

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS CASOS
DE DENGUE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE
MONTERREY, N. L., MÉXICO, DURANTE 1998

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR
AL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

Saúl Lozano Fuentes

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

MARZO DE 2000

TM

RC644

D4

L69

2000

c.1



1080124418

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS CASOS
DE DENGUE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE
MONTERREY, N. L., MÉXICO, DURANTE 1998

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR
AL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

Saúl Lozano Fuentes

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

MARZO DE 2000



TM

RA 644

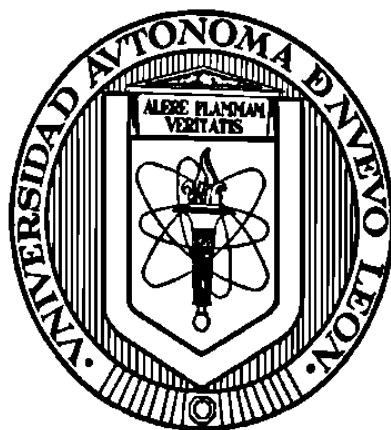
.D4

269

2000



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS CASOS DE DENGUE EN EL
ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY N.L., MÉXICO, DURANTE
1998

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA
MÉDICA

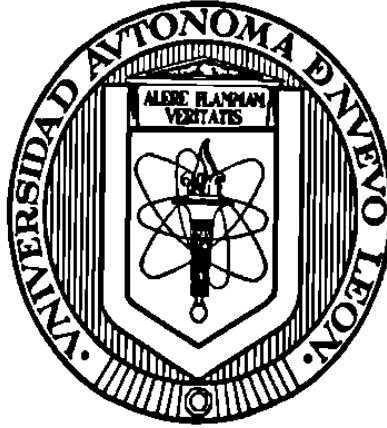
PRESENTA:

SAÚL LOZANO FUENTES

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.

MARZO DE 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS CASOS DE DENGUE EN EL
ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY N.L., MÉXICO, DURANTE 1998

SAÚL LOZANO FUENTES

TESIS

COMISIÓN DE TESIS

Dr. ROBERTO MERCADO HERNÁNDEZ. _____

Director

ILDEFONSO FERNÁNDEZ SALAS, Ph. D. _____

Secretario

M.C. GABINO RODRÍGUEZ ALMARAZ. _____

Vocal

**Se agradece ampliamente al Consejo Nacional de Ciencia y
Tecnología por su apoyo para la obtención del grado de
maestría y la realización de esta investigación.
Enero de 1998 a Enero del 2000, Becario: 125350**

Tabla de contenido

TABLA DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE TABLAS	II
RESUMEN	1
ANTECEDENTES	2
ETIMOLOGÍA	2
DISTRIBUCIÓN DEL VECTOR Y EL DENGUE	2
ENFERMEDADES Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	4
IMPORTANCIA	6
ORIGINALIDAD	6
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	7
HIPÓTESIS	7
MATERIAL Y MÉTODO	8
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	9
COLECCIÓN Y FILTRADO DE DATOS TABULARES (EXCEL Y ACCESS)	9
GENERACIÓN DE MAPAS (AUTOCAD®, CARTALINX® E IDRISI®).	10
OPERACIONES EN CARTALINX E IDRISI	13
RESULTADOS Y DISCUSIONES	16
DENGUE EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY	16
DISTRIBUCIÓN DE LOS CASOS	20
ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS CASOS	25
ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS CASOS	26

¿QUÉ ES LA “ZONA 60”?	30
ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS CASOS	34
ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LOS CASOS	35
CONCLUSIONES	42

LITERATURA CITADA	43
--------------------------	-----------

Índice de figuras

<i>Figura 1 Diagrama de flujo de la metodología.</i>	8
<i>Figura 2. Pasos para la transformación de los vectores de los polígonos desde AutoCad hasta su destino final en CartaLinx®.</i>	11
<i>Figura 3. Contornos y AGEs de los municipios que componen el área metropolitana de Monterrey: a) Apodaca, b) Escobedo, c) Guadalupe, d) Monterrey, e) San Nicolás, f) San Pedro, g) Santa Catarina.</i>	18
<i>Figura 4. Mapa resultante de la unión de los diferentes municipios y representación de los cuerpos orográficos que se encuentran en el área metropolitana.</i>	19
<i>Figura 5. Distribución de los casos de dengue de 1998.</i>	21
<i>Figura 6. Análisis cuantitativo de la totalidad de los casos en el área metropolitana.</i>	25
<i>Figura 8. distribución casos de dengue para 1998. (1-5 Casos/AGEB)</i>	27
<i>Figura 9. Mapa de los AGEs con más de cinco casos.</i>	29
<i>Figura 10. Límites de la Zona 60.</i>	31
<i>Figura 11. Casos de dengue por valores dentro de la zona 60</i>	33
<i>Figura 12. Gráfica del logaritmo de los casos por quincenas del mes de julio a diciembre</i>	34
<i>Figura 14. Tendencia de los casos de dengue para la primera (a) y segunda (b) semana de agosto</i>	36
<i>Figura 15. Tendencia de los casos de dengue para la primera (a) y segunda (b) quincena de septiembre</i>	37
<i>Figura 16. Tendencia de los casos de dengue para la primera (a) y segunda (b) quincena de octubre</i>	38
<i>Figura 17. Tendencia de los casos de dengue para la primera quincena de noviembre</i>	38
<i>Figura 18. a) Casos de Dengue mensuales y temperatura promedio mensuales, b) casos de Dengue mensuales y precipitación pluvial para el municipio de Guadalupe (1994-1997).</i>	39

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Localización de las cabeceras municipales y altura, cantidad de viviendas</i>	16
<i>Tabla 2. Varianza relativa de los casos de dengue por municipio y para toda el área metropolitana</i>	22
<i>Tabla 3. Casos de Dengue por municipio, el área total representa las áreas de los AGEs sumados</i>	23
<i>Tabla 4. Número de habitantes, viviendas, conteo de casas con agua y sin ella.</i>	24
<i>Tabla 5. Varianza relativa de los municipios y del área metropolitana</i>	28
<i>Tabla 6. AGEs que poseen mas de 5 casos en total para 1998</i>	32
<i>Tabla 7. Casos de dengue por quincena de Julio a Diciembre de 1998 para el área metropolitana de Monterrey</i>	35

Resumen

Los casos de Dengue y su severidad se han incrementado en Monterrey y su área metropolitana, al grado que en los últimos años han mantenido epidemias anuales sin excepción, lo cual crea la necesidad de implementar y desarrollar sistemas que permitan evaluar, así como apoyar las acciones contra el vector del Dengue. En México, los casos y su distribución del Dengue no han sido enfocados mediante sistemas modernos de información, que permitan hacer un análisis multifactorial y multivariado de su distribución y abundancia. Se creó un sistema de información geográfica para la zona metropolitana de Monterrey con los casos de dengue que se presentaron en 1998, además se deja las bases para continuar estudios de distribución de enfermedades. Se utilizaron varios paquetes y programas computacionales, se construyeron utilizando un sistema de información geográfica (GIS, del inglés Geographic Information System). Los Servicios de Salud de Nuevo León proporcionaron los datos de casos de dengue, los contornos de las áreas geostatísticas básicas (AGEB) se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Este trabajo identificó un área continua donde se localizan el 60% de los casos de Dengue -de un total de 1698- utilizando un análisis cualitativo y cuantitativo de los casos, también se encontró que 6 AGEBS (177-5, 275-4, 148-0, 073-0, 202-7 y 174-3) suman 439 casos lo que corresponde al 25.85%, y el área total de estos AGEBS representa 3.07 km², el control de un área de este tamaño se puede realizar en poco tiempo y poco personal. Por otra parte lo observado –con respecto a la distribución de los casos- concuerda con lo reportado en años anteriores acerca del carácter gregario de los casos del Dengue (varianza relativa = 27.90) en el área metropolitana.

Antecedentes

Etimología

El término dengue fue introducido a la literatura médica como una traducción del Swahili (dinga, dyenga o ki denga pepo), en Indonesia se usó como knokkel-koorts y el de breakbone fever o dandy fever en Filadelfia en 1789, fueron términos utilizados para describir la enfermedad que ahora reconocemos como dengue (Halstead y Porterfiel, 1980).

Distribución del vector y el Dengue

Aedes aegypti (L.) es el principal vector en las Américas y está ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo entre los 30° N y 20° S. Los vectores que transmiten los virus del dengue al hombre son ciertas especies de *Aedes*: *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. mediovitatus* y *Ae. scutellaris* (Soper, 1967). *Ae. aegypti* es un mosquito doméstico y sus hábitats larvarios están en estrecha asociación con el hombre (antropofílico y antropofágico), cuya oviposición se realiza, de forma preferente en los recipientes artificiales domiciliarios y peridomiciliares (Gordon, 1988).

La temperatura produce efectos en la maduración de los mosquitos, altas temperaturas producen hembras pequeñas que son forzadas a alimentarse continuamente de sangre y así poder obtener la proteína necesaria para la producción de huevecillos (Focks *et al.* 1995).

La transmisión del dengue ocurre en forma particular durante los meses del año con más lluvia y altas temperaturas, que propicia las condiciones necesarias para el desarrollo larval en los hábitats donde se almacena agua (Gubler y Trent, 1994).

El vector del dengue tiene una larga historia en México; los registros de los conquistadores españoles sugieren la transmisión de la fiebre amarilla entre soldados y la población nativa (Nathan, 1991). Los primeros reportes de epidemias provienen de Campeche y Mérida en 1648. Aunque la transmisión de la fiebre amarilla en el país se detuvo y continua así hasta la fecha, *Ae. aegypti* tuvo la libertad para desarrollarse hasta 1957 que se lanzó la campaña de erradicación del vector (Soper, 1967).

Uno de los factores más importantes en el reducido éxito de los programas de erradicación de *Aedes aegypti*, y la subsecuente reinvasión de esta especie en ciudades tropicales, fue el rápido crecimiento de la población y la urbanización que adolece de servicios públicos (agua, drenaje, etc.). Cambios en el estilo de vida de la población humana han contribuido al crecimiento de las densidades del mosquito: incremento en el uso de utensilios que proporcionan sitios - criaderos (Gubler, 1993). El comercio y los viajes proporcionan un mecanismo para el transporte de los virus entre las poblaciones (Gubler y Trent 1994).

En Puerto Rico se han encontrado tasas de infección más altas en niños pequeños y mujeres que en niños grandes y hombres adultos (Halstead *et al.* 1969; Morens *et al.* 1986). Niños de edad escolar mostraron tasas más altas de ataque de mosquitos que otros grupos de personas (Rodríguez-Figueroa *et al.* 1995).

A partir de 1994, en México y en Nuevo León se han incrementado los registros de los casos de dengue clásico (DC) y en forma variable el hemorrágico (DH) (S.S.A., 1998). En 1996 se presentó la mayor cantidad de casos de dengue clásico en Nuevo León; sin embargo, en el municipio de Guadalupe durante 1995 fue cuando se registro, oficialmente, más de estos casos (545).

Enfermedades y los Sistemas de Información Geográfica

El uso de sensores remotos, está limitado sólo por la imaginación y la buena voluntad de los administradores gubernamentales (Barnes y Cibula, 1979). El uso de esta nueva tecnología es -actualmente- un método rápido y exacto en la adquisición de datos para el control de mosquitos en dos condados de Michigan, U.S.A. (Wagner, *et al.* 1979; Washino y Wood, 1994).

Se utilizaron los satélites Lansat 1 y 2 para detectar los hábitats larvales de mosquitos en todo el mundo(Hayes, *et al.* 1985). En 1989, Riley presentó una revisión del uso de sensores remotos en la Entomología, Hugh-Jones en 1989, discutió la aplicación de sensores remotos en el estudio de enfermedades transmitidas por vectores.

En Israel se calcularon las distancias entre centros poblacionales y criaderos de especies de *Anopheles* (Kitron, *et al.* 1994), para proponer sistemas de vigilancia basados en sistemas de información geográfica. En Egipto se encontraron correlaciones inversas entre la temperatura diferencial y la prevalencia de *Schistosoma mansoni* (Malone, *et al.* 1994).

La caracterización de la composición del paisaje fue evaluada para el riesgo de exposición a la enfermedad de Lyme en 337 propiedades residenciales en E.U.A. (Dister, *et al.* 1997) y encontraron asociación significativa con la vegetación y las zonas con agua.

Kitron y Kazmietcsak (1997), compararon las medidas de vigilancia para los casos de la enfermedad de Lyme en Wisconsin y su asociación con la vegetación, generaron mapas de los condados con alto riesgo para la transmisión de esta enfermedad.

Los avances en la tecnología de los GIS, provee nuevas oportunidades para los epidemiólogos para el estudio de asociaciones entre exposiciones al medioambiente y la distribución espacial de enfermedades (Vine, *et al.* 1997).

Kitron (1998), estableció que los GIS, los sistemas de posición global, sensores remotos y estadísticas espaciales, son herramientas para analizar e integrar los componentes espaciales en epidemiología de enfermedades transmitidas por vectores, vigilancia y programas de control, basados en aproximaciones del paisaje ecológico.

