

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCION DE POSTGRADO



ESTUDIO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS INDICES LARVALES  
DE *Aedes aegypti* (L.) Y SU RELACION CON LOS CASOS DE  
DENGUE EN GUADALUPE, N. L., DURANTE 1994-1997, MEDIANTE  
UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.

TESIS

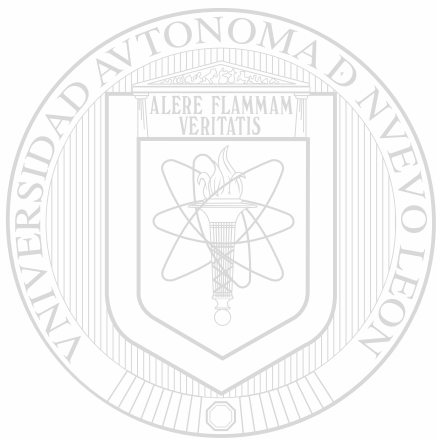
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR  
AL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA

PRESENTA

ROBERTO MERCADO HERNANDEZ

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1999



U ANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

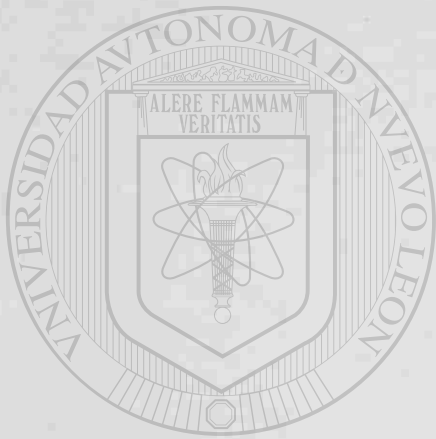
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TD  
RA639  
.5  
M4  
c.1



1080087094



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCION DE POSTGRADO



ESTUDIO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS INDICES LARVALES  
DE *Diaperis argyria* (L.) Y SU RELACION CON LOS CASOS DE  
DENGUE EN ENLADAJURE, N. L., DURANTE 1994-1997, MEDIANTE  
UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.

TESIS

PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR  
AL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS  
DIRECCIÓN CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA

PRESENTA

ROBERTO MERCADO HERNANDEZ

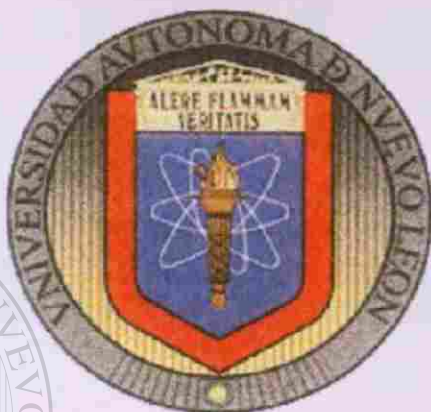
MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1999

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**SUBDIRECCION DE POSTGRADO**



**ESTUDIO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS INDICES LARVALES  
DE *Aedes aegypti* (L.) Y SU RELACION CON LOS CASOS DE  
DENGUE EN GUADALUPE, N. L., DURANTE 1994-1997, MEDIANTE  
UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TESIS**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR**

**AL GRADO ACADÉMICO DE**

**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON**

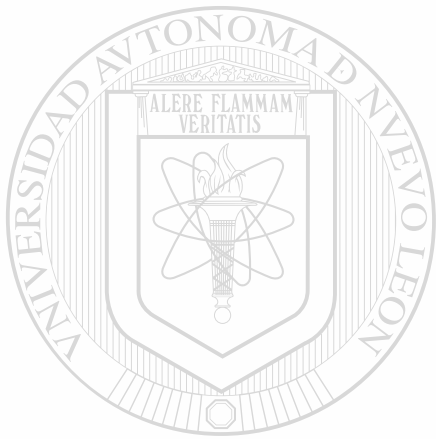
**ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA.**

**PRESENTA**

**ROBERTO MERCADO HERNANDEZ**

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1999



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
SUBDIRECCION DE POSTGRADO



ESTUDIO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS INDICES LARVALES DE  
*Aedes aegypti* (L.) Y SU RELACION CON LOS CASOS DE DENGUE EN  
GUADALUPE, N. L., DURANTE 1994-1997, MEDIANTE UN SISTEMA DE  
INFORMACION GEOGRAFICA.

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA.

PRESENTA

ROBERTO MERCADO HERNANDEZ

COMISION DE TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

  
DR. ILDEFONSO FERNANDEZ SALAS  
DIRECTOR



DR. MOHAMMAD BADI  
CO-DIRECTOR



DR. RAHIM FOROUGHABAKHCH P.  
VOCAL



DR. HUMBERTO QUIROZ M.  
SECRETARIO



DR. ALEJANDRO GONZALEZ H.  
VOCAL

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1999

# CONTENIDO

	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Introducción general.....	1
1.1 Introducción.....	2
1.1.1 Etimología.....	3
1.1.2 Primeros registros.....	4
1.1.3 Registro de especies.....	4
1.1.4 Causas de epidemia.....	4
1.1.5 Biología del vector.....	5
1.1.6 Virología del dengue.....	6
1.1.7 Sistemas de información geográfica.....	9
1.2 Objetivo general.....	15
1.3 Hipótesis.....	15
1.4 Metodología.....	16
Indices larvales.....	17
2.1 Introducción.....	18
2.1.1 Indices larvales.....	18
2.1.2 Sistemas de información geográfica.....	21
2.2 Objetivos.....	24
2.3 Materiales y métodos.....	25
2.3.1 Material.....	25
2.3.2 Area de estudio.....	25
2.3.3 Descripción de la metodología.....	25
2.4 Resultados.....	27
2.4.1 Indices larvales.....	27
2.4.2 Relación entre índices y parámetros ambientales.....	29
2.4.3 Distribución espacial.....	31
2.5 Discusiones.....	34
2.6 Conclusiones.....	36



<b>Casos de dengue.....</b>	<b>57</b>
3.1 Introducción.....	58
3.2 Objetivos.....	62
3.3 Materiales y métodos.....	63
3.3.1 Area de estudio.....	63
3.3.2 Colección de datos.....	63
3.3.3 Generación de mapas.....	63
3.4 Resultados.....	64
3.4.1 Estadísticas de casos de dengue.....	64
3.4.2 Distribución espacial.....	65
3.5 Discusiones.....	67
3.6 Conclusiones.....	69
<b>Casos de dengue e índices larvales.....</b>	<b>81</b>
4.1 Introducción.....	82
4.2 Objetivos.....	85
4.3 Materiales y métodos.....	86
4.3.1 Material.....	86
4.3.2 Generación de mapas.....	86
4.3.3 Análisis espacial.....	86
4.3.4 Análisis matemático.....	86
4.4 Resultados y discusiones.....	88
4.4.1 Distribución espacial.....	88
4.4.2 Análisis matemático.....	90
4.5 Conclusiones.....	93
<b>Literatura citada.....</b>	<b>100</b>

## **DEDICATORIA**

**A mis padres: Carmelita (QEPD) y José E. que me dieron la vida y su amor.**



**A mi esposa María Elena por su comprensión, apoyo y amor.**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**A mi hijo Roberto por su entusiasmo y apoyo.**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

**A mis hermanos Ma. de la Luz, Angel y Juan.**

# AGRADECIMIENTOS

## Institucionales

A la Secretaría de Salud del Estado de Nuevo León por el apoyo técnico recibido en el muestreo y proporcionar los datos de los casos de dengue.

Al Sistema Integral de Monitoreo Ambiental por el apoyo técnico en los datos climáticos usados en este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que me otorgo la beca que hizo posible la realización del Doctorado en Ciencias Biológicas.

## Personales

Al Dr. Ildefonso Fernández Salas por haberme motivado a seguir estudiando y por la dirección de este trabajo.

Al Dr. Mohammad Badii y Dr. Rahim Foroughabakhch P. por las palabras de aliento, confianza y amistad brindadas al firmante, así como su atinada asesoría.

Al Dr. Humberto Quiroz M. y Dr. Alejandro González H. por su valiosa asesoría en la realización de este trabajo.

A mi gran amigo Prof. Miguel A. Vidal Espejo por la ayuda proporcionada.

A mis amigos: Biol. Saúl Lozano F. y Biol. Juan de Dios Aguilar G. por su amistad y ayuda desinteresada.

## RESUMEN

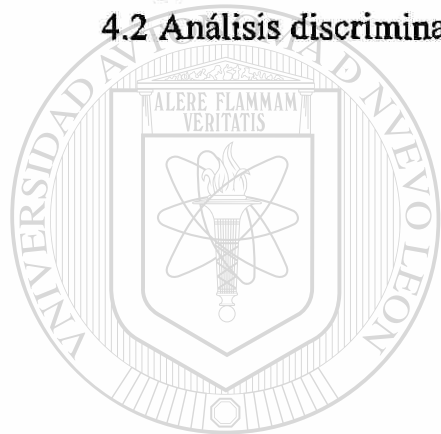
La distribución espacial y temporal de los casos de dengue en Guadalupe, N. L., México fueron analizados mediante un sistema de información geográfica (GIS). Los datos fueron obtenidos de la Secretaría de Salud (SSA) y el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) y mapeados en el municipio dividido en Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB), usando los paquetes CARTALINX<sup>®</sup> e IDRISI<sup>®</sup>. Durante 1994 – 1997, se muestrearon 35,403 casas para determinar los índices larvales de *Aedes aegypti* (L.). El índice de recipiente presentó los valores más bajos (0.2 – 6.9%), el de vivienda fue mayor (9.0 a 21.0%) y el de Breteau fue el más alto (9.0 a 28.0%) al final de la primavera e inicios de verano. Los valores máximos de estos últimos se presentaron de uno a dos meses después de las temperaturas y precipitaciones más altas de cada año. Los índices larvales fueron clasificados en seis niveles (1 = 1.2-3.1, 2 = 3.2-7.0, 3 = 7.1-12.0, 4 = 12.1-23.0, 5 = 23.1-53.0 y 6 >53.0). Los índices de vivienda y de Breteau se distribuyeron espacialmente hacia la parte sudeste del municipio, donde se confirmaron 870 casos de dengue. Los meses de mayor incidencia fueron: octubre (42.3%) y noviembre (37.6%). Las mujeres fueron más afectadas (58.5%) que los hombres (41.5%). La clase edad de 21 a 30 años exhibió más casos de dengue (25.1%). La distribución espacial de los casos en 1994 (36) fue aleatoria, mientras que en 1995 (545) se concentro hacia el sur del municipio, en 1996 (144) hacia el centro-sur (octubre) y al centro-oeste (noviembre) y en 1997 (145) hacia el centro-este. Las cruces de los mapas de la distribución de los casos de dengue clasificados en cinco niveles (1 = a1 a 2, 2 = 3 a 5, 3 = 6 a 7, 4 = 8 a 9, y 5 ≥ 10) con los índices de vivienda y de Bretau clasificados no presentaron dependencia significativa ya que se encontraron AGEB's con relaciones 1/0, 2/0, 3/0, 4/0 y 5/0.

## ABSTRACT

The spatial and temporal distribution of Dengue fever cases in Guadalupe, Nuevo León, Mexico was analyzed using a geographic information system (GIS). Data were obtained from Secretaria de Salud (SSA) and Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) and mapped on the municipality, using CARTALINX<sup>®</sup> and IDRISI<sup>®</sup> programs. During 1994 – 1997, 35403 houses were sampled and larval index of *Aedes aegypti* (L.) were obtained, the container index showed values from 0.2% to 6.9%, followed by house index (9.0 – 21.0%) and were the Breteau was the highest (9.0 – 28.0%) at the end the Spring an beginning the Summer. The highest values occurred two months after the highest temperature and rainfall season. The larval index were ranked in six levels (1 = 1.2-3.1, 2 = 3.2-7.0, 3 = 7.1-12.0, 4 = 12.1-23.0, 5 = 23.1-53.0 y 6 >53.0) the spatial distribution of house and Breteau index were distributed to the south-east of municipality. 870 confirmed cases of dengue, October (42.3%) and November (37.6%) were the months with more cases. The women (58.5%) were more affected. The ages between 21 to 30 years were the highest (25.1%). The spatial distribution of dengue fever in 1994 (36 cases) was located throughout the whole municipality, however in 1995 (545) they were distributed to the south, in October of 1996 to the center south and in November to the center west, but in 1996 (145) they were then distributed in the center east. The dengue cases were ranked in five levels (1 = 1 - 2, 2 = 3 - 5, 3 = 6 - 7, 4 = 8 - 9, and 5 ≥ 10), and mapped with house and Breteau index using CROSSTABS program, indicated non significative dependence, due to dengue cases/larval index , that were 1/0, 2/0, 3/0, 4/0 and 5/0.

## INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1 Coeficientes de correlación de las series de tiempo..... de los parámetros climáticos	38
3.1 Dengue clásico y hemorrágico en México y..... Nuevo León	71
3.2 Casos de dengue por sexo y año.....	72
3.3 Casos de dengue por mes y año.....	73
3.4 Estadísticas descriptivas de los casos de ..... dengue por sexo y año	74
3.5 Casos de dengue por rangos de edad, sexo y año.....	75
4.1 Análisis discriminante (septiembre de 1996).....	95
4.2 Análisis discriminante (octubre de 1996).....	96



# UANL

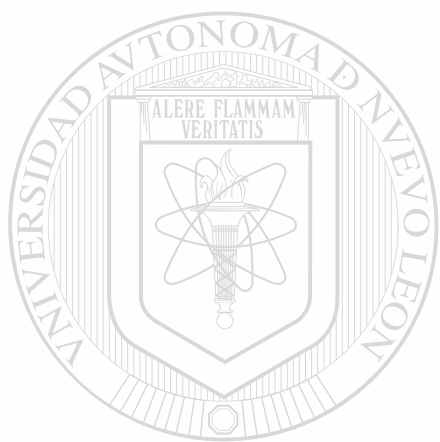
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## INDICE DE GRAFICAS

	Página
Gráfica 2.1 Índice de recipiente.....	39
2.2 Índice de vivienda.....	40
2.3 Índice de Breteau.....	41
2.4 Temperatura e índices de Breteau y vivienda.....	42
2.5 Humedad relativa e índices de Breteau y vivienda.....	43
2.6 Precipitación e índices de Breteau y vivienda.....	44



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Hoja de campo.....	45
2.2 Distribución espacial del índice de recipiente (1994).....	46
2.3 Distribución espacial del índice de vivienda y Breteau (1994)...	47
2.4 Distribución espacial del índice de recipiente (1995).....	48
2.5 Distribución espacial del índice de vivienda y Breteau (1995)...	49
2.6 Distribución espacial del índice de recipiente (1996).....	50
2.7 Distribución espacial del índice de vivienda y Breteau (1996)...	51
2.8 Distribución espacial del índice de recipiente (1997).....	52
2.9 Distribución espacial del índice de vivienda y Breteau (1997)...	53
2.10 Distribución espacial de la vegetación.....	54
2.11 Regiones climáticas.....	55
2.12 Modelo de un SIG para índices larvales.....	56
3.1 Distribución espacial de casos de dengue (1994).....	76
3.2 Distribución espacial de casos de dengue (1995).....	77
3.3 Distribución espacial de casos de dengue (1996).....	78
3.4 Distribución espacial de casos de dengue (1997).....	79
3.5 Modelo de un SIG para casos de dengue.....	80
4.1 Mapas cruzados (casos de dengue vs. vivienda).....	97
4.2 Mapas cruzados (casos de dengue vs. Breteau).....	98
4.3 Modelo de un SIG para casos de dengue e índices larvales.....	99

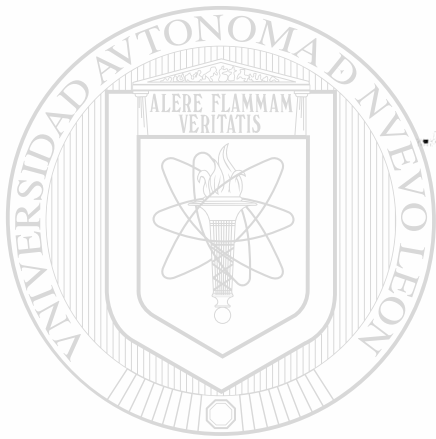
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





## **INTRODUCCIÓN**

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1.1 INTRODUCCION

*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. Es altamente domesticable, adaptado a vivir con los humanos, alimentándose preferentemente de ellos; debido a que se reproduce en recipientes que almacenan agua, ubicados y mantenidos alrededor de las casas. Los vectores que transmiten los virus del dengue al hombre son varias especies de mosquitos *Aedes*: *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. mediovitatus* y *Ae. scutellaris* (Soper, 1963).

El dengue fue clínicamente descrito en 1780, en la gran epidemia ocurrida en Philadelphia, Pennsylvania; hay poca información entre 1780 y 1880 (Gubler, 1987). El vector del dengue tiene una larga historia en México. Los registros de los conquistadores españoles sugieren la transmisión de la fiebre amarilla entre los soldados y la población nativa (Nathan, 1991).

El *Ae. aegypti* puede adquirir el virus al picar a un enfermo de 6 a 8 horas antes de la aparición de la fiebre y durante la etapa febril. Por ser un vector de baja susceptibilidad para la infección oral, necesita alimentarse de individuos con viremias altas. Existe un período extrínseco de incubación de 8 a 12 días, necesario para que el mosquito produzca el virus en su tubo digestivo, se vuelva infectante y sea capaz de transmitir la infección (Clark, 1992).

La focalidad de *Ae. aegypti* y el dengue, incluyen todos los centros urbanos desprovistos de agua domiciliaria y alta acumulación de cacharros. Uno de los factores más

importantes en el reducido éxito de los programas de erradicación de este vector y la subsecuente reinvación de ésta especie en ciudades tropicales fue el rápido crecimiento de la población y la urbanización que adolece de servicios públicos (Gubler, 1993).

Durante en 1995, en México se presentó la peor epidemia de dengue, con más de 500 casos de dengue Hemorrágico y 15,000 de dengue tipo clásico. Las acciones de monitoreo entomológico se basan exclusivamente en los índices larvales (de vivienda, de recipiente y de Breteau), ninguno de éstos se correlaciona adecuadamente con el nivel de transmisión en la comunidad, ya que hay más factores que pueden influir en las complejas relaciones vector-hombre, vector-hábitat y vector-virus (Boletín SSA, 1996).

### 1.1.1 Etimología

El término dengue fue introducido a la literatura médica como una traducción del swahili: **dinga, dyenga o ki denga popo**, que describe “un golpe súbito causado por un espíritu maligno”. Los diferentes términos de **knokkel-koorts** dado en Indonesia en 1779, y el de **breakbone fever o dandy fever** dado en Filadelfia en 1780 fueron términos utilizados para describir la enfermedad que ahora reconocemos como dengue (Halstead y Porterfield, 1980).

### **1.1.2 Primeros registros de la epidemia en México**

Los registros de los conquistadores españoles sugieren la transmisión de la fiebre amarilla entre los soldados y la población nativa (Nathan, 1991). Los primeros reportes de epidemia provienen de Campeche y Mérida en 1648. Aunque la transmisión de la fiebre amarilla en el país se detuvo, el *Ae. aegypti* tuvo la libertad para desarrollarse hasta 1957 que se lanzó la campaña de erradicación del vector propuesta por Soper en Soper, 1967.

### **1.1.3 Registro de especies en México**

Se han reconocido a los trabajos del Vargas y Belkin como los investigadores que han registrado para México 60 especies del género *Aedes* con 7 subgéneros existentes y (Darsie, 1995) recomienda una nueva revisión de la lista de especies para este género.

### **1.1.4 Causas de las epidemias**

El incremento en la frecuencia de la actividad epidémica del dengue y la fiebre del dengue hemorrágico ha sido atribuido al colapso de gran parte de los programas llevados a cabo por La Organización Panamericana de Salud y sus países miembros tomando como factores que contribuyeron a este hecho la reinvación del mosquito, el incremento en la urbanización de muchos países en vía de desarrollo y el rápido movimiento de los virus del dengue a través de las vías aéreas (Clark, 1992).

### 1.1.5 Biología del Vector

*Ae. aegypti* es originario de Africa, y de ahí a todo el mundo, siendo actualmente cosmopolita. El incremento de su área original de dispersión, al igual que la de los insectos dañinos al hombre, ocurrió en forma paralela al desarrollo tecnológico de los medios de transporte y al aumento del comercio internacional durante la segunda mitad del siglo XIX. Se considera que originalmente fue silvícola y posteriormente se fue adaptando al hábitat doméstico y urbano de los tiempos modernos (Reyes Villanueva, 1990).

En 1903 se identificó al *Ae. aegypti* como el primer vector de una enfermedad viral (Soper, 1967).

La oviposición de *Ae. aegypti* ocurre principalmente en las tardes, los huevos son esparcidos en la superficie del agua, pero usualmente son fijados en los lados del contenedor cerca de la línea de agua, son menores de 1 mm de longitud, de color blanco al principio, pero a las dos horas se tornan oscuros hasta llegar a un color negro. Un período de 2 - 3 días y con alta humedad, son necesarios para el completo desarrollo al estado larval. Si los huevos empiezan a secarse, durante este período de desarrollo, éstos se colapsan y los embriones mueren. Durante el tiempo en que las larvas están completamente formadas, los huevos son resistentes a la desecación y pueden sobrevivir por períodos de varios meses hasta más de un año. Bajo condiciones de sequía, la larva dentro del huevo es capaz de emerger siempre y cuando los huevos sean sumergidos en niveles adecuados de agua y el consecuente decremento de oxígeno proporciona el estímulo necesario para madurar (Nelson, 1986).

La larva que emerge del huevo es el primero de cuatro estadios, durante el curso del desarrollo crece de 1 a 6 ó 7 mm de longitud. Pasando de un estadio larval (instar) hasta alcanzar el siguiente, mediante el proceso de muda, durante el cual se desprende de su exoesqueleto, incrementando su tamaño cada vez. La larva de *Ae. aegypti* puede reconocerse por su característico movimiento sinuoso al nadar, repulsión a la luz y el relativamente amplio tubo de aire que se forma con su conexión con la atmósfera. El desarrollo larval requiere de 5-7 días y al final del cuarto estadio muda al estado pupal. La transformación de larva a la forma adulta es completada durante el 2-3 día del período pupal. El adulto que emerge de la pupa es un mosquito oscuro, característicamente marcado con manchas blancas plateadas, un diseño en forma de lira en el tórax u anillos blancos en las patas. Los machos son menos robustos que las hembras y son fácilmente identificables por sus antenas plumosas. Sólo las hembras se alimentan de sangre para el desarrollo de los huevos (Gratz, 1991).

Normalmente el apareamiento tiene lugar a las pocas horas después de la emergencia.

Una vez inseminadas, una hembra puede producir varias posturas de huevos fértiles con tal que obtenga una comida de sangre cada vez. Las hembras son fuertemente atraídas por los humanos y pican durante el día. Estas picaduras algunas veces ocurren en la noche, especialmente en habitaciones iluminadas (Hawley, 1988).

### 1.1.6 Virología del dengue

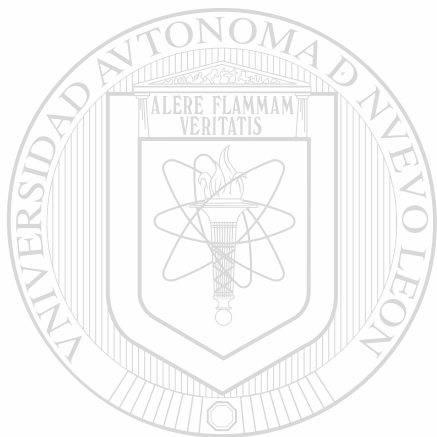
El *Ae. aegypti* puede adquirir la infección al picar a un enfermo de 6 a 8 horas antes de la aparición de la fiebre y durante la etapa febril. Por ser un vector de baja susceptibilidad para la infección oral, necesita alimentarse de individuos con viremias altas. Existe un período

extrínseco de incubación (PIE) de 6 a 8 horas necesario para que el mosquito reproduzca el virus en su tubo digestivo, se vuelva infectante y sea capaz de transmitir la infección. Una vez infectado, el mosquito será capaz de transmitir la infección u funcionar como vector el resto de su vida (Tonn, 1988).

La presencia del huésped es fundamental, sea afectado en forma tangencial o se convierta en el blanco final y amplificador de la infección. En general, el huésped debe ser accesible a los vectores en espacio y tiempo, ser atractivo para la picadura susceptible a la infección, tener baja mortalidad y la capacidad para generar altos niveles de viremia, cuya duración permita la infección de los vectores hematófagos. La interacción del huésped con el vector se inicia con la necesidad de alimentación de la hembra y la búsqueda del huésped se desencadena por ciertos estímulos visuales, movimientos, tamaño, olores, concentraciones de dióxido de carbono, etc.; los cuales son generados por el huésped. Otros factores en el humano que determinan la incidencia de la infección son los genéticos, la susceptibilidad, edad, estado de salud y sobre todo el sistema inmune (Halstead y Portefield, 1980).

El virus del dengue está serológicamente clasificado en cuatro serotipos antigénicamente distintos que son DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4. La infección con uno de éstos serotipos se manifiesta generalmente como una enfermedad febril aguda autolimitada. Sin embargo, en algunos casos de la Fiebre por dengue (FD) pueden ocurrir anomalías vasculares y hemostáticas que pueden progresar en hemorrágicas y shock, ocasionando lo que se conoce como Fiebre Hemorrágica por dengue (FHD) y Síndrome de Shock por dengue (SSD) según Méndez y Montesano, (1994).

El cuadro clínico en los infantes se caracteriza por un cuadro febril acompañado de enrojecimiento de la orofaringe, rinitis moderada, tos, molestias gastrointestinales leves, por lo que muchas veces se diagnostica como faringitis, influenza u otras infecciones de las vías respiratorias. En los jóvenes y adultos, el dengue se manifiesta como un cuadro más típico, caracterizado por un cuadro febril de mas de dos días de duración acompañado por dolor retroocular, de espalda, dolor en músculos y articulaciones y conjuntivitis. Durante el período febril se pueden presentar náuseas y vómito, así como anorexia, constipación. Es común que aparezca un exantema morbiliforme que dura de uno a cinco días (Micks y Moon, 1980).



