



MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD  
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS EN SALUD PÚBLICA  
"DR. ARNOLDO GABALDÓN"

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA  
LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL ESTADO GUÁRICO.

Trabajo Especial de Grado presentado como Requisito para optar al título de Especialista  
en Epidemiología de Enfermedades Metaxénicas

AUTOR: MIRIAM LAGUNA ROJAS  
TUTOR: ANA SOTO VIVAS

Maracay, 09 de junio de 2009

ANEXO A

AVAL DEL TUTOR

Yo, Ana Soto Vivas en mi carácter de  
Tutora del

Trabajo de Especialización Titulado:

"PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA  
ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL ESTADO GUÁRICO"

presentado por el (la) ciudadano (a) Miriam Laguna  
titular de la cédula de identidad N° 7.284.012

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser  
sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado  
examinador que se designe.

En Maracay a los 03 días del mes de junio del año dos mil noventa

Ana Soto Vivas

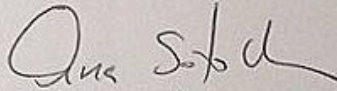
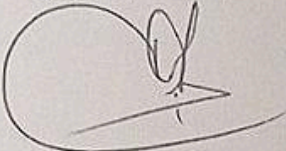
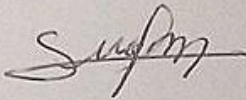
Firma

C.I: 11.103.434

Servicio Autónomo Instituto de Altos Estudios en Salud  
"Dr. Arnoldo Gabaldon"

### ACTA VEREDICTO

Nosotros, miembros del Jurado designados para la evaluación del Trabajo de Especialización Epidemiología de Enfermedades Metaxénicas titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL ESTADO GUÁRICO** presentado por la Ciudadano (a) Miriam Laguna Rojas para optar al Título de Especialista en Epidemiología de Enfermedades Metaxénicas, estimamos que el mismo reúne los requisitos para ser considerado como **APROBADO**.

Nombres y Apellidos	C.I.	Firma del Jurado
Presidente: Ana Soto Vivas	11.103.434	
Miembro: Nereida Delgado	6.363.676	
Miembro: Benny Suárez	9660081	

Fecha

## DEDICATORIA

A Jehová, Dios Todopoderoso,

A mi madre, Ligia Matilde,

A mi padre, quien espiritualmente siempre me acompaña,

A mis hermanos Héctor José, María Del Pilar y Haideé Del Valle,

A mis sobrinos: Héctor Andrés, Génesis, María Virginia, Andrea José y

Gustavo Alberto,

A todos ellos, dedico mi trabajo, producto de mi esfuerzo y constancia.

Miriam Dariela

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme serenidad y darme fuerzas cada día para no abandonar en los momentos difíciles.

A mi madre y mis hermanos quienes me dieron su apoyo, me tuvieron paciencia en los momentos de stress y soportaron mi abandono familiar por más de un año.

A los Profesores, Ana Soto Vivas y Jonathan Liria, quienes confiaron en mí en todo momento y junto conmigo son los autores de este Trabajo.

A mi Jefa y amiga Aimara Salas, quien me brindó la oportunidad de realizar el Postgrado y me apoyó incondicionalmente.

A mis amigas Ivonne, Omaira, Bárbara, Violeta, María T. y Digna que compartieron conmigo gratos y difíciles momentos del Postgrado.

A Leonardo, Remigio y Lesme, por acompañarme en el recorrido de todas las localidades georreferenciadas que se mencionan en este trabajo.

A Geógrafo Juan Eudes por su asesoría técnica,

A la Dra. Nereida Delgado y al Dr. Benny Suárez, por su valiosa colaboración,

A los Profesores y Personal del Instituto de Altos Estudios en Salud Pública  
Dr. Arnoldo Gabaldon,

A todos los que me tendieron su mano,

Mil gracias...

Miriam Dariela.

## TABLA DE CONTENIDO

	P.
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Tabla de contenido	vi
Lista de Cuadros	viii
Lista de Figuras	xi
Lista de Mapas	xiii
Lista de Gráficos	xv
Resumen.	xvi
Abstract	xvii
Introducción	1
Capítulo I. El Problema	5
Planteamiento del problema	5
Justificación	9
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Capítulo II. Marco teórico	13
Antecedentes de la investigación	13
Bases teóricas	19
Capítulo III. Metodología	48
Población y muestra	48
Tipo de investigación	48
Técnicas de recolección de datos	48

	p.
Técnicas de análisis de datos	51
Capítulo IV. Análisis de los resultados	54
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones	117
Conclusiones	117
Recomendaciones	119
Lista de Referencias	121
Anexos	127
Anexo 1	128
Anexo 2	129

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		p.
1	Viviendas positivas a triatominos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	54
2	Distribución de ejemplares de triatominos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	62
3	Distribución geográfica de triatominos capturados e infectados con <i>T. cruzi</i> en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	70
4	ANOVA frente a la Infestación por <i>P. geniculatus</i> e infección por <i>T. cruzi</i> , estado Guárico, 2006-2008.	76
5	ANOVA frente a la Infestación por <i>P. geniculatus</i> e infección por <i>T. cruzi</i> , San Juan de los Morros, estado Guárico, 2006-2008.	83
6	Distribución de viviendas positivas a triatominos según tipo de paredes en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	84
7	Tipo de piso de las viviendas positivas a triatominos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	85
8	Tipo de techo de viviendas positivas a triatominos de los municipios estudiados del estado Guárico, 2006-2008.	86

Cuadro		p.
9	Número de viviendas positivas a triatominos con presencia de animales en el peridomicilio en municipios estudiados, estado Guárico, 2006-2008.	87
10	Número de viviendas positivas a triatominos con presencia de anexos en el peridomicilio, en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	88
11	Viviendas positivas a triatominos según especie en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	89
12	Viviendas positivas a triatominos, descripción de lugar y horario de captura en municipios estudiados, estado Guárico, 2006-2008.	90
13	Número de ejemplares de triatominos capturados según género y especie, lugar de captura y número de viviendas, estado Guárico, 2006-2008.	92
14	Número de ejemplares de triatominos identificados por género, especie e instar ninfa o adulto, Guárico, 2006-2008.	93
15	Número de ejemplares de triatominos según género y especie capturados por búsquedas pasiva y activa. Guárico, 2006-2008.	94

Cuadro		p.
16	Número de ejemplares de triatominos según género y especie, infección por <i>T. cruzi</i> y ubicación durante la captura. Guárico, 2006-2008.	95
17	Distribución de triatominos según altura sobre el nivel del mar, estado Guárico, 2006-2008.	101
18	Distribución de <i>P. geniculatus</i> y <i>T. maculata</i> en parroquias del municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.	104
19	Distribución de <i>P. geniculatus</i> y <i>T. maculata</i> en parroquias del municipio José Tadeo Monagas, estado Guárico, 2006-2008.	105
20	ACP. Correlación entre variables y componentes principales, estado Guárico, 2006-2008.	107
21	ACP. Correlación entre variables y componentes principales, parroquia San Juan de los Morros, municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.	109

## LISTA DE FIGURAS

Figura		p.
1	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.	56
2	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio José Tadeo Monagas, estado Guárico, 2006-2008.	57
3	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio Ortíz, estado Guárico, 2006-2008.	58
4	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio Julián Mellado, estado Guárico, 2006-2008.	58
5	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio Francisco de Miranda, estado Guárico, 2006-2008.	59
6	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio José Félix Ribas, estado Guárico, 2006-2008.	60
7	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio Pedro Zaraza, estado Guárico, 2006-2008.	60
8	Distribución del número de viviendas positivas a triatomínicos en el municipio San José de Guaribe, estado Guárico, 2006-2008.	61
9	Distribución de triatomínicos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.	68

Figura		p.
10	Distribución espacial de triatominos en localidades de la parroquia San Juan de los Morros, municipio Juan Germán Roscio.	78
11	Distribución de ninfas de triatominos de acuerdo a la ubicación durante la captura y tipo de búsqueda.	96
12	Distribución de viviendas con domiciliación de <i>T. maculata</i> .	97
13	Localización de ninfas de <i>T. maculata</i> en municipios del estado Guárico.	98
4	Distribución geográfica de <i>P. geniculatus</i> en municipios y parroquias del estado Guárico, 2003-2008	64
5	Distribución geográfica de <i>P. geniculatus</i> en municipios y parroquias del estado Guárico, 2003-2008	65
6	Distribución geográfica de <i>Eratylus mucronatus</i> y <i>Protoplasma</i> sp. en municipios y parroquias del estado Guárico, 2003-2008	67
7	Distribución geográfica de <i>P. geniculatus</i> en celtas de 5 x 5 kilómetros, en el estado Guárico, 2003-2008	72
8	Distribución geográfica de triatominos asociadas con <i>T. sub</i> en celtas de 5 x 5 kilómetros, en el estado Guárico, 2003-2008	74

## LISTA DE MAPAS

Mapa		p.
1	Distribución por municipios y parroquias del estado Guárico.	29
2	Áreas geográficas correspondientes a la distribución de viviendas positivas a triatomos en municipios y parroquias en el estado Guárico, 2006-2008.	55
3	Distribución geográfica de <i>T. maculata</i> en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.	63
4	Distribución geográfica de <i>P. geniculatus</i> en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.	64
5	Distribución geográfica de <i>P. arthuri</i> en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.	66
6	Distribución geográfica de <i>Eratyrus mucronatus</i> y <i>Rhodnius prolixus</i> en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.	67
7	Distribución geográfica de <i>P. geniculatus</i> en celdas de 5 x 5 kilómetros, en el estado Guárico, 2006-2008.	72
8	Distribución geográfica de triatomos infectados con <i>T. cruzi</i> en celdas de 5 x 5 kilómetros, en el estado Guárico, 2006-2008.	74

Mapa		p.
9	Mapa predictivo para <i>T. cruzi</i> en municipios del estado Guárico, 2006-2008. Celdas de 5 x 5 kilómetros.	75
10	Presencia de <i>P. geniculatus</i> en celdas de 500 x 500 metros, parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico 2006-2008.	79
11	Presencia de triatominos positivos a <i>T. cruzi</i> en celdas de 500 x 500 metros, parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico 2006-2008.	80
12	Mapa predictivo de presencia de <i>T. cruzi</i> en San Juan de los Morros, estado Guárico 2006-2008.	82
13	Curvas de nivel de parroquias del estado Guárico.	100
14	Distribución geográfica de especies de triatominos registrados en el PPCECh según tipo de vegetación.	102
15	Distribución de habitantes según parroquias del estado Guárico.	103
16	Densidad poblacional de parroquias del estado Guárico.	106

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico		p.
1	Análisis de componentes principales, estado Guárico, 2006-2008.	108
2	Análisis de componentes principales de la parroquia San Juan de los Morros, municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.	110

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD  
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS EN SALUD PÚBLICA  
"DR. ARNOLDO GABALDÓN"

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA  
LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL ESTADO GUÁRICO 2008.

Autor: Miriam Laguna Rojas

Tutor: Ana Soto Vivas

Año: 2009

## RESUMEN

La enfermedad de Chagas, es una infección parasitaria causada por *Trypanosoma cruzi* Chagas 1909, endémica en México, Centro y Suramérica. En Venezuela el estado Guárico forma parte de las áreas endémicas. Este estudio pretende proponer un Sistema de Información Geográfica para la enfermedad de Chagas en el estado Guárico. Metodológicamente es una investigación descriptiva; la muestra fue constituida por 137 viviendas registradas en el Programa de Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas, que reportaron la presencia de triatominos 2006-2008. Se construyeron mapas de distribución geográfica de insectos vectores y parásito con superposición de distintas capas de datos con el software ArcView GIS 3.1. Imágenes vectoriales muestran la distribución de especies de triatominos y en formato raster presencia del vector y *T. cruzi*. Los datos se analizaron por estadística descriptiva y análisis de componentes principales. Los resultados indican la distribución de 5 especies: *T. maculata* (Erichson, 1848) *P. geniculatus* (Latreille, 1811), *R. prolixus* Stal, 1859, *P. arthuri* (Pinto, 1926) y *E. mucronatus* Stal, 1859. La especie más extendida en la geografía fue *T. maculata*, domiciliada en localidades de los municipios Ortiz y José Félix Ribas, y la que invadió con mayor frecuencia el domicilio fue *P. geniculatus*. Las áreas de mayor infestación se presentaron en la zona más densamente poblada del estado. El análisis de componentes principales mostró correlación entre presencia de *P. geniculatus*, infección por *T. cruzi*, búsqueda pasiva y captura intradomiciliaria. Conclusión: Probable reemplazo de *R. prolixus*, vector primario de la enfermedad, por vectores silvestres.

Palabras claves: Triatominos, *Trypanosoma cruzi*, Sistemas de información geográfica, Enfermedad de Chagas.

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD  
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS EN SALUD PÚBLICA  
"DR. ARNOLDO GABALDÓN"

PROPOSAL OF A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR CHAGAS  
DISEASE IN THE STATE GUÁRICO 2008.

Author: Miriam Rojas Laguna  
Tutor: Ana Soto Vivas  
Year: 2009

### ABSTRACT

Chagas disease is a parasitic infection caused by *Trypanosoma cruzi* Chagas 1909, endemic in Mexico, Central and South America. Guarico state in Venezuela is part of the endemic areas. This study aims to propose a GIS for Chagas disease in the state of Guarico. Methodologically, it is descriptive research, the sample consisted of 137 homes registered in the Program for Prevention and Control of Chagas disease, who reported the presence of triatomines 2006-2008. Maps were constructed geographical distribution of insect vectors and parasites with overlay of different layers of data with the GIS software ArcView 3.1. Vector images show the distribution of triatomine species and raster format vector presence and *T. cruzi*. Data were analyzed by descriptive statistics and principal component analysis. The results indicate the distribution of 5 species: *T. maculata* (Erichson, 1848) *P. geniculatus* (Latreille, 1811), *R. prolixus* Stal, 1859, *P. arthuri* (Pinto, 1926) and *E. mucronatus* Stal, 1859. The most extended species in geography was *T. maculata*, established in localities of municipalities Ortiz and José Félix Ribas, and the most frequently invaded the home was *P. geniculatus*. The areas of greatest infestation occurred in the most densely populated state. The principal component analysis showed correlation between presence of *P. geniculatus*, infection with *T. cruzi*, passive search and intradomiciliary capture. Conclusion: Probable replacement of *R. prolixus*, vector of disease, by wild vector.

Keywords: Triatomine, *Trypanosoma cruzi*, Geographic Information Systems, Chagas' disease.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas (ECh) es una infección parasitaria generalmente crónica causada por un protozooario flagelado, *Trypanosoma cruzi* (Chagas 1909), que alberga en numerosas especies de mamíferos silvestres y domésticos, transmitida al hombre por insectos hematófagos de la subfamilia Triatominae (Cortés y Suárez, 2005).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), 2007, refiere que esta enfermedad es endémica del neotrópico en las Américas, limitada a México, Centro y Suramérica, área geográfica donde se dan las condiciones climáticas y ecológicas para la transmisión de *T. cruzi*. Es considerada la enfermedad parasitaria de mayor impacto socioeconómico en el continente, pues su prolongada cronicidad reduce la capacidad laboral y la esperanza de vida de la población económicamente activa, afectando mayormente las zonas rurales más pobres de Latinoamérica, donde su prevalencia es más elevada.