En Baltimore, Maryland se evaluó la epidemiología geográfica de la gonorrea, durante 1994, donde se reportaron 7,330 casos, y el 87.4% fueron en personas de entre 15 a 39 años de edad, las líneas censales fueron ranqueadas en cuartiles y analizadas por medio de un sistema de información geográfica (Becker, *et al.* 1998).

En la municipalidad de Florida, Puerto Rico se estudiaron 8,689 casos de dengue; usando GIS, determinaron la distancia entre casos en intervalos de tiempo de 0-10, 11-20. y 21-30 días, encontraron que más del 80% de los pares de casos de vecinos estaban entre los 500m, uno de otro (Morrison, *et al.* 1998).

Importancia

El área metropolitana de Monterrey es una zona altamente industrializada, con una población aproximada de 3,000,000 de habitantes (49.7% hombres, 50.3% mujeres); 642,242 viviendas de las cuales 13,367 (2.1 %) no dispone de agua municipal (hasta 1995).. Los casos de Dengue han ido en aumento, lo cual crea la necesidad de implementar y desarrollar sistemas que permitan evaluar, así como apoyar las acciones contra el Dengue.

Originalidad

En México, los estudios sobre los casos de Dengue y su distribución no han sido enfocados mediante sistemas modernos de información, que permitan hacer un análisis multifactorial y multivariado de su distribución y abundancia.

Justificación

La presente investigación se justifica al crear apoyos en las tomas de decisiones del personal ejecutivo que combate al Dengue en la S.S.A.N.L., ya que conocerán las áreas de riesgos de la enfermedad.

Objetivos

Diseñar un sistema de información geográfica que permita establecer las zonas de riesgo del dengue en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo Len, México.

Determinar la distribución espacial y temporal de los casos en el Area metropolitana de Monterrey, N.L., durante 1998.

Hipótesis

Las zonas de riesgo de la enfermedad del dengue en el área metropolitana de Monterrey, N. L. se pueden establecer mediante un sistema de información geográfica

Material y Método

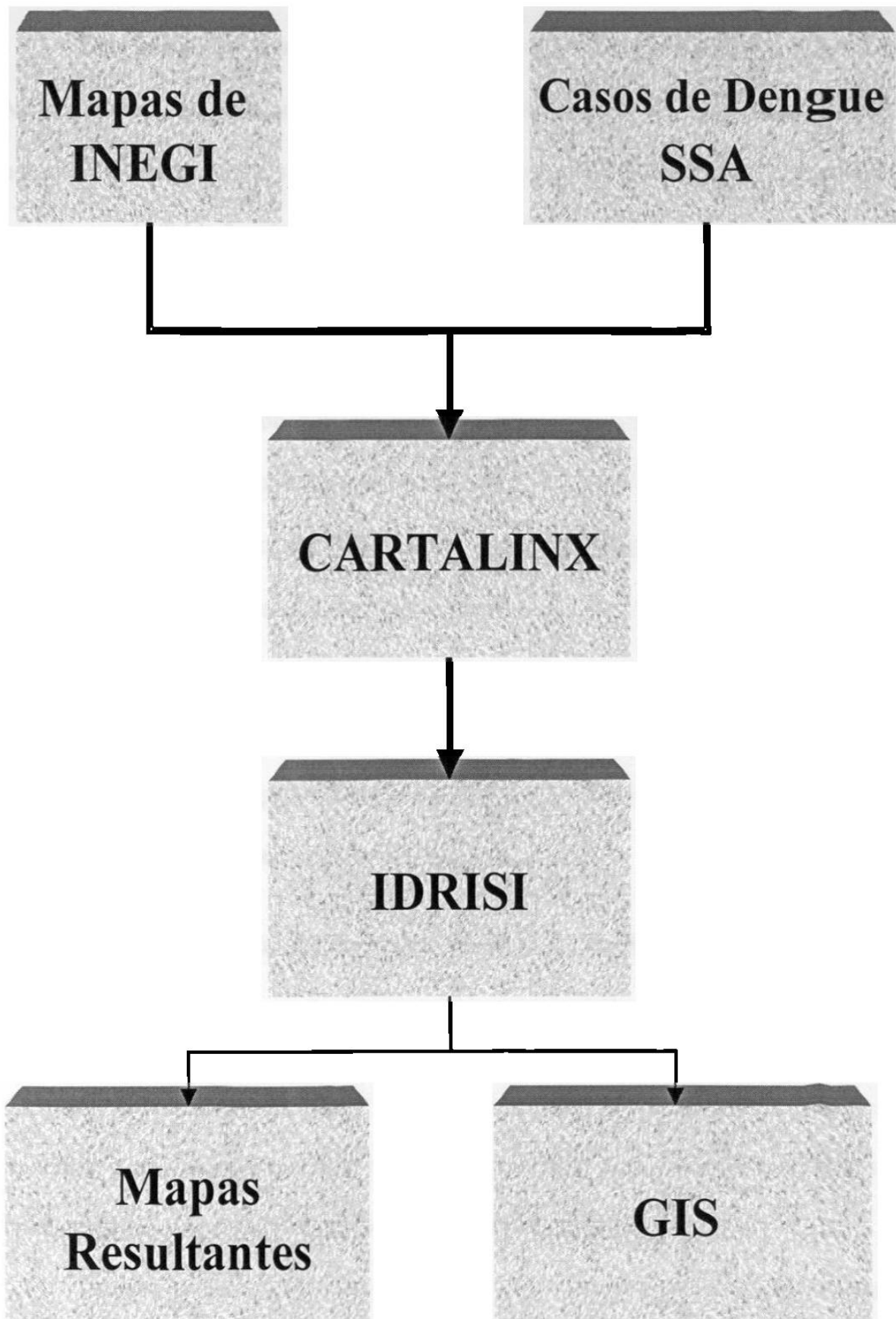


Figura 1 Diagrama de flujo de la metodología.

Descripción del área de estudio.

Este trabajo se desarrolló en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Compuesta en la actualidad de 7 municipios y esta rodeada por varias sierras, más adelante se revisara esta situación. Las posiciones geográficas de los 7 municipios se muestran en la Tabla 3, así como algunos datos obtenidos del anuario estadístico del estado de Nuevo León (INEGI, 1998).

El área metropolitana de Monterrey tiene colonias en lugares muy inclinados o inaccesibles, esta situación dificulta muchas tareas básicas de atención a la población. Servicios como el agua potable, recolección de basura, visitas del personal de salud o el establecimiento de centros de salud médica, no son comunes dado las dificultades que representa llevar a cabo estas tareas. Esta situación es común en muchas de las ciudades de México, y no es exclusiva de nuestro país.

Este problema proviene del crecimiento desmedido de las ciudades, por la alta inmigración de personas provenientes de las regiones rurales en los años 70's y 80's y que continua llevándose a cabo en muchas ciudades del mundo.

Colección y filtrado de datos tabulares (Excel y Access)

Los datos de los casos de Dengue fueron proporcionados por el Laboratorio Central de la Secretaria de Salud del Estado, esta base de datos incluyó varios campos, de los cuales se tomaron solo algunos que fueron del interés de este trabajo. Esta lista de datos es de casos confirmados por el CINVESTAV por pruebas de laboratorio.

La base de datos se construyó utilizando el nombre, fecha de inicio de los síntomas y la dirección de cada paciente. Para el análisis de los casos se inicio en el mes de Julio

hasta el mes de Noviembre de 1998, ya que en este periodo se encuentran el 99% de los casos, además estos casos se dividieron en quincenas. Las quincenas se formaron tomando el día 1 del mes hasta el día 15 e inclusive, la segunda quincena del mes se formó del día 16 hasta el último día del mismo. Esta división se llevó a cabo al observar la información por semanas, condición que creaba muchas capas de información que la diluían. Si los casos se consideraban por meses la información se compactaba mucho perdiéndose información intermedia que podría utilizarse

Los casos que no presentaban suficiente información para poder ser asignados a un Área Geo estadística Básica (AGEB) o una quincena de 1998 se excluyeron de la base de datos final. En otra base de datos se encontraba la lista de algunas colonias que componen el área metropolitana y el AGEB al que corresponde la colonia.

Se utilizó la formula *dbbucarv* de Excel para realizar la tarea de asignar los AGEBS a las colonias correspondientes de manera rápida. Las colonias de las cuales no se conocía el AGEB, fueron buscadas manualmente y se asignó el AGEB al que correspondían, de la misma manera las colonias de las cuales desconocíamos el nombre se buscaron en la guía roji® del área metropolitana de Monterrey versión 1998

Un problema con el que nos enfrentamos fue el de la existencia de varios AGEBS para una colonia o una colonia que se encontrara dividida en varios AGEBS, en tal caso se utilizó la dirección del paciente para localizar el AGEB al que pertenecía el caso de dicho paciente.

Generación de mapas (Autocad®, Cartalinx® e IDRISI®).

AutoCad es un paquete computacional que utiliza para dibujo, diseño y cartografía; CartaLinx es un paquete que se utiliza para realizar operaciones de imágenes “Vector” y su

contraparte Idrisi se utiliza para imágenes “Raster”, ambos son complementarios, permiten la creación, manejo y presentación geográfica de datos tabulares.

Los mapas de los municipios se digitalizaron con anterioridad por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), utilizando fotografías aéreas del área metropolitana de Monterrey. Posteriormente, del total de la información digitalizada por el INEGI, solo se utilizó la capa de AGEBS y se exportó a CARTALINX®.

Se optó solo por utilizar la capa de AGEBS para concentrar la información y los casos en un área determinada y no diluir la información utilizando los casos de manera puntual, que además, epidemiológicamente, no se comportan de esta manera dada la dispersión del insecto vector y según Morrison el 80% de los casos reportados en una epidemia en Puerto Rico, las parejas de casos se encontraron entre 500 metros (Morrison, 1998), que es aproximadamente la longitud mayor de un AGEB.

Se tuvo que realizar un paso intermedio para lograr la exportación de AutoCad® a CartaLinx, ya que no existe un formato en común que ambos compartan para la transferencia de imágenes vector, este paso consistió en utilizar el programa Idrisi® como intermediario y los pasos fueron:

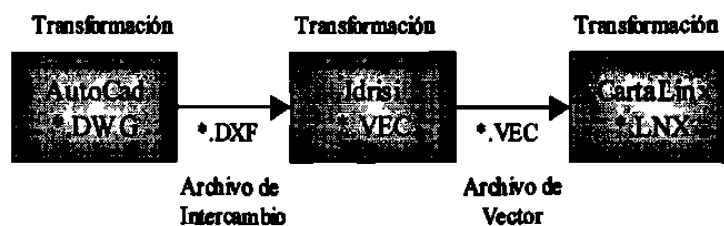


Figura 2. Pasos para la transformación de los vectores de los polígonos desde AutoCad hasta su destino final en CartaLinx®.

Este es un proceso relativamente rápido, lo que en realidad consumió casi el 40% del tiempo de la realización de esta investigación fue el cerrado de polígonos, esto debe realizarse con el fin de que el programa le otorgue una identidad única a cada polígono, es

decir, crear los contornos de los AGEBS y que el programa los identificara como diferente uno de otro, además de darle una identidad, liga esta identidad a una caso en una tabla, la cual puede contener muchos campos alfanuméricos.

Esta tabla es un archivo separado en formato de Access (*.MDB) que puede ser modificada utilizando como interfase Access, Excel o CartaLinx, además soporta tareas básicas y avanzadas de los archivos creados en Microsoft Office como Copiar, Cortar, Empastar, Ordenar, Operaciones lógicas, Filtros, etc.

Una vez creados los polígonos, CartaLinx otorga un número de identificación progresivo a cada polígono del 1 en adelante, la forma en que lleva a cabo esta tarea es mediante la asignación de un identificador de polígono que se coloca de manera manual a diferencia de ArcView que no se necesita realizarse esta operación.

Completado el cerrado de polígonos el paso siguiente obligado fue pasar la información de la base de datos en Excel a la base de datos de CartaLinx, y ambas presentaban una configuración distinta, en la base de datos de Excel cada fila representaba un caso de Dengue y la base datos de CartaLinx cada fila representa un AGEB, además cada polígono no estaba identificado con su AGEBS correspondiente, a pesar de que cada polígono representaba un AGEB este no tenia el número que le correspondía, por ejemplo del polígono 512 de la tabla de CartaLinx, correspondía al AGEB 213-6.

Otra modificación que se hizo a la información fue la división de esta en quincenas, se tomo de día 1 del mes hasta el día 15 de mismo para formar la primer quincena de este mes, la segunda quincena se formo del día 16 hasta el día último del mismo.

La asignación de códigos AGEBS a cada polígono se realizó de manera manual, imprimiendo los mapas ya generados con el número de polígono que presentaba cada uno y por otra parte se imprimió los municipios con los códigos de AGEBS de los mapas del

INEGI. Posteriormente, de manera manual se asignaron los códigos de AGEB a cada polígono de CartaLinx.