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### **1.1.7 Sistemas de información geográfica.**

La implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) puede consistir en seis fases (Brown, 1986):

1. **Conocimiento:** Información acerca de esta tecnología será adquirida por los miembros de la organización.
2. **Requerimientos del sistema:** La definición de requerimientos funcionales es derivada de la evaluación del sistema existente y la anticipación de procesos futuros que necesitará.
3. **Evaluación de sistemas alternos:** Un estudio piloto es usualmente diseñado para determinar la efectividad del sistema.
4. **Desarrollo del plan:** un buen plan deberá ser:
5. **Adquisición del sistema:** Un SIG es un sistema complejo, programas y equipo deben ser correctamente instalados e inicializados para su correcta operación.
6. **Sistema operacional:** Es el conjunto de políticas para el manejo de la información y la publicación de resultados.

Un sistema de información geográfica (SIG) es definido como una colección de métodos computacionales, para el ingreso, análisis y presentación visual de información espacial. El centro de un SIG es un sistema de manejo de base de datos el cual provee una conexión entre récords originales y características de un mapa (Freier y FitzMaurice, 1998).

Las bases de sistemas de información geográfica y técnicas de análisis espacial son frecuentemente usadas para entender el ambiente como una base de la planificación del paisaje. Cuatro conceptos fundamentales que subrayan estas técnicas son: la complejidad del ambiente, determinismo, administración y modelos espaciales (Simpson, 1989). El manejo de recursos naturales es un problema complejo. Para garantizar la sustentabilidad

de los recursos se requiere manejar mejor las herramientas con las cuales se hacen decisiones. El desarrollo de modelos de simulación hechos con un SIG es un área emergente (Ball, 1994).

Los manejadores de áreas naturales requieren de una extensa variedad de información precisa y actualizada, así como mapas para manejar efectivamente sus tierras. El sistema tiene dos componentes: una base de datos espaciales desarrollada en un SIG y una computadora portátil con un paquete para relacionar la base de datos (Le-Maitre *et al.*, 1993).

La gran cantidad de problemas ambientales en un mundo de dinámicas e imprescindibles sistemas naturales, llaman para nuevos métodos que hagan uso del reciente desarrollo en la integración digital del razonamiento humano.(Gumbrecht, 1996). La tecnología del SIG provee una herramienta para la definición extensiva de un problema y facilita el diseño y la implementación de estrategias alternas del manejo. El flexible diseño de un SIG acoplado con la habilidad de modelos integrativos con datos espaciales, proporciona políticas regulatorias antes de su implementación (Tim *et al.* a., 1996).

Desde los inicios de los sistemas de información geográfica, desarrollado en los 60s, la tecnología del SIG ha sido extensamente usada para generar y organizar espacialmente grandes volúmenes de datos. En la literatura, sin embargo, dos temas han sido constantemente recurridos: las oportunidades que el SIG provee para análisis sofisticados y la visualización de datos espaciales y por otro lado su insuficiencia para aplicar e investigar en muchas disciplinas (Tim *et al.* b 1996).

Decisiones computarizadas ayudan a ordenar, procesar información y expandir la habilidad en la toma de buenas decisiones. El manejo de ecosistemas involucra una mezcla de elementos cuantitativos y cualitativos que pueden ser capturados efectivamente con sistemas de soporte para decisiones de multicomponentes (Stock y Rauscher, 1996).

Se han realizado trabajos usando Sistemas de Información Geográfica (SIG) tomando como punto central la contaminación. Khan y Liang (1989), establecieron que la naturaleza espacial del problema y la viabilidad limitada de los datos para comprender el movimiento de los pesticidas, son los principales problemas a resolver y estableció que un SIG puede ser usado exitosamente para evaluar la contaminación de un gran número de pesticidas. La aplicación de un SIG en junto con imágenes de satélite (Mozeto *et al.*, 1990) encontraron que en la parte baja de una Estación Ecológica en Brasil se incrementaron los niveles de agua infiltrada que causan anóxia y aumentan la mortalidad de las raíces. Un SIG, acoplado con datos de salud y del medio se usaron para estudiar la exposición de los humanos al flúor en la Ciudad de San Luis Potosí, México; encontraron que no solo es el agua la fuente de flúor y se identificaron áreas de riesgo (Grimaldo *et al.*, 1997).

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Por otro lado, se han publicado numerosos trabajos de la aplicación de sistemas de información geográfica en el manejo de recursos forestales: En Texas se realizó un estudio para determinar el grado de infestación de *Acacia* y *huisache*, integrando un sistema de posición global con imágenes de vídeo (Everett *et al.*, 1993). Con la misma tecnología (Prather y Callihan, 1993), evaluaron la utilidad de un SIG en un programa de erradicación de malezas, generaron mapas para su tratamiento. También se han usado los SIG para determinar zona de riesgo en Taiwan, ranqueadas en cinco niveles, para posibles incendios

en bosques, basándose en la vegetación, el clima y las actividades humanas (Lin, 1994). La configuración espacial de las características de la vegetación, identificación y distribución de áreas de riesgo, a una escala regional, facilitan la detección de asentamientos rurales, que plantea un peligro inminente o potencial para la conservación de los recursos forestales en Argentina (De Pietri, 1995). Se implementó un modelo de respuesta para la vegetación, usando un SIG para evaluar los efectos de diferentes esquemas del manejo de canales (Van-De-Rist *et al.*, 1996).

Las consecuencias ecológicas de la fragmentación del hábitat, incluye efectos directos del hábitat perdido y los indirectos de la reducción de la dispersión inter-fragmento, Los índices del modelo del hábitat se correlacionaron bien con las predicciones de una dispersión exitosa (Schumaker, 1996).

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 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 (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 evaluado para el riesgo de exposición a la enfermedad de Lyme en 337 propiedades residenciales (Dister, *et al.* 1997), 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 sistemas de información geográfica, provee nuevas oportunidades para los epidemiólogos para el estudio de asociaciones entre exposiciones al ambiente y la distribución espacial de enfermedades (Vine *et al.* 1997).

Kitron (1998), estableció que los sistemas de información geográfica, 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.

Becker, *et al.* en 1998 evaluó la epidemiología geográfica de la gonorrea en Baltimore, Maryland, durante 1994, donde 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.

Se estudiaron 8,689 casos de dengue en la municipalidad de Florida, Puerto Rico; usando sistemas de información geográfica, 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).



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



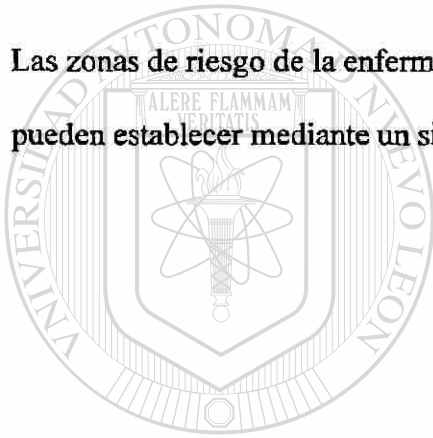
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de información geográfica que permita establecer las zonas de riesgo del dengue en el municipio de Guadalupe, Nuevo Len, México,

## 1.3 HIPÓTESIS

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

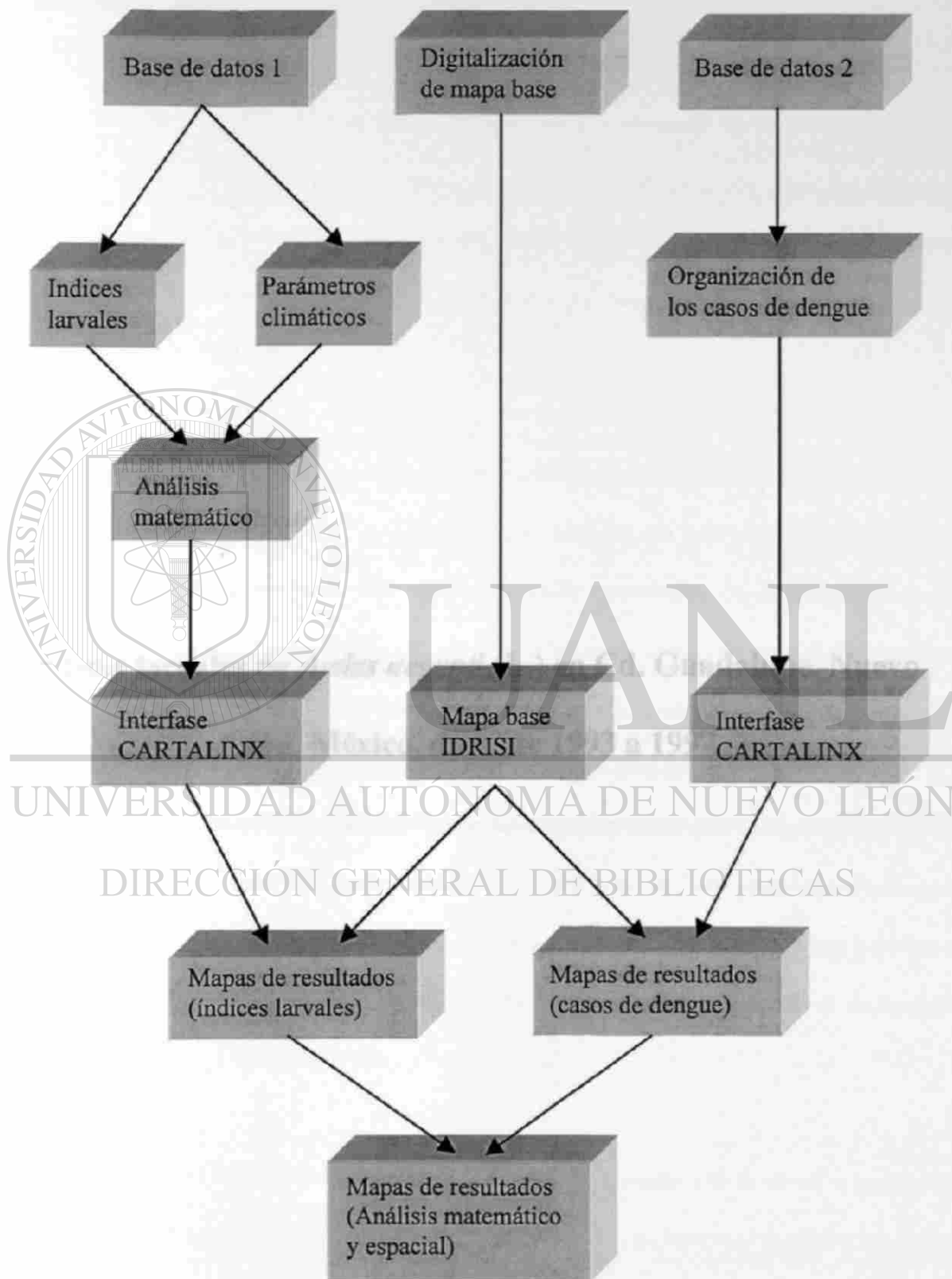


UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### 1.4 METODOLOGIA







**Indices larvales de *Aedes aegypti* (L.) en Cd. Guadalupe, Nuevo  
León, México, durante 1993 a 1997.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2.1 INTRODUCCION

### 2.1.1 Indices larvales

Existen tres índices que pueden medir la densidad larvaria: el índice de vivienda, que se expresa como el porcentaje de viviendas positivas a la presencia de larvas con relación al número de viviendas encuestadas; el índice de recipiente, que es el porcentaje de recipientes positivos en relación con el número de recipientes investigados; y el índice de Breteau, expresado como el número de recipientes positivos por cada 100 casas visitadas (Kumate y Llausas, 1989).

Ninguno de estos índices se correlaciona suficientemente con el nivel de transmisión del dengue en la comunidad, ya que hay múltiples factores que influyen en la transmisión y que van de la mano con la relación hombre/mosquito: preferencia por un huésped humano, hábitos de picadura, susceptibilidad del vector y de huésped, densidad vectorial, longevidad y las variables del ambiente (temperatura, clima, precipitación pluvial, humedad, vegetación, hábitats larvales, etc.). La interacción de todas estas variables determina la probabilidad y la intensidad de la transmisión. Las acciones de monitoreo entomológico se basan en los índices de vivienda y de Breteau. Ello pone sobre alerta, ya que la transmisión pudo haber comenzado antes de llegar a los umbrales. De ahí la necesidad de desarrollar y adecuar los parámetros entomológicos para que sirvan de indicadores de riesgo más que de indicadores de densidad larvaria (Onstad y Carruthers, 1990).

Entre las acciones protectoras para minimizar el contacto con el vector y la picadura encontramos el uso de mosquiteros, tela de alambre y ventanas, insecticidas, repelentes, humo, ropa protectora, etc. Existen conductas que llevan a la protección indirecta: limpieza del

peridomicilio y eliminación de la vegetación, ello favorecido por los programas de participación comunitaria y educación para la salud. Los programas de control del dengue en Tailandia, Cuba y Singapur son algunos ejemplos (Repik y Dalrymlpe, 1987).

Se ha encontrado una fuerte correlación entre el número de días con alta precipitación y los Índices de casa y de Breteau, reportándose para una colonia de Mérida, Yucatán, índices de casa y Breteau arriba de 200 en el 80% de días lluviosos, así como la preferencia de reservorios larvales por el insecto (botes de lámina y llantas usadas ) con un 16.3% y un 15.9% de positividad, respectivamente (Winch, *et al.* 1992).

En el brote de 1991 a 1992 ocurrido en Singapur se reportó que valores altos del índice de vivienda para el género *Aedes* fueron detectados en áreas de alto grado de transmisión. La proporción de criaderos combinados encontrados en casas fue al menos de 3 veces más que los encontrados en lotes baldíos, siendo los floreros el tipo de criadero más preferido (Chang, *et al.* 1993).

La supervisión larval mensual indica que en general, el índice de vivienda y el índice de Breteau son bajos en Selangor, Malasia. La supervisión semanal por ovitrampas genera altos índices larvales (vivienda y Breteau), sin embargo, no se recomienda por incosteable (Lee, 1992).

Uno de los métodos de prevención para infestaciones larvales de *Aedes sp.* que se ha aplicado con éxito moderado es la combinación en la aplicación de niebla de

Malathion®, el Temefos y la prevención en el cubrimiento de los contenedores para el agua (Eamchan *et al.* 1989).

En China demostraron que el índice Breteau puede ser usado para evaluar el efecto de las mediciones de los mosquitos que son vectores; además, este índice estima la tendencia de la epidemia del dengue. (Luo, 1988).

En Liuchiu, Pintung, China, una de las pequeñas islas a las afueras de Taiwán, un equipo de investigadores visitó el área afectada durante el período del 14 al 17 de octubre de 1981, y determinó los índices larvales para dos especies del género *Aedes*, reportando que el índice con más bajo porcentaje fue el de recipiente, mientras que el de Breteau fue el más alto (Lin *et al.* 1986).

Se examinaron las relaciones entre lluvia, abundancia de *Ae. aegypti* y la infección del dengue durante 1982 en Jinjang, un área de proliferación del dengue en Selangor, encontrándose una asociación cuantitativa entre la lluvia y el número de casos de dengue durante el primer período seco. El intervalo de tiempo entre el principio de los aguaceros y el brote de dengue fue alrededor de 2 a 3 meses. Cuando la lluvia mensual fue de 300 mm o más se registró un incremento de 120% en el número de casos de dengue y se observaron asociaciones positivas entre la incidencia de los casos de dengue y los índices de vivienda y Breteau. Las relaciones entre estas tres variables y las lluvias torrenciales sugieren que posterior a éstas, podrían ejercer cierta influencia en la infección del dengue, así como la creación de más sitios como criaderos para *Ae. aegypti* (Li *et al.* 1985).

Con respecto a los agentes que influyen en el conteo de larvas en recipientes al aire libre, la lluvia constituye un factor determinante para su conteo en llantas en modelos ajustados, además del volumen de agua y el pH. La temperatura es el factor que influye más significativamente para el conteo de larvas en cubetas (en modelos no ajustados) y para recipientes más pequeños que las cubetas, el pH fue únicamente el predictor independiente para su conteo (Tun Lin *et al.* 1995).

Considerando el grado de asociación que existe entre la abundancia de adultos y los índices larvales, el índice de recipiente no presenta una correlación significativa con respecto a las densidades de adultos hembras (correlación Spearman 0.35); sin embargo, el índice *Stegomyia* y el índice Breteau sí mostraron correlación significativa (0.90 y 0.78, respectivamente) con muestreos al aire libre en Australia. Se sugiere que para la valoración del riesgo de transmisión del dengue, el muestreo se realice directamente sobre las poblaciones de adultos (Tun Lin *et al.* 1996).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### 2.1.2 Sistemas de información geográfica

Se han utilizado variables climáticas y datos generados de imágenes obtenidas del satélite LANSAT para predecir áreas endémicas de esquistosomiasis (Cross *et al.* 1984). Con el uso de sistemas de información geográfica se encontraron asociaciones significativas entre la abundancia de *Ixodes scapularis*, en 139 venados cola blanca, y siete variables ambientales, en el condado de Kent, Maryland, durante la temporada de caza de 1990 (Glass *et al.* 1994). Se utilizó un análisis de distribución geográfica cuantificando la cantidad de proporción de especies en el área total de ocurrencia que es encontrada en cada zona climática. Un sistema de

información geográfica fue usado para digitalizar mapas de distribución de las especies y mapas con isolíneas climáticas (Westmen 1991).

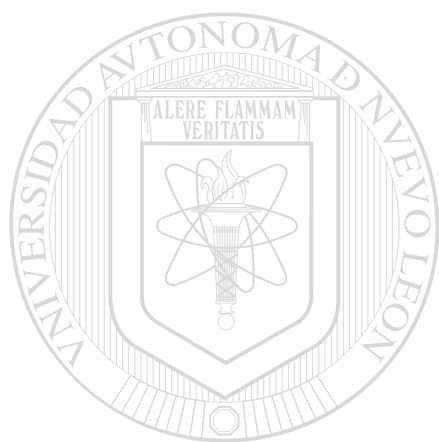
Se han usado los contornos y modelos característicos de un sistema de información geográfica para preparar i) mapas de distribución de especies ii) temperatura media anual del aire y iii) incremento de temperatura estimado por el Instituto de estudios espaciales Goddard. Combinaron estos mapas para formar un modelo regional para predecir la distribución espacial (Minns y Moore 1992).

Fue desarrollado un modelo de regresión para predecir la producción general de *Picea stchinensis*. Este modelo fue interfaseado con un sistema de información geográfica de predicción y un mapa de producción bajo un número de escenarios cambiantes en el clima y encontraron la influencia de éste en la producción de *Picea stchinensis* (Proe et al. 1996).

Se han publicado mapas de los hábitats de criaderos de especies de insectos vectores que facilitan la evaluación del riesgo de contraer las enfermedades transmitidas por éstos, y también ayuda en el control de los vectores. Consideraron un modelo simple de riesgo que fue aplicado a los datos de la ciudad de Brisbane en el sudeste de Queensland, este fue ligado a un análisis computarizado de sensores remotos que produjo una guía para el control en tiempos críticos, sobre todo en las épocas de lluvia (Dale et al. 1998).

Por medio de sensores remotos se caracterizó el hábitat del vector de la malaria y un conjunto de información para diseñar un modelo predictivo de la dinámica poblacional y potencial de transmisión en la costa plana de Chiapas, México (Roberts et al. 1991): Se demostró la necesidad de definir los factores ambientales asociados con la presencia del vector

de la malaria, en base al uso de sensores remotos (Roberts y Rodríguez 1992). Demostraron que la abundancia del vector de la malaria y la proporción de elementos del paisaje, se distinguen correctamente en las 40 localidades muestreadas con alta y baja abundancia de *Anopheles albimanus*, en el sureste de Chiapas, México (Beck *et al.* 1994).



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

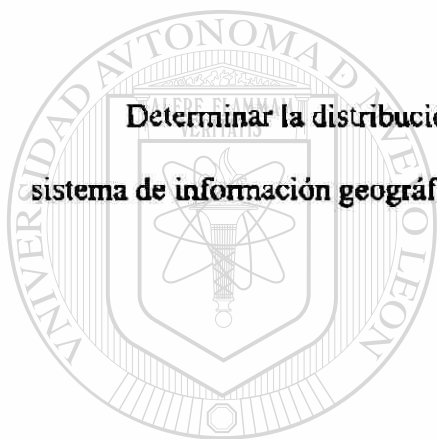


## 2.2 OBJETIVOS

**Determinar los índices larvales de *Aedes aegypti* en el municipio de Guadalupe, N. L., durante el período comprendido entre 1993 a 1997.**

**Determinar las ecuaciones de predicción de la temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa en el municipio de Guadalupe, N. L., durante el período comprendido entre 1993 a 1997.**

**Determinar la distribución espacial y temporal de los índices larvales, mediante un sistema de información geográfica.**



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.3.1 Material:

Con el propósito de diseñar el modelo predictivo, se recurrió al Departamento de Epidemiología de la Subsecretaría de Salud del Estado, el cual facilitó la información necesaria para formar la base de datos para la determinación de los índices larvales de *Ae. aegypti* en el municipio en estudio durante los años de 1993 a 1997. Los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial fueron proporcionados por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) y el Ing. Miguel A. Vidal Espejo, formando otra base de datos. Para tal efecto se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS V5.0).

### 2.3.2 Area de estudio

Este trabajo se desarrolló en el municipio de Guadalupe, Nuevo León, México, al oriente del área metropolitana de Monterrey con una superficie de 118.737 Km<sup>2</sup>. Se encuentra geográficamente entre 25° 37' 20" a 25° 44' 7" Latitud Norte y 100° 12' 58" a 100° 16' 29" Longitud Oeste (2834190 y 2846303 N y 372051 y 386674 O en UTM), es el segundo municipio con mayor densidad poblacional: 618,933 habitantes que corresponde al 17.4% del estado (INEGI, 1995). El 29.34% de la población tiene más de 12 años de edad.

### 2.3.3 Descripción de la metodología

**Base de datos.** Este archivo de datos se formó con la información proporcionada por el Departamento de Epidemiología de la Subsecretaría de Salud del Estado, dentro de su programa de monitoreo larval y que contiene las siguientes variables: año, jurisdicción epidemiológica, colonia, casas visitadas, casas positivas con larvas de *Ae. aegypti*, recipientes

exteriores e interiores (número y cantidad de positivos) (Fig. 2.1). Los parámetros ambientales de las zonas muestreadas (temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial) formaron la segunda base de datos.

**Análisis Matemático.** Se calcularon los índices larvales: índice de vivienda, índice de recipiente e índice de Breteau (Kumate y Llausas, 1989). Durante los años de 1993 a 1997 se muestrearon 35,403 casas en Guadalupe.

**Análisis Estadístico.** Se obtuvieron las ecuaciones de regresión por medio de series de tiempo para los datos de humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial mensual, así como para los índices larvales, debido a la periodicidad de los mismos, siendo de la forma:

$Y = a + b \cos (Ct) + c \sin (Ct)$ , donde C es 360/ciclo 12 meses, y t el tiempo (Little y Hills, 1989).

**Generación de mapas.** El mapa base fue digitalizado utilizando fotografías aéreas, usando el programa CARTALINX® y tomando como polígonos las Áreas Geoestadística Básica (AGEB), se asignaron los identificadores de polígonos y se agregaron los datos de los índices larvales, previamente recodificados en seis categorías: de 1.2 a 3.1=1, de 4 a 7=2, de 8 a 12=3, de 13 a 23=4 de 24 a 53=5 y de 54 o más = 6 (OPS, 1994). Estos mapas fueron exportados al paquete IDRISI® para su posterior análisis.

## 2.4 RESULTADOS

### 2.4.1 Índices larvales.

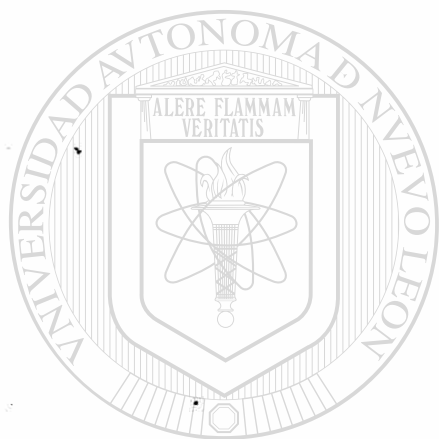
Durante el período del presente estudio, comprendido de enero de 1993 a octubre de 1997, se trabajó con datos proporcionados por la Subsecretaría de Salud del estado, se determinaron los índices de recipiente, vivienda y de Breteau.

Se obtuvieron valores menores del 1% para el índice de recipiente (Gráfica 2.1) durante el verano de 1993; sin embargo, en el verano de 1994, primavera de 1995 y al final del verano de 1996, se obtuvieron los porcentajes más altos de todo el período de estudio, 6.7, 6.9 y 6.0% respectivamente. En 1997 presentaron los valores más bajos del índice de recipiente, ya que la primavera y el verano se registraron valores menores.

La variación en los valores del índice de vivienda es mostrada en la Gráfica 2.2. En ella pueden observarse porcentaje superiores en los veranos del período estudiado. El valor máximo fue del 21% y se registró en primavera de 1995, el siguiente valor más alto se registró en el verano de 1996 (18%). En 1997 se encontraron valores desde 2 % (julio) hasta 9% (abril). Este índice no resultó ser el más bajo en promedio para el estudio realizado.

El índice de Breteau, (Gráfica 2.3), presentó variaciones similares al de vivienda; sin embargo, al inicio del verano de 1995, se reportó el valor más alto (28%) y al final de la misma estación, pero en 1996 se encontró el siguiente valor más alto (23%). En 1997 se encontraron valores desde 2 % (septiembre) hasta 9.5% (abril).