Según la última "Estimación cuantitativa de la enfermedad de Chagas en las Américas" (2006), entre los 21 países endémicos se estima una prevalencia de 7'694.500 infectados –tasa de 1,44%–, cifra menor en 50% a las estimaciones efectuadas durante los primeros años de la década de 1990. El número de nuevos casos anuales de infección debidos a transmisión vectorial es de 41.200 –tasa de 7,77 por cada 100.000 habitantes– y el número anual de casos nuevos de Chagas congénito es de

14.385. Habría en la región de las Américas un total de 108'595.000 habitantes que residen en zonas endémicas (OMS, 2007).

Es por ello que la estrategia de control de la ECh diseñada por la OMS está basada en la interrupción de la transmisión vectorial de la infección, el tamizaje sistemático de la sangre de donantes en todos los países endémicos, en la detección y tratamiento de la transmisión congénita y en el tratamiento de los casos agudos y los niños. Estas intervenciones han contribuido a la interrupción de la transmisión en varias regiones del continente como Brasil, Chile y Uruguay que han sido declaradas como países libres de transmisión por *Triatoma infestans* (Klug, 1834), el principal vector domiciliado en estos países con la concurrente disminución en la incidencia de casos humanos (OMS, 2007).

Sin embargo los países del Cono Sur: Argentina, Bolivia y Paraguay, los que conforman la Iniciativa Andina: Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, los países centroamericanos y México todavía adelantan programas de control vectorial con diversos grados de intensidad (OMS, 2007). En Venezuela, el programa de control de esta afección se inició hace aproximadamente unas cinco décadas, basado en la interrupción de la transmisión vectorial combinando el uso de insecticidas de acción residual y la modificación de la vivienda rural en las áreas endémicas. El impacto se refleja en una importante reducción de los índices epidemiológicos, ya que para los primeros diez años (1958-1968) el índice de infestación de casas a *Rhodnius prolixus* Stal, 1859 estuvo entre 60-80%, su tasa de infección entre

8-11% y la seroprevalencia en la población 44,5% y cuatro décadas después, en 1998, éstos índices disminuyeron a 1,6-4%, 0,01-0,6% y 9,2%; respectivamente. Sin embargo persisten focos de transmisión continua, el objetivo de interrumpir la transmisión no se ha logrado y no ha ocurrido un progreso en años recientes (Figuera, Feliciangeli, Gorla, Davies y Cambell-Lendrum, 2006), atribuido quizás a que la campaña realizada no cubrió toda la zona endémica y las actividades de monitoreo no se mantuvieron de manera sistemática a nivel nacional después de los años 80 (Salvatella y Schofield, 2006).

En el estado Guárico la ECh se describe desde la década de 1930-1940, cuando José Francisco Torrealba señala la existencia de insectos transmisores y describe la severidad de esta dolencia. Añez *et al.*, (2003) señala que las cifras publicadas por Torrealba para la época revelan que 25% de la población llanera estudiada estaba infectada con *T. cruzi* y en algunas regiones la detección de infección por el *Trypanosoma* en triatomos colectados alcanzaba hasta 76% de positividad, situación que se revierte décadas después tras el efecto de la campaña nacional antichagásica.

En los últimos años la ecoepidemiología de la enfermedad en el estado Guárico se ha ido modificando tras los movimientos migratorios de la población rural hacia las áreas urbanas invadiendo los espacios naturales de los triatomos. Según datos de la Dirección de Salud Ambiental del estado Guárico adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) se ha

registrado un aumento en la notificación de vectores de *T. cruzi* tanto en áreas rurales como urbanas, predominando la frecuencia de *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) y *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) sobre *R. prolixus*, principal vector de la ECh en Venezuela. Asimismo, la enfermedad, en el último quinquenio se ha mantenido entre las primeras veinte causas de mortalidad afectando gran parte de su territorio, situación que exige un análisis de la situación actual de la enfermedad para lo cual se desarrollará un Sistema de información geográfica (SIG) para la ECh en el estado.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### Planteamiento del problema

La ECh constituye un importante problema de salud pública en Latinoamérica pues se estima que alrededor de 28 millones de personas viven expuestas en áreas de riesgo de transmisión de la enfermedad, 15 millones están infectados, 41.200 casos nuevos anuales debido a la transmisión vectorial y 12.500 muertes a causa de esta enfermedad (OMS, 2007).

En Venezuela, la ECh tiene una amplia distribución geográfica. Entre los estados más afectados se incluyen Barinas, Portuguesa, Lara, Cojedes, Yaracuy, Falcón, Carabobo, Guárico, Miranda, Anzoátegui y Monagas (Aché y Matos, 2001); calculándose aproximadamente en 2,8 millones de personas las expuestas a contraer la enfermedad, ascendiendo a 766.000 los individuos enfermos de Chagas (Traviezo y Bonfante-Garrido, 2004).

Los datos epidemiológicos indican una disminución importante de la prevalencia de la ECh de 44,5% en el período 1958-1969 a 5,8% en el 2005 en todo el territorio nacional, como resultado de la aplicación sostenida de medidas de control basadas en la aplicación de rociamientos residuales con insecticida y mejoramiento de las estructuras domésticas, con el objeto de

controlar la población de vectores de *T. cruzi* (Benítez, Reyes y Maldonado, 2006).

No obstante, los indicadores entomológicos de infestación por *R. prolixus* han venido ascendiendo, de un índice casa de 0,7% en 1990 a 5,2% en el año 2000, siendo este el más alto de la década, mientras que los índices parasitológicos reflejan un aumento notable durante el mismo período, de un índice de infección a casa por *T. cruzi* de 0,04 a 0,5% y la seroprevalencia en menores de 10 años que en la década de los 90 se mantenía por debajo de 1%, aumentó a 1%, lo que indica un incremento en la transmisión activa de la ECh (MPPS, 2007).

En este escenario epidemiológico, en el año 2007 se detectó un brote de Chagas agudo por transmisión oral en una zona urbana del estado Miranda, lo que evidencia la transmisión activa de *T. cruzi*. Ante esta situación el MPPS plantea la necesidad de ampliar las acciones de vigilancia en la lucha antichagásica a todo el territorio nacional (MPPS, 2007).

En este sentido, en el estado Guárico son pocos los estudios seroepidemiológicos conocidos y no se pueden hacer estimaciones en toda la población que permitan establecer la prevalencia actual de la enfermedad. Sin embargo, la Dirección de Epidemiología del estado Guárico refiere que en el año 2000 se realizó un estudio de seroprevalencia de la ECh en la población rural menor de 15 años en 18 parroquias del estado y arrojó una seropositividad de 0,13% (MPPS, 2000).

Más recientemente, los datos de morbilidad registrados en la Dirección de Salud Ambiental del estado Guárico en el año 2007 indican que 6,5% de las muestras serológicas tomadas por el Programa de Prevención y Control de la enfermedad de Chagas (PPCECh) a través de búsqueda activa resultaron con serodiagnóstico positivo a *T. cruzi*, mientras que la búsqueda domiciliaria de triatomíneos en lugares y casas demuestran que el índice de infestación a lugares fue de 37,5% y el índice de infestación a casas de 7,6%, con un índice de infección por *T. cruzi* a casa de 1,9% (MPPS,2008), por encima del valor promedio nacional.

Así mismo, la Dirección de Epidemiología Regional del MPPS en el último quinquenio reportó que la ECh en el estado se encuentra entre las primeras veinte causas de muerte, ocurriendo 34 defunciones a causa de esta enfermedad en el año 2007, siendo la tasa de mortalidad por ECh de 4,6 por 100.000 habitantes (MPPS, 2007).

Se ha reportado a *R. prolixus* como vector principal de la enfermedad, se considera que es autóctono de las zonas rurales, donde las condiciones ecológicas, las características de las viviendas (paredes de bahareque y techos de palma), la cría de animales en peridomicilio, son factores que favorecen su reproducción y el ciclo de transmisión de la enfermedad. A pesar de ello en los últimos años la investigación entomológica ha demostrado la heterogeneidad de los vectores asociados a la transmisión de *T. cruzi* tanto en áreas rurales como en las urbanas, evidenciando que el riesgo de transmisión del parásito se encuentra aumentado por la presencia

de triatominos silvestres infectados y la invasión del hombre a los ecotopos naturales de los triatominos desordenadamente.

En este sentido, en el estado Guárico se reportan varias especies de triatominos que podrían estar involucrados en la transmisión de la enfermedad, lo que constituye un factor de riesgo tomando en cuenta los índices de infección con el parásito y la invasión más o menos frecuente de ejemplares adultos de especies silvestres en el domicilio, pues aunque en las zonas urbanas no se ha evidenciado la colonización de las viviendas, adultos de *P. geniculatus* y *T. maculata*, se han reportado como visitantes nocturnos de las viviendas posiblemente atraídos por la luz artificial.

La situación descrita anteriormente nos conduce a plantear la implementación de un sistema de información geográfica que responda a las interrogantes: ¿Cuál es la distribución geográfica actual de las especies de triatominos en el estado Guárico?, ¿Cuáles son los factores de riesgo epidemiológico para la transmisión de la enfermedad de Chagas? y ¿Cuáles son las características ambientales que favorecen la distribución de los triatominos en estas áreas geográficas?

## JUSTIFICACIÓN

La ECh representa un problema de salud pública en el continente americano, afectando mayormente áreas pobres y rurales de Centro y Suramérica donde la enfermedad mantiene un comportamiento endémico. Venezuela se incluye en esta situación, pues la enfermedad tiene una amplia distribución geográfica que abarca 158/340 municipios de 18/23 estados del país.

El estado Guárico forma parte de las áreas endémicas de esta enfermedad viéndose afectado en casi todo su territorio, con una mortalidad de 4,6 por 100.000 habitantes en el año 2007, principalmente en los municipios San José de Guaribe, Julián Mellado, Pedro Zaraza, Juan Germán Roscio, Santa María de Ipire, El Socorro, José Tadeo Monagas, José Félix Ribas, Leonardo Infante y Francisco de Miranda (Anexo 1).

Por otra parte, desde el año 2000 no se ha estimado la prevalencia de la enfermedad en la zona de estudio, pues las actividades del PPCECh se han visto reducidas por factores relacionados a limitaciones presupuestarias y déficit de personal capacitado para realizar las intervenciones de control, adicionalmente se ha priorizado la intervención del personal en otras enfermedades como la malaria y dengue que afectan el estado.

Aunado a esto, se ha encontrado la presencia de insectos transmisores de *T. cruzi*: *R. prolixus*, *P. geniculatus*, *T. maculata*,

*Psammolestes arthuri* (Pinto, 1926) y *Eratyrus mucronatus* (Stal, 1859) en varios municipios del estado (MPPS, 2008); sin embargo, la ausencia de mapas de distribución para estos vectores posiblemente implicados en la transmisión de la ECh constituye una marcada debilidad para el análisis de riesgo de transmisión de la enfermedad.

El PPCECh del estado Guárico cuenta con el apoyo de un laboratorio central para diagnóstico serológico de la ECh, que a su vez realiza el estudio entomológico y parasitológico de los triatomíneos que se notifican al Servicio de Endemias Rurales tanto por búsqueda pasiva como por búsqueda activa. Adicionalmente funciona como centro de referencia para confirmar los Casos sospechosos de ECh de la red de Laboratorios de Salud Pública del estado Guárico (LASAPEG); dicha red está integrada por 4 laboratorios, ubicados estratégicamente de acuerdo a la geografía del estado en los municipios Juan Germán Roscio (GUALAB), José Tadeo Monagas (ALTALAB), Francisco de Miranda (MIRALAB) y Leonardo Infante (INFALAB) para atender la población de los 15 municipios que conforman el estado, generando así información a nivel local y municipal que alimenta los registros del Programa.

Toda esta información puede ser integrada en un SIG para fortalecer el programa de prevención y control de la enfermedad y el sistema de vigilancia epidemiológica. El SIG puede ser utilizado ampliamente como instrumento de apoyo en las actividades del PPCECh pues la capacidad de integración informática permite generar respuestas efectivas y oportunas de

acuerdo a las necesidades de atención en salud de la población al facilitar la identificación de áreas geográficas de riesgo de transmisión de la ECh, conocer la distribución espacial de vectores involucrados en la transmisión de la enfermedad, las variables ecológicas y climáticas asociadas a la presencia del vector y por ende disponer de información actualizada sobre la situación de la enfermedad en el estado, lo que facilitaría la oportuna toma de decisiones mediante la obtención de información de alta calidad.

Tomando en cuenta que la ECh continúa como un problema de salud pública en el estado, es imprescindible que los gerentes de los programas de salud manejen sistemas de información confiables que permitan la actualización permanente de los datos obtenidos a través de la vigilancia epidemiológica y al mismo tiempo organizar la información a nivel regional, municipal y local, para así tener una mejor visión de la situación de la ECh en el estado y poder focalizar las intervenciones hacia grupos prioritarios, además de racionalizar el presupuesto de los programas de control, por lo que se considera pertinente realizar la propuesta de implementación de un Sistema de información geográfica para la enfermedad de Chagas en el estado Guárico.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Proponer un Sistema de información geográfica para la enfermedad de Chagas en el estado Guárico.

### Objetivos específicos

1. Conocer la distribución espacial de viviendas positivas a triatominos registradas en el PPCECh del estado Guárico en el período 2006-2008.
2. Identificar la distribución geográfica de especies de triatominos registradas en el PPCECh por municipios y parroquias del estado Guárico durante los años 2006-2008.
3. Identificar la distribución geográfica de triatominos infectados con *T. cruzi* reportados por el PPCECh en el estado Guárico en el trienio 2006-2008.
4. Describir las características de viviendas positivas a triatominos del estado Guárico durante el período 2006-2008.
5. Determinar las variables fisiodemográficas asociadas a la presencia de triatominos en el estado Guárico 2006-2008.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### Antecedentes de la investigación

En México, en un estudio realizado por Dumonteili y Gourbiérez (2004) en la Península de Yucatán, empleando los SIG, se investigó la relación entre la distribución de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) y los factores bioclimáticos de la región, desarrollando modelos predictivos de la abundancia de este triatomino en los domicilios y de su tasa de infección por *T. cruzi*.

Las predicciones fueron utilizadas para elaborar mapas de riesgo de transmisión natural de la ECh. El mapa de riesgo obtenido fue validado comparando la ubicación de casos seropositivos y de cardiopatía crónica con los niveles de riesgo estimados, encontrando como resultado que la mayoría de los pacientes con cardiopatía crónica chagásica fueron de áreas de alto riesgo, 10% de áreas de riesgo mediano y ninguno de áreas de bajo riesgo, confirmando el valor predictivo del mapa de riesgo de transmisión.