Para empatar ambas bases de datos se sumaron los casos para un mismo AGEB por quincena, de esta situación surgió un problema, dado que no todos los AGEBs presentaron al menos un caso. Existía un desplazamiento de ambas listas y tratar de llenar la base de datos de CartaLinx de manera manual llevaría mucho tiempo, dado que se generaron 967 AGEBs y se pretendía utilizar 12 quincenas, es decir de manera manual se realizarían hasta 11604 cambios, de esta situación se busco una forma de hacerlo de manera automática.

La operación de empatar ambas bases de datos requirió de un procedimiento que se llevo una cantidad considerable de tiempo (pero menor a hacerlo de manera manual), el procedimiento es el siguiente: se tomó la base de datos de Access, y se copio a la hoja de Excel donde se encontraba los casos de Dengue, se utilizó una vez más la función *dbbuscar* para que a cada AGEB, con los casos de dengue, se le anexara el número de polígono de CartaLinx, una vez hecho, esto se ordenaron con respecto al orden del número de polígono, se copió el resultado en la base de datos de Access.

A pesar de que el archivo MDB soporta las tareas mencionadas anteriormente, es recomendable no realizarlas directamente en el Archivo MDB (ligado al archivo de CartaLinx), lo recomendable es crear los campos en CartaLinx y solo pegar la información ya ordenada.

Operaciones en CartaLinx e Idrisi

Como se mencionó anteriormente, los municipios se trabajaron de manera independiente (se creó un mapa para cada municipio, figura mapas), por motivos de facilidad dado la cantidad de información y por motivos de capacidad, ya que un archivo se

hace mayor entre más elementos contenga, lo que resulta en una baja en la eficiencia de la computadora y más consumo de tiempo.

Se prosiguió a unir los municipios para generar el área metropolitana como una sola entidad, existieron algunos AGEBs que compartían un límite, es decir, existían líneas duplicadas. Las líneas duplicadas fueron removidas utilizando una rutina de CartaLinx.

Una vez creado el mapa del área metropolitana, se sumaron los casos quincenales con uno de los módulos que posee CartaLinx, para hacer operaciones matemáticas, con el fin de crear un total de casos para 1998.

Este campo que representaba el total de casos fue exportado a Idrisi para su análisis cualitativo de la distribución de los casos, es decir, establecer de manera cualitativa la región donde se agrupaba la mayor cantidad de casos o la existencia de un patrón, esto solo utilizando una paleta de colores que diera a los valores altos una coloración clara y viceversa a los valores bajos.

De igual manera se exportaron los casos por quincenas de 1998 con el fin de hacer el análisis temporal de los casos. El análisis de los casos se realizó utilizando el módulo *TSA* (Time Series Análisis) de Idrisi, que no es más que una reducción de información a través de un análisis de componentes principales.

Para hacer patrones de predicción se utilizó el módulo *TREND* (tendencia) de Idrisi, se puede considerar el equivalente espacial de la regresión. *TREND* calcula la relación entre los valores de los píxeles y su posición dentro de la imagen. Existen tres tipos de regresión dentro de Idrisi: lineal, cuadrática y cúbica.

El módulo *TREND* se utiliza de manera más común para determinar si una tendencia espacial significativa puede encontrarse en los valores de los atributos de una imagen de un espacio dado. Por ejemplo, el número de casos para una enfermedad puede

estar disponible para las ciudades de una región. TREND puede ser utilizado para determinar si una tendencia ocurre, con la esperanza de aislar la dirección espacial del progreso de esa enfermedad. (Eastman, 1997)

Para el análisis cuantitativo de los casos se utilizaron básicamente filtros y para medir la distribución de los casos se utilizó la varianza relativa, que se calcula al dividir la varianza entre la media. Si de este cálculo resulta un valor igual a 1 la distribución es aleatoria, si es mayor a 1 la distribución es agregada y si es menor a uno la distribución es uniforme, esto se conoce como el criterio de Brower (Brower, *et al.* 1977)

Resultados y Discusiones

Dengue en el área metropolitana de Monterrey

El área Metropolitana de Monterrey esta constituida por 7 municipios: Apodaca, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás, San Pedro y Santa Catarina. (Fig. 3), sus coordenadas geográficas y altitudes se presentan en la Tabla 1.

Municipio	L.N	L.O	Altitud
Apodaca	25°47'	100°11'	430
Escobedo	25°49'	100°19'	500
Guadalupe	25°41'	100°16'	500
Monterrey	25°40'	100°19'	540
San Nicolás	25°44'	100°18'	500
San Pedro	25°40'	100°24'	640
Santa Catarina	25°41'	100°28'	680

Tabla 1. Localización de las cabeceras municipales y altura, cantidad de viviendas.

Los Polígonos suman en conjunto 968 AGEBS urbanizados, estos AGEBS comprenden un área total de 512.3 Km². La Cantidad de AGEBS que componen cada municipio están mencionadas en la Tabla 3.

El área metropolitana es básicamente un valle rodeado por montañas o cadenas montañosas. Al sureste La Sierra Madre Oriental delimita la ciudad, que junto con La Sierra Cerro de la Silla dan la forma alargada al municipio de Monterrey. La Sierra Madre Oriental y el cerro de Las Mitras dan su forma a los municipios de San Pedro y Santa Catarina. Además existen tres cuerpos orográficos que se encuentran dentro del área metropolitana que son: al norte el cerro del Topo Chico y al sur dividiendo al municipio de Monterrey La Loma Larga y el cerro de La Campana. (Fig. 4)

Es esta orografía la que da la forma, limita el crecimiento de Monterrey en ciertas direcciones y dificulta las tareas de control del vector del Dengue. Es además en las zonas elevadas donde se encuentran las colonias más afectadas por las carencias de servicios

básicos de drenaje, agua potable, recolección de desechos y atención médica. Esta condición se presenta por que estas colonias en su mayoría son o fueron colonias irregulares sin planeación y falta de interés de las autoridades para mejorar su calidad de vida.

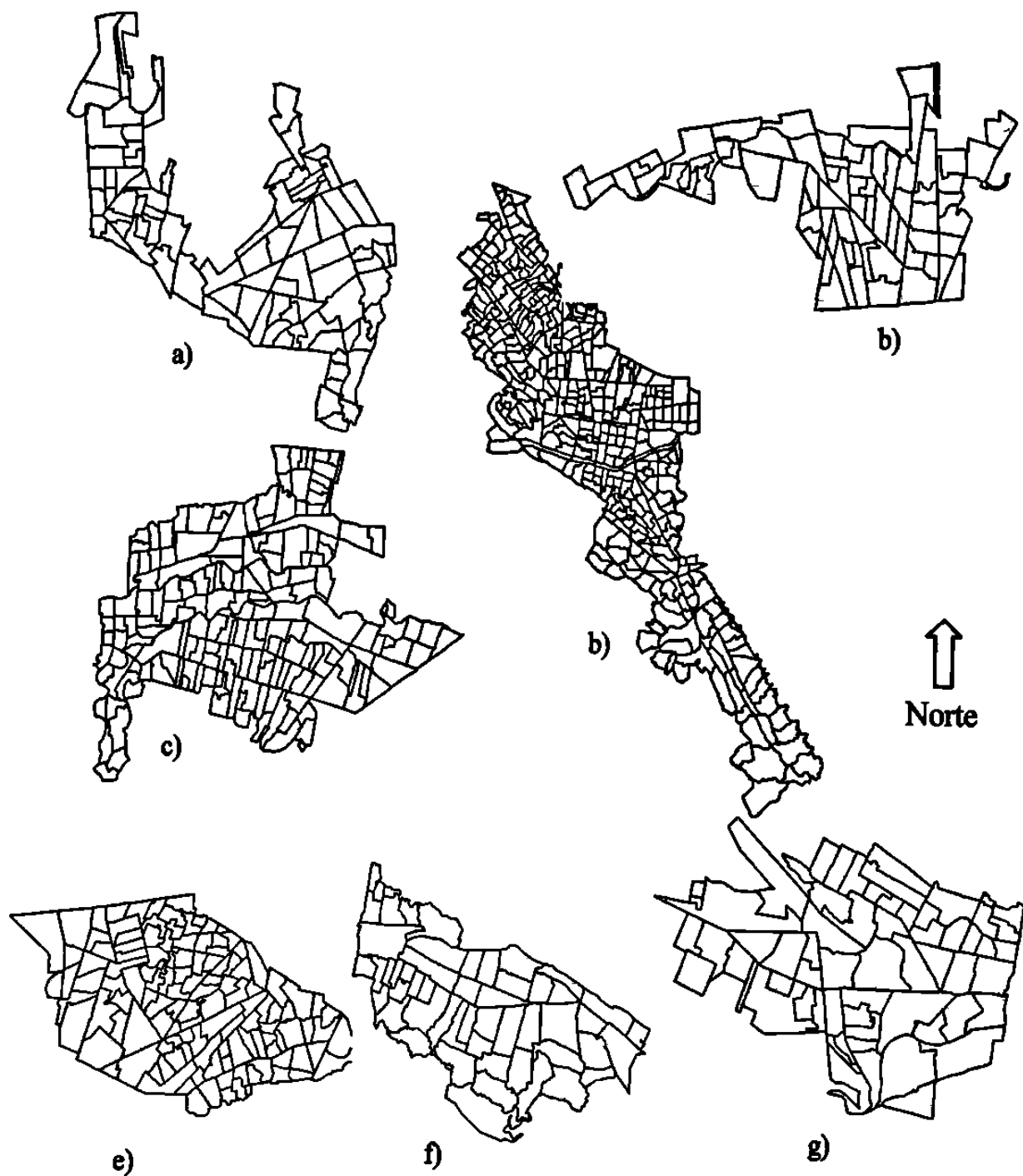


Figura 3. Contornos y AGEBS de los municipios que componen el área metropolitana de Monterrey: a) Apodaca, b) Escobedo, c) Guadalupe, d) Monterrey, e) San Nicolás, f) San Pedro, g) Santa Catarina. Nota: Los municipios no se presentan a escala similar por cuestión de espacio y formato, cada polígono delimitado corresponde a un AGEBS

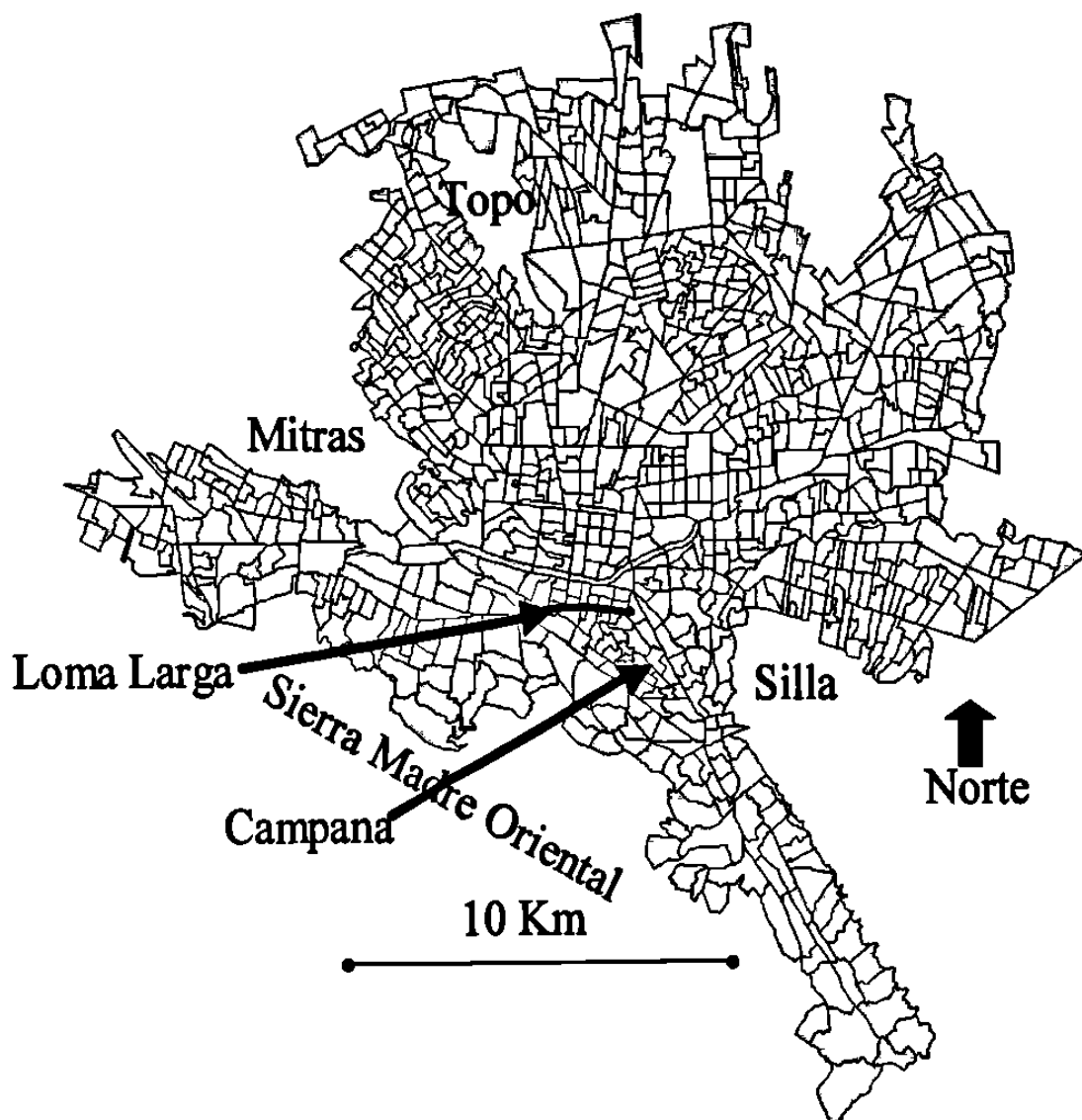


Figura 4. Mapa resultante de la unión de los diferentes municipios y representación de los cuerpos orográficos que se encuentran en el área metropolitana.

