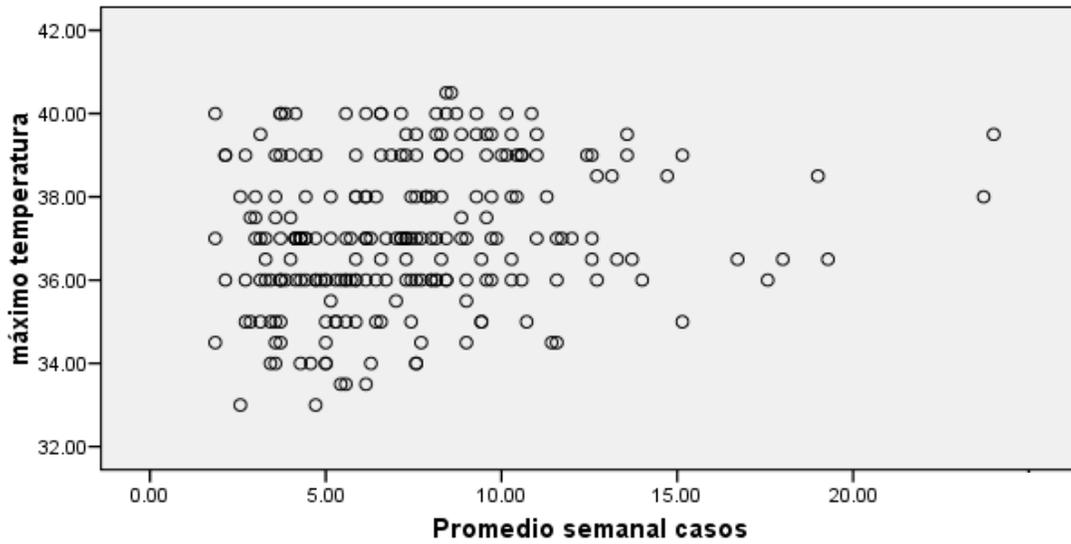
Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Anexo 3. Relación entre casos de diarrea y temperatura máxima en municipio 2



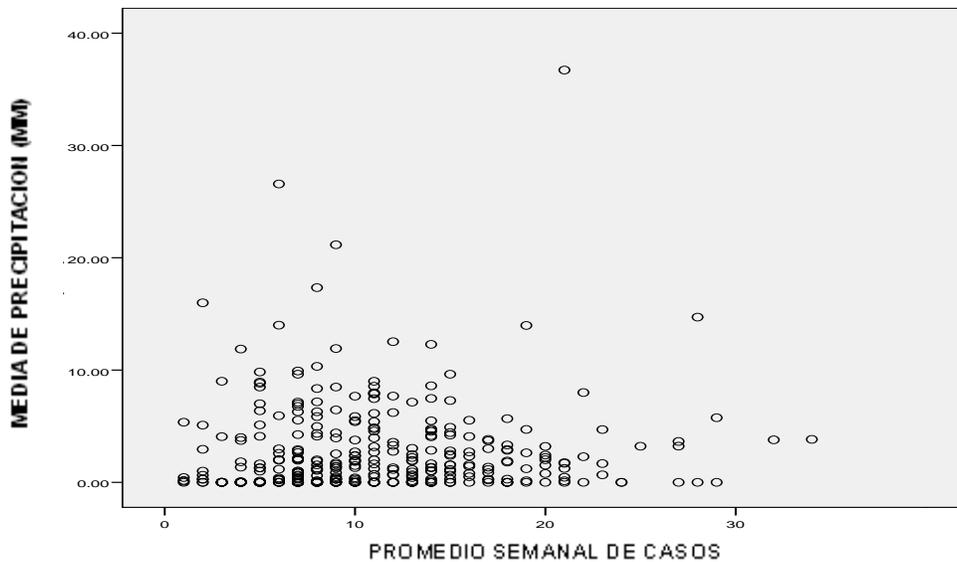
Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Anexo 4. Relación entre casos de diarrea y temperatura máxima en el municipio 3