Debido a su comportamiento periódico, fue necesario realizar un análisis de series de tiempo se calculó una ecuación de regresión trigonométrica, (Little y Hills 1989). En la Tabla 2.1 se muestran los coeficientes de dichas ecuaciones, se observa que el término independiente (a) resultó menor para el índice de recipiente (1.710), mientras que para Breteau fue el más alto (6.809). El coeficiente del coseno (b) siguió la misma tendencia que el coeficiente del seno (c); sin embargo, los valores resultaron negativos debido a la falta de información suficiente en los primeros meses de cada año, esto sugiere que los picos de este índice están por arriba de los demás, en la segunda mitad de los años.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2.4.2 Relación entre los índices larvales y los parámetros ambientales.

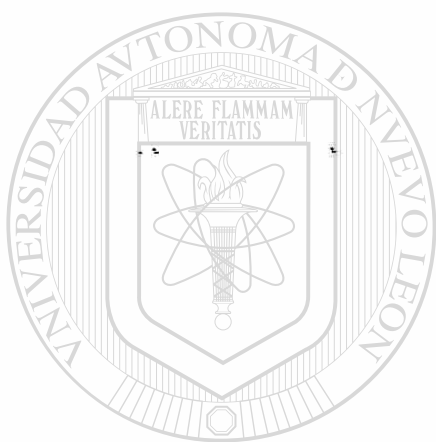
La Gráfica 2.4 representa la temperatura media mensual en Guadalupe cuya ecuación de predicción para el intervalo estudiado es  $T(^{\circ}\text{C}) = 21.877 - 6.612 \cos Ct + 0.142 \sin Ct$ . Se observa que los puntos máximos se localizan en los meses de julio y agosto, en 1993 el valor llegó a  $28^{\circ}\text{C}$ , esta siguió aumentando hasta  $30^{\circ}\text{C}$  en 1997. Por otro lado, los máximos relativos de los índices larvales (vivienda y Breteau) aparecen dos meses después de los picos de las temperaturas en 1994 y 1996, mientras que en 1993 y 1995 estos puntos coinciden; sin embargo, en 1997 se presentaron los valores máximos de los índices dos meses antes de la temperatura máxima.

La humedad relativa media mensual en el municipio de Guadalupe, cuya ecuación de predicción para el intervalo estudiado es  $HR = 68.945 + 0.322 \cos Ct - 2.455 \sin Ct$ , el coeficiente de coseno (0.322) establece un ciclo irregular como se puede observar en la Gráfica 2.5, aquí se presentan los índices larvales. Se observó que no existe un patrón que describa la relación de éstos últimos con la humedad relativa.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la Gráfica 2.6 se presenta la precipitación total mensual en Guadalupe cuya ecuación de predicción es  $P(\text{mm}) = 61.373 - 43.24 \cos Ct - 8.93 \sin Ct$ , se observan, para cada año, dos máximos relativos que corresponden con los meses de mayo y septiembre, para los años de muestreo a excepción de 1994 que fue irregular la lluvia antes de septiembre, en 1997 la precipitación solo alcanzó valores de hasta 150 mm. En esta Gráfica también se observan los índices larvales durante los años del período de estudio. Se observa que en 1993, 1996 y 1997

los picos máximos de los índices se presentan 2 meses después de la precipitación máxima, mientras que en 1994, y en 1995 coinciden



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 2.4.3 Distribución espacial

En la Figura 2.2 se muestran los mapas de los AGEB's del municipio de Guadalupe, N. L., donde se observa la distribución espacial del índice de recipiente (a) y los recipientes con mayor nivel de positividad: tambos (b), llantas (c) y piletas (d), durante 1994. En el primer mapa (a) se observa que en la distribución espacial del índice de recipiente, hay nueve AGEB's con el rango mínimo (1=1.2-3.1%), tres con el siguiente valor (2=4-7%) y solo uno con el valor de cuatro (4 = 13-23%) que se encuentra al sur del municipio, en las partes bajas del Cerro de La Silla, donde se observa una mayor cantidad de vegetación de tipo matorral subinerme-espinoso y bosque cultivado (Figura 2.10) y donde prevalece un clima calido-seco y hacia la parte más sur el clima es semicalido-subhumedo (Figura 2.11). El índice de tambos (mapa b) presenta los valores de entre cuatro y cinco (5 = 24-53%), mientras que en el de llantas (mapa c) predominan los valores inferiores y las piletas (mapa d) es más heterogéneo.

En la Figura 2.3 se presenta el índice de vivienda (mapa a) y el de Breteau (mapa b), para 1994. El índice de vivienda se encontró con rangos de valores superiores al de recipiente: siete AGEB's con valores de 8 a 12% y dos de entre 13 y 23%; sin embargo, en el mapa b) se observa el índice de Breteau con un solo AGEB con el rango de uno y nueve con el rango de cuatro y generalmente distribuidos en la parte sudeste y noreste que condicen con el índice de vivienda en su rango anterior.

En la Figura 2.4 se presentan las distribuciones espaciales de los índices de recipiente a), así como los de los recipientes más positivos: de tambos b) de llantas c) y de

piletas d), durante 1995. Hay que destacar que en este año se realizaron muy pocos muestreos, debido a los bajos recursos económicos y a la poca incidencia de casos de dengue reportados el año anterior (36). La distribución espacial de los índices de vivienda (mapa a) y de Breteau (mapa b) de la Figura 2.5 siguen la misma tendencia que en el año anterior.

En 1996 se desarrolló una amplia campaña de muestreo y control en el área metropolitana de Monterrey y especialmente en los municipios de Guadalupe y Monterrey. En la Figura 2.6 se presenta la distribución espacial de los índices de recipiente, de tinacos, de llantas y de piletas (mapas a, b, c y d, respectivamente). El índice de recipiente presenta, en forma general, (40 AGEBS) los valores mínimos ( $i = 1.2$  a  $3.1\%$ ), aunque hay siete AGEBS con el rango de 3 y uno con el rango de 4.

Se observa que la distribución espacial del índice de vivienda y de Breteau para 1996 (Figura 2.7), mapas a) y b) respectivamente, son muy similares y que predomina una tendencia creciente hacia el sur y sudeste en las faldas del cerro; sin embargo, hay una región al extremo oeste con dos AGEBS que tienen valores de 3 y 4 para el índice de vivienda y dos con valor de 4 para Breteau. Por otro lado, en la región noreste se encuentra un AGEB con valor de 5 ( $24$  a  $53\%$ ) para el índice de vivienda y dos para el índice de Breteau. El índice de recipiente presenta, en forma general, los valores inferiores ( $i = 1.2$  a  $3.1\%$ ).

En 1997 se realizó una intensa campaña con el insecticida ABATE® que redujo los valores de los índices larvales, esto se observa en el mapa a) de la Figura 2.8, ya que solo se



presentaron valores del Índice de recipiente en el rango inferior (1); sin embargo, las llantas fueron los criaderos con mayor positividad, mientras que cuatro AGEB's presentaron piletas positivas y dos de estos con valores de 6 ( $6 > 54\%$ ) al sur del municipio.

Por otro lado, el índice de vivienda y de Breteau (Figura 2.9) mapas a) y b) respectivamente presentaron una distribución espacial muy similar entre si. En la parte central y sudoeste del municipio no se encontraron AGEB's positivos.

El sistema de información geográfica propuesto se presenta en la Figura 2.12.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 2.5 DISCUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados, el índice de recipiente presentó los valores más bajos, hasta 6.9%, que concuerda con lo reportado en un estudio realizado en Liuchiu, Pintung, China durante octubre de 1981 (Lin *et al.* 1986)

Lee (1992), encontró que la supervisión larval mensual arrojó valores bajos de los índices de vivienda y de Breteau, 8% y 12% respectivamente, mientras que los valores encontrados en este trabajo fueron de 21% y 28% para ambos índices; sin embargo, estos son similares a los reportados por Lin *et al.* (1986).

Se encontró que la temperatura influye en la presencia de larvas de *Ae. aegypti*, ya que cerca de los meses más cálidos los índices presentaron sus valores más altos; esto concuerda con lo publicado por Tun Lin *et al.* (1995), que reportó que la temperatura es el factor que influye significativamente para el conteo de larvas en cubetas.

La humedad relativa considerada en este trabajo no presentó un patrón que describa una relación con los índices.

En un trabajo desarrollado en Mérida, Yucatán (Winch, *et al.* 1992), encontraron una fuerte correlación entre los días con alta precipitación pluvial y los índices de vivienda y de Breteau; sin embargo, aquí los valores más altos de estos índices se presentaron desfasados dos meses de los días más lluviosos durante 1993, 1996 y 1997.

El análisis espacial de los criaderos de insectos vectores se ha realizado por medio de mapas que ayudan en el control de estos organismos (Dale, *et al.* 1998). En este trabajo se desarrollaron mapas de los índices larvales y de los principales criaderos (tambos, llantas y piletas), para cada año de estudio. El índice de recipiente es mayormente influido por la presencia de tambos y llantas positivos, esto concuerda con lo reportado por Winch, *et al.* (1992).

Debido a la escasez de agua y al programan de cortes en el suministro de la misma, la gente tiende a almacenarla en recipientes que van desde piletas, tambos, cubetas, etc. Aunado a esto, la acumulación de artículos como llantas, juguetes, botellas, etc. proporcionan a *Ae. aegypti* excelentes criaderos. En general se encontró que el índice de recipiente se distribuye aleatoriamente por todo el municipio, ya que el 95% del mismo mantiene un clima calido-seco (Figura 2.11) en la mayor parte del año. Proe, *et al.* (1996), encontraron que el clima influye en la producción de *Picea stchinensis*.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
Los índices de vivienda y de Breteau preferentemente se distribuyen espacialmente  
hacia la partes sudeste del municipio durante los años del estudio.

## 2.6 CONCLUSIONES

El índice de recipiente presentó los valores mas bajos (0.2 a 6.9%) durante todo el estudio.

En las épocas de verano de los años de estudio, se presentaron los más altos valores del índice de vivienda (9 a 21%), destacando el mes de Junio de 1995 (21%) y el inferior en mayo de 1997.

El índice de Breteau manifestó la misma tendencia que el de vivienda, solo que con valores mayores (9 a 28%), este último en junio de 1995 y el primero en mayo de 1997.

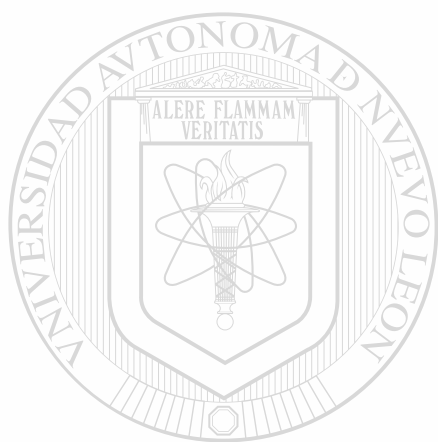
Como el comportamiento del índice de Breteau y vivienda fueron similares, sus valores máximos se presentan dos meses después de la temperatura máxima, durante 1994 y 1996, mientras que en 1995 y 1997 esto ocurre un mes antes.

La humedad relativa no presentó un patrón que describa alguna relación con los índices de Breteau y de vivienda.

En los años de 1993, 1996 y 1997 los valores máximos de los dos índices se presentaron de uno a dos meses después de los máximos de la precipitación pluvial, en 1994 coinciden en el mismo mes (julio) mientras que en 1995 aquellos se manifestaron dos meses antes de la máxima precipitación que fue en agosto.

El índice de recipiente es mayormente influido por la presencia de tambos y llantas positivos, se distribuye espacialmente en la parte este del municipio, preferentemente con el valor mínimo (1.2 a 3.1%).

Los índices de vivienda y de Breteau preferentemente se distribuyen espacialmente hacia la partes sudeste del municipio durante los años del estudio.



# UANL

---

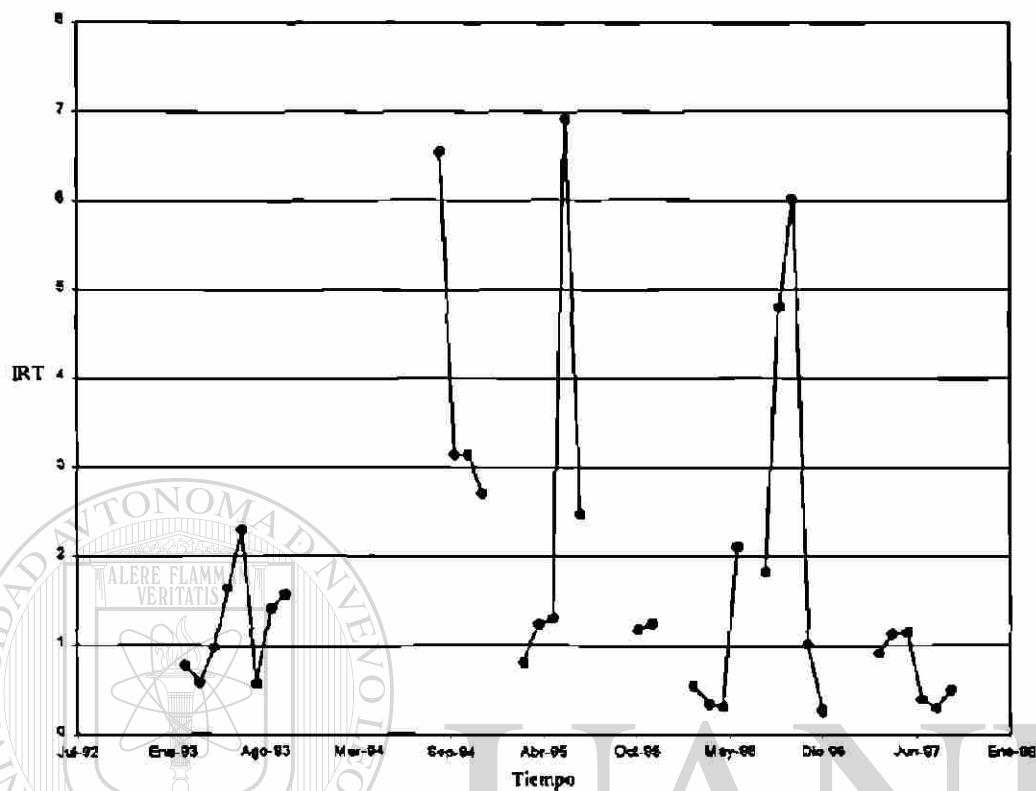
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



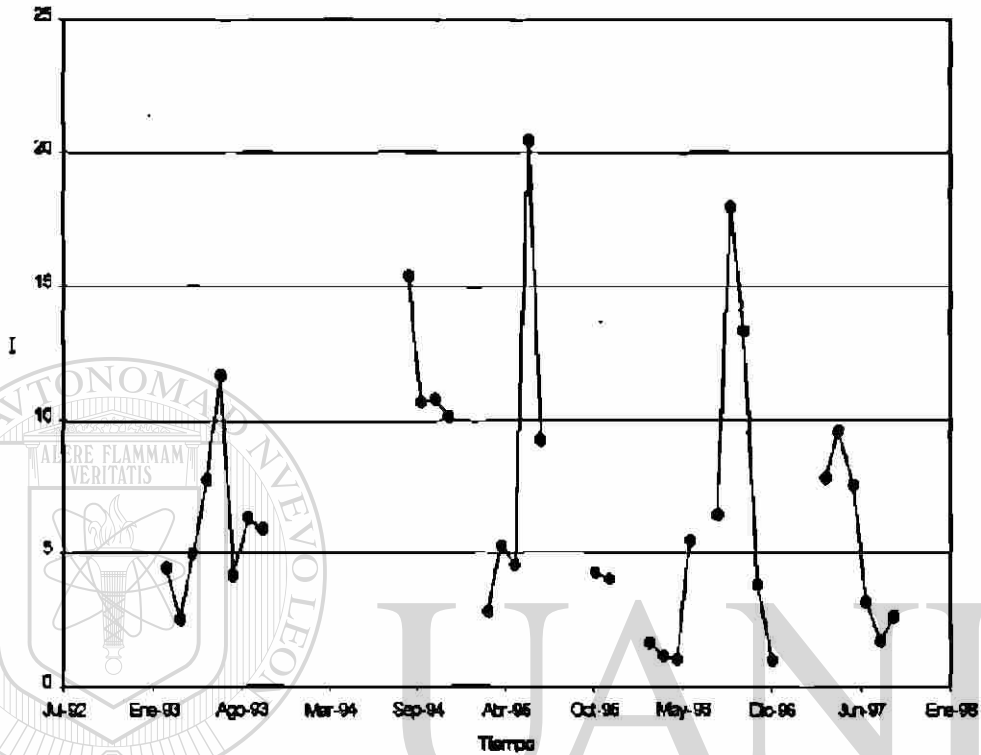
Tabla 2.1. Coeficientes de las ecuaciones de las series de tiempo de los índices larvarios en Guadalupe, N. L.

Indice	a	b	c
Recipiente	1.710	-0.542	-0.863
Vivienda	6.243	-2.928	-1.903
Breteau	6.809	-3.282	-2.374



Gráfica 2.1. Variación del índice de recipiente en Guadalupe durante el período de enero de 1993 a octubre de 1997

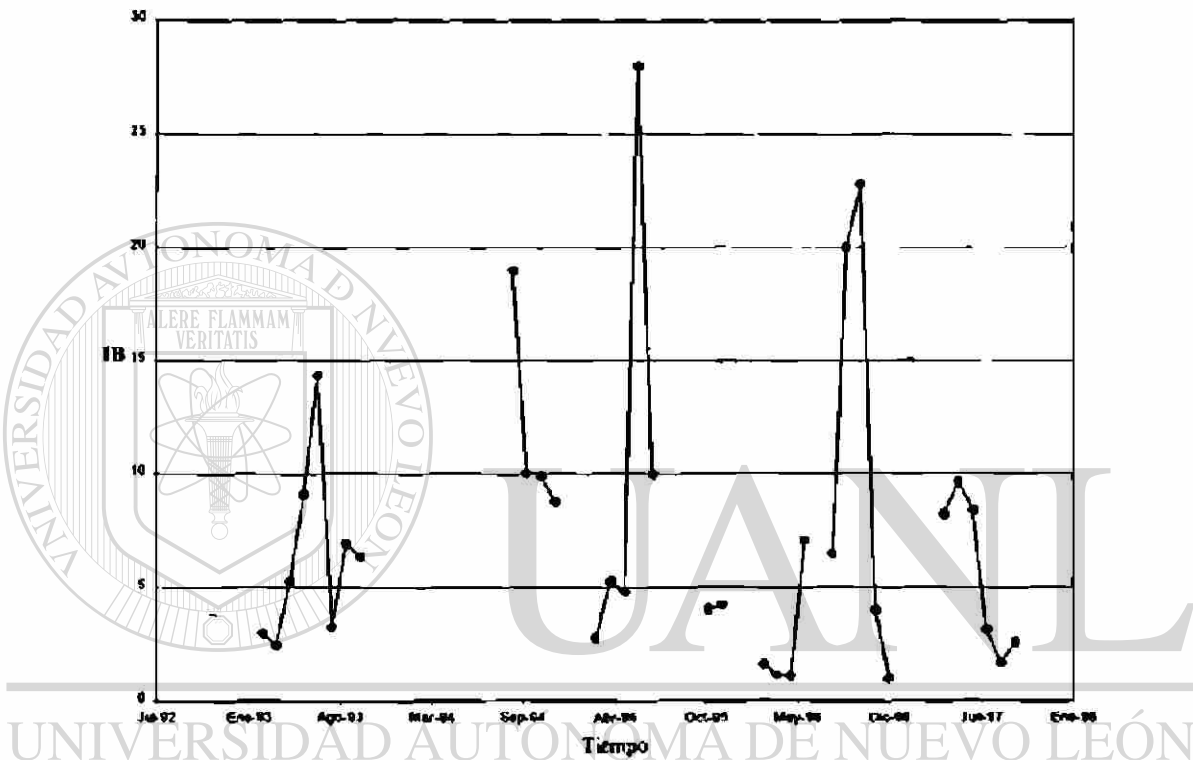
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



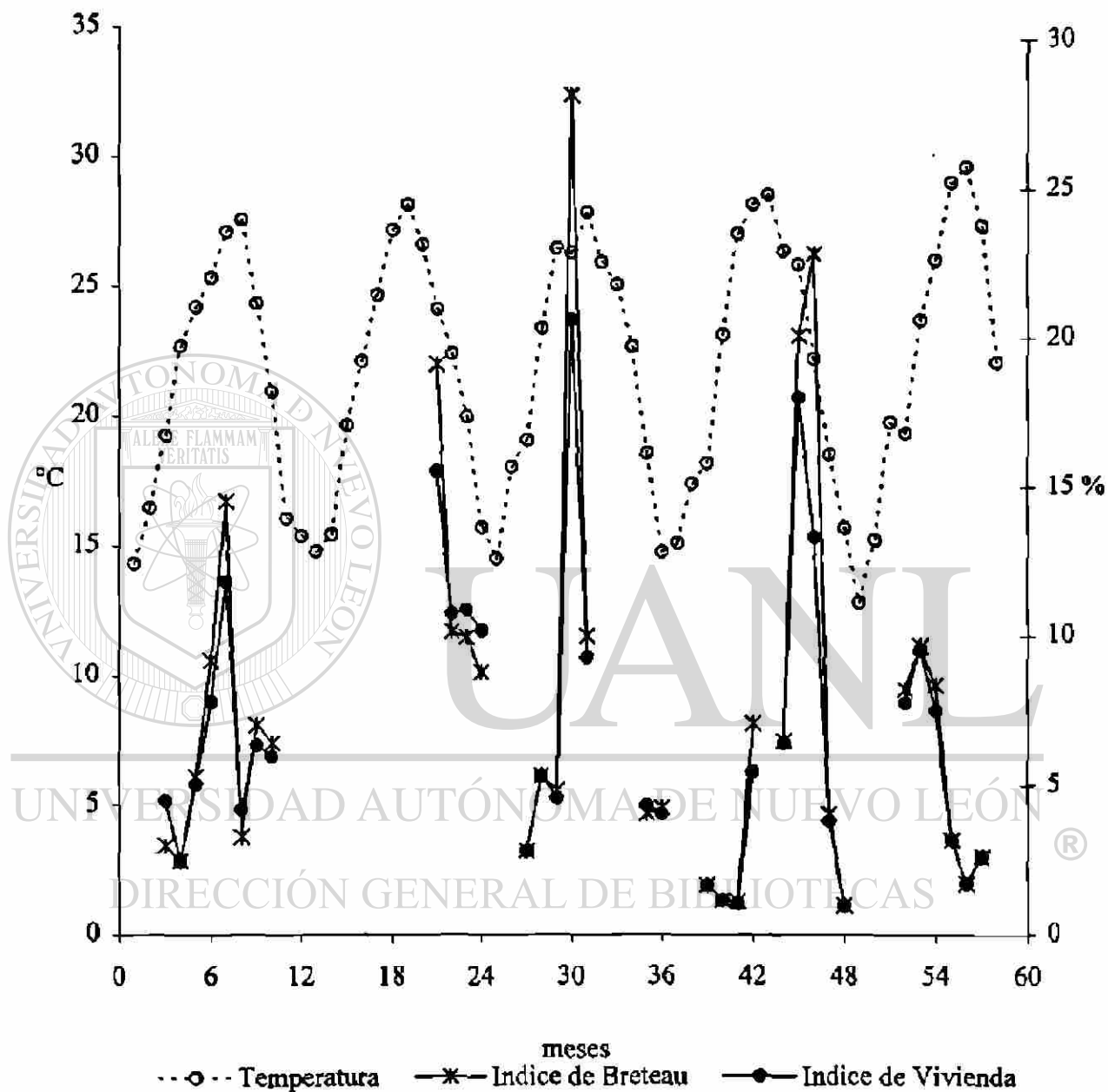
Gráfica 2.2. Variación del índice de vivienda Guadalupe durante el período de enero de 1993 a octubre de 1997