Distribución de los casos

Durante 1998 se reportaron oficialmente 2073 casos de dengue en el área metropolitana de Monterrey. Total de AGEBS establecidos 968 de los cuales 314 presentaron al menos un caso, que corresponde al 32.43 % de los AGEBS, esta representa 148.2 km².

La relación de los municipios con diferente número de casos de dengue y AGEBS positivos, son los siguientes y están nombrados en orden de importancia, Monterrey con 107 casos y 462 AGEBS positivos (27.20%), respectivamente; Guadalupe con 104 y 929 AGEBS positivos (54.71%), tal y como se muestra en la Tabla 3. San Pedro reportó la menor cantidad de casos que representa el 0.42%, siguiéndole Santa Catarina (25, 1.48%), posteriormente General Escobedo con 67 casos (3.94%), San Nicolás 72 (4.24%), y finalmente Apodaca con 136 casos (8.01%).

Las áreas donde no se reportaron casos corresponden a las zonas industriales del área metropolitana, la región del cañón del Huajuco y la zona sur de San Pedro que están compuestas por casas-habitación de tipo residencial y la parte del extremo sur de Monterrey, donde se encuentran fincas (quintas) que no son habitadas todo el tiempo.

La distribución espacial de los casos, considerando toda el área metropolitana, fue por conglomerados (varianza / media = 27.90) (Tabla 2) tal y como se observa en todo el municipio de Guadalupe, resaltándose la cabecera municipal del mismo y en Monterrey la región de la colonia Independencia, Caracol, Fraccionamiento Buenos Aires y la parte norte del mismo (Fig. 5). Este tipo de distribución de los casos de Dengue, por conglomerados, ya fue reportado por Aguilar Gueta (1998) para Monterrey.

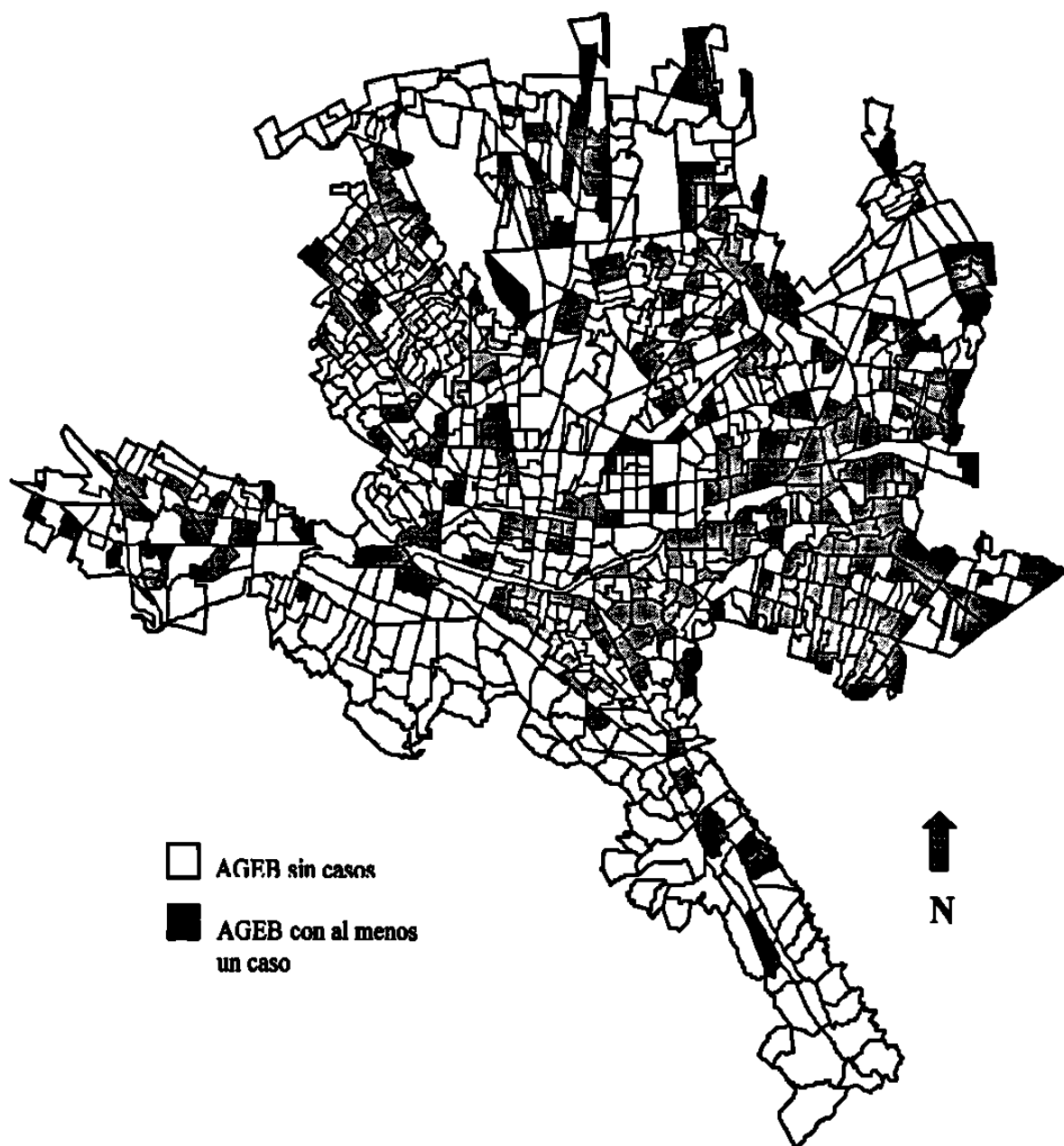


Figura 5. Distribución de los casos de dengue de 1998.

Este tipo de distribución de los casos de dengue también se observa en los diferentes municipios por separado, presentándose mayor aglomeración de casos en el municipio de Guadalupe, seguido por el municipio de Monterrey (Tabla 2).

Municipio	Varianza relativa
Apodaca	8.26
Escobedo	6.68
Guadalupe	37.85
Monterrey	16.87
San Nicolás	2.88
San Pedro	2.05
Santa Catarina	1.60
Toda el área	27.90

Tabla 2. Varianza relativa de los casos de dengue por municipio y para toda el área metropolitana

Los municipios más afectados por el dengue fueron, Guadalupe y Monterrey que suman entre los dos el 82% de los casos, ambos son los municipios más extensos (Tabla 3) y poblados (Tabla 4), pero en de Guadalupe en donde se presentaron el 54.71 % de los casos de toda el área metropolitana, el doble de casos de los que se presentaron en Monterrey.

Municipio	AGEBs Totales	AGEBs con casos	%	Área Total* m ²	Área con Casos m ²	%	Casos totales	%
Apodaca	87	32	36.78	57,155,857.79	19,798,311.79	34.63	136	8.01
Escobedo	76	19	25.00	43,646,721.17	8,946,870.95	20.49	67	3.94
Guadalupe	176	104	59.09	84,088,169.48	49,511,742.73	58.88	929	54.71
Monterrey	387	107	27.64	187,451,733.7	47,247,501.01	25.20	462	27.20
San Nicolás	123	31	25.00	59,730,621.14	12,903,603.88	21.60	72	4.24
San Pedro	54	4	7.40	46,327,921.3	2,172,642.24	4.68	7	0.42
Santa Catarina	64	17	26.56	33,885,547.74	7,584,454.91	22.38	25	1.48
Total	967	314		512,286,572.3	148,165,127.5		1698	

Tabla 3. Casos de Dengue por municipio, el área total representa las áreas de los AGEBs sumados. *el área municipal es distinta al área representada por los AGEBs

Del análisis de los datos reportados por el INEGI no existe diferencia estadística significativa, en el número promedio de ocupantes por habitación y conteo de casa con agua y sin ella (INEGI, 1998), a escala municipal que pudiera indicar la diferencia en casos de dengue, que se muestra entre los municipios.

El municipio de Escobedo es el municipio con más casas sin agua con un total de 5,079 casas sin agua, esta situación se da ya que es actualmente el municipio de mayor crecimiento, con una gran cantidad de colonias irregulares. A pesar de esta situación es de los municipios con menor cantidad de casos de Dengue, una hipótesis son las condiciones ambientales que se presentan en Escobedo, como lo son temperaturas más altas, menor precipitación y desde luego menos vegetación, lo cual podría afectar la dispersión y la vida promedio de los mosquitos.

ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS CASOS DE DENGUE

Municipio	Viviendas		Viviendas con agua entubada			
	Ocupantes	ocup/viv	Dentro	Fuera	Publica	Sin Agua
Apodaca	49,304	4.4	42,103	6,033	68	1,018
	219,153					
Escobedo	39,523	4.5	27,747	5,157	1,497	5,079
	618,933					
Guadalupe	133,203	4.6	123,377	6,032	2,072	1,462
	618,933					
Monterrey	242,652	4.5	213,444	22,658	2,053	3,924
	1,088,143					
San Nicolás	108,511	4.5	105,705	1,097	1,478	192
	487,924					
San Pedro	26,926	4.5	26,402	421	20	38
	120,913					
Santa Catarina	42,855	4.7	36,402	2,716	2,036	1,654
	202,156					

Tabla 4. Número de habitantes, viviendas, conteo de casas con agua y sin ella.

Análisis Cualitativo de los casos

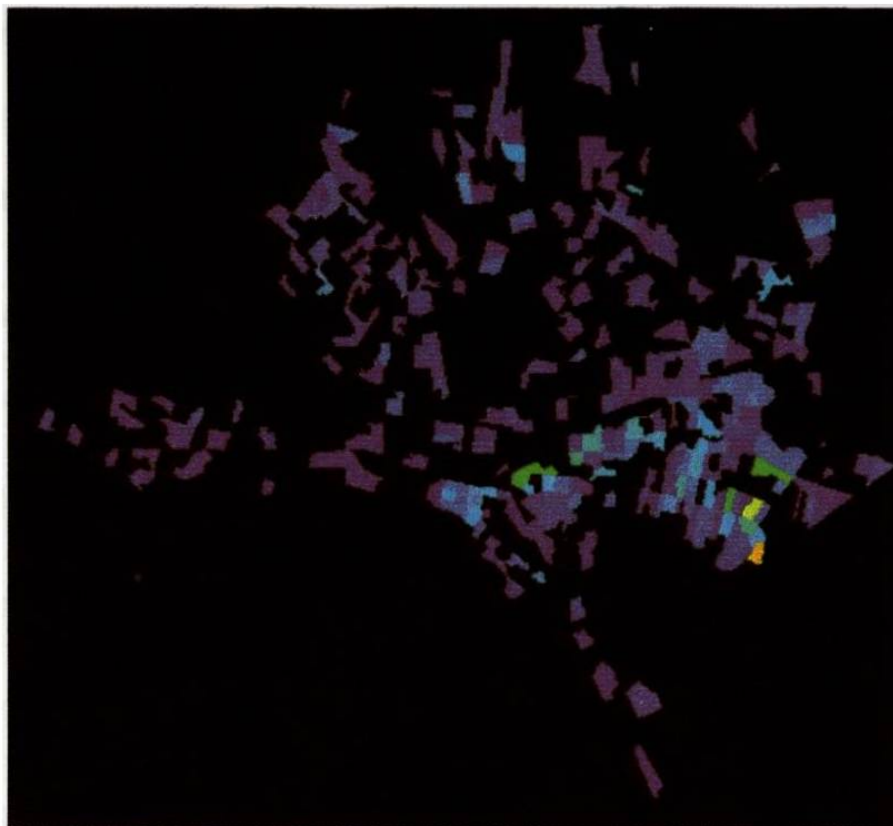


Figura 6. Análisis cuantitativo de la totalidad de los casos en el área metropolitana.

En la Figura 6 se observa una región en donde se concentró la mayoría de los casos, mostrados por los AGEBS con colores claros (azul celeste, verde, amarillo y naranja) y AGEBS donde al menos se presentó un caso en color azul oscuro que son la mayoría. Esto indica que el vector del dengue se encuentra distribuido en gran parte del área metropolitana, como lo muestra el mapa de distribución de casos para todo 1998 (página 18). Esta distribución del número de casos deja claro que el mosquito no tiene una barrera que evite su distribución dentro del área metropolitana, aunque para su abundancia y sobre vivencia tal vez si exista.