Según el estudio, la velocidad del viento influye fuertemente en la abundancia de *T. dimidiata* intradoméstico, lo que puede ser interpretado como un evento de dispersión. Además las temperaturas bajas y la humedad y la precipitación alta están fuertemente asociadas a una infección

más alta, mientras que el tipo de vegetación es un fuerte predictor de la presencia del vector, siendo el factor más frecuentemente asociado a la distribución geográfica de vectores pues caracteriza de manera muy general el ambiente porque integra factores climáticos, geológicos, zoológicos y antropológicos.

Por otra parte, en Colombia, Parra y Morales (2006) han adelantado la implementación de un SIG para el estudio de los triatominos en la región noroccidental del país, a partir de información obtenida durante la realización del Programa nacional de prevención y control de la enfermedad de Chagas y la cardiopatía infantil.

Para la implementación del SIG en el análisis de la distribución de los vectores en la región noroccidental de Colombia han georreferenciado el 80% de las veredas estudiadas en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba, Magdalena y Sucre; realizaron muestreos entomológicos para integrar la distribución de las especies de triatominos presentes en cada municipio o vereda de los departamentos con el mapa temático de zonas de vida y determinaron el grado de dispersión, el grado de infestación, los municipios con vectores y las especies de triatominos presentes en cada departamento.

Para mejorar el análisis de la distribución de los vectores mediante el uso del SIG, planean confrontar la información disponible con imágenes satelitales de temperatura, precipitación, vegetación y tipos de suelo para incluir en el análisis variables que permitan hacer asociaciones de la

presencia de vectores con determinadas características ambientales, físicas y llegar a la generación de mapas predictivos de riesgo.

En otra investigación realizada en Colombia por Flórez, Gorla y Angulo (2006) en el departamento de Santander, usando sensores remotos, se estableció la correlación entre variables como la temperatura y el índice de vegetación con la distribución espacial de especies domiciliadas de triatomíneos (*T. dimidiata* y *R. prolixus*) y elaboraron mapas que predicen la posible presencia y otros la ausencia de estos vectores en esa área geográfica.

En Cuba, una investigación desarrollada por Pérez, Sánchez y Remond (2003) en el municipio Playa de ciudad de la Habana, emplea los SIG en el estudio de la diferenciación espacial de la vulnerabilidad al dengue. Los resultados de la investigación permiten distinguir espacios con diferentes contextos ambientales y sociales en el municipio y estratificar su vulnerabilidad al dengue, considerando la espacialidad de los focos del vector. Los resultados de la estratificación espacial de la vulnerabilidad a esta enfermedad fueron validados por la elevada asociación estadística con la espacialidad de los casos notificados en un brote ocurrido en el año 2000.

Curto, Carbajo y Boffi, (2003), realizaron un SIG para actualizar toda la información existente sobre malaria en Argentina y analizar la evolución de esta patología en las últimas tres décadas (1970-2001). En el estudio las localidades positivas para malaria y los hallazgos de vectores fueron georreferenciados en el SIG y se obtuvo la distribución geográfica del área

malárica histórica, las áreas endémicas, los focos epidémicos aislados en algunas provincias, las áreas con malaria epidémica y la distribución geográfica de los vectores involucrados en la transmisión de la enfermedad, logrando explicar el comportamiento endémico del NW y epidémico del NE, con la superposición del mapa de localidades positivas históricas y actuales con los de los vectores.

En Venezuela se ha introducido la aplicación de los SIG para profundizar estudios sobre enfermedades metaxénicas como enfermedad de Chagas, malaria y dengue. El único trabajo sobre mapas de riesgo de la enfermedad de Chagas en Venezuela lo refieren Figuera, Feliciangeli, Gorla, Davies y Cambell-Lendrum (2006). Estos investigadores realizaron el "Análisis espacio-temporal y uso de sensores remotos para describir la distribución de la infestación de casas por *R. prolixus* en Venezuela (1990-2000)" usando los SIG, basado en los registros de las actividades entomológicas del Programa nacional de control de la enfermedad de Chagas para el período mencionado y en series temporales de imágenes que cubren el mismo período.

El análisis de regresión logística mostró que hubo un incremento del índice de infestación a casas a una razón de 0,18% por cada año. Además arrojó un total de cuatro clusters significativos: uno con localidades de alta infestación en el período 1998-2000 (estados Barinas y Portuguesa) y tres de baja infestación a distintos período de tiempo (Trujillo, Falcón, Cojedes y Guárico).

Por otro lado, usando 71 variables físico-ambientales se desarrolló un modelo predictivo con el fin de determinar su correlación con las localidades con alta y baja infestación. De estas 71 variables sólo 4 permiten clasificar áreas geográficas de baja y alta infestación (fase de la amplitud anual de la radiación del infrarrojo medio, varianza total de la temperatura de la superficie de la tierra, amplitud del ciclo bianual del índice de vegetación y fase de la amplitud trianual de la temperatura del aire). De los 4 indicadores, 3 están relacionados con la temperatura, remarcando el efecto importante de este parámetro físico ambiental sobre la ocurrencia de áreas con alta y baja infestación de casas por *R. prolixus*.

En otro estudio, Delgado, Ramos, Rodriguez y Liberal (2004), realizaron una investigación con el objeto de mostrar las relaciones espacio temporales entre la variabilidad climática, evaluada a través de la correlación entre la precipitación y la ocurrencia de los eventos ENSO y la incidencia malárica en el estado Sucre, así como evidenciar la importancia de los modelos climáticos, como producto de la interpretación de las imágenes meteorológicas, y su integración en un SIG, como herramienta predictiva.

Los análisis de la distribución regional de la precipitación en el estado se contrastó con los modelos espaciales de incidencia malárica durante los años ENSO, encontrándose importantes coincidencias entre la incidencia y extensión de los focos de malaria con los episodios ENSO-Niño, Niña.

La vinculación entre la dinámica de la enfermedad y la variabilidad climática en el estado Sucre sugieren la posibilidad de anticipar la ocurrencia

de brotes maláricos, utilizando la información epidemiológica y la proveniente de sensores remotos climáticos que monitorean los eventos ENSO. Estas informaciones y las de las redes climatológicas locales, integradas en un SIG, constituyen una excelente herramienta de predicción y por ende de prevención para un mejor manejo de estas enfermedades.

También, Delgado *et al*, (2001), desarrollaron un SIG como modelo espacial de riesgo malárico para el estado Sucre, que incluyó: (a) una capa vectorial de la representación espacial de la incidencia malárica en el estado durante los años 1986-1997, que generó una serie cartográfica temática cuyo análisis indica un incremento de la intensidad malárica desde 1986 hasta 1992, con una marcada contribución de las demarcaciones sanitarias A y D al total de casos registrados; (b) una base de datos ambientales con datos de precipitación, temperatura y humedad relativa; (c) una base de datos del hábitat del vector, *Anopheles aquasalis*, con sus sitios de criaderos y tipo de vegetación asociada, entre otros.

A partir de la representación espacial de la incidencia malárica en el estado Sucre durante los 12 años analizados se combinaron diversas capas de información para obtener mapas que permitan interpretar cualitativamente las áreas de mayor riesgo y su persistencia o variación en el tiempo. El modelo demuestra que la proximidad de los humedales a los asentamientos humanos incrementa la probabilidad de contraer la malaria, debido a la coincidencia espacial entre las unidades ecológicas que incluyen sitios de reproducción del mosquito y estos asentamientos.

De esta manera, la integración de diversos niveles de información en un SIG y el uso de la tecnología de los sensores remotos proporcionan un soporte para la toma de decisiones particularmente en lo referente a la epidemiología de esta enfermedad y en la implementación adecuada de medidas de control.

En otra investigación, Barrera, Delgado, Jiménez, Villalobos y Romero (2000) utilizaron los SIG como apoyo en la vigilancia y monitoreo de salud pública, pues aplicaron el uso de esta tecnología en la estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. Mediante el SIG elaboraron mapas que muestran la distribución espacial de los casos de dengue y dengue hemorrágico por municipios y barrios del área metropolitana de Maracay, estado Aragua, lo que permitió proponer concentrar los esfuerzos de control vectorial en las zonas de alta transmisión.

### **Bases teóricas**

#### **Enfermedad de Chagas**

La enfermedad de Chagas es una infección parasitaria generalmente crónica causada por un protozooario flagelado, *T. cruzi*, transmitida comúnmente al hombre y otros mamíferos por triatomíneos hematófagos de la familia Reduviidae conocidos en Venezuela como "chipos".

La presentación clínica de la ECh se ha descrito en tres fases:

La fase primaria o aguda, también llamada de primoinfección, ocurre más o menos dos a cuatro semanas después de la infección, es sintomática solo en 1 a 2% de los casos y se caracteriza por alta parasitemia. Esta fase se caracteriza por un proceso febril, algunas veces asociado con edema facial o conjuntival unilateral (signo de Romaña) cuando la penetración del parásito ha sido a través de mucosas. Si la penetración ha sido a través de la piel se observa el "chagoma de inoculación" que generalmente se presenta como una tumoración rodeada de un área edematosa (Contreras, 1993 y Nicholls, Cucunubá, Knudson, Flórez, Montilla, Puerta, y Pavía, 2007).

Puede desarrollarse una miocarditis aguda usualmente indetectable y 1% de los pacientes desarrolla una miocarditis aguda evidente que llega a ser mortal en 10% de los casos (Contreras, 1993; Rodríguez, Briceño, Chiurillo, Mosca y Campos, 2004). En ausencia de tratamiento, en la fase aguda los síntomas persisten de dos a cuatro meses y el paciente se recupera espontáneamente o puede morir (Nicholls *et al*, 2007).

La segunda fase, llamada intermedia, período de latencia, inaparente o crónico indeterminado se inicia después de la fase aguda y se caracteriza por la disminución notable de la parasitemia y la atenuación e inclusive desaparición de las manifestaciones clínicas. Constituye la etapa silenciosa de la enfermedad dado que la mayoría de las veces pasa inadvertida. Puede durar de 15 a 20 años o toda la vida y solo se detecta la infección por exámenes de laboratorio especialmente serológicos (OPS, 1982).

Finalmente, la fase crónica puede manifestarse al cabo de años o décadas después de la infección. En esta etapa comienzan a aparecer síntomas de miocardiopatía tales como palpitaciones y disnea, que se pueden ir acentuando hasta llegar a los cuadros francos de insuficiencia cardiaca, con su sintomatología característica (Contreras, 1993 y Nicholls *et al*, 2007).

La progresión de la miocardiopatía chagásica está en relación directa con la edad, observándose los cuadros francos de la misma con mayor frecuencia en edades superiores a los 20 años (Contreras, 1993). Sin embargo, solo de 20 a 40% de la población infectada llega a esta fase; el resto permanece asintomático y puede transcurrir su vida sin llegar a saber que son infectados chagásicos (Nicholls *et al*, 2007 y OPS, 1982).

### Formas de transmisión de la ECh

La ECh puede ser transmitida al hombre a través de triatominos hematófagos, transfusiones sanguíneas, verticalmente de la madre infectada al feto, ingesta de alimentos contaminados por el parásito, transplante de órganos o contaminación accidental en el laboratorio.

La principal forma de transmisión de *T. cruzi* es la vía vectorial, representando el 80-90% de los casos de transmisión en los humanos y ocurre cuando el insecto se alimenta sobre un hospedador humano, defeca sobre la picadura que ha realizado para alimentarse y el parásito penetra a

través de la piel o mucosas. Los mamíferos domésticos y silvestres también pueden infectarse de la misma forma (Rodríguez *et al*, 2004).

La transmisión natural en la que interviene el vector se lleva a cabo en tres ciclos:

**Doméstico:** En el cual el vector infesta de manera exclusiva la vivienda humana, definido por factores antroponóticos y haciendo del hombre el principal reservorio natural de *T. cruzi*. Este ciclo es mantenido por el hombre, animales domésticos (perros y gatos) y los insectos triatomíneos domésticos (OPS, 1982).

**Peridoméstico:** Donde el vector se mantiene alrededor de núcleos de población humana; en este ciclo intervienen mamíferos (roedores domésticos, marsupiales, gatos, perros) que libremente entran y salen de las residencias y los triatominos silvestres que son atraídos por la luz de las casas y por el alimento. Este ciclo sirve de unión a los ciclos silvestre y doméstico (Rodríguez *et al*, 2004).

**Enzoonótico o silvestre:** Se presenta alejado de asentamientos humanos, de naturaleza eminentemente zoonótica, el parásito circula entre vectores (triatominos de hábitos silvestres) y reservorios silvestres (roedores, marsupiales y otros mamíferos silvestres) (OPS, 1982).

Tradicionalmente se ha dicho que la enfermedad está establecida casi exclusivamente en áreas rurales, donde los triatominos pueden reproducirse y alimentarse en sus reservorios naturales, principalmente armadillos y marsupiales. Dependiendo de las interacciones del vector y sus

hospedadores, el hombre infectado y animales domésticos como gatos, perros, cerdos, cabras, ratones y animales salvajes pueden servir también como reservorios. En el ciclo doméstico, los perros y los gatos tienen especial importancia por su alta y prolongada parasitemia, lo que los convierte en fuente de parásitos (OMS, 2003).

Por el contrario, las aves parecen tener un mecanismo de inmunidad frente a la infección y por ello no son consideradas reservorios de *T. cruzi*, aún cuando pueden favorecer el crecimiento de la población de vectores (OMS, 2003) y establecer un eslabón entre las aves como fuente alimentaria del insecto y la proximidad a las habitaciones humanas.

La transmisión transfusional representa del 5-20% de transmisión. Actualmente, la emigración de la población de las zonas rurales a las urbanas, si bien reduce el número de personas expuestas al vector, aumenta la probabilidad de transmisión de la enfermedad por transfusión sanguínea (Rodríguez *et al*, 2004). Hoy día este tipo de transmisión representa un serio problema para los países donde no hay transmisión vectorial debido a la emigración de latinoamericanos infectados con *T. cruzi* a estos países.

Así mismo, la vía congénita constituye la tercera forma más importante de transmisión de la ECh, representa 0,5-8% de la transmisión y parece depender de factores ligados al parásito y al hospedador. Ocurre cuando el *T. cruzi* atraviesa las mucosas y penetra el epitelio trofoblástico, pasando la infección de la madre al feto (Rodríguez *et al*, 2004).

La transmisión oral, por transplante de órganos o por contaminación accidental en el laboratorio es excepcional y no representan una importancia significativa en términos de salud pública (Rodríguez *et al*, 2004).

### Vectores de la enfermedad de Chagas

Los triatomíneos, insectos transmisores de *T. cruzi* están agrupados en 18 géneros, 5 tribus y 140 especies (Marín, Santillán, Cuba, Jurberg y Galvao, 2007).