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

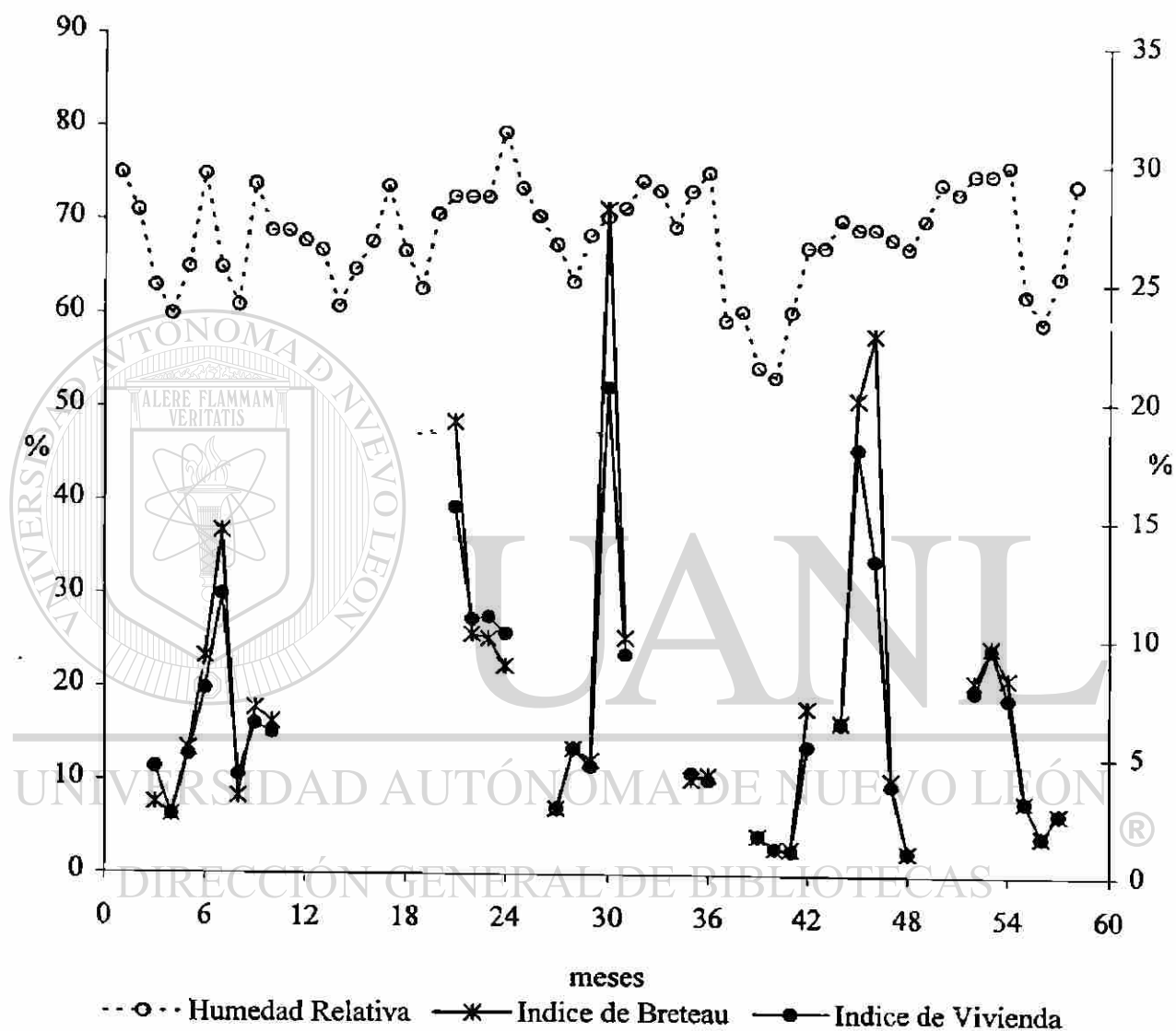




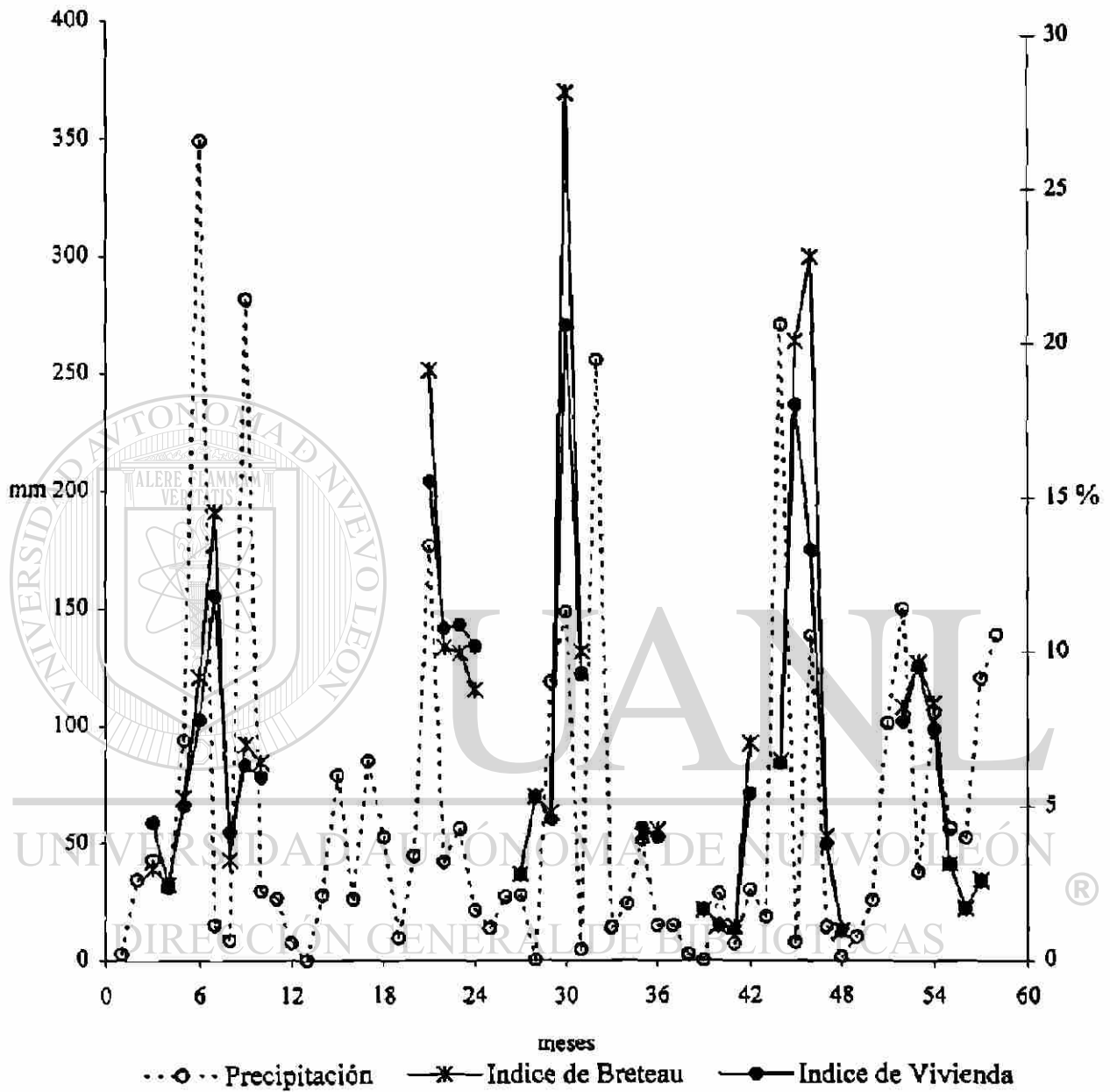
Gráfica 2.3. Variación del índice de Breteau en Guadalupe durante el período de enero de 1993 a octubre de 1997



Gráfica 2.4. Modelo no ajustado para la temperatura media mensual e índices larvarios en Cd. Guadalupe, N.L., durante los años 1993 - 1997. Se observa la ecuación de regresión trigonométrica para la predicción de los valores de temperatura:  $T(^{\circ}\text{C}) = 21.877 - 6.12\cos Ct + 0.142\text{sen} Ct$



Gráfica 2.5. Modelo no ajustado para la humedad relativa media mensual e índices larvarios en Cd. Guadalupe, N.L., durante los años 1993 – 1997. Se observa la ecuación de regresión trigonométrica para la predicción de los valores de humedad relativa en el intervalo:  $HR(\%) = 68.945 + 0.322\cos Ct - 2.455\sen Ct$



Gráfica 2.6. Modelo no ajustado para la precipitación acumulada mensual e índices larvarios en Cd. Guadalupe, N.L., durante los años 1993 - 1997. Se observa la ecuación de regresión trigonométrica para la predicción de los valores de precipitación en el intervalo:  $P(\text{mm}) = 61.373 - 43.234\cos Ct - 8.936\sin Ct$



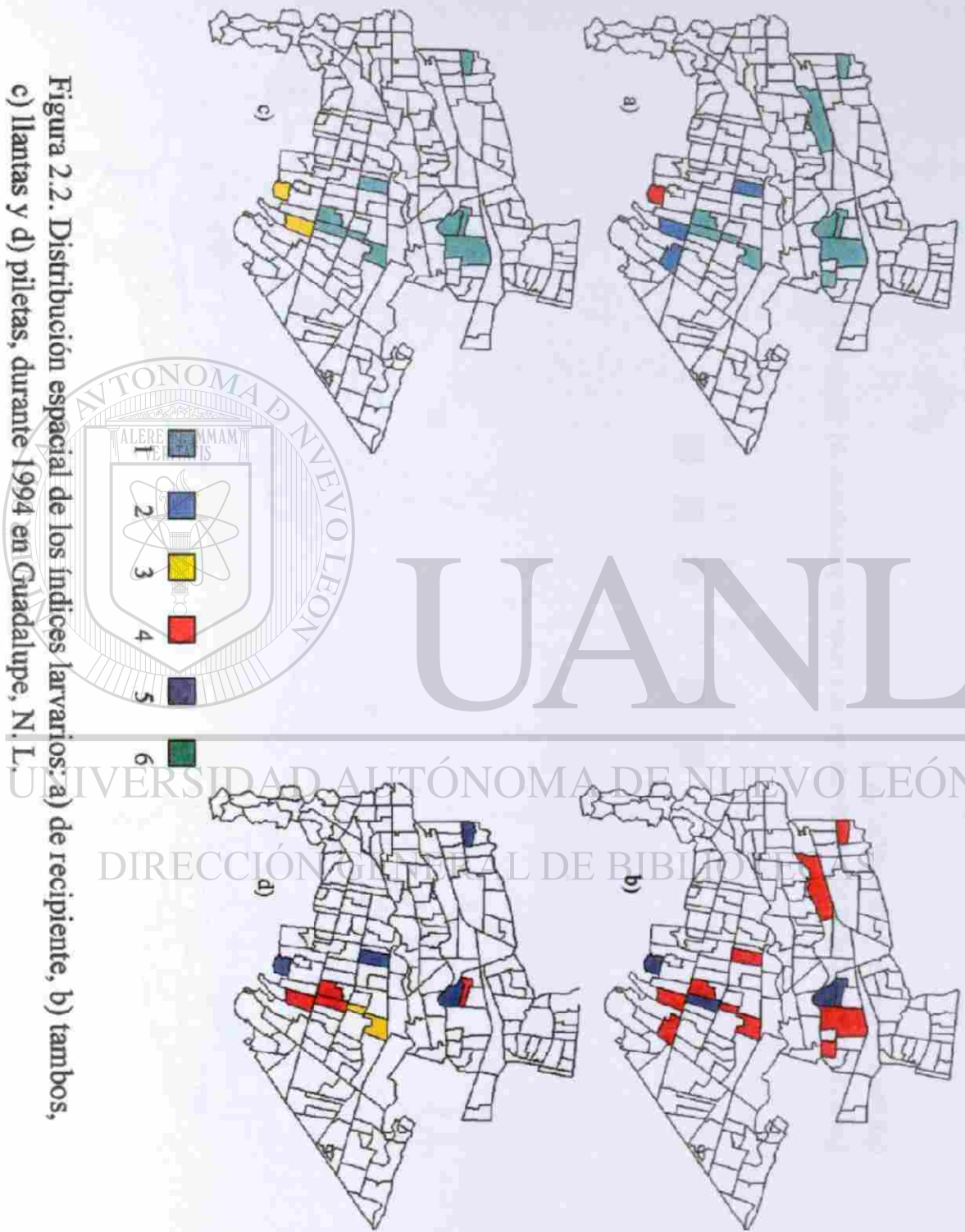
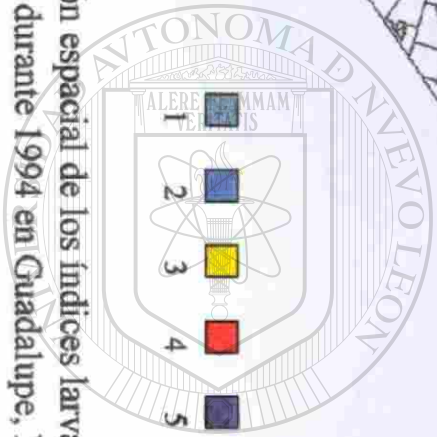


Figura 2.2. Distribución espacial de los índices (arvarios: a) de recipiente, b) tambos, c) llantas y d) piletas, durante 1994 en Guadalupe, N. L.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

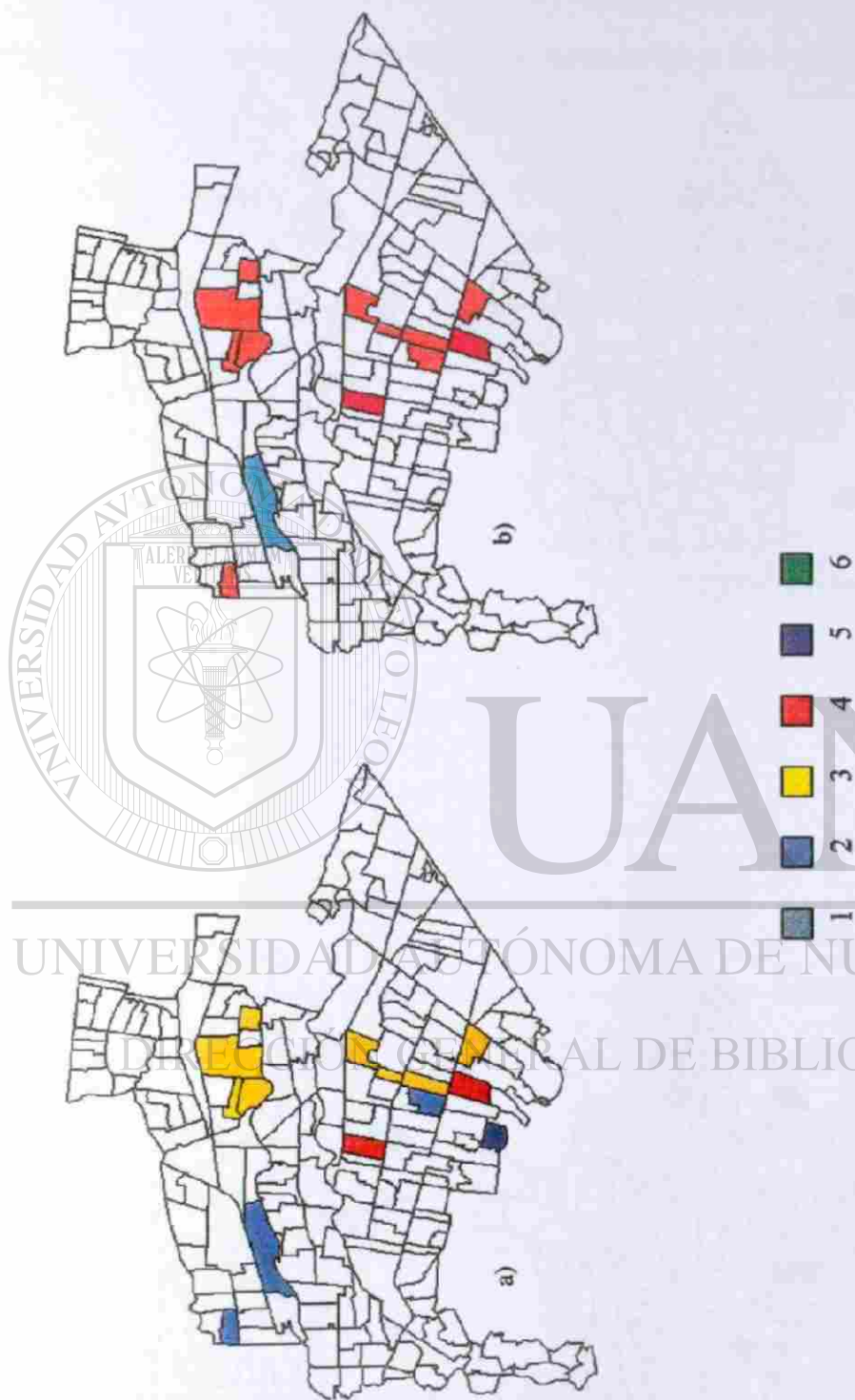


Figura 2.3. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de vivienda y b) de Breteau, durante 1994 en Guadalupe, N.L.

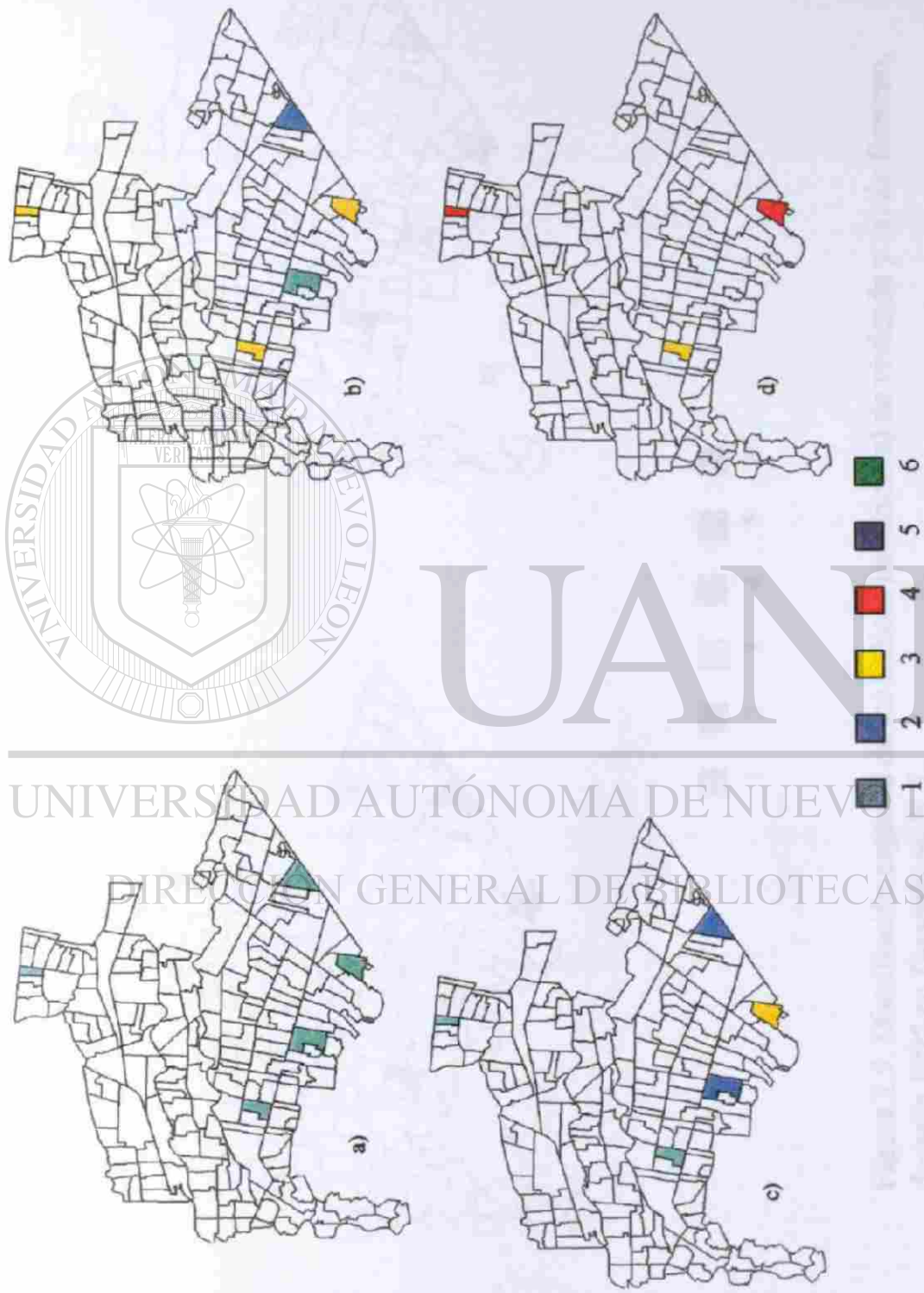


Figura 2.4. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de recipiente, b) tanques, c) llantas y d) piletas, durante 1995 en Guadalupe, N. L.



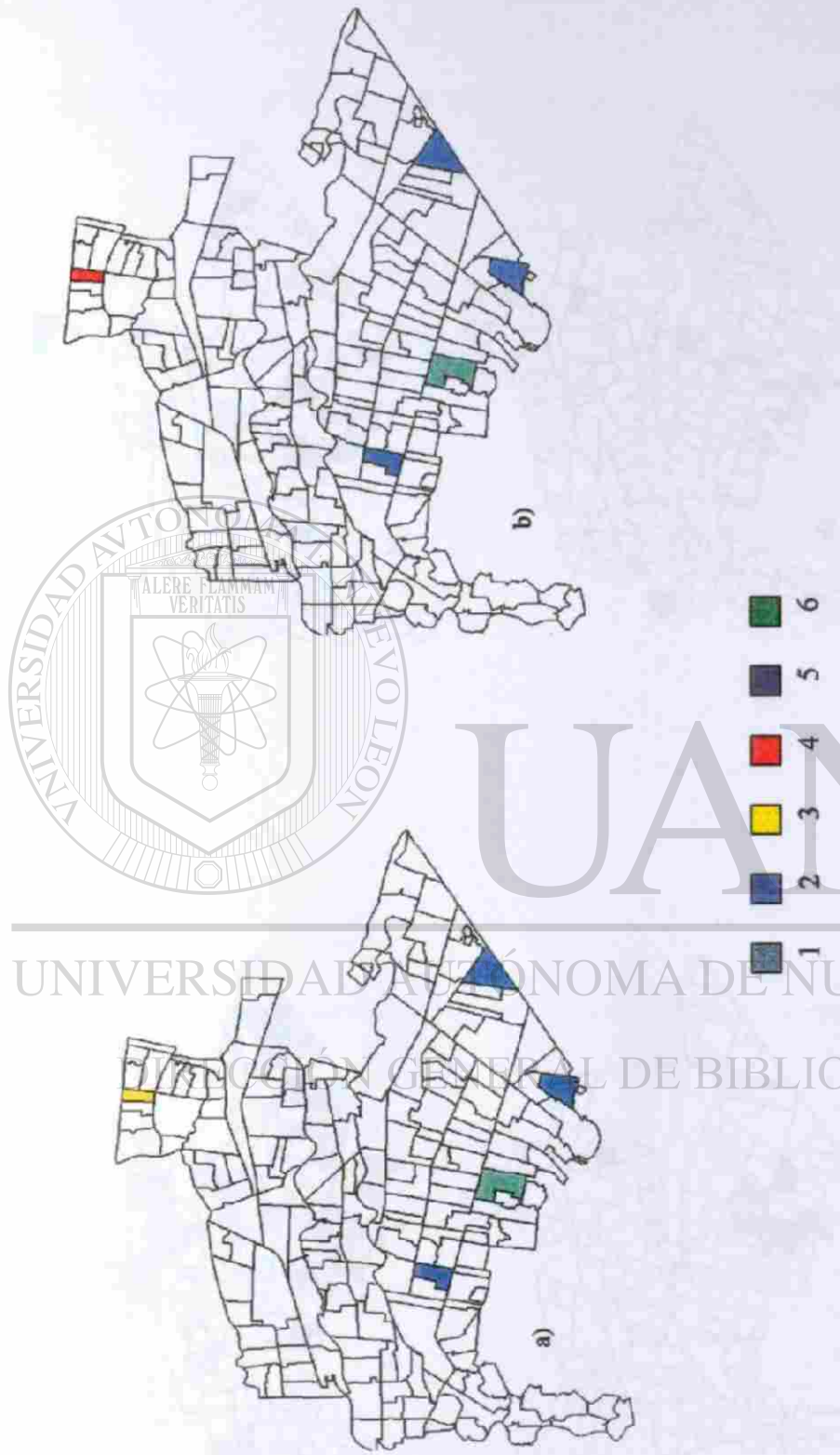


Figura 2.5. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de vivienda y b) de Breteau, durante 1995 en Guadalupe, N. L.

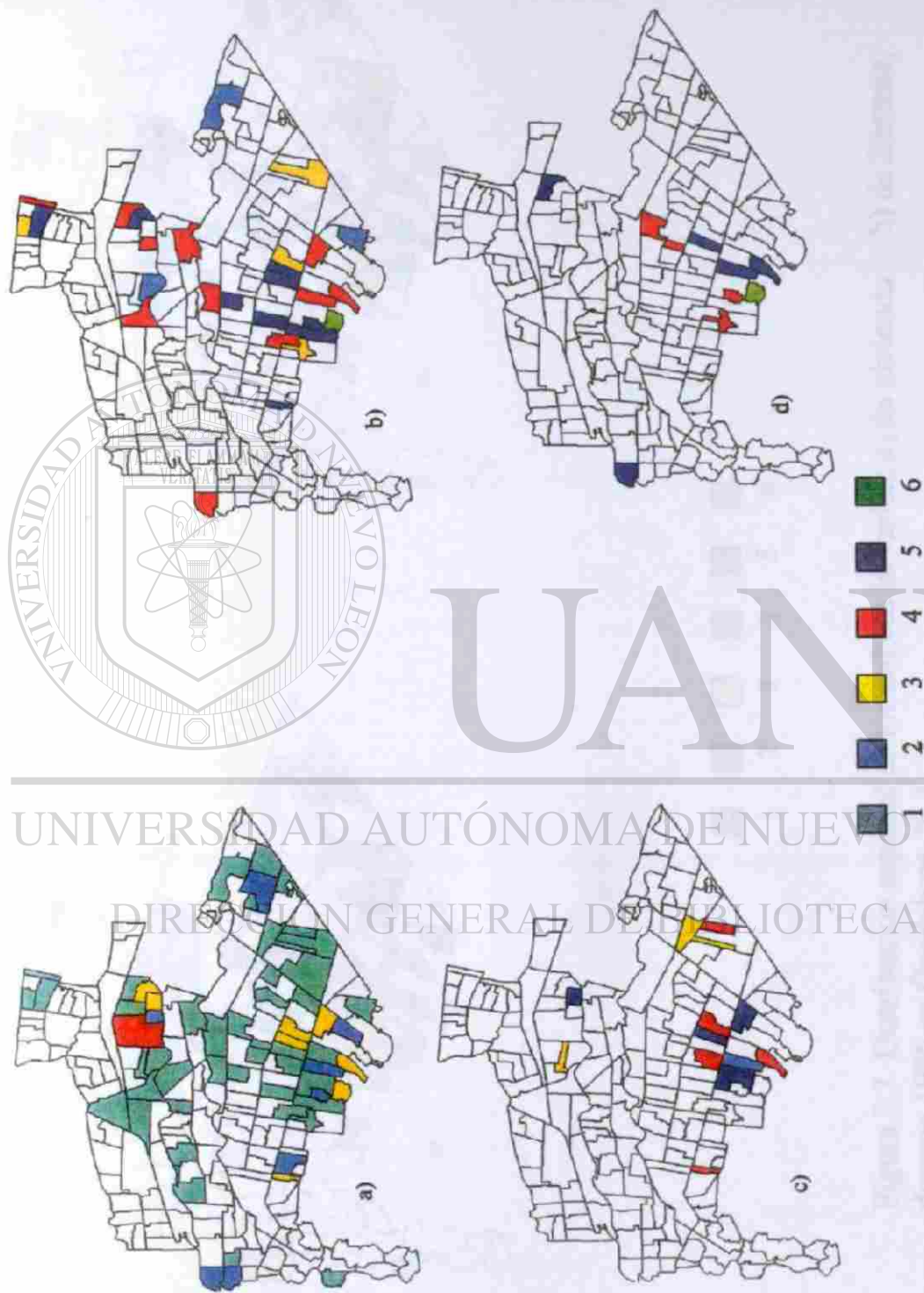


Figura 2.6. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de recipiente, b) tambos, c) llantas y d) piletas, durante 1996 en Guadalupe, N. L.