Esta situación deja dos preguntas: Si las variaciones de los casos se deben a la concentración del vector en un área dada, por la carencia de servicios de agua potable

domiciliaria - ya que las personas la acumulan en depósitos como: tambos, piletas, cubetas, etc.- o si es por el desplazamiento de personas infectadas, debido a que las fuentes de trabajo se encuentran en otro municipio al de su residencia.

Estas son preguntas que deben responderse de manera independiente y requieren de análisis posterior que sobrepasa los objetivos del presente trabajo.

Análisis cuantitativo de los casos

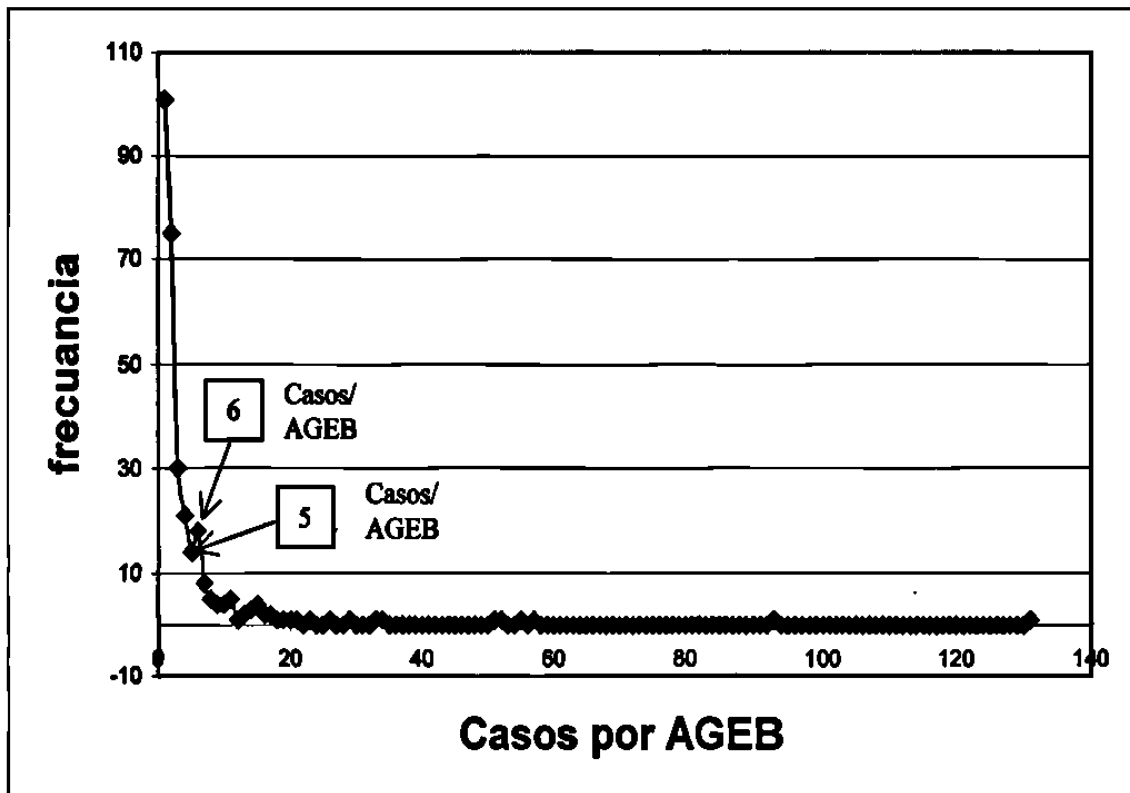


Figura 7. Polígono de frecuencia de los casos por AGEB de Julio a Diciembre de 1998

En la Figura 7 se presenta el análisis cuantitativo de los casos a través de un polígono de frecuencia, donde se observa una inflexión en el intervalo de 5 y 6 casos/AGEB. Se puede resaltar que la mayoría de los AGEB poseen entre 1 y 5 casos/AGEB. Se puede resaltar que la mayoría de los AGEB poseen entre 1 y 5 casos/AGEB, basados en esta observación la información se dividió en dos partes: de 1 a 5 y mayor a 5 casos por AGEB. Para cada una de las secciones en que se dividió la información se construyeron mapas de distribución que se analizan más adelante.

De la primera porción de la información se construyó el mapa de distribución que representa los AGEB que poseen de 1 a 5 casos durante 1998 (Fig. 8). Los AGEBs que poseen de 1 a 5 casos corresponde al 25% no presenta un patrón apreciable, la distribución de los casos por AGEB es de manera uniforme ya que la varianza relativa fue de 0.6903, da como resultado información distinta registrada por Aguilar Gueta (1998).

Al realizar el análisis por municipio, se encontró que, siguieron el mismo patrón de distribución con excepción de Apodaca que presento una distribución aleatoria con tendencia a ser por conglomerados (Tabla 5).

Municipio	Varianza Relativa
Apodaca	1.1586
Escobedo	0.6785
Guadalupe	0.6202
Monterrey	0.6491
San Nicolás	0.5220
San Pedro	0.5238
Santa Catarina	0.5200
Área Metro.	0.6903

Tabla 5. Varianza relativa de los municipios y del área metropolitana

Este tipo de distribución de casos, confirma la clara la distribución del vector, que es generalizada y sin barreras en el área metropolitana.

La segunda porción de la información (más de 5 casos / AGEB) generó el mapa de la distribución de estos casos (Fig. 9), en este mapa si se logra apreciar un patrón claro de los casos. Los AGEBs con más de 5 casos/AGEB se encuentran hacia la región sur-sureste del área metropolitana, tal y como ya se había mencionado en el análisis cualitativo de los casos.

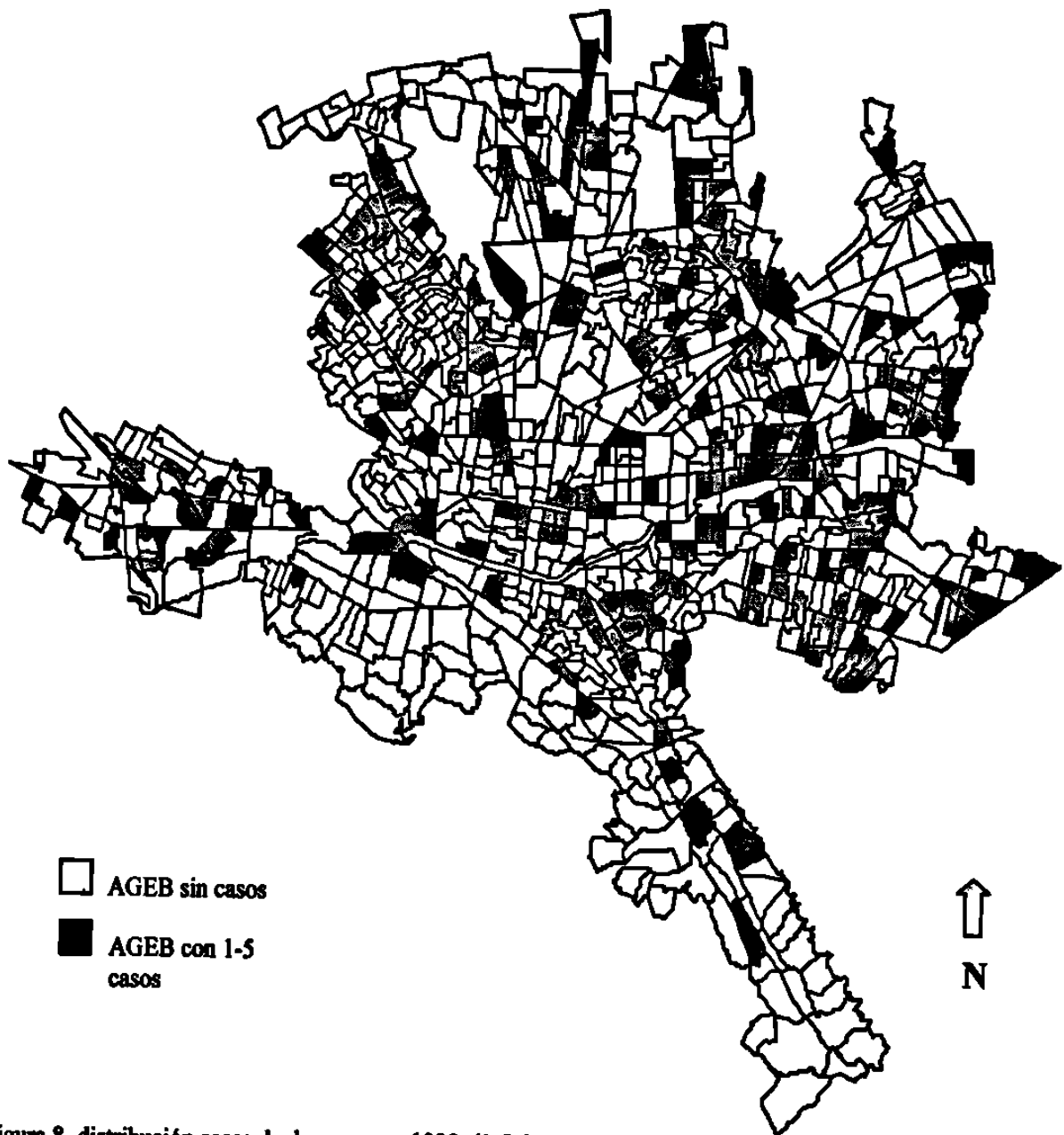


Figura 8. distribución casos de dengue para 1998. (1-5 Casos/AGEB)

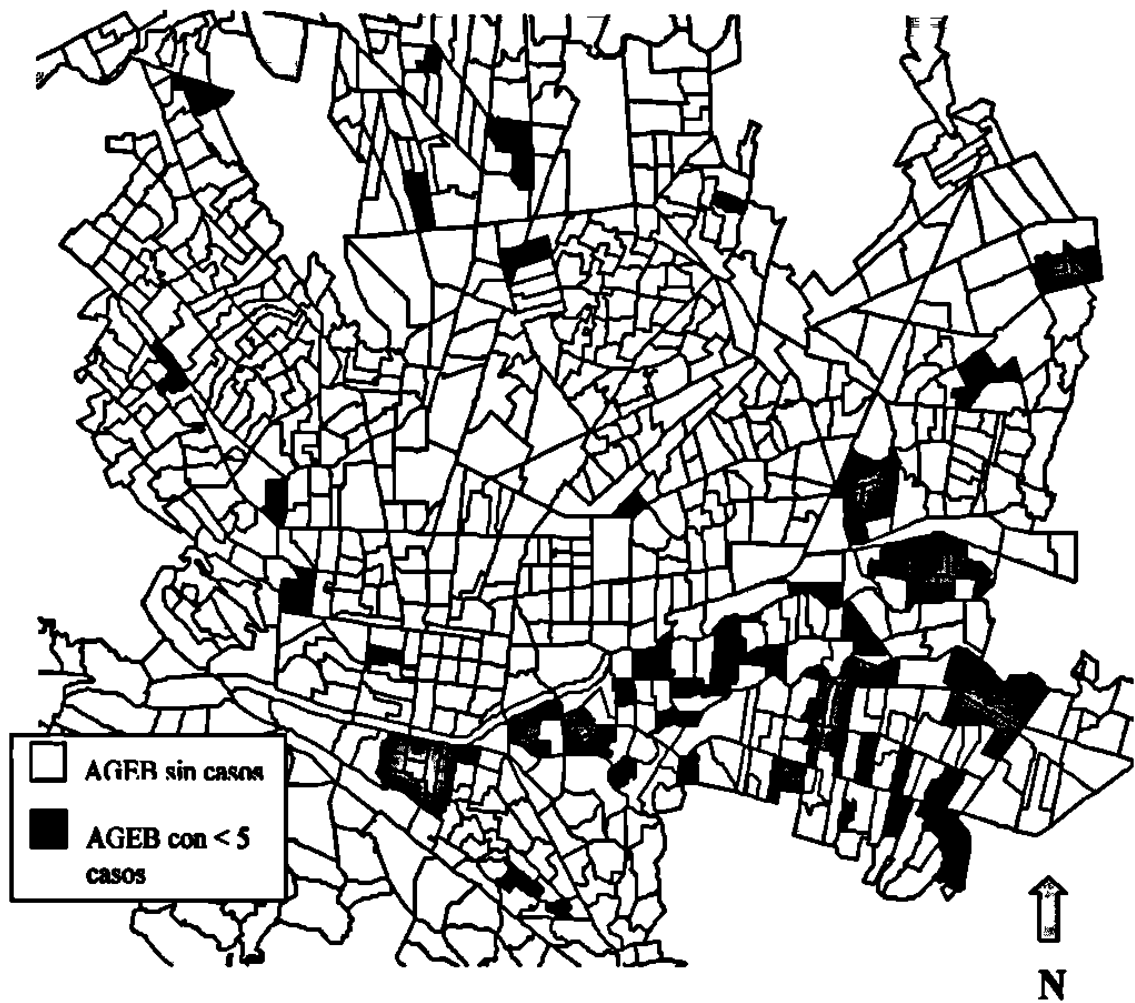


Figura 9. Mapa de los AGEBS con más de cinco casos.

¿Qué es la “Zona 60”?