Según Galvao, Carcavallo, Da Silva Rocha & Jurberg (2003), en Venezuela están presentes 21 especies de triatomíneos, distribuidas geográficamente de la siguiente manera: *Rhodnius prolixus* Stal, 1859: Todos los estados; *Rhodnius brethesi* Matta, 1919: Amazonas; *Rhodnius neivai* Lent, 1953: Lara, Falcón y Zulia; *Rhodnius pictipes* Stal, 1872: Anzoátegui, Apure, Aragua, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Falcón, Mérida, Miranda, Monagas, Portuguesa, Táchira, Trujillo, Sucre, Yaracuy, Zulia y Delta Amacuro; *Rhodnius robustus* Larrousse, 1927: Mérida, Falcón, Táchira, Cojedes, Apure, Barinas, Bolívar, Monagas, Sucre, Trujillo y Yaracuy; *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811): Anzoátegui, Aragua, Bolívar, Carabobo, Falcón, Guárico, Lara, Mérida, Miranda, Monagas, Táchira, Yaracuy, Zulia, Distrito Capital y Delta Amacuro; *Panstrongylus chinai* (Del Ponte, 1929): Zulia; *Panstrongylus lignarius* (Walter, 1873): Portuguesa, *Panstrongylus rufotuberculatus* (Champion, 1899): Aragua, Carabobo,

Cojedes, Falcón, Guárico, Lara, Monagas, Portuguesa, Yaracuy, Trujillo, Zulia, Sucre, Táchira, Distrito Capital y Delta Amacuro; *Triatoma maculata* (Erichson, 1848): Todos los estados, excepto Táchira y Delta Amacuro; *Triatoma nigromaculata* (Stal, 1872): Aragua, Barinas, Bolívar, Cojedes, Lara, Mérida, Monagas, Portuguesa, Sucre, Yaracuy, Delta Amacuro y Distrito Capital; *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811): Carabobo, Cojedes, Yaracuy, Bolívar, Falcón, Delta Amacuro y Distrito Capital, y *Triatoma rubrofasciata* (De Geer, 1773): Excepcionalmente encontrado; *Alberprosenia goyavargasi* Martínez & Carcavallo, 1977: Zulia; *Belminus pittieri* Osuna & Ayala, 1993: Aragua; *Belminus rugulosus* Stal, 1859: Aragua, Distrito Capital; *Microtriatoma trinidadensis* (Lent, 1951): Sucre y Delta Amacuro; *Cavernícola pilosa* Barber, 1837: Cojedes, Portuguesa, Táchira, Lara y Amazonas; *Psammolestes arthuri* (Pinto, 1926): Aragua, Cojedes, Miranda, Guárico, Portuguesa, Yaracuy, Anzoátegui, Apure, Lara Táchira, Barinas y Monagas; *Eratyrus cuspidatus* Stal, 1859: Anzoátegui, Aragua, Falcón, Trujillo, Yaracuy, Táchira, Sucre y Zulia y *Eratyrus mucronatus* Stal, 1859: Yaracuy, Aragua, Barinas, Carabobo, Guárico, Mérida, Monagas, Portuguesa, Zulia, Cojedes, Falcón, Lara, Sucre, Trujillo y Táchira.

Las especies de triatominos que han sido consideradas epidemiológicamente importantes en Venezuela son: *R. prolixus*, *T. maculata* y *P. geniculatus* (Rodríguez-Bonfante *et al*, 2007). De estas, *R. prolixus* es considerado el principal transmisor de la ECh, por sus hábitos eminentemente domésticos, localizado con frecuencia en "ranchos" de

paredes de bahareque, techados con palma o gamelote o en construcciones próximas a estos. También se ha capturado en grietas y/o divisiones de paredes, en intersticios de camas, mueble o cajones, detrás de cuadros o ropas colgadas en la pared, en palomares, entre otros.

*T. maculata* es considerado vector secundario de *T. cruzi*, y se encuentran adaptados al peridomicilio y medio selvático; son insectos indistintamente andrófilos o zoófilos, y parecen estar en proceso de adaptación a la domesticidad, pudiendo encontrarse en viviendas; también se le ha encontrado en árboles secos, cortezas de árboles, estantes de cercas, palma *Attalea* y en huecos de árboles donde construyen sus nidos cierto tipo de aves. En las casas se pueden capturar en sitios parecidos a los de *R. prolixus*, pero más abundantemente en los palomares y gallineros y al igual que este su mayor actividad la despliegan durante la noche (Cova y Suárez, 1959).

Más frecuentemente, *P. geniculatus* es encontrado en el medio selvático, su mayor frecuencia la dan las cuevas de armadillos (Rodríguez-Bonfante *et al*, 2007); escasamente se encuentra en viviendas, aunque en el instar adulto puede tener la capacidad de volar hasta dos kilómetros, siendo atraídos por la luz artificial y se le ha encontrado infectado naturalmente con *T. cruzi* (Cova y Suárez, 1959).

Los triatominos tienen un comportamiento oportunista y son capaces de dispersarse y colonizar hábitats más estables tales como el que se origina cuando los vectores domésticos son eliminados. Asimismo, algunos vectores

silvestres pueden invadir el domicilio y peridomicilio como resultado de una reducción de sus fuentes naturales de alimentación causada por la acción antrópica. (Bar, Damborsky, Oscherov y Wisniversky-Colli, 2005).

Todas las especies de triatominos se consideran potencialmente vectores de la enfermedad de Chagas (Soto-Vivas, Rodriguez, Bonfante-Cabarca y Aldana, 2007), pues tanto los adultos como las ninfas son hematófagos estrictos, por lo tanto pueden infectarse y convertirse en transmisores de *T. cruzi*.

Los triatominos pueden picar y alimentarse desde la fase inmadura, a las 24 horas de haber eclosionado del huevo, siendo indistintamente andrófila o zoófila. Posterior a la ingesta pueden durar mucho tiempo sin ingerir alimento, varias semanas e incluso varios meses, pudiendo vivir normalmente en el instar adulto hasta 6 u 8 meses y excepcionalmente más (Cova y Suárez, 1959).

El triatolino pasa por 5 estadios ninfales, experimentando una metamorfosis incompleta (huevo, ninfa y adulto). Este ciclo puede durar un año y está influenciado por diversos factores como temperatura, humedad relativa, frecuencia de alimentación y características propias de cada especie. Los adultos son voladores y pueden alcanzar distancias considerables. (Rojas, 2000 y Fernández-Rubio, 1999). Característicamente, su mayor actividad la desarrollan durante la noche y en las horas del día permanecen ocultos y en reposo (Cova y Suárez, 1959).

## Áreas de riesgo para la enfermedad de Chagas

El área de riesgo de la ECh en Venezuela está ubicada en zonas montañosas y de piedemonte en las Cordilleras de los Andes y de la Costa, así como en las regiones centro norte y de los llanos, en altitudes comprendidas entre 0 y 1.500 metros sobre el nivel del mar (Benítez *et al*, 2006).

En esta área, los estados involucrados son Barinas, Portuguesa, Lara, Cojedes, Yaracuy, Falcón, Carabobo, Guárico, Miranda, Distrito Federal, Anzoátegui y Monagas. Estas regiones abarcan 101.488 km<sup>2</sup>, 11,1% del territorio nacional, que incluye un total de 168 municipios (Aché y Matos, 2001).

### **Estado Guárico**

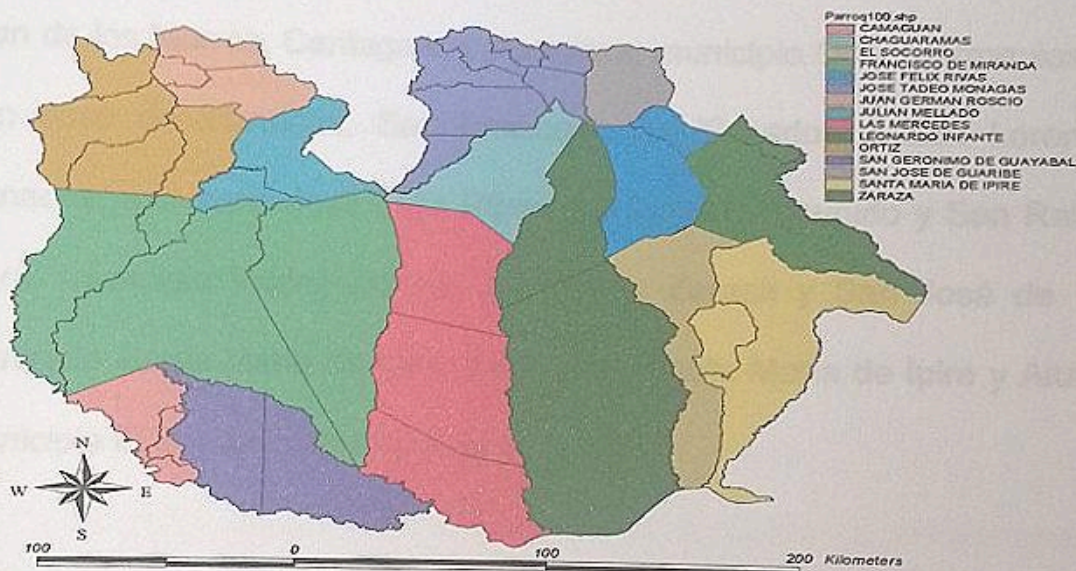
#### Límites

El estado Guárico limita en el norte con los estados Miranda, Aragua y Carabobo, hacia el sur con Bolívar y Apure, por el este con Anzoátegui y por el oeste con Cojedes y Barinas (INE, 2006).

El estado Guárico está situado geográficamente entre las coordenadas 07°40'00", 10°00'04" de latitud norte y 64°48'00", 68°01'08" de longitud oeste.

### División político-territorial

El estado Guárico abarca una superficie que comprende 64.986 km<sup>2</sup> y se encuentra subdividido en 15 municipios y 39 parroquias según la Ley político-territorial de 1992 y el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), (Ver Mapa 1).



**Mapa 1. Distribución por municipios y parroquias del estado Guárico.**  
Fuente IGVSB.

Los municipios y parroquias que conforman el estado Guárico se especifican a continuación: municipio Leonardo Infante: parroquias Valle de la Pascua y Espino, municipio Las Mercedes: parroquias Las Mercedes, Cabruta y Santa Rita de Manapire, municipio Chaguaramas: parroquia Chaguaramas, municipio Julián Mellado: parroquias El Sombrero y Sosa, municipio Francisco de Miranda: parroquias Calabozo, El Calvario, El Rastro y Guardatinajas, municipio Camaguán: parroquias Camaguán, Puerto Miranda y Uverito, municipio San Gerónimo de Guayabal: parroquias San Gerónimo de Guayabal y Cazorla, municipio José Tadeo Monagas: parroquias Altagracia de Orituco, Paso Real de Macaira, San Francisco de Macaira, Lezama, Libertad de Orituco, Soubllette y San Rafael de Orituco, municipio San José de Guaribe: parroquia San José de Guaribe.

También se incluyen: municipio Juan Germán Roscio: parroquias San Juan de los Morros, Cantagallo y Parapara, municipio Ortíz: parroquias Ortíz, San José de Tiznados, San Francisco de Tiznados y San Lorenzo de Tiznados, municipio José Félix Ribas: parroquias Tucupido y San Rafael de Laya, municipio Pedro Zaraza: parroquias Zaraza y San José de Unare, municipio Santa María de Ipire: parroquias Santa María de Ipire y Altamira y municipio El Socorro: parroquia El Socorro.

### Aspectos fisiográficos del estado Guárico

El estado Guárico pertenece a las provincias naturales de los llanos centrales y al sistema de la costa. La Provincia de los Llanos centrales se caracteriza por los paisajes de altiplanicies de denudación y de mesas, valles, planicies aluviales y eólicas, las cuales cubren más de 90% de la superficie de la entidad (INE, 2006).

La altiplanicie de denudación que abarca 40% del estado Guárico, presenta un relieve ondulado con pendientes de 3 a 8% y colinas con pendientes promedio de 8%; la altiplanicie de mesa cubre 16% de la superficie y el relieve que caracteriza a este paisaje varía de plano a ondulado, con pendientes que van desde 1 a 3% y bordes de taludes disectados (INE, 2006).

El paisaje de valles constituye 9% de la entidad y está caracterizado por vegas y terrazas de relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes menores de 3%; las planicies aluviales ocupan 24% del territorio y están representadas por extensas áreas de relieve principalmente plano con pendientes de 0 a 3%; las planicies eólicas representan 8% con un relieve de plano a ondulado y pendientes de 1 a 8% (INE, 2006)

La parte fisiográfica del Sistema de la Costa se caracteriza por el paisaje de montaña y el sector de piedemonte, los cuales ocupan el 4% de la superficie de la Entidad, presentando un relieve accidentado con pendientes entre 25 y 40%, respectivamente (INE, 2006)

Según Huber (1997), el esquema modificado de la clasificación fisiográfica de Venezuela diferencia las unidades de paisaje reconocidas en imágenes satelitarias y de radar en función de sus principales características fisiográficas y vegetacionales; para ello ha establecido una jerarquización de las unidades en regiones, subregiones y sectores, de acuerdo a un conjunto de criterios específicos para cada nivel jerárquico.

En este sistema de clasificación de los ambientes vegetales de Venezuela, el estado Guárico se ubica entre la Región B: Llanuras bajas y la Región D: Montañas. La Región B incluye todas las planicies de tierras bajas entre los 0 y 250 metros sobre el nivel del mar (msnm) aproximadamente. Dentro de la Región B se clasifica en la Subregión B.2 ("Llanos"), según criterios fitogeográficos y ecológicos. Para la definición y delimitación de los diferentes sectores de Subregión, se utilizaron criterios geográfico-geomorfológicos y se clasifica en:

B.22 Sector Llanos Centrales Altos, que abarca las llanuras coluvio-aluviales ubicadas al sur de la serranía del Interior en la porción septentrional del estado, principalmente por encima de la curva de nivel de los 100 msnm. Se trata de terrenos no inundables, cubiertos mayormente por sabanas, matorrales y bosques caducifolios.

B.23 Sector Llanos Centrales bajos, que abarca principalmente la porción meridional del estado Guárico. Incluye terrenos inundables, la vegetación predominante está constituida por una gran variedad de tipos de sabana y por bosques de galería.

En la Región D: Montañas, parte del estado se incluye en el sistema montañoso de la Cordillera de la costa. Pertenece de acuerdo a un criterio fitogeográfico a la subregión D.4: Cordillera de la Costa Central que se desarrolla a todo lo largo de la costa septentrional entre la depresión de Barquisimeto en el oeste y la Depresión de Unare en el este. En el Nivel Sector se encuentra en el sector D.43: Serranía del Interior, que comprende la franja piemontana en el norte del estado cuyas elevaciones oscilan mayormente entre los 800 y 1500 m de altitud, con excepción del Cerro Platillón, cerca de San Juan de los Morros que alcanza 1931 msnm.