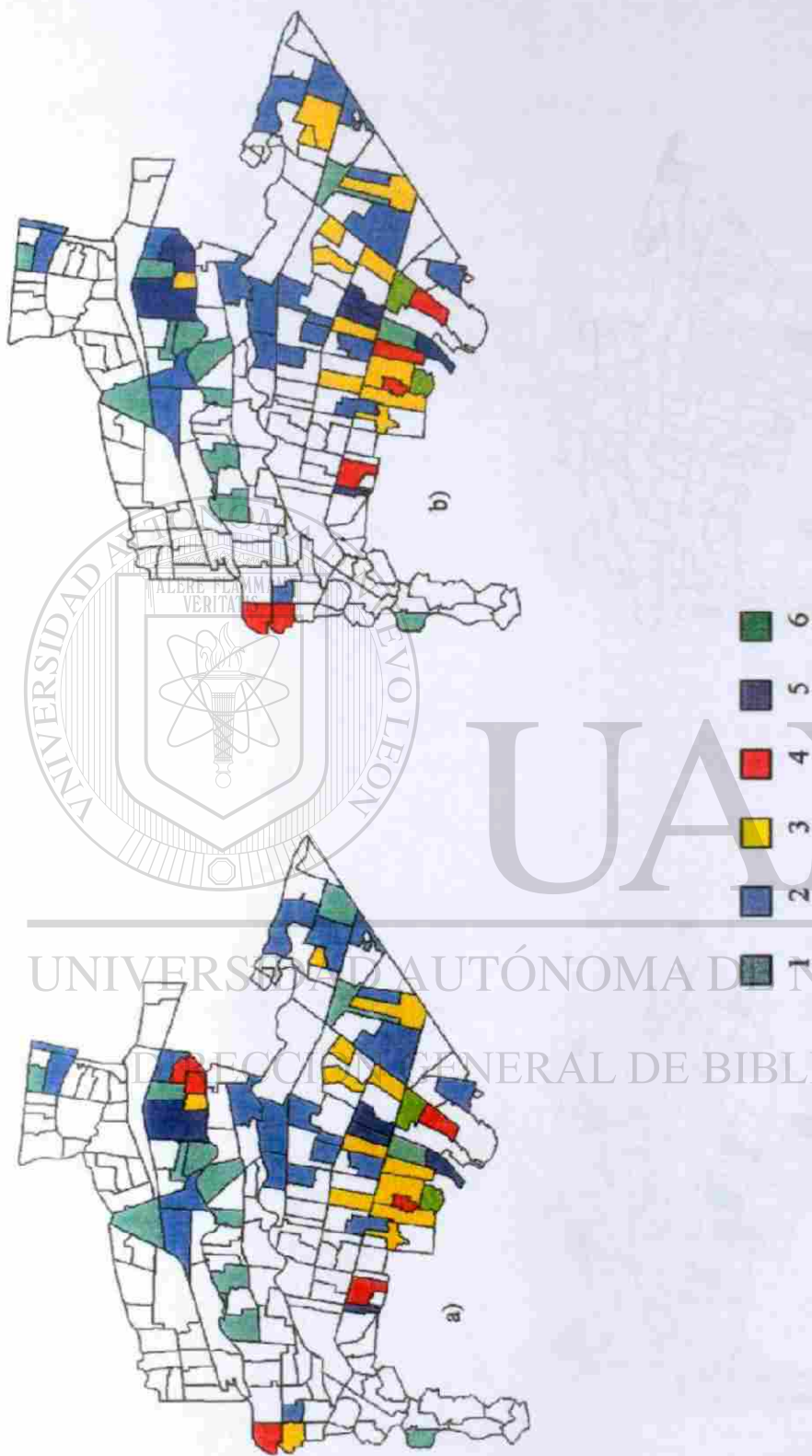


Figura 2.7. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de vivienda y b) de Breteau, durante 1996 en Guadalupe, N. L.

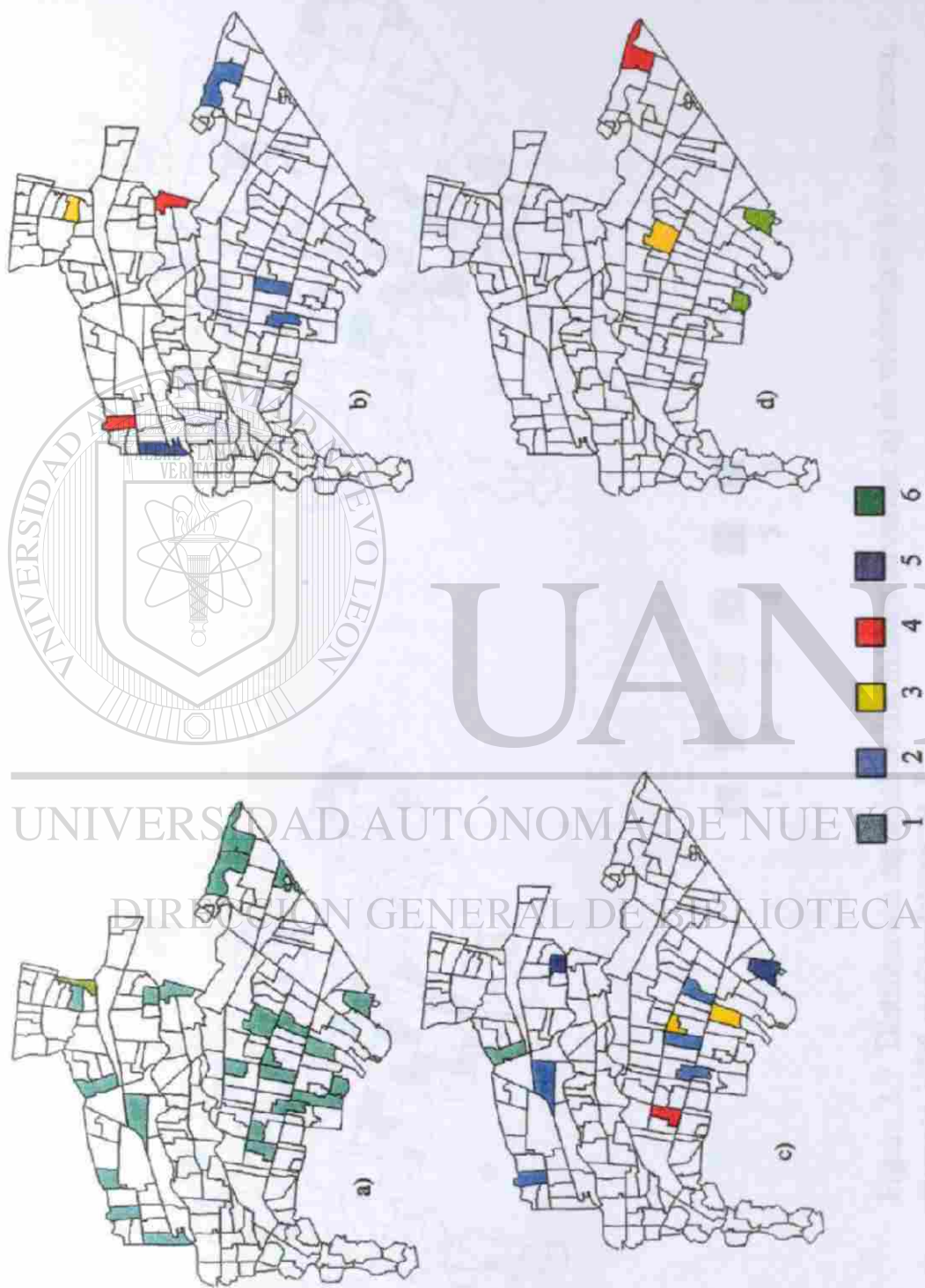


Figura 2.8. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de recipiente, b) tambos, c) llantas y d) piletas, durante 1997 en Guadalupe, N. L.

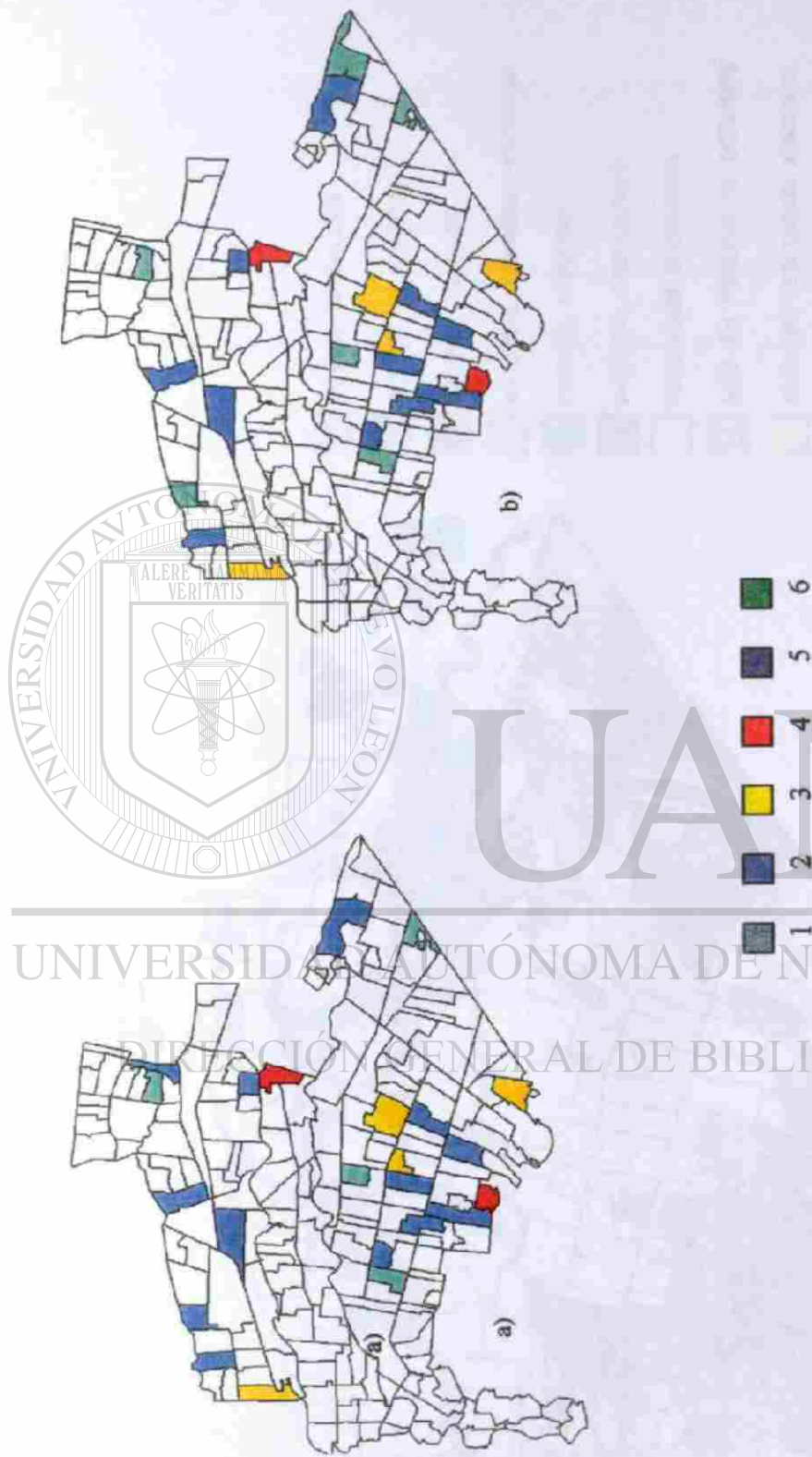


Figura 2.9. Distribución espacial de los índices larvarios: a) de vivienda y b) de Breteau, durante 1996 en Guadalupe, N. L.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





-  BOSQUE DE GALERIA
-  BOSQUE DE QUERCUS
-  BOSQUE CULTIVADO
-  MATORRAL SUBINERME-ESPINOSO
-  PASTIZAL INDUCIDO
-  MATORRAL SUBMONTANO
-  VEGETACION SECUNDARIA
-  AREA EN PROCESO DE DESMONTE
-  AREA SIN VEGETACION APARENTE



Figura 2.10. Distribución espacial de los tipos de vegetación en el municipio de Guadalupe, Nuevo León.

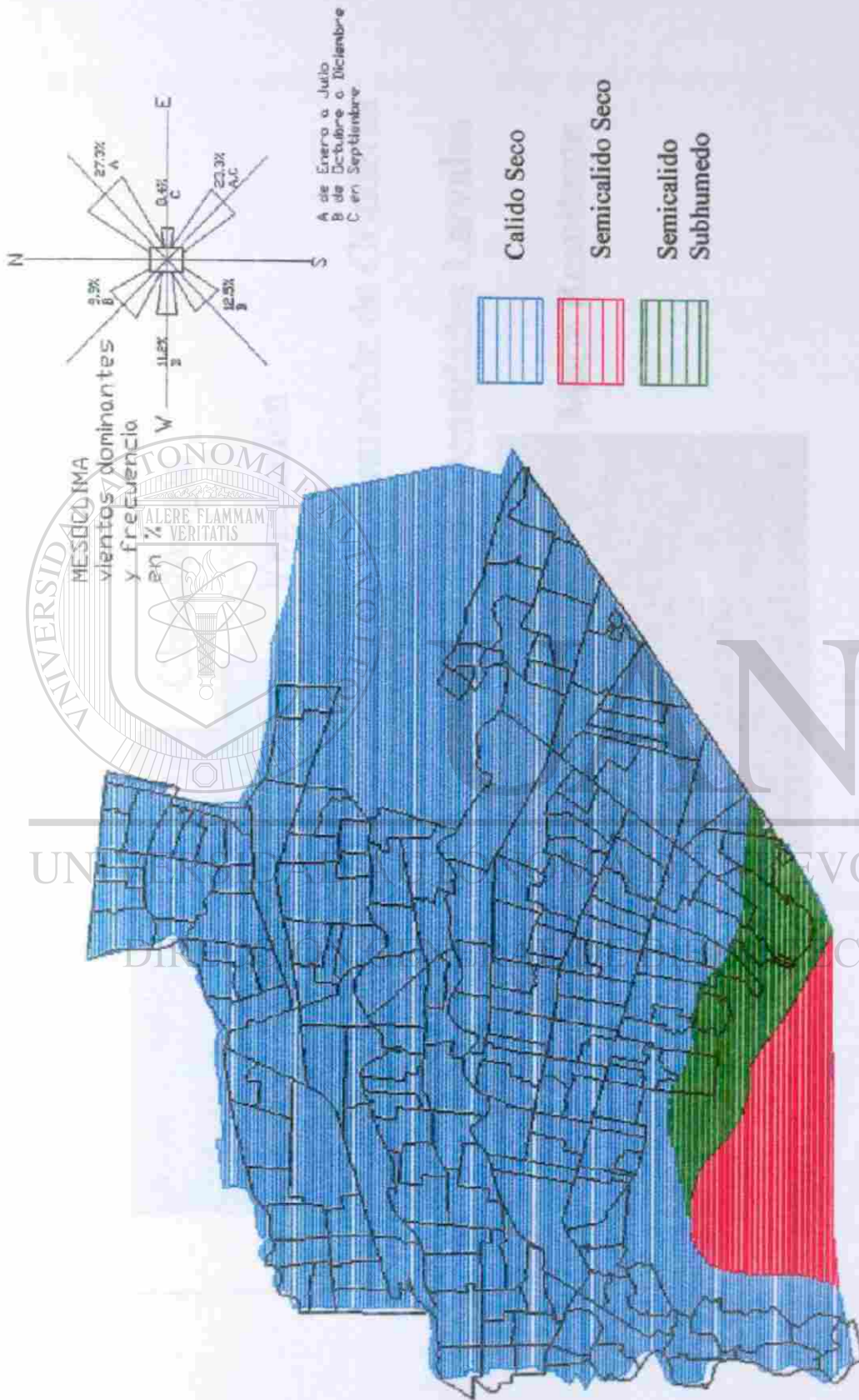


Figura 2.11. Regiones climáticas, dirección y frecuencia de los vientos en el municipio de Guadalupe, Nuevo León.

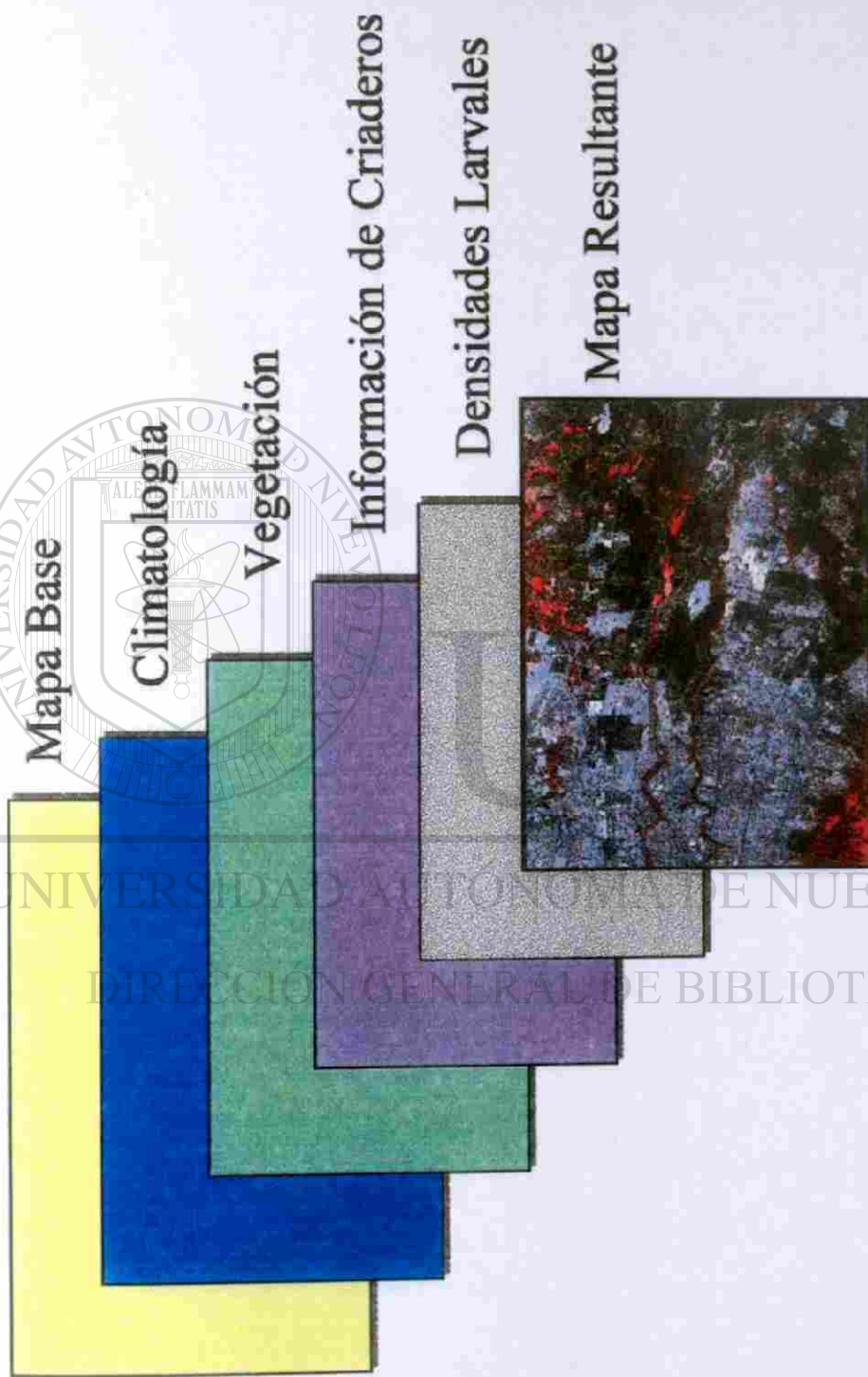
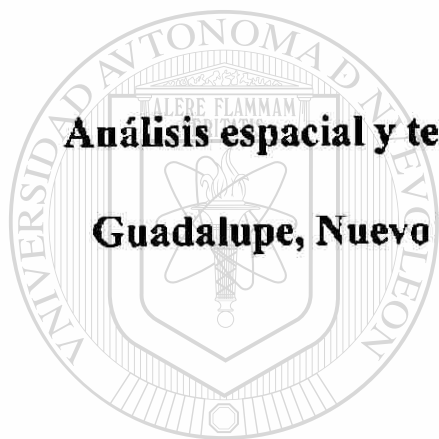


Figura 2.12: Esquema de las capas de mapas que comprenden un SIG para el estudio de las densidades larvales.





**Análisis espacial y temporal de los casos de dengue en Cd.**

**Guadalupe, Nuevo León, México, durante 1994 a 1997.**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3.1 INTRODUCCIÓN

En 1996 se presentó la mayor cantidad de casos de dengue clásico en Nuevo León; sin embargo, en el municipio de Guadalupe fue en 1995 cuando se registro, oficialmente, más de estos casos (545).

Guadalupe es uno de los municipios de Nuevo León con mayor incidencia de casos de dengue, con valores desde el 6% para 1994 hasta el 32% en 1995 de todo el estado. De aquí la importancia de este estudio.

Uno de los factores más importantes en el reducido éxito de los programas de erradicación de *Aedes aegypti*, y la subsecuente reinvación 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, *et al.* 1994).

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).

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

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).

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, *Ae. aegypti* tuvo la libertad para desarrollarse hasta 1957 que lanzó la campaña de erradicación del vector (Soper, 1967).

A partir de 1994, en México y en Nuevo León se han incrementado los registros de los casos de dengue clásico (D.C.) y en forma variable el hemorrágico (D.H.), según información proporcionada por la S.S.A. (1998), como se puede observar en la Tabla 2.1.

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 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 (Haycs, *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 evaluado para el riesgo de exposición a la enfermedad de Lyme en 337 propiedades residenciales (Dister, *et al.* 1997), 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 Lym 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 sistemas de información geográfica, provee nuevas oportunidades para los epidemiólogos para el estudio de asociaciones entre exposiciones al ambiente y la distribución espacial de enfermedades (Vine *et al.* 1997).

Kitron (1998), estableció que los sistemas de información geográfica, 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.

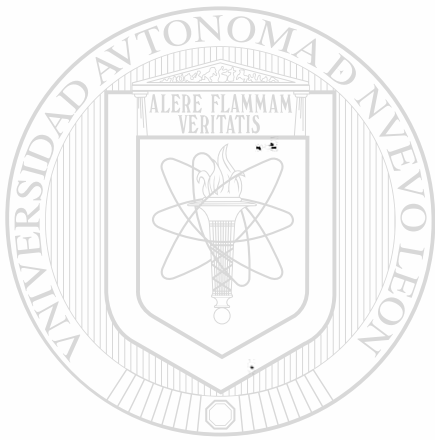
Evaluaron la epidemiología geográfica de la gonorrea en Baltimore, Maryland, durante 1994, donde se reportaron 7,330 casos, y el 87.4% fueron en personas de entre 15 a 39 años de edad, las líneas censales fueron ranqueadas en cuartiles y analizadas por medio de un sistema de información geográfica (Becker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

Se estudiaron 8,689 casos de dengue en la municipalidad de Florida, Puerto Rico; usando sistemas de información geográfica, 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).

### 3.2 OBJETIVOS

**Determinar las estadísticas descriptivas de los casos de dengue por edad, sexo y fecha, en el municipio de Guadalupe, N. L., durante el período comprendido entre 1994 a 1997.**

**Mediante un sistema de información geográfica, determinar las zonas de riesgo de la enfermedad del dengue en el municipio de Guadalupe, N. L.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **3.3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.3.1 Descripción del área de estudio.**

Este trabajo se desarrollo en el municipio de Guadalupe, Nuevo León, México, la situación geográfica ya fue descrita en el tema anterior.

#### **3.3.2 Colección de datos.**

Los datos fueron proporcionados por el Laboratorio Central de la Secretaria de Salud del Estado. La base de datos de los casos de dengue comprende: nombre, edad, sexo, fecha de inicio de los síntomas y la dirección de cada paciente, estos fueron agrupados en unidades de área geográfica (AGEB), fueron clasificados por años (1994-1997), por edad y por sexo.

#### **3.3.3 Generación de mapas.**

El mapa base fue digitalizado utilizando fotografías aéreas, usando el CARTALINX® y tomando como polígonos los AGEB's, se asignaron los identificadores de polígonos y se agregaron los datos de los casos de dengue que correspondieron a la segunda mitad de cada año, ya que en la primera solo se reportaron 15 casos en los cuatro años (1994-1997). Estos mapas fueron exportados a IDRISI® para su posterior análisis.

### 3.4 RESULTADOS

#### 3.4.1 Estadísticas de los casos de dengue.

En la Tabla 3.2 se presentan los casos de dengue por año y por sexo, se puede observar que en 1994 se reportó la menor cantidad (36), mientras que en 1995 fue la mayor (545); sin embargo, en los siguientes años se redujo a 144 y 145 respectivamente. Las mujeres fueron las más afectadas (509) que los hombres (361).

En la Tabla 3.3. Se encuentran los casos de dengue según el año y mes en que fueron reportados, se observa que los meses de mayor incidencia de dengue fueron en octubre (374) y noviembre (327), que corresponde con la estación de otoño y es el tiempo de mayor precipitación pluvial en el área.