La zona 60 es una zona “continua” donde se presentaron el 60.13% de los casos de dengue, esta zona se obtuvo a partir del análisis de la distribución de los casos de manera cuantitativa y apoyándose en el polígono de frecuencia de los casos.

En la Figura 10 se puede identificar una zona semi-continua donde se presentaron la mayor cantidad de casos, esta zona va desde la colonia independencia (oeste) hasta la esquina inferior derecha del municipio de Guadalupe (sureste) y la zona norte del mismo, dentro de esta área se presentaron 1021 casos de los 1698 casos registrados en nuestra base de datos final, lo que corresponde al 60.12% de los casos e incluye principalmente AGEBS de Guadalupe (38 AGEBS), así como de Monterrey (15 AGEBS) y San Nicolás (3 AGEBS), en orden de importancia por su participación con casos a esta área, como se observa en la Figura 10. Se logra apreciar que 19 AGEBS se salen del área marcada, con un total de 182 casos, lo que representa el 10.72 %.

Los datos de los AGEBS que presentan más de 5 casos por AGEBS se presentan en la Tabla 6, que incluye el área en metros cuadrados, AGEBS, municipio (MNP), el total de casos para 1998 y el porcentaje acumulativo.

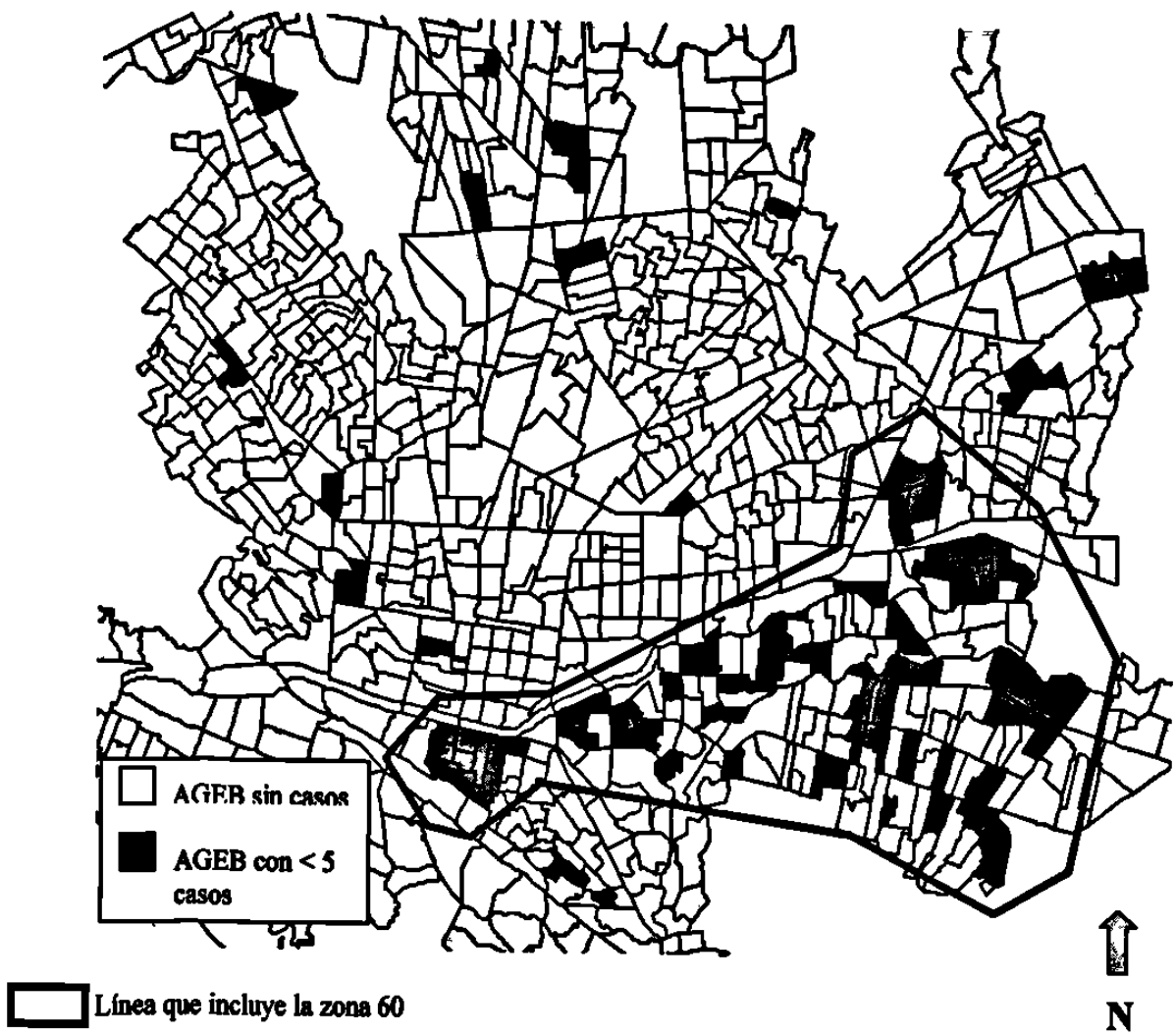


Figura 10. Límites de la Zona 60.

ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS CASOS DE DENGUE

Área	AGEB	MNP	NT	CI
478847.055	174-3	3	131	7.71
511445.789	202-7	3	93	13.19
531569.578	275-4	4	57	16.55
864697.481	148-0	3	55	19.79
344979.191	177-5	4	52	22.85
344528.727	073-0	3	51	25.85
253357.609	042-5	3	34	27.86
464802.348	171-a	3	33	29.80
282761.727	156-5	3	29	31.51
698206.875	029-a	3	26	33.04
606488.148	032-1	3	23	34.39
340874.402	054-8	3	21	35.63
415180.98	061-8	3	20	36.81
477864.156	047-8	3	19	37.93
230022.777	108-3*	1	18	38.99
955788.063	026-3*	1	17	39.99
183134.012	043-7*	1	17	40.99
242446.754	195-3	4	16	41.93
434377.059	158-4	3	16	42.87
688282.801	022-1*	2	15	43.76
360496.414	363-a	4	15	44.64
456480.906	038-9	3	15	45.52
446082.172	205-0	3	15	46.41
199915.848	178-a	4	14	47.23
354826.91	122-4	3	14	48.06
227629.359	139-1	3	14	48.88
328576.555	190-0	4	13	49.65
388784.344	180-7	4	13	50.41
357927.313	173-9	3	12	51.12
611596.613	004-3*	2	11	51.77
460815.953	013-7*	4	11	52.41
333161.465	189-8	4	11	53.06
359647.129	120-7	3	11	53.71
173050.27	060-3	3	11	54.36
440277.477	077-6*	1	10	54.95
214008.484	197-2	4	10	55.54
164709.711	421-4*	4	10	56.12

Área	AGEB	MNP	NT	CI
205826.395	133-4	3	10	56.71
225928.586	187-9	4	9	57.24
535001.664	141-9	3	9	57.77
255942.848	164-a	3	9	58.30
585857.457	191-7	3	9	58.83
320611.098	042-2*	1	8	59.31
290664.855	078-1*	1	8	59.78
465490.387	022-8	3	8	60.25
311925.914	085-3	3	8	60.72
427073.848	070-7	3	8	61.19
234627.027	045-2*	2	7	61.60
834249.77	080-3	5	7	62.01
629628.484	389-4*	4	7	62.43
440173.836	062-0*	4	7	62.84
502573.09	362-5	4	7	63.25
460394.781	181-1	4	7	63.66
468572.574	059-0	3	7	64.08
360115.039	103-3	3	7	64.49
359680.48	028-9*	2	6	64.84
616726.832	004-2*	5	6	65.19
256224.059	126-7*	5	6	65.55
643308.664	116-9*	4	6	65.90
302084.352	148-9*	4	6	66.25
183375.273	196-8	4	6	66.61
262969.031	188-3	4	6	66.96
359186.176	366-3*	4	6	67.31
758420.246	129-8	3	6	67.67
540992.984	012-4	3	6	68.02
324210.207	045-9	3	6	68.37
290609.426	175-8	3	6	68.73
171364.668	123-0	3	6	69.08
2165997.7	051-4	3	6	69.43
437020.363	223-9	3	6	69.79
1306670.95	026-6	3	6	70.14
315139.184	193-6	3	6	70.49
255873.758	078-3	3	6	70.85

Tabla 6. AGEBs que poseen mas de 5 casos en total para 1998.

* fuera del "área 60"; MNP: 1, Apodaca; 2, Escobedo; 3, Guadalupe; 4, Monterrey; 5, San Nicolás; 6, San Pedro; 7 Santa Catarina.

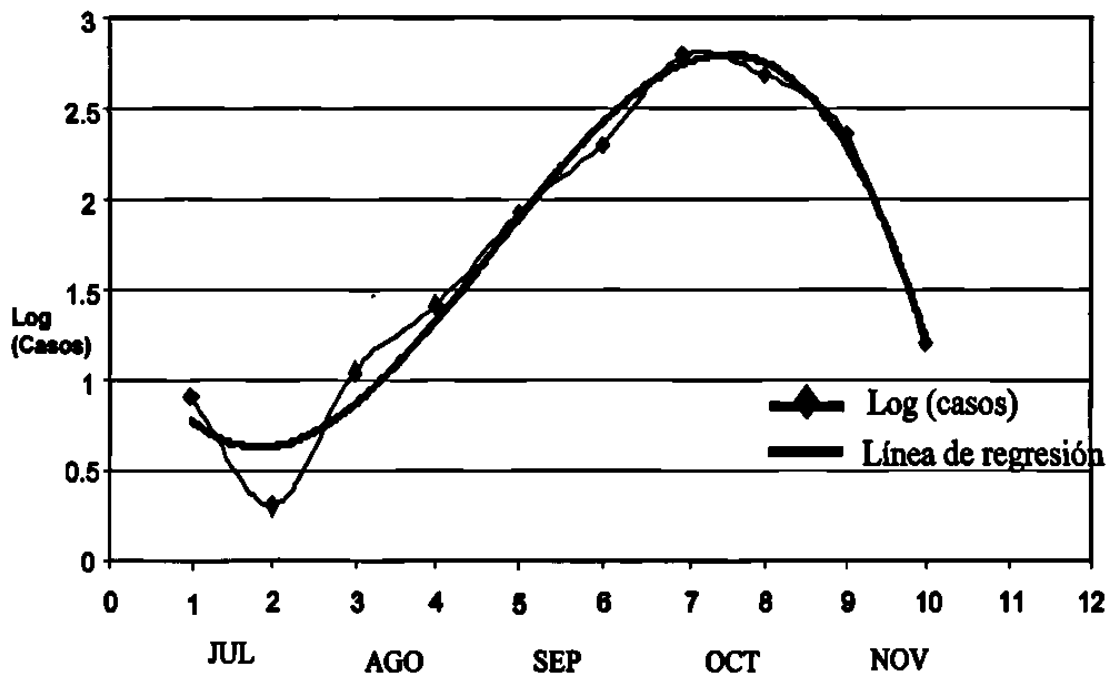
Análisis temporal de los casos

Figura 12. Gráfica del logaritmo de los casos por quincenas del mes de julio a diciembre

El análisis espacio temporal de los casos (y el resto de la investigación) se inicio en el mes de Julio hasta Noviembre de 1998, ya que en este periodo se encuentran el 99% de los casos. Para facilitar el análisis los meses se dividieron en quincenas. Del análisis de regresión de los casos por quincena y utilizando el logaritmo de los casos, la línea de regresión que mejor se ajustó al comportamiento de los casos fue una polinomial de tercer orden ($Y = -0.0236X^3 + 0.331X^2 - 0.9747X + 1.4439$, $r^2 = 0.9705$) con un coeficiente de determinación del igual a 0.97 (Fig. 12).

Los meses que más aportaron casos fueron los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre que corresponde a los meses con una precipitación promedio de 146.0, 70.6, 27.1 milímetro respectivamente -promedios mensuales de 1886 a 1996-, de estos meses, octubre fue el que más casos aportó (66%) y la quincena que más casos reportó fue la primera quincena del mismo mes (37%) (Tabla 7).



Figura 11. Casos de dengue por valores dentro de la zona 60

La zona 60 presenta una distribución de los casos por conglomerados (varianza / media = 24.55) al igual que en las situaciones anteriores.

En esta área se encuentran los 2 AGEBS que presentaron la mayor cantidad de casos para 1998, los AGEBS 202-7 y 174-3 con 93 y 131 casos respectivamente, sin restar importancia a los AGEBS 177-5 y 275-4 pertenecientes a Monterrey con 52 y 57 casos respectivamente, además son los AGEBS que presentaron la mayor cantidad de casos para su municipio. Los AGEBS 073-0 y 148-0 pertenecientes al municipio de Guadalupe presentaron 52 y 55 casos respectivamente.

Entre estos 6 AGEBS (177-5, 275-4, 148-0, 073-0, 202-7 y 174-3) se suman 439 casos lo que corresponde al 25.85%, y el área total que estos AGEBS representan es de 3.07 km², el control de esta área por su tamaño se pudiera realizar en una semana con muy poco personal.

Esta temporalidad de los casos es muy similar a la reportada por Mercado-Hernandez (1999, tesis enedita) para el municipio de Guadalupe.