### Clima

El clima del estado Guárico es tropical lluvioso de sabana. Su temperatura es alta durante todo el año, pero bastante homogénea en casi todo el territorio. En toda la subregión el régimen térmico es marcadamente macrométrico (TMA siempre mayor de 24°C). El régimen pluviométrico muestra un gradiente en progresivo aumento desde el noreste (PMA aprox. de 1000 mm) hacia el suroeste (PMA aprox. de 2.000 mm), oscilando el promedio de precipitación entre 1.000 y 1.500 mm anuales (INE, 2006).

El régimen climático es típicamente bi-estacional, se observa una marcada distribución de las lluvias en dos períodos, uno seco que se acentúa entre los meses de noviembre y abril y uno lluvioso que va de mayo a

octubre y corresponde al tipo climático Aw de la clasificación de Köpen (INE,2006).

La vegetación herbácea está determinada por las características climáticas, especialmente por las altas temperaturas y un régimen de precipitaciones en el cual se alternan lluvias y períodos de sequía.

En el tope de la altiplanicie se observan especies arbustivas y a lo largo de los principales ríos se han desarrollado los típicos bosques de galería, constituyendo la vegetación predominante de sabanas y bosques la unidad más meridional, en Venezuela, de la Región fitogeográfica del Caribe (INE, 2006; Huber, 1997).

#### Población del estado Guárico

La población total del estado Guárico es de 759.508 habitantes, según proyecciones de población del INE para el año 2008, distribuidos en todo el territorio con una densidad poblacional de 11,7 habitantes por km<sup>2</sup> (MPPS, 2008).

Según estas proyecciones del INE, se ha registrado que 5 de los 15 municipios que integran la entidad son los más poblados: Francisco de Miranda (144.030 hab.), Juan Germán Roscio (128.044 hab.), Leonardo Infante (119.695 hab.), José Tadeo Monagas (70.194 hab.) y Pedro Zaraza

(61.249 hab.), llegando a concentrar en conjunto 68,9% de la población total (MPPS, 2008).

### **Sistemas de información geográfica**

Los sistemas de información geográfica (SIG) se han venido desarrollando desde hace más de dos décadas en un campo multidisciplinario: mercadeo, monitoreo de fenómenos geológicos, investigaciones climáticas, entre otros (OPS, 1996), sin embargo su aplicación en salud pública ha sido limitada.

Los SIG constituyen un sistema automatizado capaz de coleccionar, almacenar, manejar, analizar y visualizar información referenciada geográficamente. Por su capacidad de integración y proceso de datos los SIG ofrecen nuevas e importantes oportunidades para la descripción y análisis de relaciones entre las condiciones del entorno y la distribución de eventos de salud en un espacio geográfico definido y la identificación de grupos de alto riesgo (OPS, 2002).

Básicamente un SIG es un conjunto de equipos y programas de computación que integran mapas y gráficos con una base de datos sobre un espacio geográfico definido. Los datos geográficos que se usan son tanto de naturaleza espacial como descriptiva. Así, pues, la importancia de los SIG radica en la asociación de información descriptiva con información geográfica (OPS, 1996).

## Componentes de un SIG

### Entrada

Los insumos (entrada) de un SIG incluye la captura de datos. Los datos son esencialmente de dos tipos: Datos locacionales o cartográficos y datos descriptivos o de atributos. Los datos locacionales son los que proporcionan el carácter de referencia espacial o geográfica a un objeto, mientras que los datos de atributos indican las características de dicho objeto (OPS, 2002).

Los datos espaciales, también denominados geográficos o locacionales, son los objetos gráficos del mapa, tales como límites políticos, territorios, carreteras, redes fluviales, ciudades, ubicación de unidades de salud, sitios de ocurrencia de casos de una enfermedad, etc. Los datos espaciales pueden contener una referencia geográfica explícita como la latitud y longitud o coordenadas o bien una referencia implícita como una dirección, un código postal, un área geoestadística censal, etc (OPS, 2002).

Por medio de un proceso automatizado de los SIG llamado geocodificación es posible crear referencias geográficas explícitas a partir de referencia implícitas. Estas referencias geográficas permiten localizar características y eventos de la tierra para su análisis (OPS, 2002).

Los datos atributos son las variables que caracterizan o se relacionan con los datos espaciales o entidades geográficas, tales como la población de

un territorio, el clima, el perfil socioeconómico de una región, el expediente clínico epidemiológico de un caso de enfermedad, el número de casos atendidos en una unidad de salud, la tasa de mortalidad infantil de una ciudad, etc. Los datos atributos requieren tener un componente de referente geográfico único para poder relacionarse con los datos espaciales; es decir, se requiere que compartan una variable con el nombre o código (Identificador) de la región, ciudad, puesto de salud o lugar de ocurrencia del caso específico (OPS, 2002).

Los dos formatos utilizados con más frecuencia para representar entidades espaciales son: el formato vectorial y el formato raster. El formato vectorial consiste en cadenas de coordenadas y utiliza tres tipos de elementos gráficos para representar los objetos gráficos del mapa: puntos, que representan un par de coordenadas de un sistema cartesiano, usualmente referenciado geográficamente, referidos a una ubicación real sobre la superficie de la tierra; líneas, que constituyen un segmento limitado por dos pares de coordenadas; y áreas o polígonos, constituidos por la unión de segmentos de líneas. Los archivos en formato vector se obtienen de la digitalización de los mapas (Molina Serpa, 2001; OPS, 2002).

El formato raster o de rejilla almacena los datos espaciales en una matriz creada a partir de la división de la imagen gráfica en pequeñas celdas en forma de rejilla. Cada elemento de la matriz almacena un atributo que identifica cada celda o píxel. La posición de las celdas en la matriz brinda información sobre la ubicación del dato espacial. Además cada celda

almacena información adicional sobre los atributos de dicho dato espacial. El formato raster puede ser construido a partir de la digitalización de mapas, de fotografías aéreas o de información digital obtenida a través de sensores remotos de satélites. Las imágenes en formato raster pueden ser procesadas para convertirlas en formato digital (Molina, 2001; OPS, 2002).

Los datos de los atributos son valores o categorías de variables que se relacionan con un entorno. Estos datos ingresan a los SIG por dos métodos fundamentales: la captura y la importación. La captura puede hacerse desde un teclado de computador o usando medios automatizados como lectores ópticos o lectores de barrido (scanner). La importación de datos puede efectuarse desde otras fuentes digitales tales como bases de datos, hojas de cálculo, etc., estén estas en sistemas locales o remotos. El acceso a sistemas remotos puede hacerse por medio de redes locales o por acceso vía modem (Internet) (OPS, 2002).

### Almacenamiento

Los datos espaciales y los datos atributos son usualmente almacenados usando el modelo relacional de base de datos, implementado en el sistema de gestión de bases de datos contenido en el SIG. El sistema de gestión de base de datos mantiene enlazados los datos espaciales y los datos atributos. El almacenamiento en forma digital de los datos capturados se realiza en bases de datos para su uso posterior. Los datos se pueden

almacenar en medios magnéticos (diskettes o cintas) o bien en medios ópticos (CD-ROM) (OPS, 2002).

### Proceso

Es posible que los datos requeridos para un propósito o un proyecto específico de un SIG requieran de una modificación para hacerlos compatibles con el sistema. La modificación de estructura de datos es un proceso que permite lograr esta compatibilidad. Asimismo, en este proceso puede añadirse nuevas variables e indicarse cuales variables serán indizadas para hacer más eficiente la operación de relación de las tablas (OPS, 2002).

En ocasiones se requiere procesar variables simples para generar una variable compleja. Por ejemplo si se desea obtener el índice de infección natural por *T. cruzi*, se tomarán el valor de las variables N° de triatomino con *T. cruzi* (Numerador) y N° de triatomino examinados (denominador) multiplicándose por cien.

Las consultas de datos de los SIG permiten recuperar información de las bases de datos espaciales y de atributo. Las consultas pueden realizarse por medio de herramientas espaciales o bien a través del Lenguaje Estructurado de Consulta (Structured Query Language SQL) (OPS, 2002).

Con las herramientas espaciales la consulta puede realizarse directamente sobre el mapa. Por ejemplo, al identificar un área con mayor

presencia de triatominos, se puede obtener información sobre posibles determinantes de la presencia de estos vectores en esta área geográfica.

Cuando se requiere información resumen o sintética de unidades geográficas en una tabla, es posible obtenerla por medio de las funciones de agregación de datos del SQL en los SIG. Los posibles resultados obtenidos son: determinación de las frecuencias o conteos, sumatoria, valores mínimo y máximo, promedio, desviación estándar, etc.

Uno de los aspectos fundamentales dentro del proceso de los SIG es su función analítica, la cual incluye funciones de análisis espacial y análisis de atributos. Los datos en los SIG están organizados en capas de información (layers o coverages) referenciada geográficamente con elementos espaciales y atributos. La capacidad de organización de capas de los SIG facilita el análisis espacial. Por medio del proceso de sobreposición se pueden integrar múltiples variables expresadas en diferentes capas para conformar una síntesis (en una nueva capa con el traslape o sobreposición de las mismas) (OPS, 2002).

Existen dos principales procesos: la inclusión y la sobreposición.

La inclusión se utiliza para identificar que un objeto de una capa A contiene (enteramente) a uno de una capa B o viceversa.

La sobreposición involucra a objetos no contenidos enteramente en dos capas para crear una nueva. Dentro de las operaciones de sobreposición que producen una nueva capa se tiene a la unión y a la intersección. En la operación de unión, los objetos de las dos capas se "unen" para formar una

capa que los incluye a todos. Por el contrario, en la intersección, solo se "unen" aquellos objetos, o porciones de ellos, presentes en el mismo referente geográfico en ambas capas (OPS, 2002).

## Resultados

Los SIG son capaces de producir resultados de muy alta calidad, incluyendo mapas (con elementos geográficos como leyenda, escala, orientación, textos, etc.), gráficos (barras, líneas, pasteles, de dispersión, etc.) y tablas (reportes). El diseño y presentación final de resultados depende del objetivo del usuario y del mensaje que se quiera comunicar. Las formas de presentación más poderosas para la interpretación o presentación de un análisis son las que combinan mapas, gráficos y tablas. Los SIG permiten integrar este tipo de resultados y pueden organizarlos para ser analizados y mostrados en formatos electrónicos y no solo en papel, como en una sala de situación (OPS, 2002).

## Funcionamiento de un SIG

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos de gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e inversamente, preguntando por un registro

de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía. El sistema puede separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla.

La OPS (1996) señala que entre las funciones de un SIG se incluye la capacidad de:

1. Digitalizar mapas. El sistema permite la captura de datos espaciales para elaborar mapas.
2. Almacenar, manejar e integrar datos referenciados geográficamente que pueden estar ubicados en distintas fuentes, es decir, que tiene algunas funciones de un sistema manejador de base de datos.
3. Recuperar o localizar datos georreferenciados; a partir de puntos indicados en un plano espacial se puede saber un número de tributos de esa unidad del sistema.
4. Producir diversos tipos de análisis de datos, incluye la definición de condiciones de adyacencia, de contenido y de proximidad.
5. Producir resultados o salidas en diversos formatos: mapas, gráficos o cuadros.
6. Producir mapas temáticos de alta calidad, pueden conjugarse simultáneamente formatos de salida y se cuenta con herramientas de edición versátiles.

## Aplicaciones de los SIG en Epidemiología

Los SIG representan una poderosa herramienta para Epidemiología por sus numerosas aplicaciones, entre las cuales se pueden mencionar:

1. Descripción espacial de la situación de un evento de salud en un área geográfica.
2. Identificación de áreas de mayor riesgo ambiental y grupos de alto riesgo a la salud.
3. Análisis de patrones o diferencias en la situación de salud a diferentes niveles de agregación, que pueden ir desde el nivel regional hasta el nivel local.
4. Vigilancia y monitoreo de Salud Pública.
5. Generación de hipótesis de investigación operacional y nuevas áreas de estudio.
6. Planeación y programación de actividades en salud.
7. Evaluación de intervenciones sanitarias (OPS, 2002).

## Aspectos que resumen o caracterizan a los SIG

1. La capacidad de visualización de información geográfica compleja a través de mapas.
2. La funcionalidad de los SIG como una base de datos sofisticada, en la que se mantiene y relaciona información espacial y temática.

3. Se diferencia de las bases de datos convencionales en que toda la información contenida en un SIG está unida a entidades geográficamente localizadas.

4. Son una tecnología de integración de información.

5. Se han desarrollado a partir de innovaciones tecnológicas en campos especializados, de la geografía y otras ciencias (tratamiento de imágenes, análisis fotogramétricos, cartografía automática, etc.), para constituir un sistema único, más potente que la suma de las partes.

6. Permiten unificar la información en estructuras coherentes y aplicar a la misma una panoplia variada de funciones: análisis, visualización, edición, etc.

7. El carácter integrador y abierto, hace de los SIG área de contacto entre variados tipos de aplicaciones informáticas, destinadas al manejo de información con propósitos y formas diversas; por ejemplo: programas estadísticos, gestores de bases de datos, programas gráficos, hojas de cálculo, procesadores de texto, etc.

#### **Datos de asociación.**

Los Datos de asociación son aquellos en los cuales los individuos se clasifican simultáneamente mediante dos escalas. Las escalas utilizadas

pueden ser: ambas cualitativas, una cualitativa y otra cuantitativa o ambas cuantitativas (Cámel, 2002).

El análisis de los datos depende de la clasificación anterior; si las dos escalas son cualitativas, el análisis se hace en porcentaje para facilitar su interpretación. Si una es cualitativa y la otra cuantitativa los datos pueden analizarse mediante el cálculo de constantes centrales y de dispersión, o calculando tasas y porcentajes (Cámel, 2002).

Si ambas escalas son cuantitativas el análisis de los datos presenta dos aspectos diferentes. Cuando se desea conocer si las dos variables están asociadas y medir hasta que punto los cambios en una pueden explicarse por los cambios que ocurren en la otra, se trata de un problema de correlación y la medida utilizada es el Coeficiente de correlación ( $r$ ).

El " $r$ " es una estimación puntual de la fuerza de asociación entre dos variables continuas y tiene un recorrido de valores posibles entre  $-1$  y  $+1$ . Valores positivos indican que las dos variables aumentan o disminuyen al mismo tiempo; valores negativos significan que cuando una variable aumenta, la otra disminuye o viceversa (OPS, 1992 y Cámel, 2002).

Si " $r$ " es igual a  $-1$  ó  $+1$ , hay una perfecta asociación entre las dos variables, en el sentido de que por cada unidad que aumenta o disminuye una variable, la otra cambia siempre igual número de unidades. Un " $r$ " igual a cero indica que no existe relación lineal entre la variable dependiente y la independiente (Cámel, 2002).

Para una mejor interpretación de "r", debe tomarse  $r^2$  (Coeficiente de determinación); si se multiplica el  $r^2$  por 100% se obtiene el porcentaje de la variación de la variable dependiente que es explicado por el valor de la variable independiente (OPS, 1992 y Cámel, 2002).