En la Tabla 3.4 se presentan las estadísticas descriptivas (mínima, máxima media  $\pm$  desviación estándar) de la edad de los pacientes (mujeres y hombres) con dengue en los diferentes años de estudio. Se observa que las edades mínimas fluctúan entre 1 y 6 años, mientras que la edades máximas fueron de 78 y 82 años para mujeres y hombres, respectivamente durante 1995, el promedio de edad se encuentra entre 26.14 a 32.25 años.

En la Tabla 3.5 se presentan los casos de dengue por intervalos de edad de los pacientes, por año y por sexo, se observa que entre los 21 y 30 años se encuentra la mayor proporción; sin embargo, es importante destacar que hasta los 10 años se presentaron 69 y 62 casos para mujeres y hombres respectivamente. En general, hay más incidencia en las mujeres que en los hombres; mientras que en los niños (1-10 años) la proporción se



manifestó mayor que los hombres de más de 50 años; sin embargo, las niñas mostraron mayor número que en todas las edades, a excepción de las mujeres de entre 21 y 30 años.

### 3.4.2 Distribución espacial.

Durante 1994 solo se reportaron 36 casos de dengue en el municipio los cuales se presentaron: cinco en septiembre, nueve en octubre, 14 en noviembre y 8 en diciembre, como se observa su distribución espacial en la Figura 3.1: mapas a), b), c) y d) para los correspondientes meses. No se manifiesta una tendencia que determine un parámetro de dispersión, ya que solo en dos AGEB's se presentaron dos casos, uno en septiembre y el otro y noviembre; un AGEB con tres casos en diciembre.

En la Figura 3.2 se presenta la distribución espacial de los casos de dengue reportados para 1995. En el mes de septiembre (mapa a) se observan 17 AGEB's con un caso, uno con dos y el otro con cuatro, estos últimos se encuentran localizados en el centro del municipio. En octubre se registraron 248 casos, los AGEB's con un solo caso distribuyen, en forma general, aleatoriamente por todo el municipio; sin embargo, la mayor cantidad de casos se localizan en la parte sur. Se encontraron seis AGEB's con seis casos cada uno, tres de ellos en las colonias que se encuentran en las faldas del cerro de La Silla, donde predomina el tipo de vegetación de matorral subinermespinoso (Figura 2.10) y próximos a un AGEB con siete casos y a otro con 11 casos. En el oeste se localiza un AGEB con 15 casos, rodeado de uno con seis, otro con cinco, otro con dos y uno más con un caso de dengue. Al sureste se observan cuatro AGEB's con cuatro casos y al extremo (en esta misma dirección), se encuentra uno con nueve casos. En noviembre (mapa c) se

incrementó el número de AGEB's con dos, tres, cuatro cinco y ocho casos de dengue, respecto al mes anterior; sin embargo, el total llegó a 255 casos y como en octubre, la gran mayoría de estos se reportaron en la parte sur del municipio. En diciembre (mapa d), se produjeron 19 casos de dengue: 15 con un reporte; respecto a noviembre, los AGEB's 43 y 89 reaparecieron con un caso, mientras que en octubre ya se habían reportado con el mismo número.

En la Figura 3.3 se presenta la distribución espacial de los casos de dengue reportados en 1996 en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, mapas a), b), c), d) y e) respectivamente. En agosto y diciembre se observan cuatro AGEB's con un caso. En septiembre (30 casos) la distribución fue irregular. Octubre fue el mes con más reportes (55) y localizados, preferentemente, en el centro-sur del municipio, mientras que en noviembre (48) en la partes centro-oeste.

La distribución espacial de los casos de dengue para 1997 se presenta en la Figura 3.4 en los meses de julio, agosto, septiembre octubre y noviembre, mapas a), b), c), d) y e) respectivamente. Noviembre fue el mes con menos casos (10), repartidos en 10 AGEB's, mientras que en octubre se reportaron 62 casos, en su mayoría distribuidos al este del municipio. Julio (26 casos) y agosto (27 casos) presentaron una distribución espacial similar

En la Figura 3.5 se presenta el diagrama del sistema de información geográfica propuesto para el análisis de los casos de dengue.

### 3.5 DISCUSION.

En la porción noreste de México, están bien definidas las estaciones climatológicas, ya que en el verano las temperaturas promedio mensuales sobrepasan los 30°C y en invierno se encuentran próximas a los 10°C. También, la época de lluvia se manifiesta preferentemente en los meses de septiembre a noviembre.

Durante el período que comprendió en este estudio, la cantidad de casos de dengue reportada para los primeros seis meses de todos los años fue de 15, que correspondió al 1.69% del total. Por lo que se decidió analizar los meses de julio a diciembre.

Los meses del año con más lluvia y las altas temperaturas propician las condiciones para los hábitats larvales en las localidades donde se almacena agua (Gubler, 1994). Las altas temperaturas producen hembras pequeñas que son forzadas a tener más comidas de sangre (Focks *et al.* 1995).

Los resultados aquí encontrados están de acuerdo con lo expresado anteriormente.

La edad y el sexo son dos factores que influyen en las tasas de infección. Se encontró que el 58.5% del total de casos de dengue fue reportado para mujeres, esto concuerda con lo reportado por Halstead *et al.* (1969) y Morens *et al.* (1986). Sin embargo, el 7.9% se presentó en niñas de uno a 10 años, que no está de acuerdo con lo publicado por Rodríguez-Figueroa *et al.* (1995), que estableció que los niños de edad escolar presentaron tasas más altas de ataque de mosquitos que otro grupo de personas.

El 12.1% del total de casos fue reportado para personas con edades mayores de 50 años. Mientras que el 25.1%, que fue el mayor porcentaje de casos de dengue por rango de edad, y se presentó entre las edades de 21 a 30 años.

Los 36 casos de dengue reportados para 1994 no manifestaron una tendencia que determine un patrón de distribución, esto pudo ser debido a la poca cantidad de datos.

La mayoría de los casos encontrados en 1995, se distribuyen espacialmente hacia el sur y el oeste del municipio. La situación de los AGEB's en el sur, se presentaron en colonias recién establecidas en las faldas del cerro de La Silla, mientras que los del oeste se encuentran en colonias con establecimientos comerciales e industriales y cercanas a las colonias de Monterrey, N. L. con altos reportes de casos de dengue.

La distribución espacial de los registros de dengue en 1996, cambio del centro-sur en octubre a centro-oeste en noviembre, que son los meses de mayor incidencia de casos de dengue. En este año, fue particularmente notorio que en el primer cuadro del municipio y en una colonia de la periferia oeste, se presentaron más casos de dengue. Es importante destacar que estos resultados también se presentaron en 1995.

Por otra parte, octubre de 1997 fue el mes que presentó la mayoría de los casos con una distribución espacial hacia el este del municipio, en contra de los resultados anteriores.

### 3.6 CONCLUSIONES

Durante el estudio se reportaron 870 casos de dengue, siendo en 1995 el año con mayor cantidad (545), en 1996 y 1997 las cantidades fueron similares (144 y 145 respectivamente).

Las mujeres fueron las más afectadas (509 = 58.5%) que los hombres (361 = 41.5%).

Los meses con mayor incidencia de dengue fueron: Octubre (374 = 42.49%) y Noviembre (327 = 37.59%). Las edades reportadas con dengue fueron desde uno a 82 años.

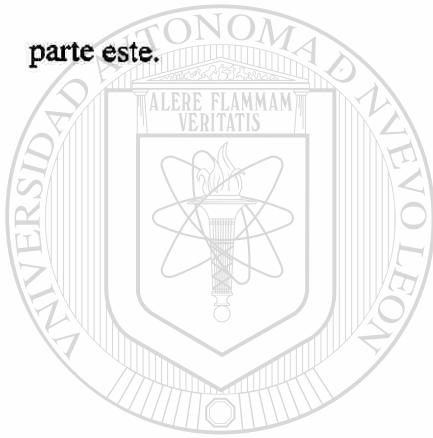
Entre los 21 y 30 años de edad se encontró la mayor cantidad de casos de dengue (218), de los cuales 123 se manifestó en mujeres y el resto (95) en hombres. Entre los pacientes con edades entre 1 y 10 años el 52.67% fueron mujeres y 47.33% hombres, mientras que los mayores de 50 años (105), el 60.95% correspondió para las mujeres y el 39.05% a los hombres.

En 1994 solo se reportaron 36 casos, de los cuales 12 ABEBs se dibujaron espacialmente con un caso y solo uno con 2 casos, esto en el mes de noviembre.

Los casos de dengue, durante los meses de Octubre (248) y Noviembre (255) de 1995, se distribuyen espacialmente hacia el sur del municipio.

En Octubre de 1996, los casos de dengue (55), se distribuyen en la parte centro-sur del municipio, mientras que en Noviembre (48) se agrupan preferentemente hacia el centro-oeste.

Durante diciembre de 1997 no se reportaron casos de dengue, sin embargo, el 50.34% se manifestaron desde Julio a Septiembre y su distribución fue en la parte central del municipio. Durante octubre (62 casos = 42,67%) se distribuyeron mayormente en la parte este.



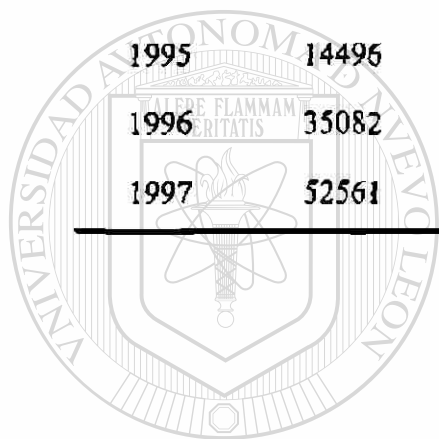
# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Tabla 3.1. Relación de casos de dengue clásico (D.C.) y hemorrágico (D.H.) en la República Mexicana y en el estado de Nuevo León, desde 1994 a 1997. (N.D. = no determinado).**

Año	México		Nuevo León	
	D.C.	D.H.	D.C.	D.H.
1994	8963	291	612	N.D.
1995	14496	N.D.	1731	168
1996	35082	1456	3358	255
1997	52561	980	1236	79



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 3.2. Número y porcentaje de casos de dengue reportados por año y por sexo entre 1994-1997 en el municipio de Guadalupe, N. L. (análisis por sexo,  $\chi^2 = 65.7$   $p < 0.01$ ).

Año	Mujeres(%)	Hombres(%)	Total(%)
1994	21(58.3)	15(41.7)	36(4.1)
1995	317(58.2)	228(41.8)	545(62.6)
1996	90(62.5)	54(37.5)	144(16.6)
1997	81(55.9)	64(44.1)	145(16.7)
Total	509(58.5)	361(41.5)	870(100)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**Tabla 3.3. Casos de dengue reportados por año y mes de ocurrencia entre 1994 y 1997 en el municipio de Guadalupe, N. L.**

Mes	1994	1995	1996	1997	Total (%)
Jul.	0	0	1	26	27(3.1)
Ago.	0	0	4	27	31(3.6)
Sep.	5	23	30	20	78(8.9)
Oct.	9	248	55	62	374(42.9)
Nov.	14	255	48	10	327(37.6)
Dic.	8	19	6	0	33(3.9)
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>545</b>	<b>144</b>	<b>145</b>	<b>870(100)</b>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 3.4. Estadísticas descriptivas de la edad por sexo (M = mujeres, H = hombres) de los pacientes con dengue durante los años de estudio en el municipio de Guadalupe, N. L.

Año	Sexo	Mínima	Máxima	Media ± desv. est.
1994	M	6	57	29.71 ± 13.02
	H	14	54	32.20 ± 10.98
1995	M	1	78	28.98 ± 16.95
	H	1	82	26.14 ± 17.41
1996	M	1	77	32.25 ± 17.24
	H	1	74	25.71 ± 14.84
1997	M	1	68	28.94 ± 14.28
	H	2	63	27.70 ± 15.61
Total	M	1	78	29.42 ± 16.44
	H	1	82	26.60 ± 16.49

Tabla 3.5. Frecuencia de casos de dengue clasificados por intervalos de edad, por sexo y por año de estudio en el municipio de Guadalupe, N. L.

Año	Sexo	Intervalos de edad							Total	
		1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70		>70
1994	M	1	4	7	4	3	2		21	
	H	0	2	3	6	3	1		15	
1995	M	48	47	79	52	45	31	13	2	317
	H	46	42	58	26	30	15	7	4	228
1996	M	11	16	18	16	17	5	6	1	90
	H	9	9	19	8	5	3	0	1	54
1997	M	9	14	19	19	16	1	3		81
	H	7	13	15	15	4	8	2		64
Total	M	69	81	123	91	81	39	22	3	509
	H	62	66	95	55	42	27	9	5	361

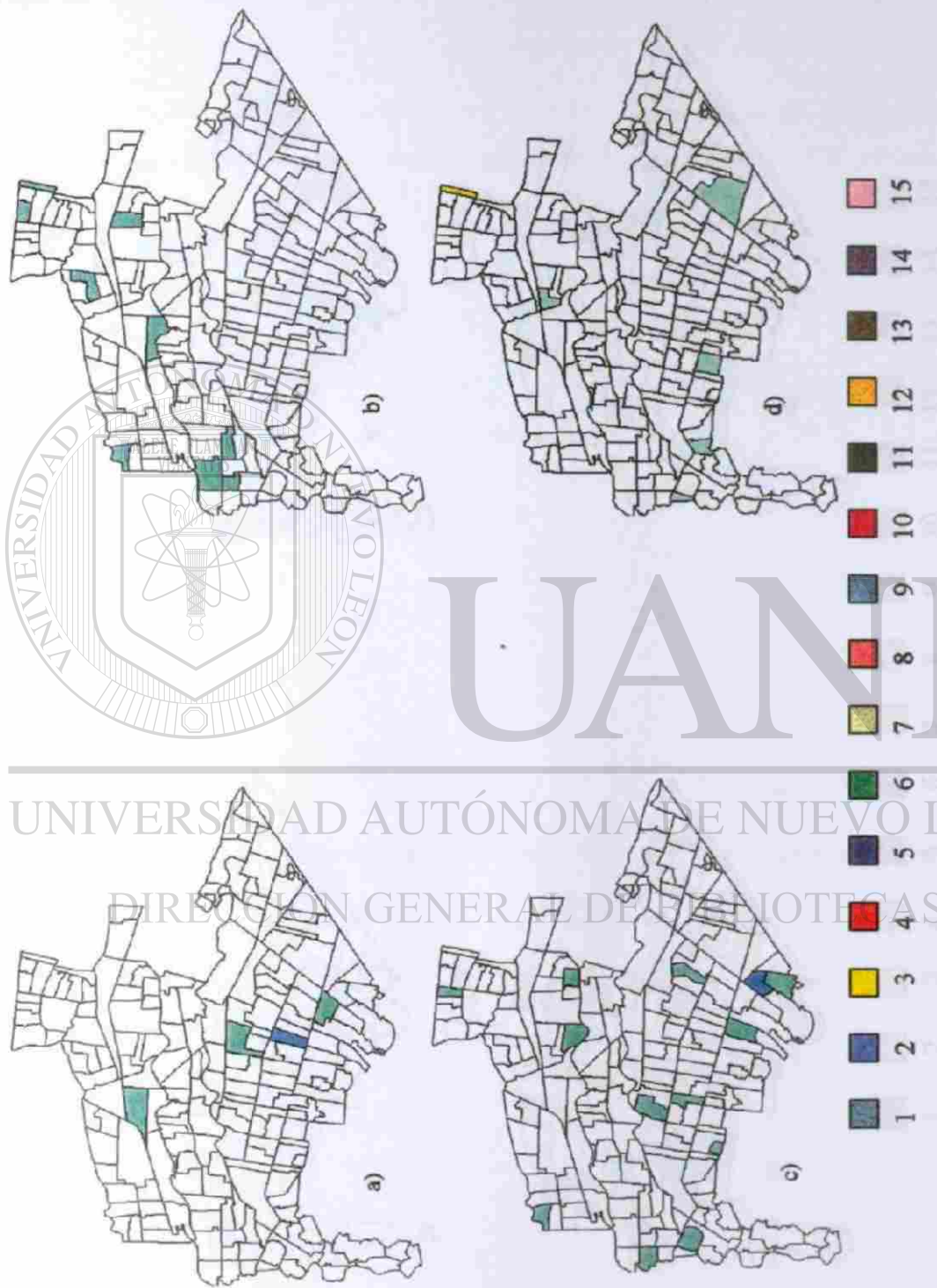


Figura 3.1. Distribución espacial de los casos de dengue, durante a) septiembre, b) octubre, c) noviembre y d) diciembre en 1994 en Guadalupe, N. L.

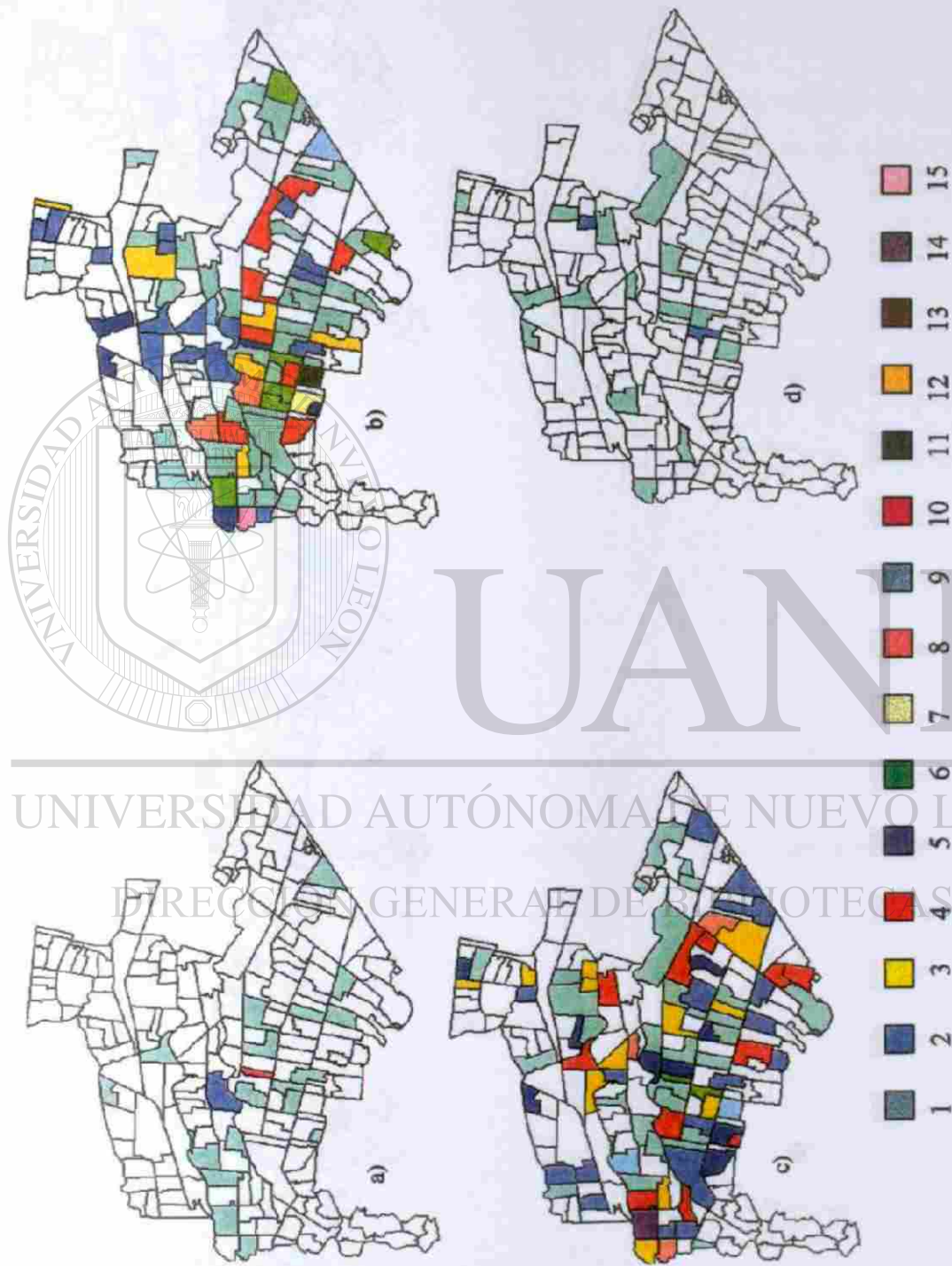


Figura 3.2. Distribución espacial de los casos de dengue, durante a) septiembre, b) octubre, c) noviembre y d) diciembre en 1995 en Guadalupe, N. L.

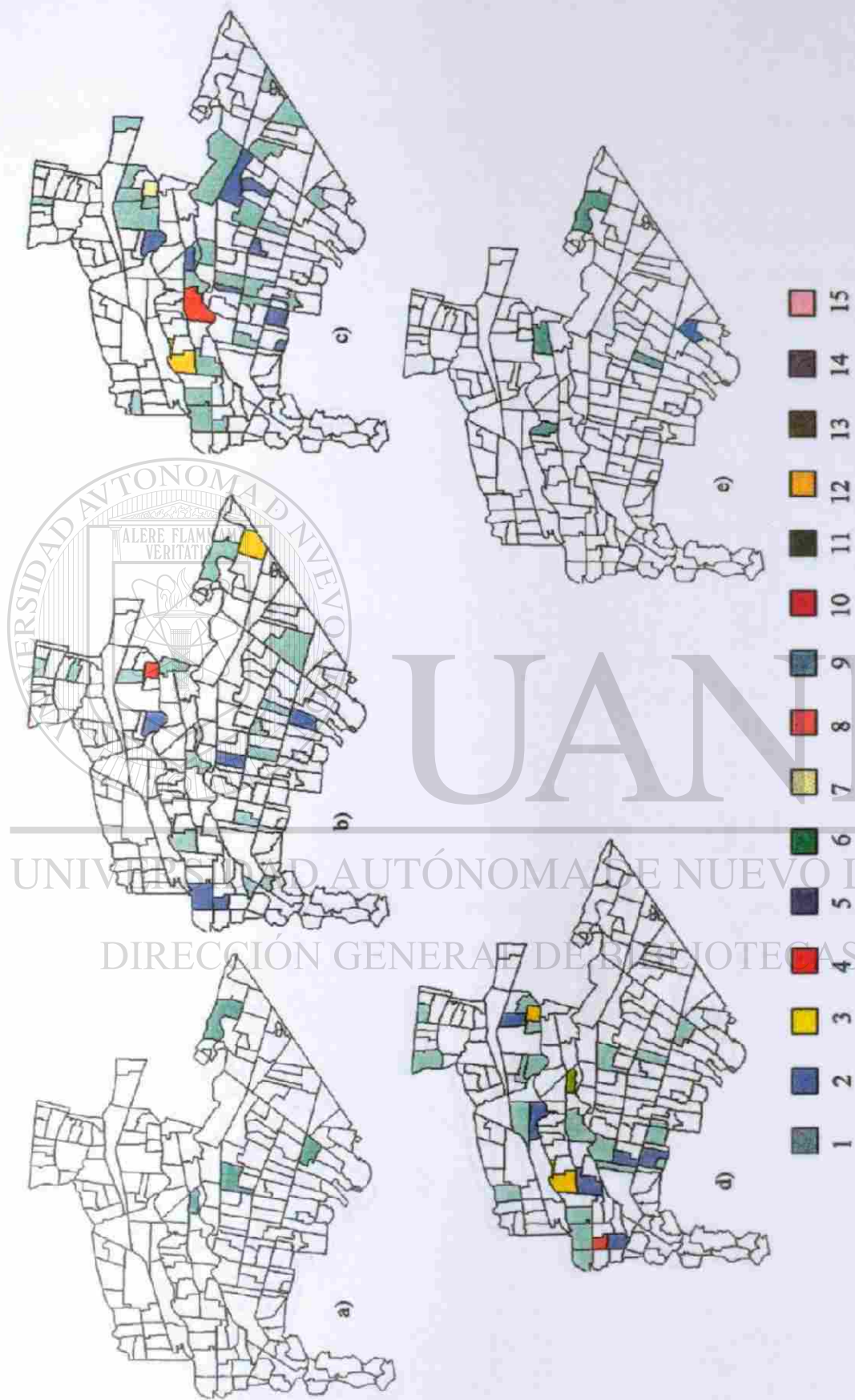


Figura 3.3. Distribución espacial de los casos de dengue, durante a) agosto, b) septiembre, c) octubre, d) noviembre y e) diciembre en 1996 en Guadalupe, N. L.