Quincena	Total de casos
1ª Julio	8
2ª Julio	2
1ª Agosto	11
2ª Agosto	26
1ª Septiembre	84
2ª Septiembre	201

Quincena	Total de casos
1ª Octubre	630
2ª Octubre	491
1ª Noviembre	229
2ª Noviembre	16
1ª Diciembre	0
2ª Diciembre	0

Tabla 7. Casos de dengue por quincena de Julio a Diciembre de 1998 para el área metropolitana de Monterrey.

Análisis de la tendencia de los casos

Para el análisis de la tendencia de los casos se usó el modulo TREND de Idrisi como se menciona en el la metodología, la aproximación que se empleó fue la cuadrática, después de probar las aproximaciones lineares y cúbicas, ya que la significancia fue mayor para la cuadrática.

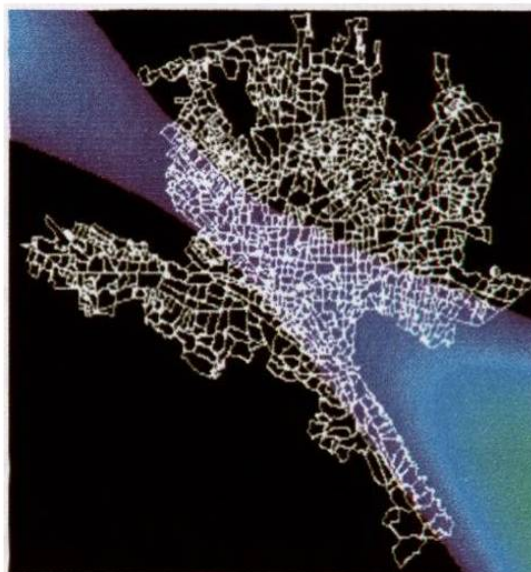


Figura 13. Tendencia de los casos de dengue para la primera quincena de julio

La tendencia obtenida para la primera quincena del mes de julio pronostica un incremento de los casos hacia la región sureste y hacia el noroeste, tal y como se observa en la Figura 13. La segunda semana de Julio no aportó suficientes datos para poder realizar un análisis de tendencia por tal motivo no se presenta su imagen

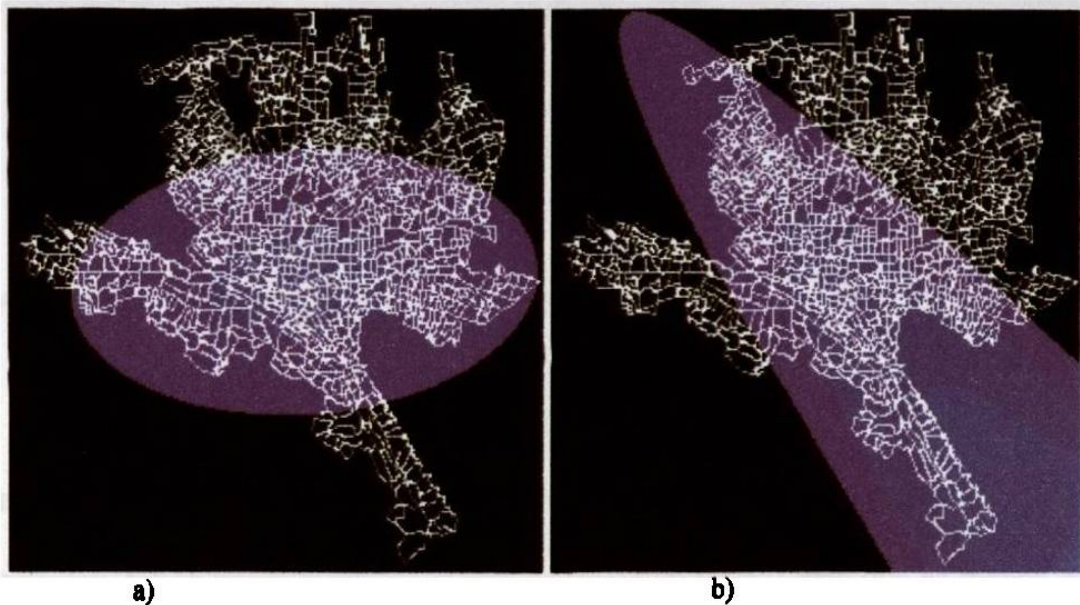


Figura 14. Tendencia de los casos de dengue para la primera (a) y segunda (b) semana de agosto

La primera quincena del mes de agosto presenta una tendencia de incremento del centro hacia el exterior, a pesar de que esto no es visible dado la calidad de la impresión, existe un incremento en todas las direcciones a partir de un centro que se encuentra localizado en el AGEB que pertenece a la colonia Buenos Aires (Fig. 14a).

La segunda quincena del mes de Agosto presenta una tendencia de incremento hacia la región sureste, que corresponde al Cañón del Huajuco, y de disminución hacia la región noroeste del área metropolitana y para el resto del área metropolitana (Fig. 14b).

Se puede hacer notar que el área que abarca la predicción se ha incrementado cubriendo una mayor área de la zona metropolitana en relación con el área de predicción de la Figura 13 en la que se presenta una franja más delgada.

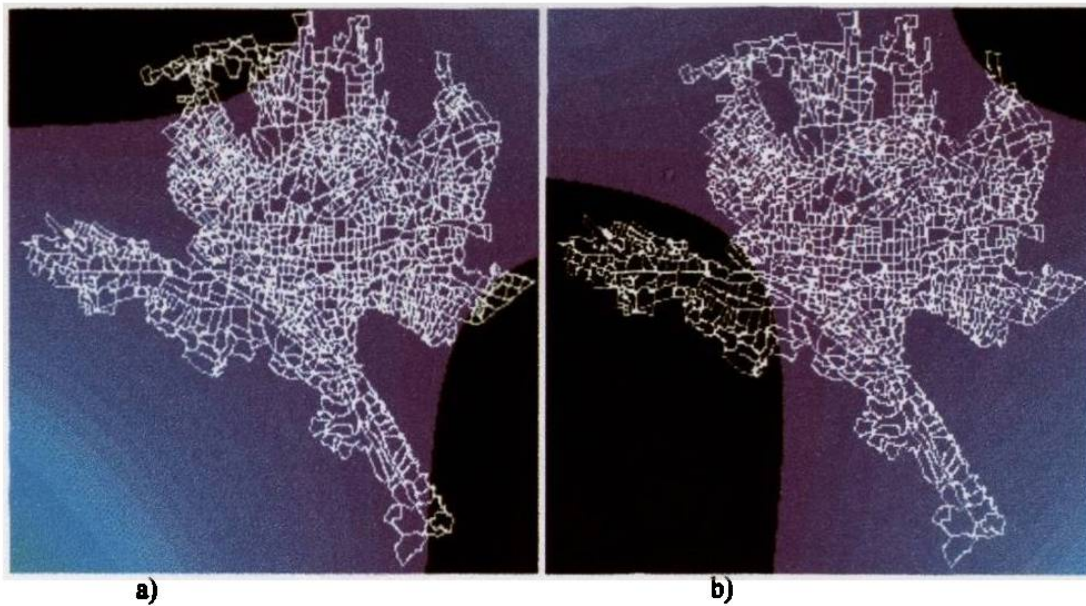


Figura 15. Tendencia de los casos de dengue para la primera (a) y segunda (b) quincena de septiembre

El mapa de tendencia en la primera quincena del mes de septiembre muestra que la tendencia de los casos es de incrementarse hacia la región suroeste, en mayor medida en comparación del incremento que se presenta hacia la zona nordeste que es menor. Cubre casi en su totalidad al área metropolitana con excepción de porciones al este de Guadalupe, al norte de Monterrey y Escobedo, además de una pequeña región al sur de Monterrey (Fig. 15a).

Para la segunda quincena del mismo mes la tendencia cambia de dirección hacia el sureste y excluye a los municipios de San Pedro y Santa Catarina y cubre prácticamente al resto de los municipios con excepción de la punta norte del municipio de Escobedo (Fig. 15b).

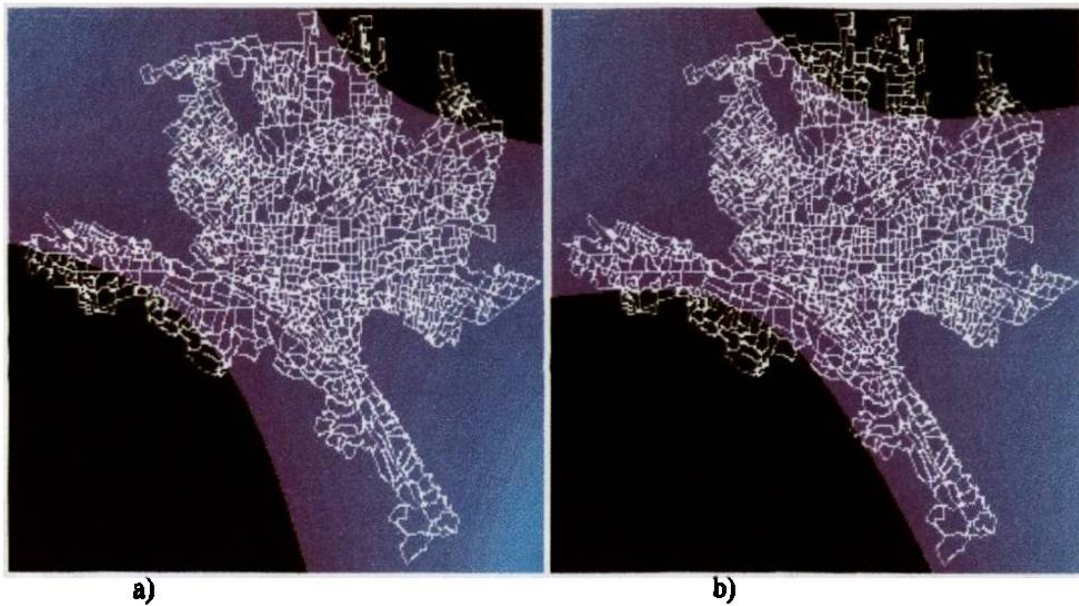


Figura 16. Tendencia de los casos de dengue para la primera (a) y segunda (b) quincena de octubre

Las dos quincenas del mes de octubre presentan una tendencia similar, con excepción de lo que ocurre en la porción norte de los municipios de Escobedo y Apodaca y además la segunda quincena de octubre presenta disminuciones con respecto a la quincena anterior hacia las regiones sureste y noroeste. (Fig. 16)

En las imágenes de las dos quincenas de octubre se excluye la parte sur de los municipios de San Pedro y Santa Catarina.

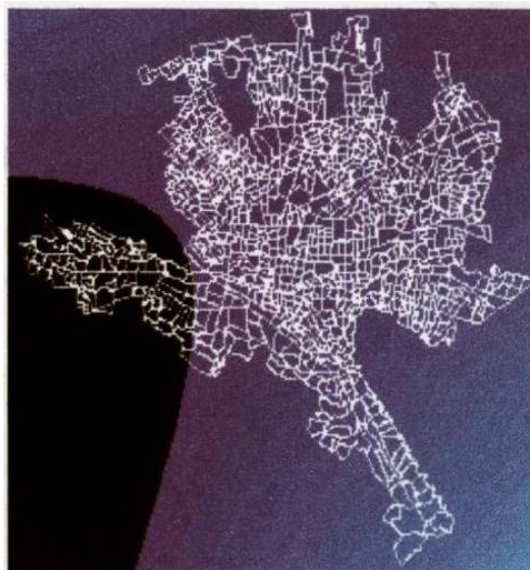


Figura 17. Tendencia de los casos de dengue para la primera quincena de noviembre

Para el mes de noviembre solo se obtuvo una imagen dado que la información de la segunda quincena fue insuficiente para poder generar un mapa de tendencia; sin embargo, en la primera se observa que no se incluye Santa Catarina y una parte de San Pedro (Fig. 17).