El análisis de correlación no puede utilizarse para estimar los valores reales de la variable dependiente a partir de la variable independiente (OPS, 1992 y Cámel, 2002).

Cuando se conoce que existe un alto grado de asociación entre dos variables, por experiencia o porque así lo indique el "r" previamente calculado, el análisis se realiza para cuantificar la relación existente, con el fin de predecir cuales serán los valores de una variable cuando se conocen los valores de la otra, en este caso, se trata de un problema de Regresión y la medida utilizada es el Coeficiente de regresión (Cámel, 2002).

El Coeficiente de regresión puede tener cualquier valor negativo o positivo. Si es positivo, significa que ambas variables aumentan o disminuyen a la vez; si es negativo, quiere decir que cuando una variable aumenta, la otra disminuye o viceversa; si fuera 0 (cero) significa que para cualquier valor de la escala independiente, es el mismo valor en la escala dependiente, o que para cada valor de la escala independiente se puede observar cualquier valor en la escala dependiente (Cámel, 2002).

El análisis de regresión se puede usar para estimar los valores de la variable dependiente a partir de la variable independiente, pero no estima la

fuerza de asociación entre estas variables en la población (OPS, 1992 y CAMEL, 2002).

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Población y muestra**

La población está constituida por 39 parroquias que integran el estado Guárico. La muestra fue 137 viviendas positivas a triatominos distribuidas en 19 parroquias pertenecientes a 8 municipios del estado Guárico, que notificaron en el PPCECh la presencia de triatominos durante los años 2006-2008.

#### **Tipo de investigación**

El estudio es una investigación de tipo descriptivo, dirigida a proponer un SIG para la ECh en el estado Guárico.

#### **Técnicas de recolección de datos**

El instrumento utilizado fue la encuesta de Captura de datos epidemiológicos del PPCECh (Anexo 2).

La recolección de la información se realizó durante los meses febrero a diciembre de 2008. En una primera fase se hizo la revisión de las

encuestas de Captura de datos epidemiológicos realizada en el PPCECh a las personas que notificaron la presencia de especies triatomino en las viviendas (casas positivas) en los años 2006-2008.

En la encuesta epidemiológica se incluyeron variables relacionadas a la localización de las viviendas: estado, municipio, parroquia y localidad. Asimismo, las características de la vivienda (piso, paredes y techo), la presencia de animales en el peridomicilio (perros, gatos, gallinas, cochinos y otros) y la presencia o ausencia de fogón, cocina, gallineros, cochineras, palmeras y anexos.

También se incluyó en la encuesta atributos relacionados a la captura de los vectores presentes en las viviendas registradas: número de ejemplares capturados, ubicación del insecto, lugar de captura, horario de captura, tipo de búsqueda, género y especie de triatomo, instar, y resultado de estudio parasitológico.

En la captura de triatomino se emplearon las búsquedas pasiva y activa. La búsqueda pasiva consistió en la captura de triatomino por los habitantes de las viviendas y su envío al Laboratorio de Chagas, mientras que la búsqueda activa se fundamentó en la captura de ejemplares de triatomino (instar ninfa o adulto), huevos o exuvias por el equipo de trabajo del PPCECh durante actividades realizadas que englobaron la exploración de las paredes de la vivienda y anexos, gallineros, árboles secos o nidos de aves ubicados en el peridomicilio de la misma. Los ejemplares capturados durante la búsqueda activa fueron introducidos en un recipiente e

identificados con su respectiva ficha de captura de datos epidemiológicos y enviados al laboratorio.

En el Laboratorio de Chagas, adscrito a la Dirección de Salud Ambiental del estado Guárico se realizó la clasificación de los triatomíneos según género y especie utilizando las claves entomológicas de Lent & Wygodzinsky. Asimismo, dicho laboratorio realizó el estudio parasitológico a través del método directo con solución salina 0,85% para el análisis microscópico de las heces buscando la presencia de parásitos que indicaron la positividad de la muestra. Una vez observada la presencia de parásitos en la preparación, se aplicó la técnica de coloración con Giemsa para identificar microscópicamente la especie de *Trypanosoma* presente de acuerdo a las características morfológicas del parásito.

Posterior a la revisión de las encuestas epidemiológicas, en el campo se llevó a cabo la ubicación y georreferenciación de las viviendas usando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin e-trex) que determinó las coordenadas de puntos específicos de la superficie terrestre, con una precisión entre 0 y 15 metros, a partir de la recepción de señales emitidas desde unos satélites en órbita. La exactitud de la ubicación geográfica de las casas positivas se verificó superponiendo los datos georreferenciados a una base cartográfica del estado Guárico.

Una vez obtenida toda la información se diseñó y desarrolló una base de datos en los Sistemas Microsoft Office Excel (versión 2007) y Access

(versión 2007) donde se incluyeron todas las variables que se determinaron en la encuesta epidemiológica.

### Técnicas de análisis de datos

Los datos fueron analizados por estadística descriptiva, demostrando frecuencia absoluta y relativa de las variables: viviendas positivas a *T. cruzi*, características de las viviendas (piso, paredes y techo), presencia de animales y anexos en el peridomicilio. De igual manera se analizaron las variables relacionadas al vector y posteriormente fueron representados en cuadros y gráficos, excepto la distribución espacial de triatomíneos según municipios y parroquias del estado Guárico.

Se construyeron mapas de distribución geográfica de los insectos vectores con la superposición de distintas capas de datos con el software ArcView GIS 3.1, tal como se describe en los puntos 1, 2 y 3.

1. Se construyeron los mapas de distribución geográfica de triatomíneos en municipios y parroquias del estado Guárico empleando el formato vectorial.

2. Se desarrolló la distribución geográfica de *P. geniculatus* y de triatomíneos infectados con *T. cruzi* utilizando el formato raster, creando imágenes de píxeles de 5 x 5 kilómetros del estado Guárico (Mapa 1:1.700.000) para describir las áreas de infestación e infección parasitaria de este vector a nivel del estado. Posteriormente se realizó un análisis de

regresión simple entre la variable Presencia de *T. cruzi* y la variable predictora Presencia de *P. geniculatus* para tratar de explicar el comportamiento de la variable dependiente (Presencia de *T. cruzi*) utilizando los valores de la variable independiente (Presencia de triatominos).

3. Se desarrolló la distribución geográfica de *P. geniculatus* y de triatominos infectados con *T. cruzi* a través de formato raster en píxeles de 500 x 500 metros, en la parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscio (Mapa 1:70.000), para conocer las áreas de infestación e infección parasitaria de vectores a nivel de localidades. Consecutivamente se realizó un análisis de regresión lineal simple entre ambas variables. Se utilizó la variable independiente Presencia de *P. geniculatus*, para calcular el valor esperado de vectores infectados con *T. cruzi*.

Se determinaron las variables fisiodemográficas asociadas a la presencia de triatominos con ayuda de los mapas de vegetación, población y densidad poblacional del estado Guárico (Eva *et al*, 2004; INE, 2001).

Para el análisis de las variables epidemiológicas se tomó como criterio de inclusión aquellos atributos que tuvieron más de 25% de ocurrencia. Posteriormente se realizaron análisis de componentes principales (ACP) entre las variables epidemiológicas y las viviendas positivas a triatominos, a partir de correlaciones entre cada una de las variables. Se emplearon los primeros componentes principales o combinaciones lineales de las variables originales que recogieron la mayor parte de la variabilidad de los datos con el

propósito de reducir la dimensión de los mismos y simplificar el problema de estudio.

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El presente estudio de valoración se realizó a 10 municipios pertenecientes al área de influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Quito.

Se consideró la presencia de indicadores en las viviendas seleccionadas en localidades de 10 parroquias pertenecientes a 5 municipios del cantón Quito, de acuerdo a los registros del FPCCCH durante los años 2005 a 2008 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables positivas e indicadores en viviendas del cantón Quito, 2005-2008.

Municipio	N° viviendas positivas	%
San Gabriel García	17	51,5
Chía	14	42,0
San Antonio	3	9,0
Francisco Morán	2	6,0
San Zorza	1	3,0
San Felipe	1	3,0
San José de Guayabamba	1	3,0
San Juan de Guayabamba	2	6,0
Total	32	98,0

Fuente: Registro del FPCCCH del cantón Quito.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### Distribución espacial de viviendas positivas a triatomínicos registradas en el PPCECh del estado Guárico

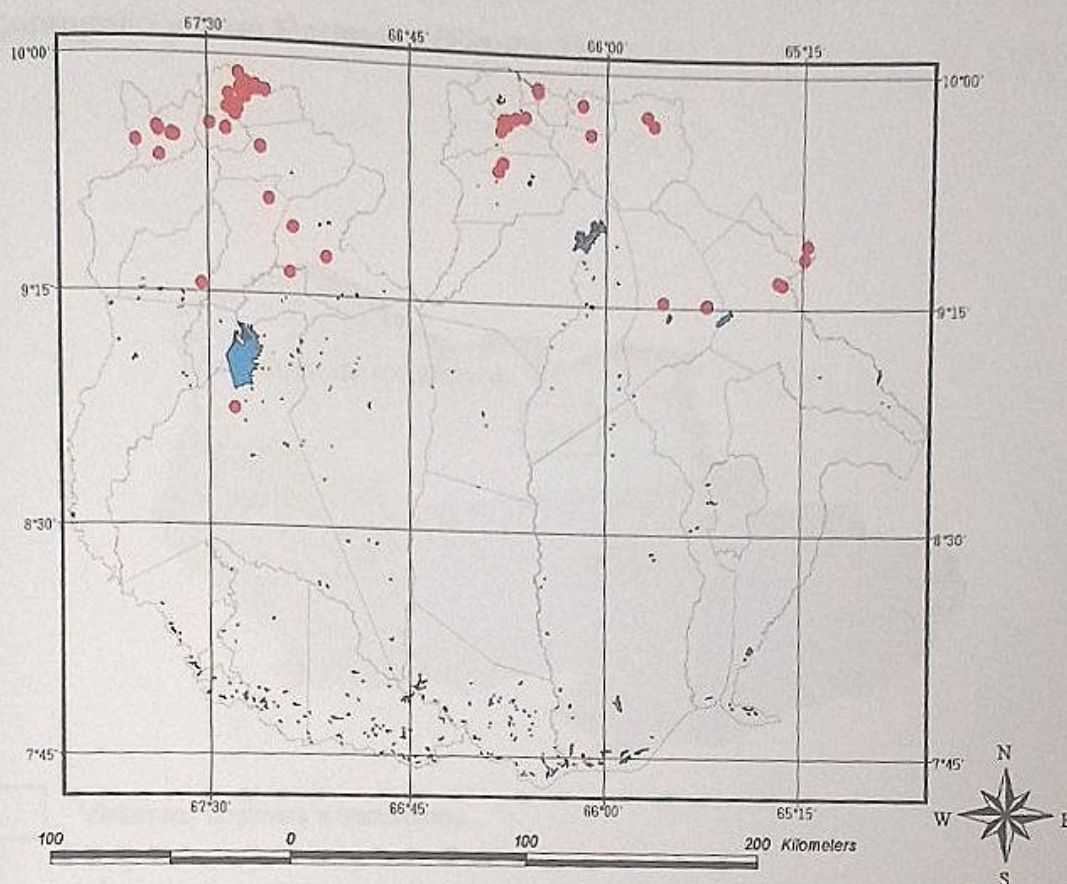
Se comprobó la presencia de triatomínicos en 137 viviendas, distribuidas en localidades de 19 parroquias pertenecientes a 8 municipios del estado Guárico, de acuerdo a los registros del PPCECh durante los años 2006 a 2008 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** *Viviendas positivas a triatomínicos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.*

Municipio	Nº viviendas positivas	%
Juan Germán Roscio	87	63,5
Ortiz	14	10,2
Julián Mellado	3	2,2
Francisco de Miranda	2	1,5
Pedro Zaraza	4	2,9
José Félix Ribas	5	3,6
San José de Guaribe	2	1,5
José Tadeo Monagas	20	14,6
Total	137	100,0

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

En el Mapa 2 se presentan las áreas geográficas correspondientes a la distribución de viviendas positivas a triatominos identificadas por municipio y parroquia. Es evidente que el mayor número de viviendas infestadas por triatominos se concentró en la zona norte del estado, particularmente en localidades de los municipios Juan Germán Roscio, Ortíz, y José Tadeo Monagas.

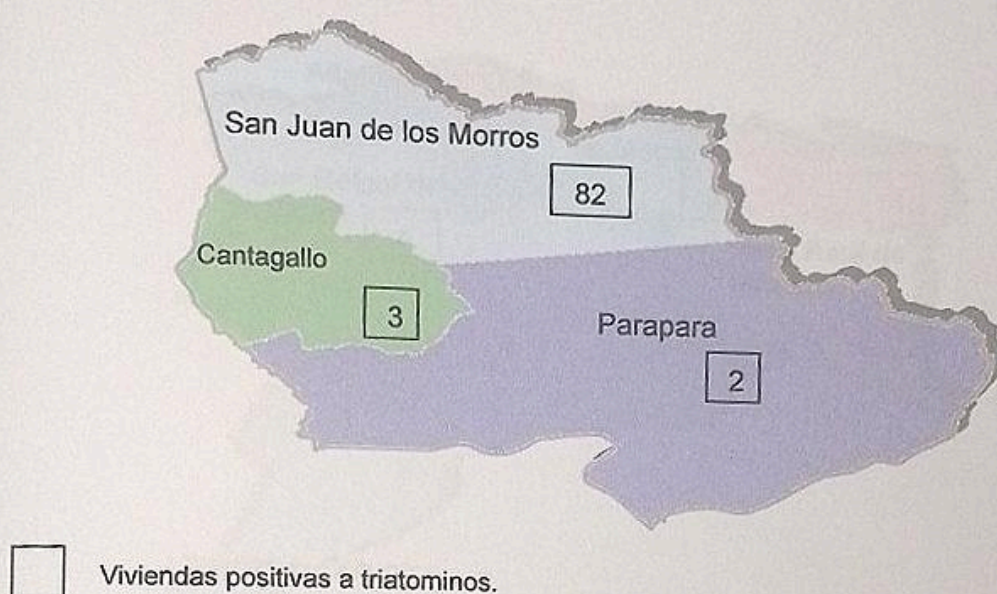


● Viviendas positivas a triatominos

**Mapa 2.** Áreas geográficas correspondientes a la distribución de viviendas positivas a triatominos en municipios y parroquias en el estado Guárico, 2006-2008.

En el sureste y suroeste del estado no se registraron localidades con casas positivas por lo cual se nota la ausencia de registros en estas áreas geográficas, desconociéndose la situación en estas entidades pues estas zonas no fueron exploradas durante el período estudiado.

El municipio Juan Germán Roscio presentó la mayor frecuencia de viviendas positivas a triatominos en todo su territorio (87), distribuidas en parroquias de la siguiente manera: 82 en San Juan de los Morros, 3 en Cantagallo y 2 en Parapara (Figura 1).