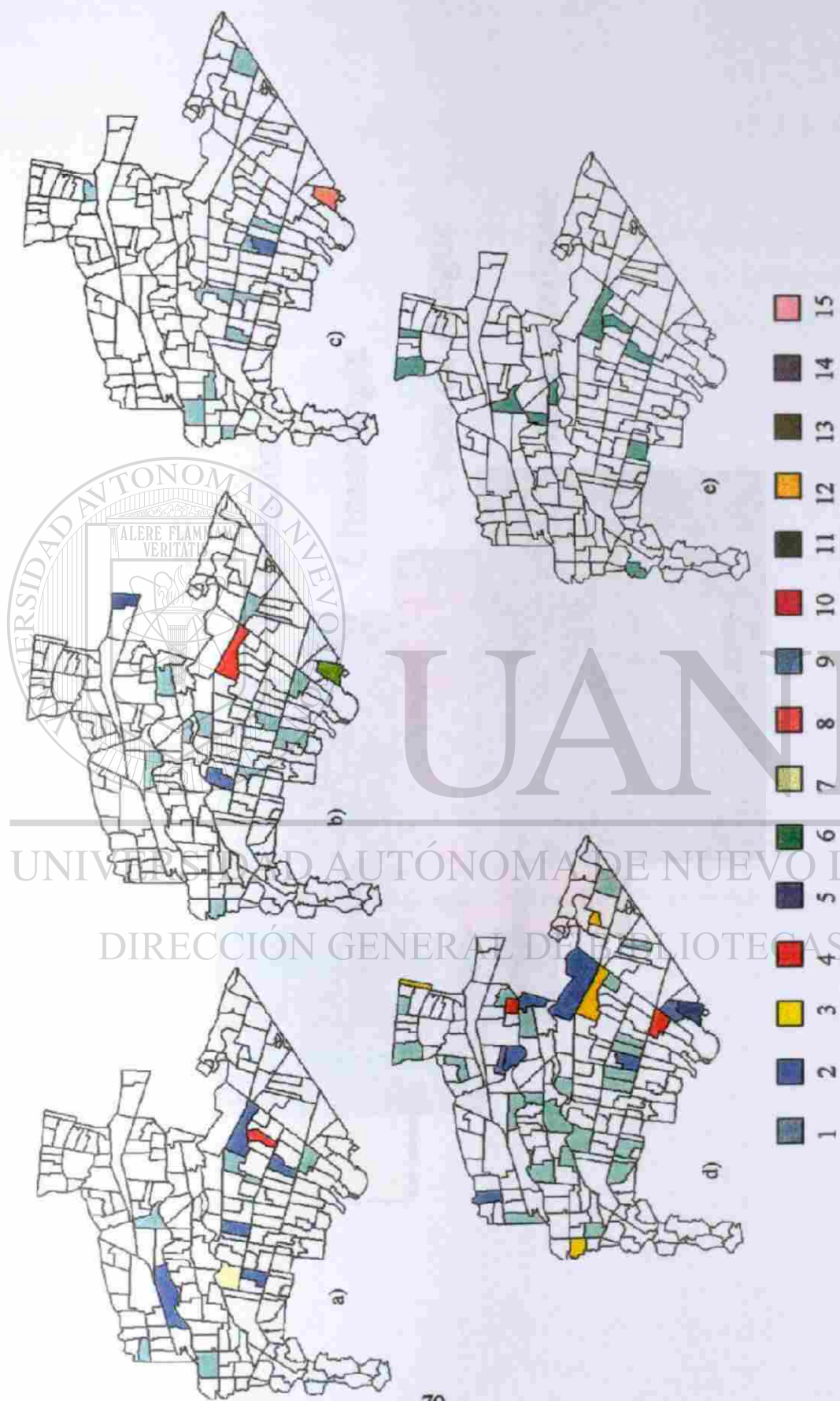


Figura 3.4. Distribución espacial de los casos de dengue, durante a) julio, b) agosto, c) septiembre, d) octubre y e) noviembre en 1997 en Guadalupe, N. L.

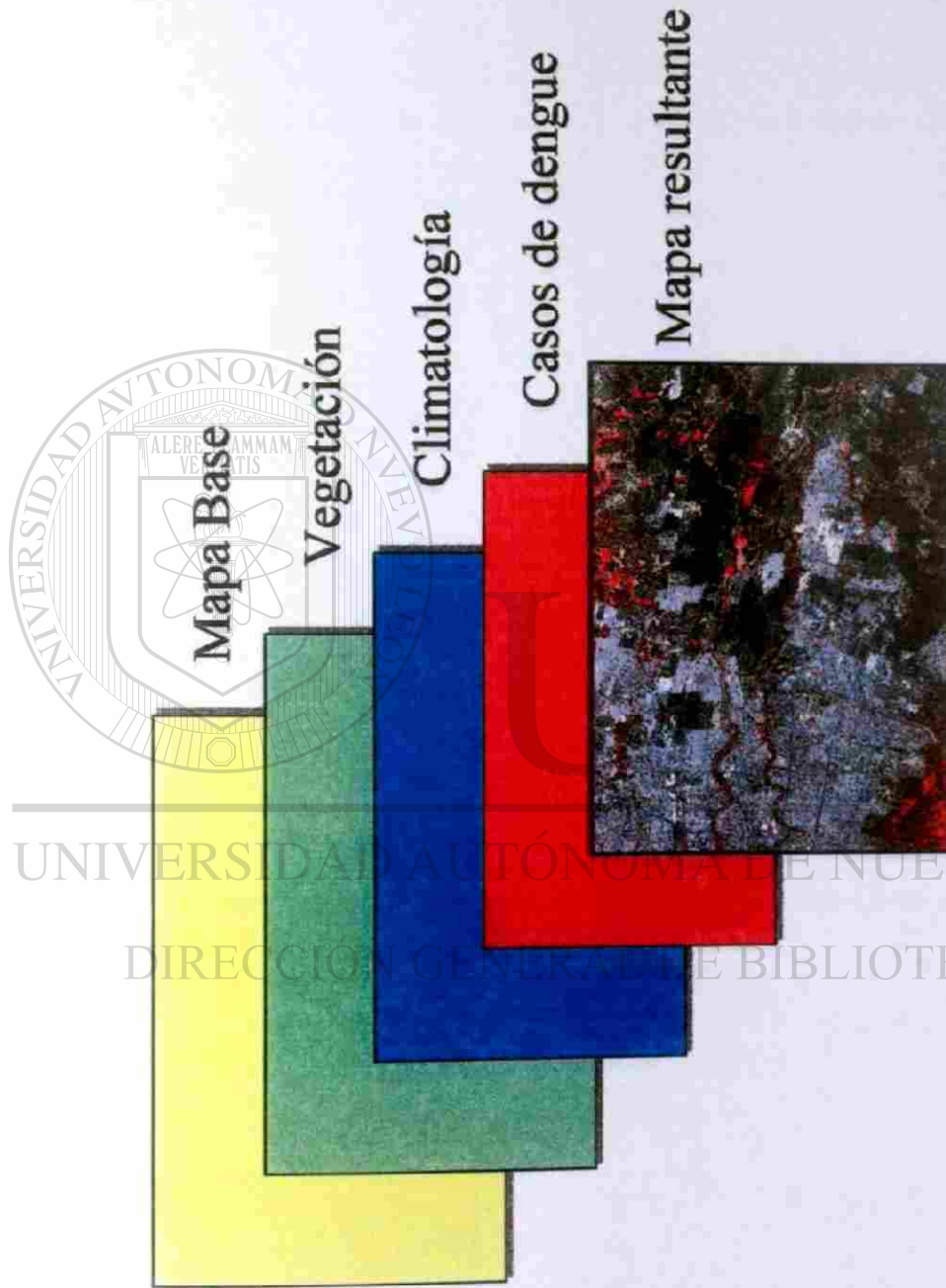


Figura 3.5. Esquema de las capas de mapas que comprenden un SIG para el estudio de los casos de dengue con vegetación y climatología.





**Relación entre los casos de dengue y los índices larvarios.**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 4.1 INTRODUCCION

Se utilizaron regresiones lineales para estimar la densidad de los grillos en diferentes tipos de cultivos y a los lados del camino en 1985-1987, se generaron mapas de densidad con los valores estimados y observados (Johnson, 1989).

Análisis de regresión logística fue usado para determinar las variables más cercanamente asociadas con la deforestación, un sistema de información geográfica fue usado para verificar espacialmente estas relaciones (Ludeke *et al.* 1990).

Li *et al.* (1993), publicaron que el uso de mapas es una importante herramienta para la investigación ecológica, ambiental y fenómenos geográficos, ellos presentan un análisis de correlación para determinar las similitudes espaciales en dos mapas ecológicos.

Clark *et al.* (1993), desarrollaron un método multivariado como modelo del uso potencial del hábitat, usando un conjunto de radio localizaciones de osos negros hembras (*Ursus americanus*), el modelo está basado en la estadística de las distancias de Mahalanobis acoplado a un sistema de información geográfica.

La selección de microhábitats del Kentucky warbler (*Oporornis formosus*) fue examinado, usando un sistema de información geográfica. La distribución fue mapeada en un área de estudio de 460 ha. en el noroeste de Virginia de 1979 a 1992. Cada distribución anual de los territorios fue comparada usando una regresión logística (McShea *et al.* 1995).

Métodos estadísticos de autocorrelación espacial fueron aplicados para determinar los componentes espaciales de las asociaciones entre las trampas en los transectos con y sin moscas ( Kitron *et al.* 1996).

Mapeando los criaderos de las especies de mosquitos vectores, facilita la evaluación del riesgo de contraer enfermedades y ayuda en el control de vectores, esto produce una guía potencial para el control en tiempos críticos, por ejemplo, después de las lluvias de verano o cuando hay una epidemia (Dale *et al.* 1998).

Usando un sistema de información geográfica, se desarrollaron bases de datos con los hábitats y los patrones de control de insecticidas usados en los condados de Chambers y Harris, se crearon mapas que describían la cantidad y localización de los hábitats del sapo y las áreas tratadas anualmente con insecticidas. La información de estos mapas fue usada con las utilerías del programa GRASS para identificar y señalar las zona de traslape o coincidencias entre los hábitats del sapo y las áreas tratadas con insecticida para el control del mosquito (Spradling *et al.* 1998).

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se estudiaron los casos de dengue en la municipalidad de Florida, Puerto Rico; usando sistemas de información geográfica, Un total de 377 casos de dengue fueron identificados y referenciadas las direcciones residenciales. Semanalmente los casos fueron mapeados por un periodo de junio a diciembre de 1991 cuando se reportaron el 94.2% de los casos, estos fueron detectados en 217 casas, de estos el 25.8% tenían entre dos y seis casos. Determinaron la distancia entre casos en niveles 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).

Freier y FitzMaurice (1998), publicaron el uso de sistemas de información geográfica en el control de mosquitos, si bien la aplicación de las bases de datos son usadas rutinariamente en el control, la asociación de información operacional con mapas computarizados no es muy usado. Parte del problema esta en la dificultad de bases de datos orientados espacialmente. Un GIS puede combinar datos del control con información de fuentes que muestren la localización de parcelas, propiedades, sistemas de drene, uso de la tierra y muchas otros tipos de datos referenciados geográficamente. Los resultados del uso adecuado de esta información pueden ser usados para producir mapas de riesgo que muestren áreas con altos niveles de exposición al mosquito. Crear un modelo predictivo, toma solo unos pocos minutos y puede ser modificado con un nueva base de datos. Esta información puede ser usada para dirigir el esfuerzo de control en áreas donde el impacto sea más significativo.

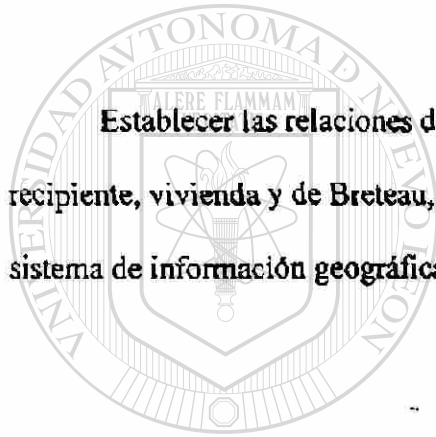
En un estudio para predecir la abundancia de *Ae. aegypti* de datos climatológicos en Puerto Rico, se encontró que en 1976 y 1977 el modelo predictor incrementa el índice de Breteau dos meses antes del inicio de la epidemia de dengue (Moore, 1985).

## 4.2 OBJETIVOS

Establecer las relaciones estadísticas entre los casos de dengue con los índices larvales: de recipiente, vivienda y de Breteau, así como los de tambos, llantas y piletas, en el municipio de Guadalupe, N. L.

Determinar, por medio del análisis discriminante, los índices que separan a los casos de dengue divididos en cinco niveles.

Establecer las relaciones de los casos de dengue con los índices larvales de recipiente, vivienda y de Breteau, así como los de tambos, llantas y piletas, mediante un sistema de información geográfica.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 4.3 MATERIALES Y METODOS

### 4.3.1 Material

Los datos correspondientes a los índices larvales fueron los mismos del primer tema

Los casos de dengue fueron proporcionados por el Laboratorio Central de la Secretaría de Salud del Estado, usados en el tema anterior.

### 4.3.2 Generación de mapas

El mapa base fue digitalizado utilizando fotografías aéreas, usando el CARTALINX® y tomando como polígonos los AGEB's, se asignaron los identificadores de polígonos y se agregaron los datos de los índices larvales, previamente recodificados en seis categorías: de 1.2 a 3.1=1, de 4 a 7=2, de 8 a 12=3, de 13 a 23=4 de 24 a 53=5 y de 54 o más= 6 (OPS, 1994). Los casos de dengue también fueron recodificados en cinco categorías: de 1 a 2=1, de 3 a 5=2, de 6 a 7=3, de 8 a 9=4 y más de 9=5. Estos mapas fueron exportados al paquete IDRISI® para su posterior análisis.

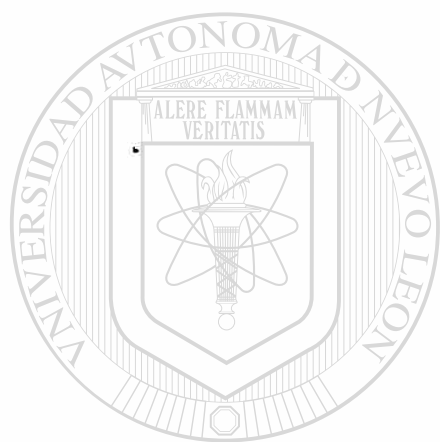
### 4.3.3 Análisis espacial

Se realizaron cruces de los mapas de los casos de dengue con los mapas de los índices de Breteau y vivienda, mediante el programa CROSSTABS del paquete IDRISI®.

### 4.3.4 Análisis matemático

Se determinaron las regresiones múltiples lineales entre los casos de dengue y los índices de Breteau, vivienda, tambos, llantas y piletas. También se realizó un análisis

discriminante para determinar cuales de estos indices no se asociaban con los cinco rangos de los casos de dengue.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

## 4.4 RESULTADOS Y DISCUSION

Con el propósito de establecer la relación entre los casos de dengue y los índices de Breteau y vivienda, se realizaron cruzas entre los mapas correspondientes, mediante la rutina CROSSTABS del paquete IDRISI®.

### 4.4.1 Distribución espacial

En la Figura 4.1 se presentan los mapas resultado de las cruzas de los casos de dengue y el índice de Breteau para octubre (mapa a) y noviembre (mapa b) de 1995; para octubre (mapa c) y noviembre (mapa d) de 1996 y para septiembre (mapa e) y octubre (mapa f) de 1997.

En los meses de octubre y noviembre de 1995 se reportan hasta 10 cruzas, observándose que los cinco rangos de los casos de dengue se presentaron con valores nulos del índice (1|0, 2|0, 3|0, 4|0 y 5|0), la frecuencia más alta de AGEB's fue con la relación 1|0, siguiéndole la de 2|0, que se distribuyen aleatoriamente en todo el municipio; octubre (mapa a) hay tres AGEB's con cruzas con casos y manifestación del índice (1|1, 3|2 y 4|2), mientras que en noviembre (mapa b) se encontraron cuatro (2|1, 1|2, 2|2 y 2|4), esto pone de manifiesto que en este mes el índice de Breteau influye más que en octubre. Cabe considerar que en este año se realizaron la menor cantidad de muestreos que en los demás años.



En octubre de 1996 (mapa c) se encontraron ocho cruzas con casos de dengue y valores Breteau , (1|1, 2|1, 1|2, 1|3, 1|4, 1|5, 4|5 y 1|6), destacando la de 4|5 que indica la manifestación de entre ocho y nueve casos con el índice entre 24 a 53% y el resto con uno o dos casos y los cinco rangos del índice, la distribución espacial es preferentemente hacia el este del municipio. Para noviembre del mismo año se reportaron nueve cruzas con casos e índice (1|1, 2|1, 1|2, 2|2, 1|3, 1|4, 1|5, 2|5 y 1|6) y dos con casos sin valores del índice. La distribución es aleatoria para todos los valores de las cruzas. Debido al número de casos de dengue (545) en 1995, aquí, en 1996 se realizaron muestreos exhaustivos lo que manifiesta cierta relación entre ambas variables.

En septiembre de 1997 (mapa e), se observan dos cruzas (1|3 y 4|3), situados hacia la parte sureste, 10 AGEB's con casos de dengue y valor nulo del índice (1|0) y cuatro con la situación inversa (0|1, 0|2, 0|3 y 0|4), distribuidos aleatoriamente. En octubre (mapa f) se encontraron cinco AGEB's, cada uno con las relaciones 1|2, 2|2, 1|3, 3|3 y 1|4. La frecuencia más alta de AGEB's fue con la relación 1|0, siguiendole la de 2|0, que se distribuyen aleatoriamente.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la Figura 4.2 se presentan los mapas resultado de las cruzas de los casos de dengue y el índice de vivienda para octubre (mapa a) y noviembre (mapa b) de 1995; para octubre (mapa c) y noviembre (mapa d) de 1996 y para septiembre (mapa e) y octubre (mapa f) de 1997.

Durante 1995 (mapas a y b) se presentaron las mismas cruzas a las encontradas con el índice de Breteau.

En octubre de 1996 (mapa c) hay tres AGEB's que disminuyeron los casos de dengue y dos con un incremento de entre uno a dos casos, donde se destaca la cruz 4/4 que corresponde de ocho a nueve casos y entre 13 a 23% del índice de vivienda y se encuentra localizado en el centro del municipio. En Noviembre (mapa d) se encontraron ocho AGEB's que cambiaron las cruces de los casos de dengue y los valores del índice de vivienda, en general, disminuyendo la primer variable.

En septiembre de 1997 (mapa e), se encontró un AGEB que disminuyó el índice del rango dos a cero y sin casos de dengue (situado al norte), respecto al índice de Breteau para el mismo mes. La misma situación (para el mismo AGEB) se presentó en octubre (mapa f).

Por lo anterior, se puede establecer que hay cierta relación entre los índices de vivienda y Breteau cuando se relacionan con los casos de dengue.

En la Figura 4.3 se presenta el diagrama del sistema de información geográfica propuesto para el análisis de los casos de dengue.

#### 4.4.2 Análisis estadístico

Se realizaron regresiones lineales múltiples entre los casos de dengue y los índices de vivienda (IV), de recipiente (IR) y de Breteau (IB) y los índices de tambos (T), llantas (LL) y piletas (PI); se utilizó el método *stepwise* con una tolerancia de 0.0001.

En 1995 no se encontró ninguna regresión significativa.

Sin embargo, en septiembre de 1996 los casos de dengue se estiman significativamente mediante la ecuación:

$$CD = 0.318 + 0.357(LL) - 1.450(IV) + 1.282(IB) \quad F(3,88) = 6.328, p < 0.01$$

El coeficiente de determinación  $R^2 = 0.198$   $p < 0.01$

En octubre de 1996 la ecuación significativa fue:

$$CD = 0.458 + 0.249(LL) - 1.534(IV) + 1.136(IB) \quad F(5,86) = 6.427 p < 0.01$$

El coeficiente de determinación  $R^2 = 0.296$   $p < 0.01$

En estos meses se puede observar que el número de casos de dengue depende significativamente de los índices de llantas, de vivienda y de Breteau. Sin embargo, hay una relación inversa con el índice de vivienda y dos positivas: con llantas y Breteau, aunque mayormente con este último, lo que está de acuerdo con lo publicado por Moore (1986) que estableció que valores altos del índice de Breteau se presentan dos meses antes del inicio de las epidemias de dengue manifestadas en Puerto Rico durante los años de 1976 y 1977, mientras que en 1978 su modelo falló, ya que la epidemia inició en julio.

---

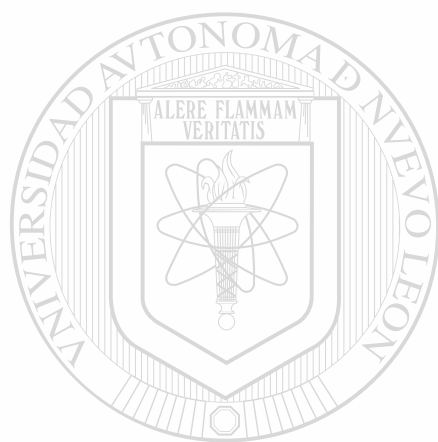
Se realizó un análisis discriminante para determinar los índices que discriminan los casos de dengue clasificados en los rangos ya establecidos (de 1 a 2=1, de 3 a 5=2, de 6 a 7=3, de 8 a 9=4 y más de 9=5). Los resultados para septiembre se muestran en la Tabla 4.1.

Se puede observar que el índice de Breteau fue el más discriminante ( $\lambda = 0.2998$ ,  $p < 0.01$ ), siguiendo el de vivienda ( $\lambda = 0.4867$ ,  $p < 0.01$ ) y el de recipiente ( $\lambda = 0.6752$ ,  $p < 0.01$ ). El coeficiente de correlación canónica fue de 0.837. Los resultados para octubre se presentan en la Tabla 4.2, aquí los valores de la lambda de Wilks fueron inferiores a los encontrados en septiembre. El índice de Breteau también fue el más discriminante ( $\lambda =$

0.0556,  $p < 0.01$ ), le siguió el de tambos ( $\lambda = 0.0856$ ,  $p < 0.01$ ) y finalmente el de recipiente ( $\lambda = 0.3614$ ,  $p < 0.01$ ), la correlación canónica fue de 0.971.

En noviembre y diciembre no se encontraron ecuaciones significativas entre los casos de dengue y los índices.

En 1997, los casos de dengue no se relacionan significativamente con los índices.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

## 4.5 CONCLUSIONES

Durante octubre y noviembre de 1995, para los casos de dengue cruzados con Breteau y vivienda (relaciones 1|0, 2|0, 3|0, 4|0 y 5|0) se distribuyen en todo el municipio. Sin embargo, en noviembre se encontraron cuatro cruzas (una más que en octubre) con casos de dengue y manifestación de los índices, situados en la parte sur del municipio.

En octubre de 1996 se encontraron ocho cruzas con casos de dengue y valores del índice de Breteau, destacando un AGEB situado al noreste con la relación 4|5 (entre ocho y nueve casos con 24 a 53% del índice). En noviembre se reportan nueve cruzas positivas para ambas variables sin presentar una distribución regular en el municipio.

En septiembre de 1997 predominaron las cruzas de los casos con el índice de Breteau orientadas hacia la parte sur, mientras que en octubre las cruzas se distribuyen en todo en municipio.

La cruz de los mapas de los casos de dengue con los mapas del índice de vivienda, presentaron relaciones y distribución espacial similar a lo reportado para el índice de Breteau, pero con valores ligeramente menores.

No se encontraron regresiones significativas entre los casos de dengue (CD) y los índices larvales de vivienda (IV) y Breteau (IB), incluyendo: tambos (T), llantas (LL) y piletas (P), en los años de 1995 y 1997. Sin embargo, en octubre de 1996 se encontró

$$CD = 0.458 + 0.249(LL) - 1.534(IV) + 1.136(IB) \quad F(5,86) = 6.86 \quad p < 0.01$$

$$R^2 = 0.296 \quad p < 0.01$$

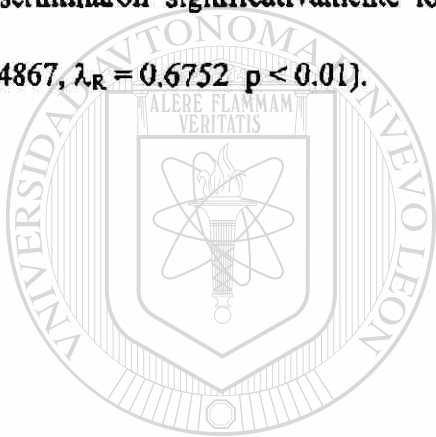
El índice de Breteau, tambos y recipiente discriminaron significativamente a los casos de dengue ( $\lambda_B = 0.0556$ ,  $\lambda_T = 0.0856$ ,  $\lambda_R = 0.3614$   $p < 0.01$ ).

Mientras que para septiembre fue:

$$CD = 0.318 + 0.357(LL) - 1.450(TV) + 1.282(IB) \quad F(3,88) = 6.33 \quad p < 0.01$$

$$R^2 = 0.198 \quad p < 0.01$$

El índice de Breteau, seguido del de vivienda y finalmente el de recipiente, discriminaron significativamente los casos de dengue clasificados ( $\lambda_B = 0.2998$ ,  $\lambda_V = 0.4867$ ,  $\lambda_R = 0.6752$   $p < 0.01$ ).



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 4.1. Resultados del análisis discriminante de los casos de dengue ves los índices, para el mes de septiembre de 1996 en Guadalupe, N. L.

Indice	$\lambda$ de Wilks	p	$D_{\min}^2$	p
Breteau	0.2998	< 0.01	19.849	< 0.01
Vivienda	0.4867	< 0.01	8.964	< 0.01
Recipiente	0.6752	< 0.01	4.089	< 0.05

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 4.2. Resultados del análisis discriminante de los casos de dengue ves los índices, para el mes de octubre de 1996 en Guadalupe, N. L.