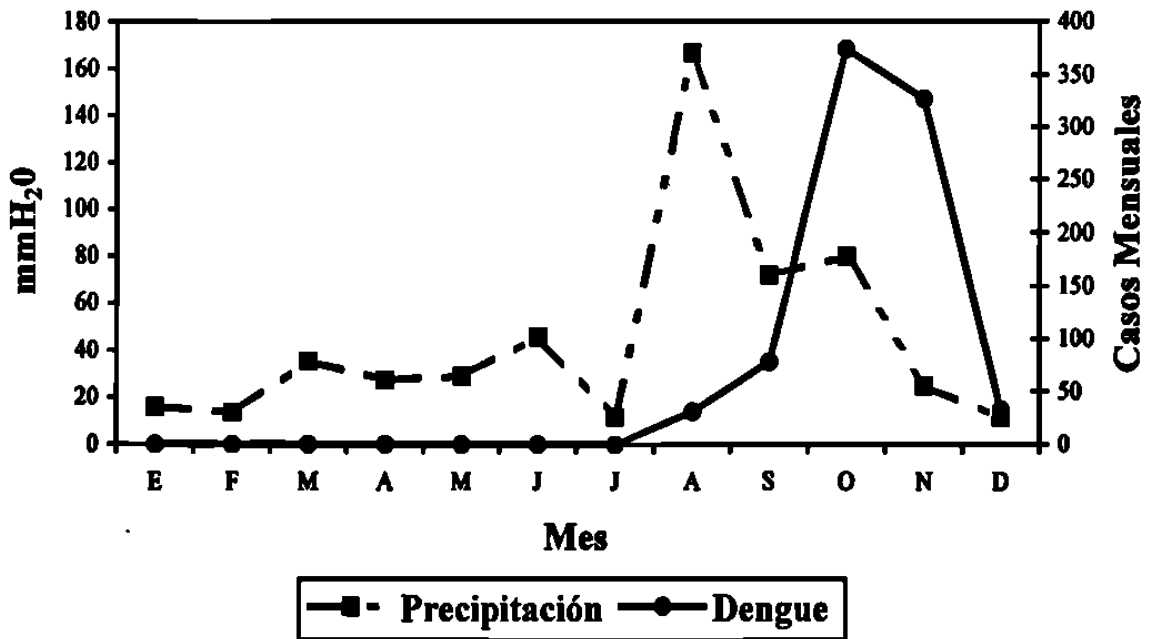
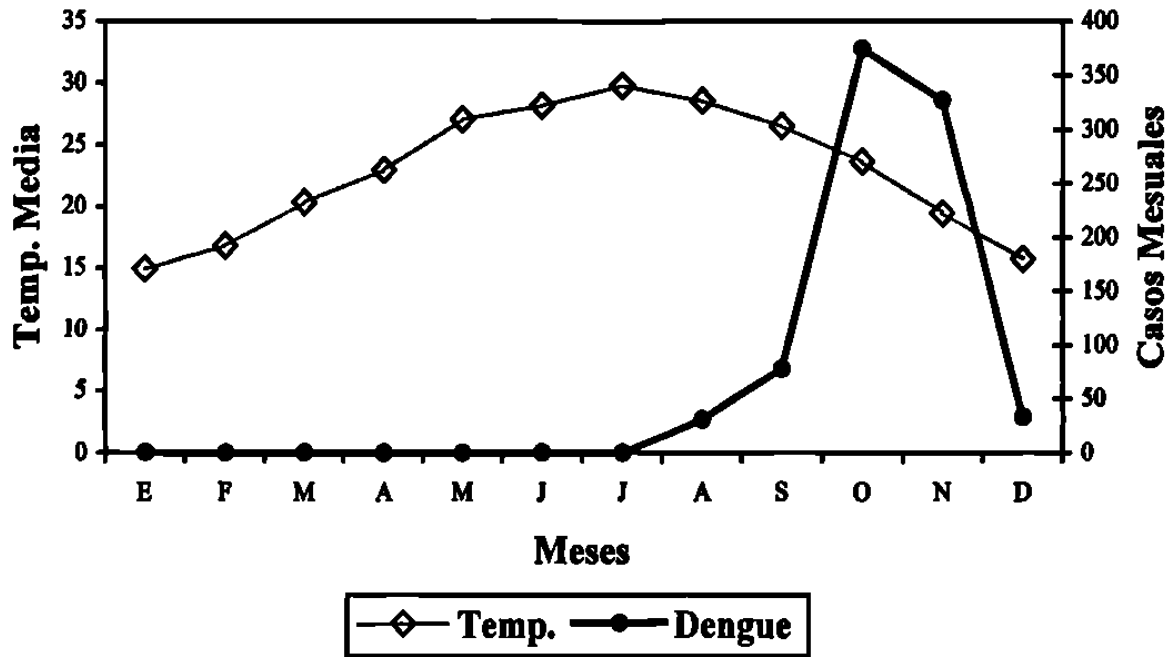


Figura 18. a) Casos de Dengue mensuales y temperatura promedio mensuales, b) casos de Dengue mensuales y precipitación pluvial para el municipio de Guadalupe (1994-1997).

Como se puede observar existen cambios en la tendencia de los casos entre una quincena y otra, principalmente en los primeros meses (julio, agosto y septiembre) y entre los meses. Los cambios en la tendencias se deben al incremento o aparición de casos en determinadas regiones del área metropolitana, lo que causa que el programa trace una nueva tendencia o predicción para el próximo mes o quincena.

Esta variaciones en los casos de Dengue, tanto espacial como temporalmente, se pueden deber a cuatro factores principales: la precipitación, la densidad mosquitos, la densidad de personas y la cultura de las personas como muestran muchas investigaciones previas.

Otros factores climáticos como lo son la temperatura, la precipitación y la humedad relativa no presentan ninguna relación matemática con el incremento de los casos de dengue, pero como se muestra en la Figura 18 a y b, las primeras precipitaciones y el aumento de la temperatura coincide con el incremento de los casos de dengue (Mercado, 1999)

La densidad de personas pudiera estar relacionada con los casos de dengue y su distribución, sin embargo no es el factor más determinante ya que existen áreas tan densas en población como Guadalupe y no presentaron la misma cantidad de casos, tal es el caso de la región norte del municipio Monterrey, los Fomerrey de Santa Catarina y San Pedro, como se muestra en la Figura 10.

Los casos de Dengue no están relacionados matemáticamente con los índices de Breteau, Vivienda y Recipiente, ya que solo registran la presencia o ausencia de larvas de *Aedes*, dejando fuera otros factores como capacidad vectorial, el número de adultos, el número de comidas de sangre humana, etc., a pesar de esto de manera geográfica si existe una dependencia de los casos de dengue con los índices mencionados (Mercado, 1998).

La densidad de mosquitos es el único factor que falta medir de manera precisa, conocer la densidad en un momento dado nos aclararía si existe o no migración de los mosquitos o si son los caso de Dengue los que están migrando en el área metropolitana.

Conclusiones

El área metropolitana debe analizarse como una unidad y no por partes, el análisis de los casos por municipio mostró información parcial, y para un programa de control adecuado se debe considerar todos los municipios, y la herramienta para coordinar y planear el control es la computadora a través de un GIS.

El análisis espacial mostró que la distribución de los casos de dengue es generalizada en toda el área metropolitana. Los casos de Dengue se agrupan por conglomerados, la mayoría de los casos se encuentran concentrados en determinadas áreas. La zona 60 comprende Guadalupe, Monterrey y San Nicolás, con el 60% de los casos con los AGEBS 177-5, 275-4, 148-0, 073-0, 202-7 y 174-3, que suman 439 casos lo que corresponde al 25.85%.

El análisis de tendencias muestra que los casos de dengue se concentran hacia el sureste y el noroeste teniendo como centro la colindancia entre Guadalupe y Monterrey, entre las colonias Independencia, Buenos Aires, Caracol, entre otras.

El presente trabajo mostró la capacidad que posee un GIS y su utilidad como herramienta para manejar la información, mostrarla de manera gráfica, georeferenciada y a la escala que uno desee, además de poder predecir la tendencia en número y dirección de los casos de Dengue.

Para hacer más poderosa y precisa la predicción solo falta medir de manera precisa la densidad de mosquitos en el área metropolitana a través del tiempo y contar con la buena voluntad de la autoridades.

Literatura Citada

- Barnes, C.M. and W.G. Cibula. 1979. Some implications of remote sensing technology in insects control programs including mosquitoes. *Mosquito News*. Vol. 39 (2): 271-283.
- Becker, K.; E.G. Gretory; E. B. Wayne and J. M. Zenilman. 1998. Geographic epidemiology of gonorrhoea in Baltimore, Maryland, using a geographic information system. *Am. J. Epid.* 147 (7): 709-716.
- Brower, J.E., Zar, H.J., von Ende, C.N., 1997. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, Third Edition, Wm. C. Brown. Publishers U.S.A. p.p. 137-139
- Dister, S.; D. Fish; S. Bros; D. Frank and B. Wood. 1997. Landscape characterization of peridomestic risk for lyme disease using satellite imagery. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 57 (6):687-692.
- Eastman, J. Ronald. 1997 . *Idrisi for Windows, User's Guide Version 2.0. Segunda revision*, Clark University. Massachussets, U.S.A. p.p. capítulo 5- página 16 a 17.
- Focks, D.; E. Daniels; D.G. Haile and J.E. Keesling. 1995. A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: Literature analysis, model development, preliminary validation and examples of simulation results. *Am J. of Trop. Med. And Hyg.* 53 (3): 489-506.
- Gubler, D. J., 1993. Emergent and Resurgent Arboviral disease as Public Health Problems U. S. Department of Health and human Dervices, Public health Service CDC: 257-273.

- Gubler, D. J., and D. W. Trent. 1994. Emergence of Epidemic Dengue/Dengue Hemorrhagic Fever as a Public Health Problem in the Americas. *Infectious Agents and Disease*. 2:383-393.
- Gordon, A. J. 1988. Mixed strategies in the health education community participation. An evaluation of Dengue control in the Dominican Republic. *Health An Education Research*. 3 (4) 399-419.
- Halstead, S. B. and J. Porterfield. 1980. Enhancement of dengue Virus Infection in monocytes by *Flavivirus antisera*. *Am. J. Prop. Med. Hyg.* 29 (4): 638-642.
- Halstead, S.B.; J. E. Scanlon; P. Umpaivit and S. Udomasakdi. 1969. Dengue and chikungunya virus infection in man in Thailand, 1962-1964. IV epidemiologic studies in the Bangkok metropolitan area. *Am. J. of Trop. Med. And Hyg.* 18 (3): 997-1021.
- Hayes, R.O.; E. L. Maxwell; C. J. Mitchel and T. L. Woodzick. 1985. DettECTION, Identification and Classification of Mosquito Larval habitats using Remote Sensing scanners in Earth-orbitin Satellites. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 63: 361-374.
- Hugh-Jones, M. 1989. Aplicaciones of remote sensing to the identification of the habitats of parasites an disease vectors. *Today*.5(8)244-251.
- INEGI, 1998. *Anuario estadístico del estado de Nuevo León*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- Kitron, U. 1998. Landscape ecology and epidemiology of vector-born disease: tools for spatial analysis. *Journal of medical Entomology*. 35 (4): 435-445.
- Kitron, U. and J. J. Kazmierczak. 1997. Espatial analysis of the distribution of Lym disease in Wisconsin. *American Journal of Epidemiology*. 145 (6): 558-566.

- Kitron, U.; H. P. Pener; C. Costin; L. Orshan; Z. Greenber and U. Shalom. 1994. Geographic Information System in Malaria Surveillance ; Mosquito Breeding and Imported cases in Israel, 1992. Am. J. Trop. Med. and Hyg. 50 (5): 550-556.**
- Malone, J.; O. Hub; D. Fehler; P. Wilson; D. Wilensky; R. Holmes and A. Elmagdoub. 1994. Temperature Data From Satellite Imagery and the Distribution of Schistosomiasis in Egypt. Am. J. Trop. Med. and Hyg. 50 (6): 714-722.**
- Morens, D. M.; J. G. Rigau-Perez; R. H. Lopez-Correa; C. G. Moore; E. E. Ruiz-Tiben; G. E. Salther; J. Chiriboga; D. A. Eliason; A. Casta-Velez; J. P. Woodall and Dengue Outbreak Investigation Group. 1986. Dengue in Puerto Rico, 1977: Public Health response to characterize and control an epidemic of multiple serotypes. Am. J. of Trop. Med. And Hyg. 35 (2): 197-211.**
- Morrison, A. C.; A. Getis; M. Santiago; J. G. Rigau-Perez and P. Reiter. 1998. Exploratory space-time analysis of reported dengue cases during an outbreak in Florida, Puerto Rico, 1991—1992. Am. J. Trop. Med. and Hyg. 58 (3): 287-298.**
- Nathan, M. B. 1991. The Status of *Aedes aegypti* Control Programs in the Caribbean. Reunión Anual de la Asociación Americana de Control de Mosquitos, New Orleans. 12.**
- Riley, J. R. 1989 Remote sensing in Entomology. A. Rev. Ent. 34:247-271**
- Rodriguez-Figueroa, L., J. G. Rigau-Perez; E. L. Suarez and P. Reiter. 1995. Risk factors for dengue infection during an outbreak in Yanes, Puerto Rico in 1991. Am. J. of Trop. Med. and Hyg. 52 (3): 496-505.**
- Secretaria de Salud y Asistencia (SSA). 1998. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. 26 (15): 8.**

- Soper, F. L. 1967. Dynamics of *Aedes aegypti* Distribution and Density, Seasonal Fluctuations in the Americas. WHO, Bull. 36:536-538.**
- Vine, M. F.; D. Degnan and C. Hanchette. 1997. Geographic information systems: Their in Environmental epidemiology research. Environmental Health Perspectives. 105 (6): 598-605.**
- Wagner V.E.; R. Hill-Rowley; S. A. Narlok and H. D. Newson. 1979. Remote Sensing: A Rapid and Accurate Method of Data Acquisition for a Newly Formed Mosquito Control District. Mosquito News. 39 (2): 2283-287.**
- Washino R. K. and B. L. Wood. 1994. Application of remote sensing to arthropod vector surveillance and control. Am. J. of Trop. Med. and Hyg. 50 (6): 134-144.**



DONATIVO