**Figura 1. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.**

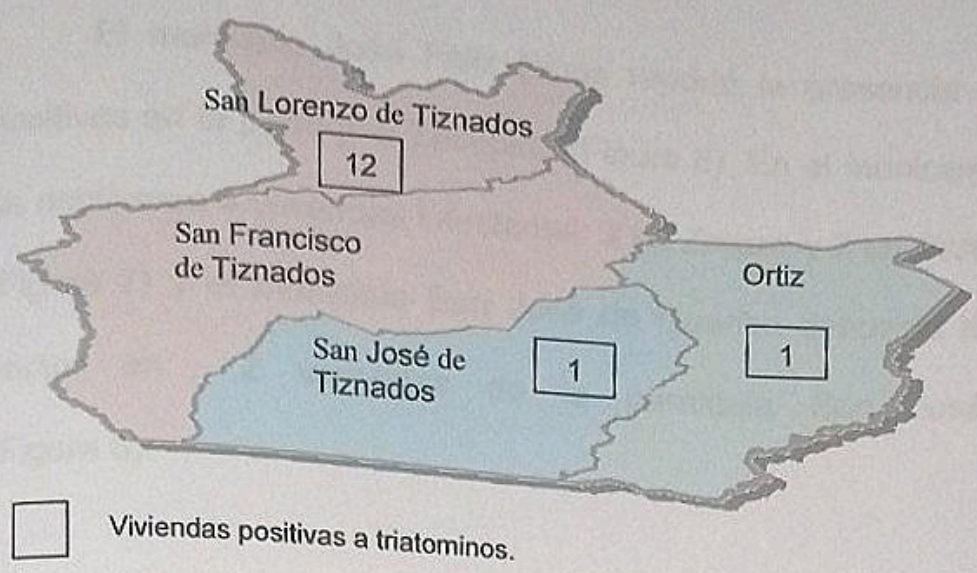
El municipio José Tadeo Monagas fue el segundo municipio que registró el mayor número de viviendas infestadas con triatominos. Un total de

20 viviendas se distribuyeron en las siguientes parroquias: 6 en Altagracia de Orituco, 8 en Lezama, 1 en Paso Real de Macaira, 3 en San Francisco de Macaira, 1 en San Rafael de Orituco y 1 en Soubllette (Figura 2).

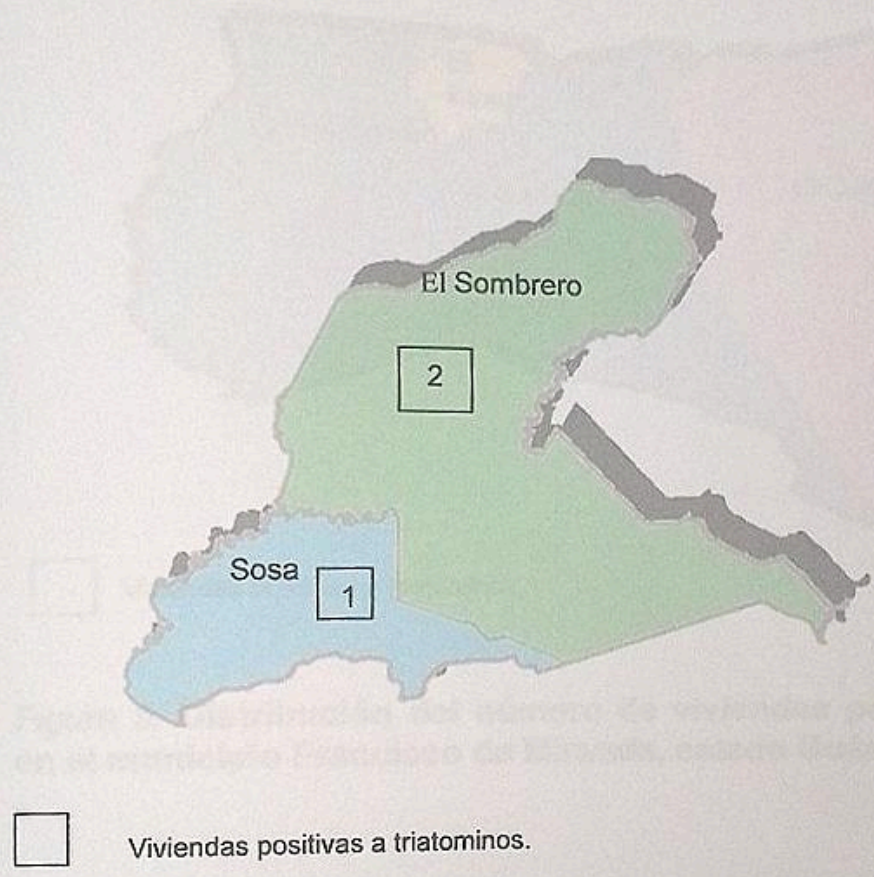
En el municipio Ortíz se encontraron 14 viviendas infestadas con el vector en 3 parroquias: 12 en San Lorenzo de Tiznados, 1 en San José de Tiznados y 1 en Ortíz, (Figura 3), mientras que en el municipio Julián Mellado se registraron 3 viviendas: 1 en Sosa y 2 en El Sombrero (Figura 4) y en el municipio Francisco de Miranda se conoció la presencia de vectores en 2 viviendas de la parroquia Calabozo (Figura 5).



**Figura 2. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio José Tadeo Monagas, estado Guárico, 2006-2008.**



**Figura 3. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio Ortiz, estado Guárico, 2006-2008.**



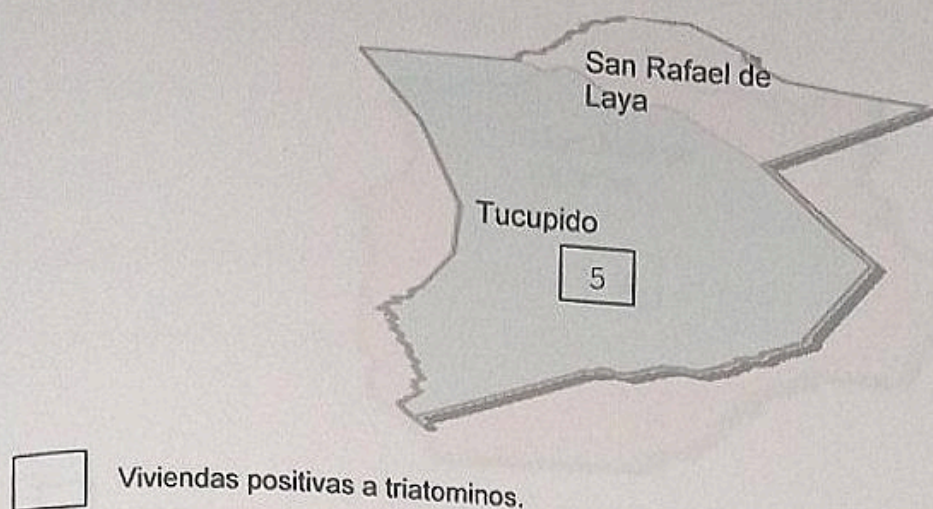
**Figura 4. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio Julián Mellado, estado Guárico, 2006-2008.**

El municipio José Félix Ribas reportó la presencia de 5 viviendas positivas en la parroquia Tucupido (Figura 6). En el municipio Pedro Zaraza se notificaron 4 viviendas infestadas: 2 en Zaraza y 2 en San José de Unare (Figura 7) y el municipio San José de Guaribe denunció la presencia del vector en 2 viviendas de la parroquia San José de Guaribe (Figura 8).

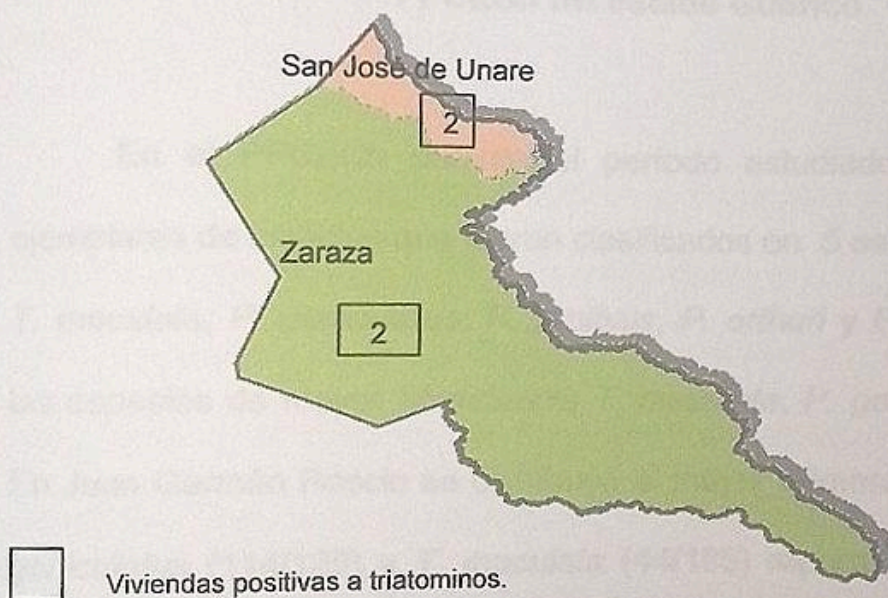


Viviendas positivas a triatominos.

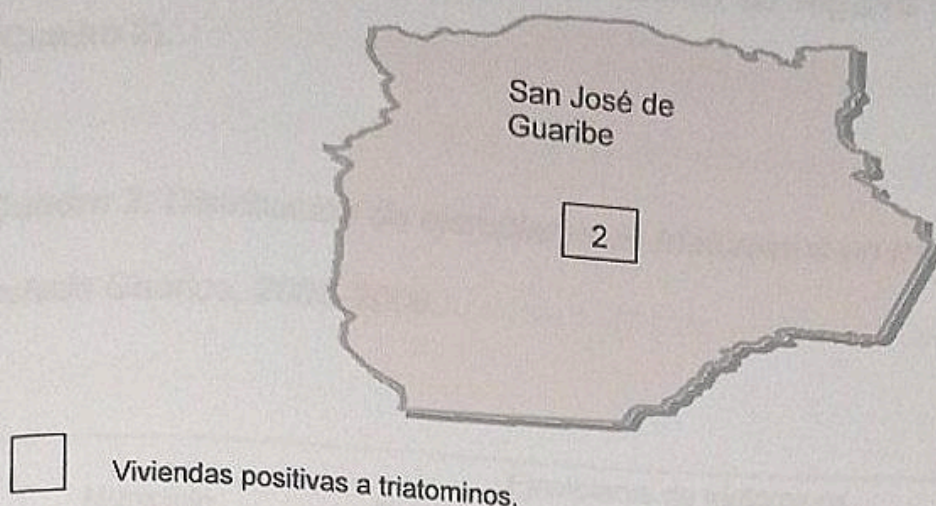
**Figura 5. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio Francisco de Miranda, estado Guárico, 2006-2008.**



**Figura 6. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio José Félix Ribas, estado Guárico, 2006-2008.**



**Figura 7. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio Pedro Zaraza, estado Guárico, 2006-2008.**



**Figura 8. Distribución del número de viviendas positivas a triatominos en el municipio San José de Guaribe, estado Guárico, 2006-2008.**

### **Distribución geográfica de especies de triatominos registrados en el PPCECh del estado Guárico**

En el PPCECh durante el período estudiado se registraron 443 ejemplares de insectos que fueron clasificados en 5 especies de triatominos: *T. maculata*, *P. geniculatus*, *R. prolixus*, *P. arthuri* y *E. mucronatus*, siendo las especies de mayor abundancia *T. maculata*, *P. geniculatus* y *P. arthuri*. En Juan Germán Roscio se distribuyó el mayor número de ejemplares de *P. geniculatus* (114/129) y *T. maculata* (44/185) reportados. Otros municipios donde se logró un elevado número de colectas de *T. maculata* fue en San José de Guaribe (41/185), José Tadeo Monagas (30/185) y Ortíz (28/185). El

mayor número de ejemplares de *P. arthuri* se registró en Ortíz (119/124) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Distribución de ejemplares de triatominos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Ejemplares de triatominos					Total
	Pg*	Tm*	Em*	Rp*	Pa*	
Juan Germán Roscio	114	44	0	0	0	158
Ortíz	5	28	0	1	119	153
Julián Mellado	0	8	0	0	0	8
Francisco de Miranda	2	10	0	0	0	12
Pedro Zaraza	0	8	0	0	0	8
José Félix Ribas	0	16	0	0	4	20
San José de Guaribe	1	41	0	0	0	42
José Tadeo Monagas	7	30	3	1	1	42
Total	129	185	3	2	124	443

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

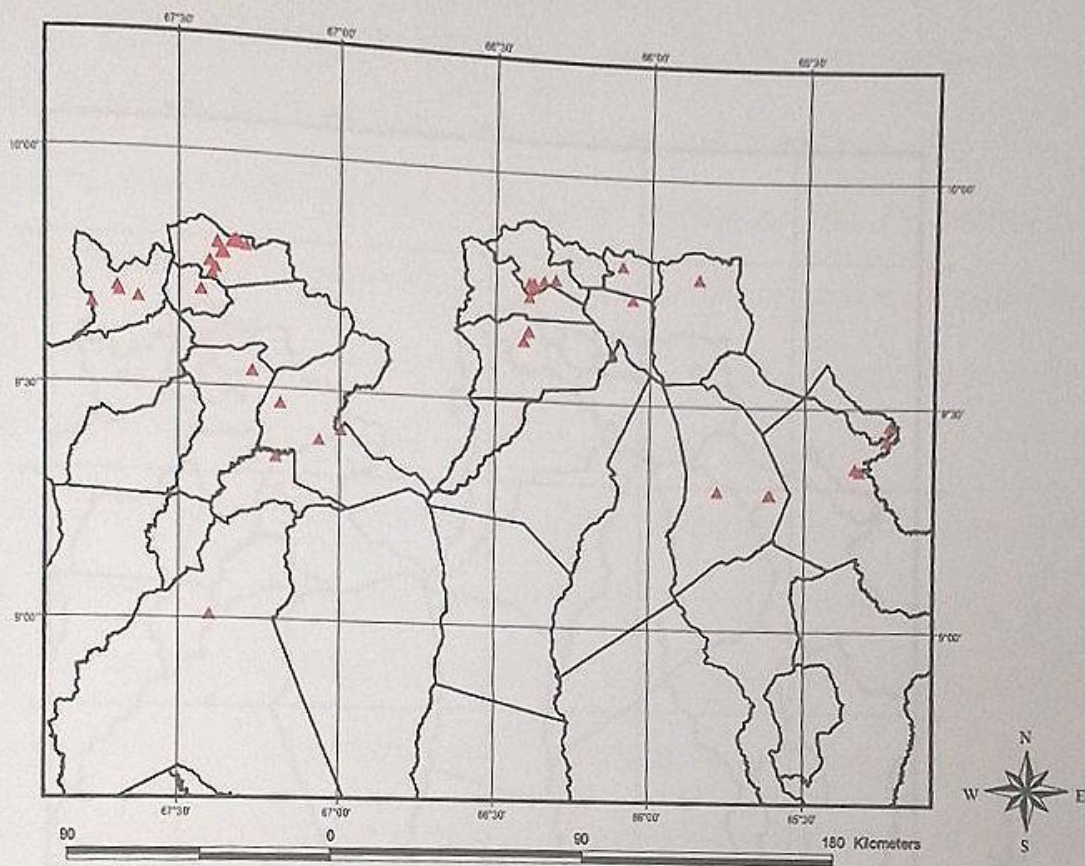
Pg\* = *P. geniculatus*; Tm\* = *T. maculata*; Em\* = *E. mucronatus*; Rp\* = *R. prolixus*; Pa\* = *P.*

*arthuri*.