Indice	$\lambda$ de Wilks	p	$D_{\min}^2$	p
Breteau	0.0556	< 0.01	3.336	< 0.05
Tambos	0.0856	< 0.01	1.332	< 0.10
Recipiente	0.3614	< 0.01	0.654	< 0.15

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



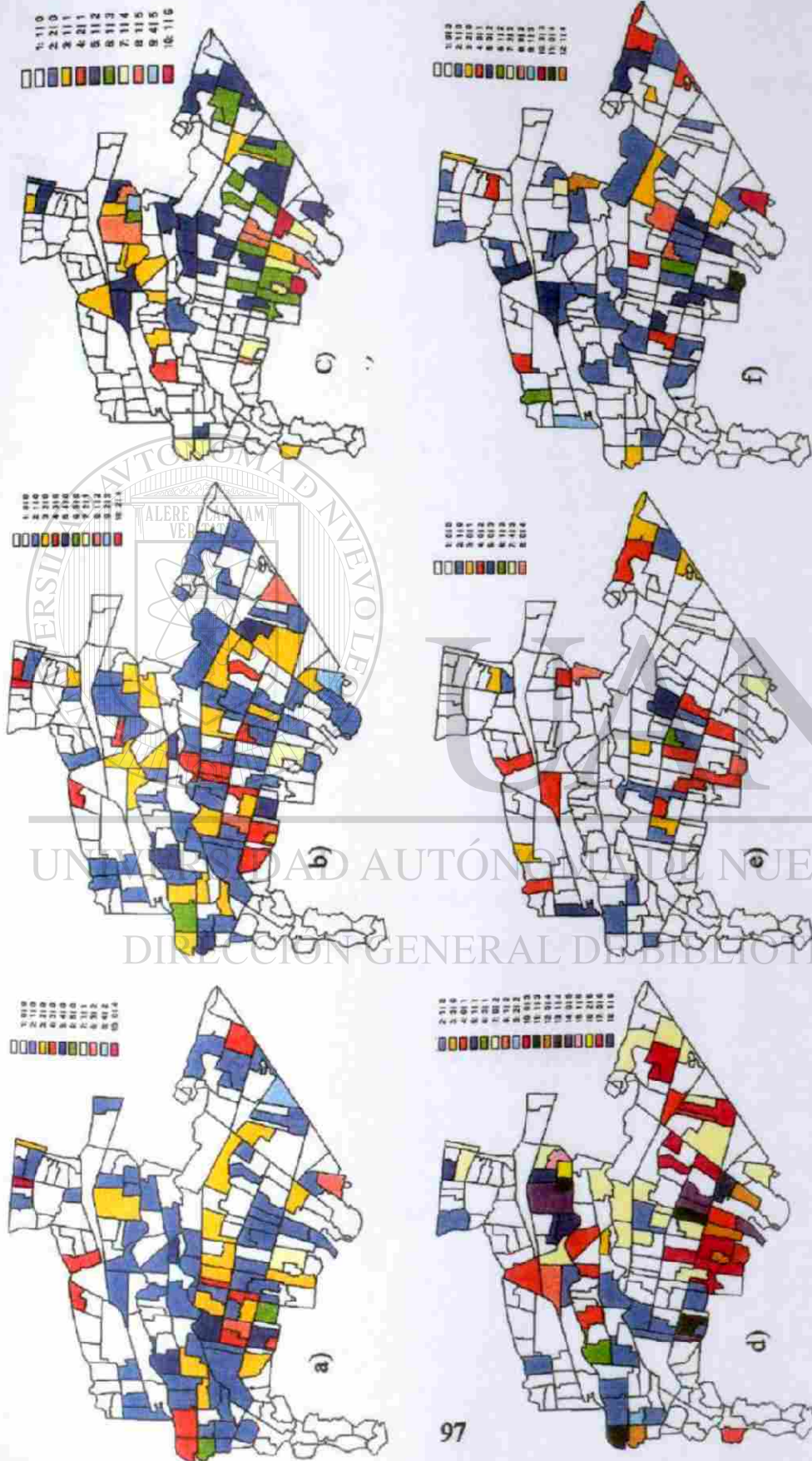


Figura 4.1. Mapas que relacionan los rangos del índice de Breteau y los casos de dengue (d<sub>B</sub>), reportados en 1995 a) octubre, b) noviembre; en 1996 c) octubre, d) noviembre; en 1997 e) septiembre, f) octubre; en Guadalupe, N. L.

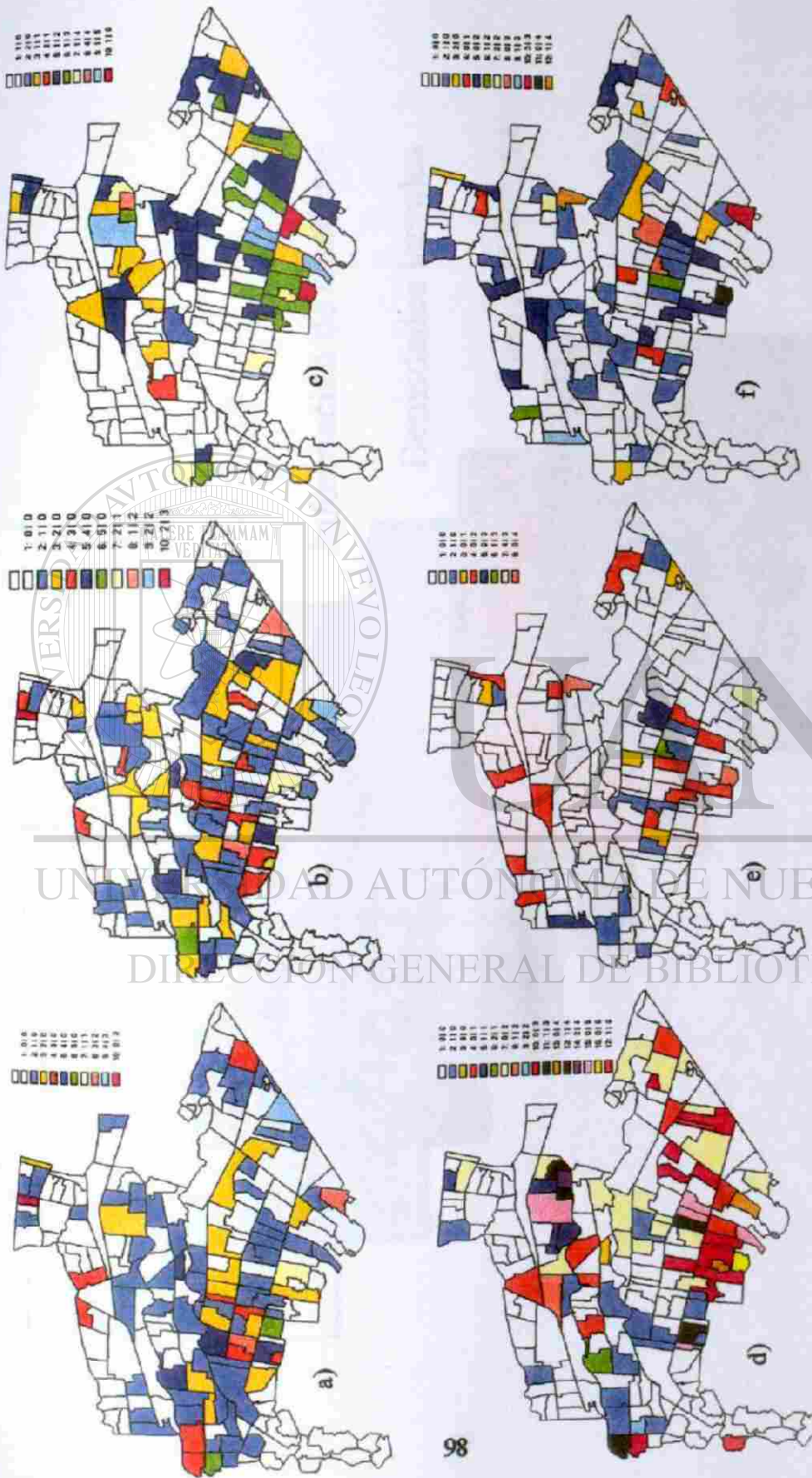


Figura 4.2. Mapas que relacionan los rangos del índice de Vivienda y los casos de dengue (d|V), reportados en 1995 a) octubre, b) noviembre; en 1996 c) octubre, d) noviembre; en 1997 e) septiembre, f) octubre; en Guadalupe, N. L.

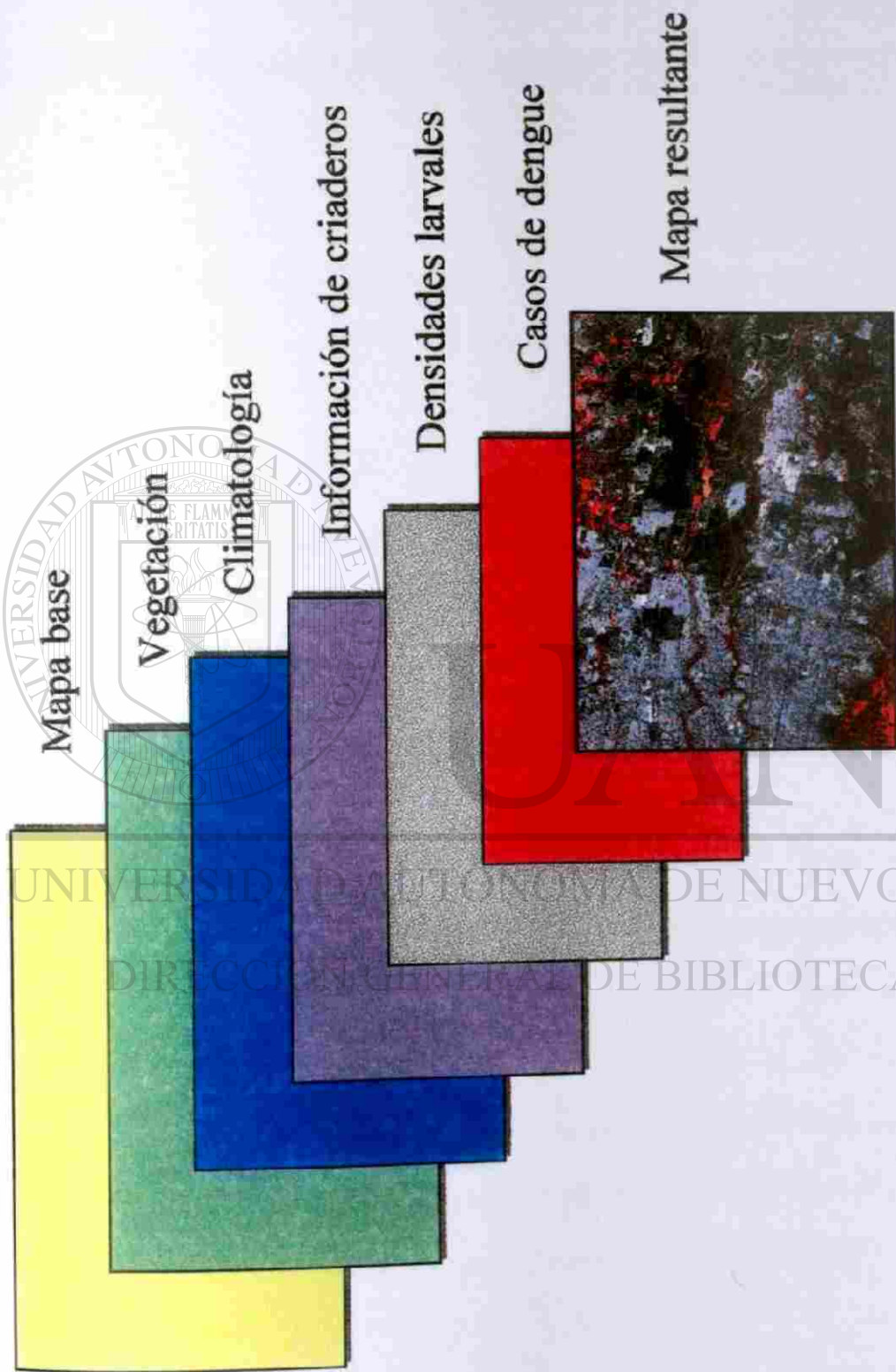
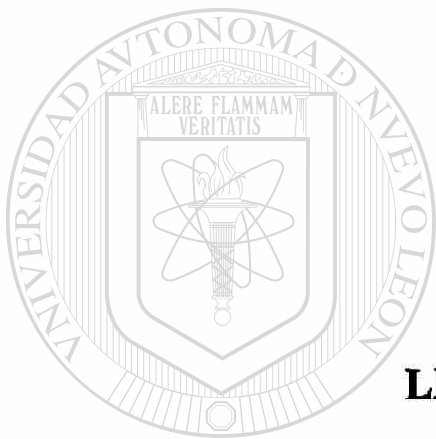


Figura 4.3. Esquema de las capas de mapas que comprenden un SIG para el estudio de los casos de dengue con otros factores.



**LITERATURA CITADA**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LITERATURA CITADA

Ball, G. L. 1994. Ecosystem modeling with SIG. *Environmental Management*. 18 (3): 345-349.

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.

Beck L.; M. Rodríguez; S. Dister; A. Rodríguez; E. Rejmankova; A. Ulloa; R. Meza; D. Roberts; J. Paris; M. Spanner; R. Washino; C. Hacker and L. Legters. 1994. Remote Sensing as a Landscape Epidemiologic Tool to Identify Villages at High Risk for Malaria Transmission. *Am J. Trop. Med. and Hyg.* 5 (3): 271-280.

Becker, K.; E. G. Gretory; E. B. Wayne and J. M. Zenilman. 1998. Geographic epidemiology of gonorrhea in Baltimore, Maryland, using a geographic information system. *Am. J. Epid.* 147 (7): 709-716.

Brown C. 1986. Implementing a Geographic Information System: What makes a new site a success?. *Proceedings of a Geographic Information System Workshop*. American Society of Photogrammetry and remote Sensing. Falls Church. Virginia 12-19.

Clark, G. 1992. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. *Journal of the Florida Mosquito Control Association*.. 63 (1): 10-12.

Clark, J. D.; J. E. Dunn and K. G. Smith. 1993. A multivariate model of female black bear habitat use for a geographic information system. *Journal of Wildlife Management*. 57 (3): 519-526.

Cross, E. R.; C. Scheffield; R. Perrine and G. Passaglia. 1984. Predicting Areas Endemic for Schistosomiasis Using Weather Variables and Landsat Data Base. *Military Medicine*. 149:542-544.

Chang, Y. C.; K. T. Goh; B. H. Heng and B. T. Tan 1993. Epidemiology of dengue in Singapore: current situation. *Tropical Medicine*. 35 (4): 189-194.

Dale, P. E .R.; S. A. Ritchie; B. M. Territo; C. D. Morris; A. Muhar and B. H. Kay. 1998. An overview of remote sensing and GIS for surveillance of mosquito vector habitats and risk assessment. *Journal of Vector Ecology*. 23 (1): 54-61.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Darsie, Jr., R.F. 1995. Revised list of the mosquitoes of Mexico. *Mosquito Vector Control and Biology in Latin America - A Fifth Symposium*. Gary G. Clark (organizer) 1995.

De-Pietri, D. E. 1995. The spatial configuration of vegetation as an indicator of landscape degradation due to livestock enterprises in Argentina. *Journal of Applied Ecology*. 32 (4): 857-865.

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.

Eamchan P. A.; Nisalak; H. M.; Foy and O. A. Chareonsook 1989. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene.* 41 (1): 95-101.

Everitt, J. H.; D. E. Escobar; M. A. Alaniz; M. R. Davis and J. V. Richerson. 1993. Integration of airborne video, global positioning system and geographic information system technologies for detecting and mapping two woody legumes on rangelands. *Weed Technology.* 7 (4): 981-987.

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.

Freier J E. and P. L. FitzMaurice. 1998. Use of Geographic Information System in Mosquito Control. *American Mosquito Control Association.* 9 (3): 8-18.

Glass, G.; F. Amerashinge; J. Morgan III and T. Scott. 1994. Predicting *Ixodes scapularis* Abundance on White Tailed Deer using Geographic Information System *Am. J. Trop. Med. and Hyg.* 5 (5): 538-544.

Gordon, A. J. 1988. Mixed strategies in the health education community participation. An evaluation of dengue control in the Dominican Republic. Health and Education Research. 3 (4): 399-419.

Gratz, N. G.. 1991 Emergency and Control of *Aedes aegypti* as Disease Vector in Urban Areas. J. Am. Mosq. Control Assoc. 50 (5): 353-365.

Grimaldo M., F. Turrubiarres; J. Milan; A. Posos; C. Alfaro and F. Diaz-Barriga. 1997. Endemic fluorosis In San Luis Potosí, Mexico: III. Screening for Fluoride exposure with a geographic information system. Fluoride. 30 (1): 33-40.

Gubler, D. J. 1987. Current research on dengue, in Current Topics in vector research. 1 (3): 37.

---

Gubler, D. J., 1993. Emergent and Resurgent Arboviral disease as Public Health Problems U. S. Department of Health and human Services, 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.

Gumbrecht T. 1996. Application of GIS in training for environment management. Journal of Environment Management. 46 (19): 17-30.



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.

Hawley, W. 1988. The Biology of *Aedes albopictus*. *Amer. Mosq. Control Assoc.* 4 (1): 1-40.

Hayes, R.O.; E. L. Maxwell; C. J. Mitchell and T. L. Woodzick. 1985. Detection, Identification and Classification of Mosquito Larval habitats using Remote Sensing scanners in Earth-orbiting Satellites. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 63: 361-374.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Hugh-Jones, M. 1989. Applications of Remote Sensing to the identification of the Habitats of Parasites and Disease vectors. *Parasit. Today.* 5 (8): 244-251.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1995). Dirección Regional del Noreste

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 1998). Dirección Regional del Noreste

Johnson-D-L. 1989. Spatial autocorrelation spatial modeling, and improvements in grasshopper survey methodology. *Canadian Entomologist*. 21(7): 579-588.

Khan, M. A. and T. Liang. 1989. Mapping pesticide contamination potential. *Environmental Management*. 3 (2): 233-242.

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 Breedeng and Imported cases in Israel, 1992. *Am. J. Trop. Med. and Hyg.* 50 (5): 550-556.

Kitron, U.; L. H. Otieno; L. L. Hungerford; A. Odulaja; W. U. Brigham; O. O. Okello; M. Joselyn; M. M. Mohamed-Ahmed and E. Cook. 1996. Spatial analysis of the distribution of tsetse flies in the Lambwe Valley, Kenya, using Landsat TM satellite imagery and *Journal of Animal Ecology*. 65 (3): 371-380.

Kumate R.J. y A. Llausas. 1989. Dengue Clásico y Dengue Hemorrágico en México. *Gaceta Médica de México*. 125(1 y 2): 37-39.

Lee H. L., 1992, *Aedes ovitramp* and larval survey in several suburban communities in Selangor, Malaysia. *Mosquito Borne Diseases Bulletin*. 9 (1): 9-15.

Le-Maitre, D. C.; B. W. Van-Wilgen and D. M. Richardson. 1993. computer system for catchment management: Background, concepts and development. *Journal of Environmental Management*. 39 (2): 121-142.

Li, C. F.; T. W. Lim; L. L Han and R. Fang 1985. Rainfall, abundance of *Aedes aegypti* and dengue infection in Selangor, Malaysia. *Southeast Asian. Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 6 (4): 560-568.

Li, B. L.; Y. T. Chu and D. K. Loh. 1993. Event probability correlation analysis for comparison of two-phase ecological maps. *Ecological Modelling* 69 (3-4): 287-302.

Lin, C. C. 1994. Study on rating fire risk zone of National Forests of Taiwan. *Bulletin of the Taiwan Forestry Research Institute New Series*. 9 (1): 61-71.

Lin, H. M; C. S. Chen; C. C. Hsu; and C. L. Chung. 1986. Dengue Vector density survey in Liuchiu, Pintung, Taiwan. *Chinese Journal of Microbiology and Immunology (Taipei)*. 19 (3): 218-223.

Little, T. M, and F. J. Hills. 1989. *Métodos estadísticos para la investigación en la Agricultura, Segunda Edición*, Editorial Trillas, México, D.F., 186-190.

Ludeke, A. K.; R. C. Maggio and L. M. Reid. 1990. An analysis of anthropogenic deforestation using logistic regression and GIS. *Journal of Environmental Management*, 31 (3): 247-260.

Luo, Q.H.; 1988. A Survey of the outbreak of dengue fever and evaluation of preventive effect. *Chinese Journal of Epidemiology*. 9 (6): 321-324.

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.

McShea, W. J.; M. V. McDonald; E. S. Morton; R. Meier and J. H. Rappole. 1995. Long-term trends in habitat selection by Kentucky warblers. *Auk*. 112 (2): 375-381.

---

Méndez-Galván, J. y Raúl Montesano. 1994. Manual para la Vigilancia Epidemiológica del dengue, la Fiebre Hemorrágica del dengue y los Mosquitos Vectores. Secretaría <sup>®</sup> de Salud. México, D.F. 12-16.

Micks, D. and W. B. Moon. 1980. *Aedes aegypti* in Texas Coastal County as an Index of dengue Fever Receptivity and Control Virus. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 29 (6): 158-165.

Minns, C. K. and J. E. Moore. 1992. Predicting the impact of climate change on the spatial pattern of freshwater fish yield capability in eastern Canadian lakes. *Climatic Change*. 22 (4): 327-346

Moore *aegypti* from climatologic data. *Ecology Mosquitoes: Proceedings of a Workshop*, Florida medical Entomology Laboratory, Vero beach, Florida. 223-235.

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. 1988. 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.

Mozeto, A. A.; T. A. Stone; I. F. Brown and D. L. Skole. 1990. The use of a geographic information system and of remote sensing in the assessment of the environmental impact in the ecological station of the, Samuel Hydroelectric reservoir, Rondonia, Brazil. *Interciencia.* 15 (5): 265-271.

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.

Nelson, M. J. 1986. *Aedes aegypti* Biología y Control. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D. C. 33.

Onstad, D. W. and R. I. Carruthers. 1990. Epizootiological Models of Insect Diseases. *Rev. Entomol.* 35: 399-419.

OPS, 1994. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas: Guidelines for Prevention and Control. 548: 9-10.

Prather, T. S. and R. H. Callihan 1993. Weed eradication using geographic information systems. *Weed Technology.* 7 (1): 265-269.

Proe, M. F.; S. M. Allison and K. B. Matthews. 1996. Assessment of the impact of climate change on the growth of *Sitka spruce* in Scotland. *Canadian Journal of Forest Research.* 26 (11):1914-1921.

Repik, P. M. and J. M. Dalrymple. 1987. RNA Fingerprinting as a Method for Distinguishing DEN1 Virus Strains. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 32 (3): 577-58.

Reyes-Villanueva F. 1990. El dengue Bionomía del Vector, transmisión y opciones para su control en México. *Ciencia* 41: 45-55.

Riley, J.R. 1989. Remote Sensing in Entomology. *A. Rev. Ent.* 34:247-271

Roberts, D. and M. Rodriguez. 1992. The Environment, Remote Sensing, and Malaria Control. Preventive Veterinary Medicine. Annals New York Academy Sciences. 23:123-126.

Roberts, D.; M. Rodriguez; E. Rejmankova; K. Pope; H. Savage; A. Rodriguez; B. Wood; J. Salute and L. Legters. 1991. Overview of Field Studies for the Application of Remote Sensing to the Study of Malaria Transmission in Tapachula, Mexico. Preventive Veterinary Medicine. 11:269-275.

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.

Schumaker, N. H. 1996. Using landscape indices to predict habitat connectivity. Ecology 77 (4): 1210-1225.

Secretaria de Salud y Asistencia (SSA). 1996. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. 24 (15): 9.

Secretaria de Salud y Asistencia (SSA). 1998. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. 26 (15): 8.

Simpson, J. W. 1989. A conceptual and historical basis for spatial analysis. Landscape and Urban Planning. 17 (4): 313-322.

Soper, F. L. 1963. Erradicación de las Américas de los Invasores Africanos: *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae*. Bol. of Sanit. Panam. 42 (3): 259-266.

Soper, F. L. 1967. Dynamics of *Aedes aegypti* Distribution and Density, Seasonal Fluctuations in the Americans. WHO, Bull. 36:536-538.

Spradling, S. L.; J. K. Olson; R. N. Coulson and C. N. Lovelady. 1998. A geographic information system approach to evaluating the effects of the endangered species protection program on mosquito control. Journal-of-the-American-Mosquito-Control-Association 14 (2): 37-147.

Stock, M. W. and H. M. Rauscher. 1996. Artificial intelligence and decision support in natural resource management. New Zealand. Journal of Forestry Science. 26 (1-2): 145-157.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Tim, U. S.; D. Jain and H. H. Liao. 1996a. Interactive modeling of ground-water vulnerability within a geographic information system environment. Ground Water. 34 (4): 618-627.

Tim, U. S.; D. Jain and H. H. Liao. 1996b. Ranking of habitats for the assessment of ecological impact in land use planning. Biological Conservation. 77 (2-3): 227-234.

Tonn, R.J. 1988. Urban Vector and Pest Control in Developing Countries. Bull. Soc. Vector Ecol. 13 (2): 291-294.



Tun Lin, W.; B. H. Kay and S. Forsyth. 1996 Critical examination of *Aedes aegypti* indices: correlations with abundance. Am. J. Trop. Med. Hyg. 54 (5): 543-547.

Tun Lin, W., H. Kay and A. Barnes. 1995. Understanding productivity, a key to *Aedes aegypti* surveillance Am. J. Trop. Med. Hyg. 53 (6): 595-601.

Van-De-Rijt, C. W.; L. Hazelhoff and W. P. M. Blom. 1996. Vegetation zonation in a former tidal area: A vegetation-type response model based on DCA and logistic regression using GIS. Journal of Vegetation Science. 7 (4): 505-518.

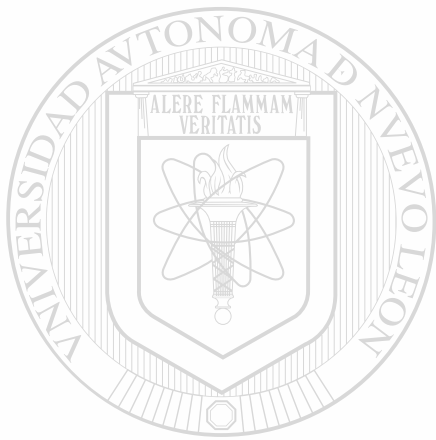
Vine, M. F.; D. Degnan and C. Hanchette. 1997. Geographic information systems: Their in Environmental epidemiology research. Environmental Health Perspectives. 105 (6): 598-605.

Wagner V.E.; R. Hill-Rowley; S. A. Narlok and H. D. Newson. 1979. Remote Sensing: A Rapid and Accurate Method of Data Adquisition for a Newly Formed Mosquito<sup>®</sup> 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.

Westmen, W. E., 1991. Measuring ralized niche spaces: climatic response of chaparral and coastal sage scrub. Ecology 72 (5):1678-1684.

Winch, P. J., G. Barrientos-Sánchez; E. Puigserver-Castro; L. Manzano-Cabrera; L. S. Lloyd and J. F. Mendez-Galván. 1992. Variation in *Aedes aegypti* larval indices over a one year period in a neighborhood of Mérida, Yucatán, México. *Journal of the American Mosquito Control Association* 8 (2): 193-195.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