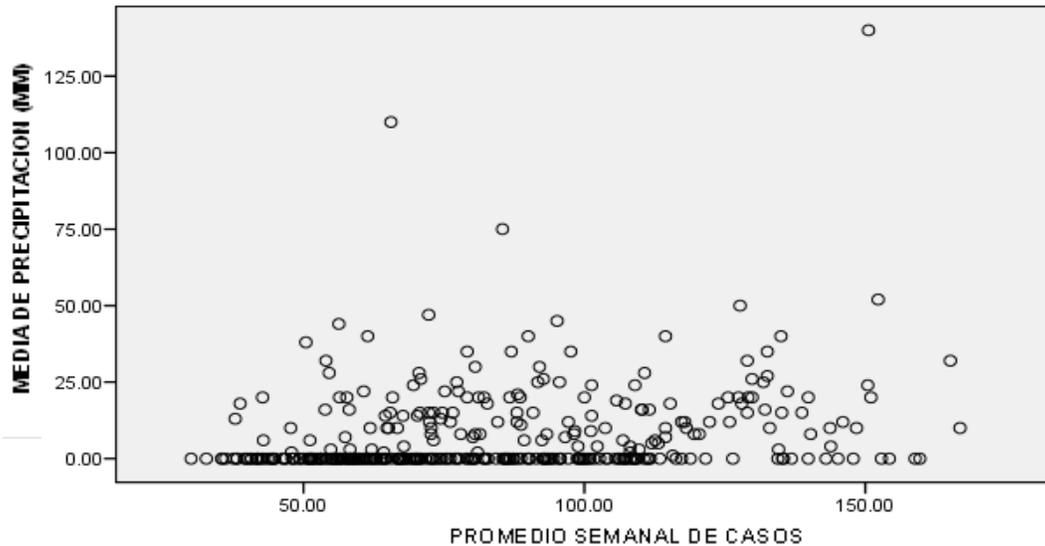
Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Anexo 5. Relación entre los casos de diarrea y precipitación pluvial máxima en el municipio 1



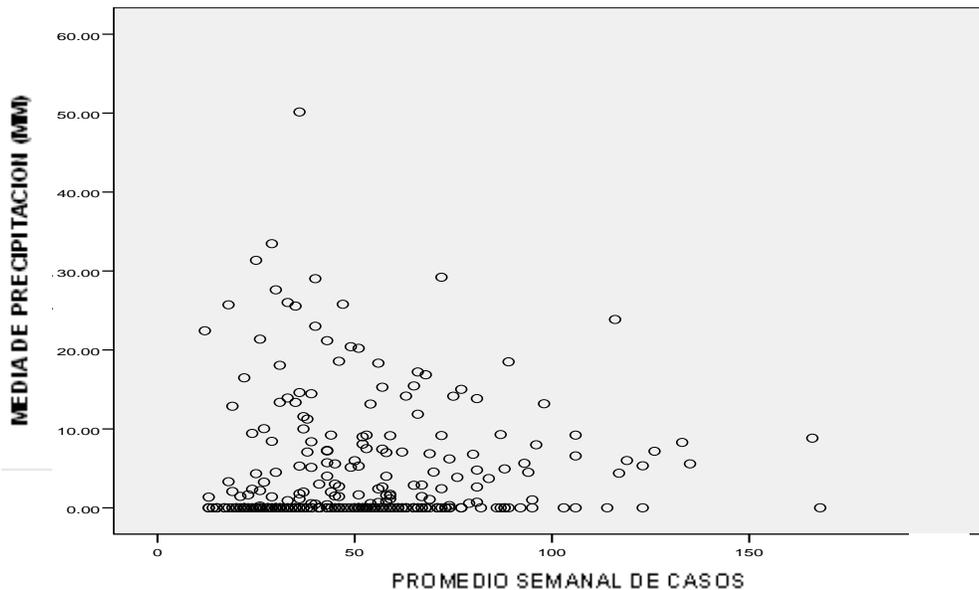
Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Anexo 6. Relación entre los casos de diarrea y precipitación pluvial máxima en el municipio 2



Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Anexo 7. Relación entre los casos de diarrea y precipitación pluvial máxima en el municipio 3



Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA y Estaciones monitoras del Sistema Meteorológico Nacional

Anexo 8. Carta de Comité de Ética



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

Monterrey Nuevo León
24 de Abril del 2012

Dr. Fernando Meneses González
Director de Investigación Operativa Epidemiológica
Profesor Titular de la Residencia

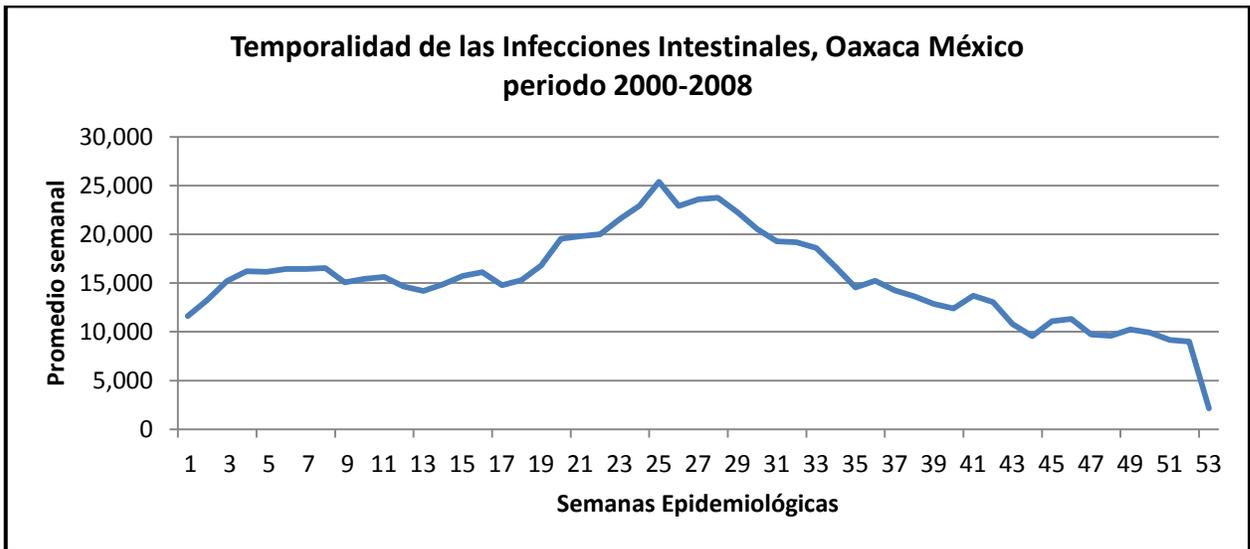
Por medio de la presente me permito informar que el protocolo "Efecto de la variabilidad climática sobre las enfermedades diarreicas en tres municipios del estado de Oaxaca México. 2000-2008" cuyo autor principal es el doctor Saúl Espinoza Velazco cumple con los requisitos establecidos por el artículo 11 de la Norma Técnica 313, y se clasifica en el numeral IX según el artículo 5 de la Norma Técnica número 314, en materia de Salud Pública el estudio cuenta con características meramente descriptivas y se orienta a la formación de nuevas hipótesis de trabajo, no se incluye trabajo directo con el paciente y es obtenido de una fuente de información permanente y periódica por lo cual no requiere consentimiento informado por parte de los pacientes.

Atentamente,
"Alere Flammam Veritatis"
Monterrey, N.L

Dr. Med HECTOR ELOY TAMEZ PÉREZ
Coordinador Académico Metodología Científica y
Medicina Basada en Evidencias.

Vocal del Comité de Ética e Investigación del Hospital Muguerra.

Anexo 9. Temporalidad de las Infecciones Intestinales.



Fuente: Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/SSA