Los mapas obtenidos muestran la presencia y distribución de estos insectos en municipios y parroquias del estado.

La especie *T. maculata* es la que ocupó la más amplia extensión geográfica, se localizó en los 8 municipios investigados, hallándose en 15 parroquias: San Juan de los Morros, Cantagallo, San Lorenzo de Tiznados, Ortíz, Sosa, El Sombrero, Calabozo, Zaraza, San José de Unare, Tucupido, San José de Guaribe, Altagracia de Orituco, Lezama, Paso Real de Macaira y Soublette (Mapa 3).

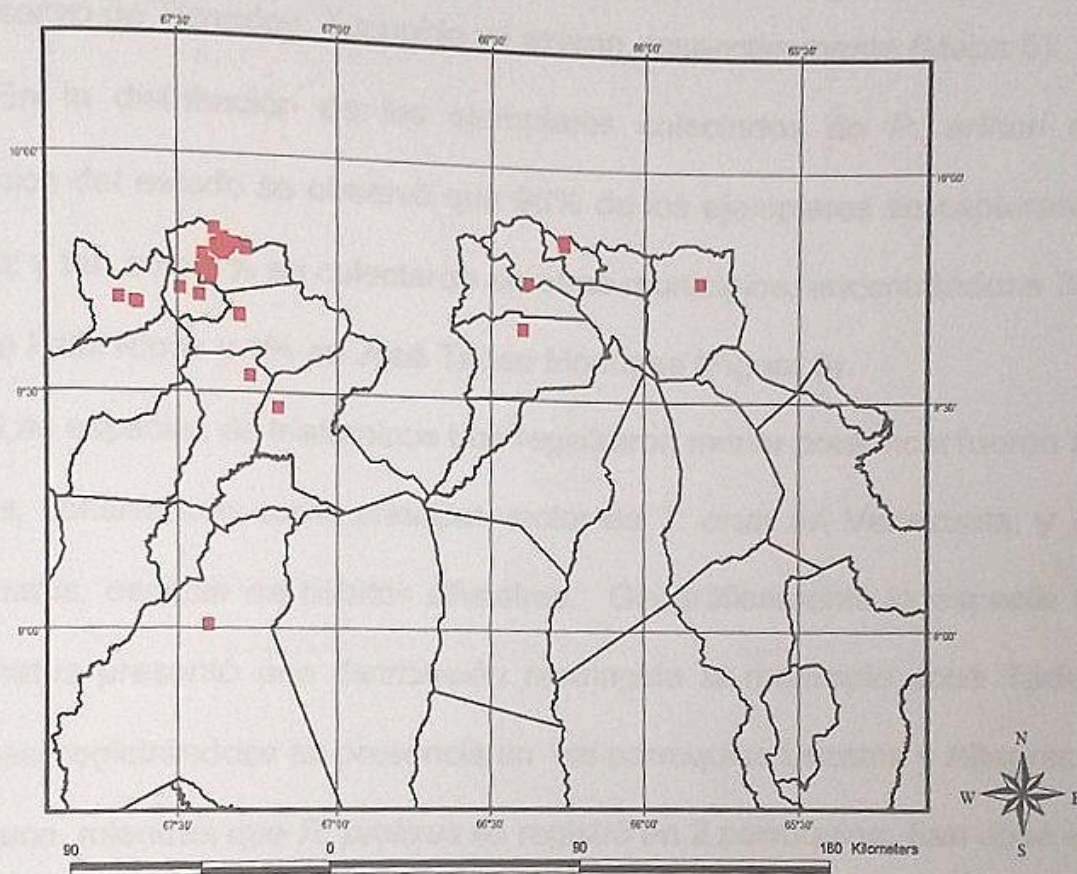
Los ejemplares de *T. maculata* se distribuyeron de una manera heterogénea en los municipios del estado, 78% de estos se capturaron en 4 municipios: 25% en el municipio Juan Germán Roscio, 22% en San José de Guaribe, 16% en José Tadeo Monagas y 15% en Ortiz. Otro 22% se obtuvo en José Félix Ribas, Francisco de Miranda, Pedro Zaraza y Julián Mellado (Figura 9).



▲ *T. maculata*.

**Mapa 3. Distribución geográfica de *T. maculata* en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.**

La segunda especie de triatomino de mayor distribución geográfica fue *P. geniculatus*, se encontró en 6 municipios: Juan Germán Roscio, Ortiz, Julián Mellado, Francisco de Miranda, José Tadeo Monagas y San José de Guaribe. Esta especie se localizó en 11 parroquias, entre las que se cuentan: San Juan de los Morros, Cantagallo, Parapara, San Lorenzo de Tiznados, Ortiz, El Sombrero, Calabozo, San José de Guaribe, Altagracia de Orituco, Lezama y San Francisco de Macaira (Mapa 4).



■ *P. geniculatus*.

Mapa 4. Distribución geográfica de *P. geniculatus* en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.

Un significativo número de colectas de esta especie (88%) se realizaron en el municipio Juan Germán Roscio. Tan sólo 12% de los individuos capturados se localizaron en los municipios José Tadeo Monagas, Ortíz, Francisco de Miranda, Julián Mellado y San José de Guaribe (Figura 9).

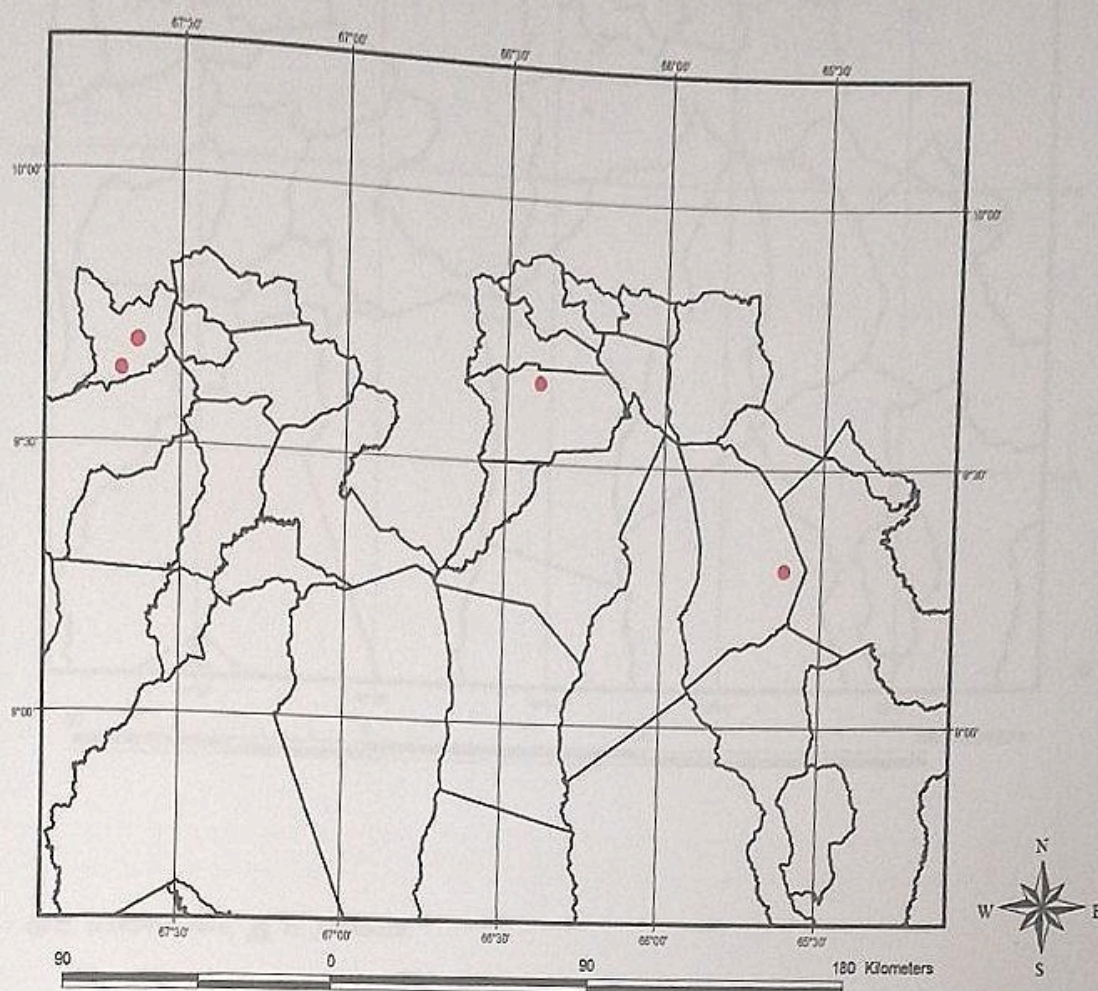
La especie *P. arthuri*, de menor distribución geográfica, se colectó en los municipios Ortíz, José Félix Ribas y José Tadeo Monagas. Las parroquias de estos municipios donde se encontró la presencia de este vector fueron San Lorenzo de Tiznados, Tucupido y Lezama, respectivamente (Mapa 5).

En la distribución de los ejemplares colectados de *P. arthuri* en municipios del estado se observó que 96% de los ejemplares se capturaron en Ortíz y tan sólo 4% se colectaron en otros municipios, encontrándose 3% en José Félix Ribas y 1% en José Tadeo Monagas (Figura 9).

Las especies de triatomíneos que registraron menor presencia fueron *R. prolixus*, considerado como principal vector de *T. cruzi* en Venezuela, y *E. mucronatus*, especie de hábitos silvestres. Geográficamente la especie *E. mucronatus* presentó una distribución restringida al municipio José Tadeo Monagas, registrándose su presencia en las parroquias Lezama y Altagracia de Orituco, mientras que *R. prolixus* se registró en 2 parroquias: San José de Tiznados del municipio Ortíz y San Rafael de Orituco perteneciente al municipio José Tadeo Monagas (Mapa 6).

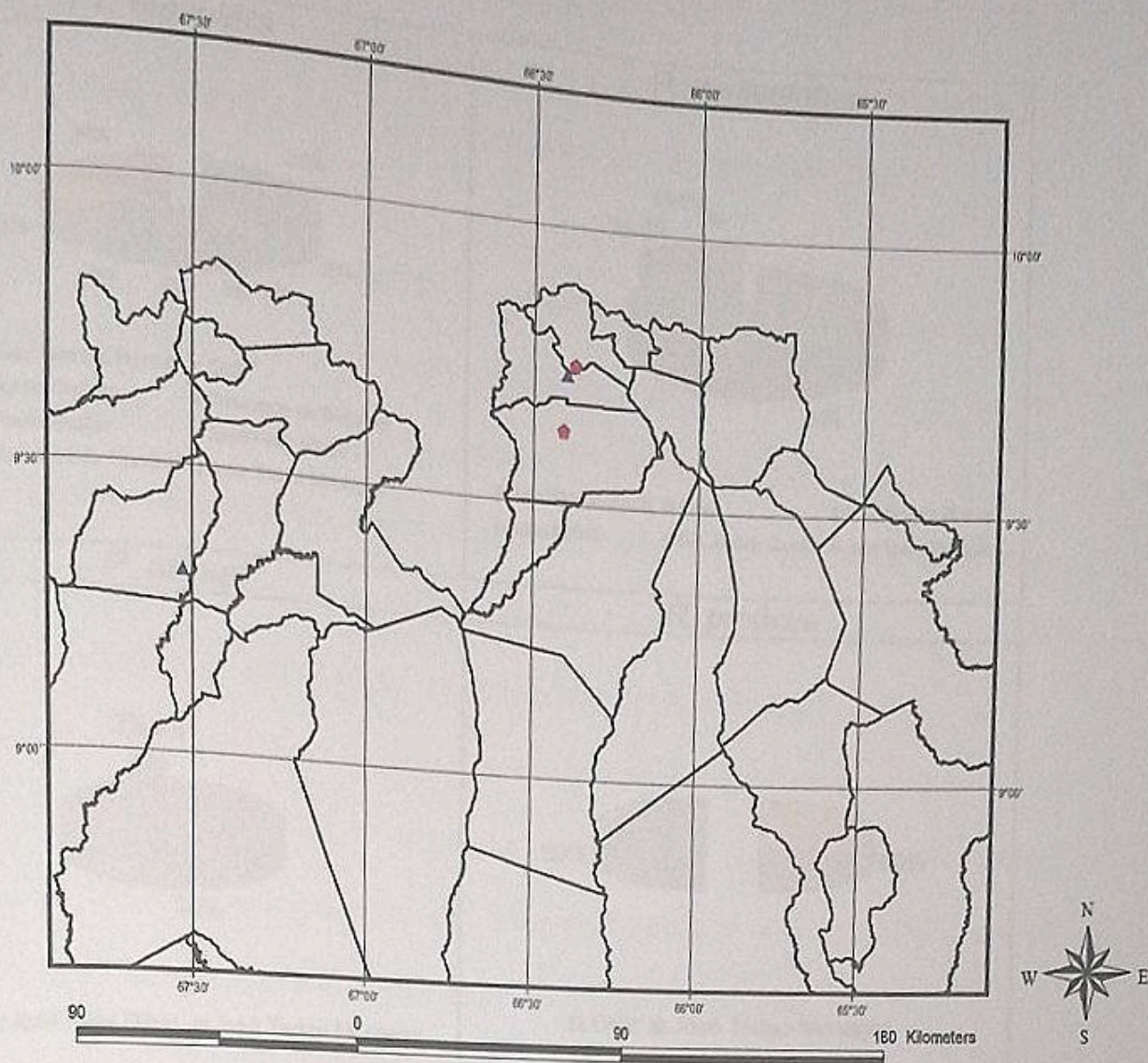
La distribución de los ejemplares de *R. prolixus* fue de manera equitativa entre los municipios Ortíz y José Tadeo Monagas, registrándose

50% de los individuos colectados en cada uno de estos municipios (Figura 9), mientras que 100% de las colectas de *E. mucronatus* se realizó en el municipio José Tadeo Monagas (Figura 9).



● *P. arthuri*.

Mapa 5. Distribución geográfica de *P. arthuri* en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.



● *E. mucronatus*; ▲ *R. prolixus*.

**Mapa 6. Distribución geográfica de *E. mucronatus* y *R. prolixus* en municipios y parroquias del estado Guárico, 2006-2008.**

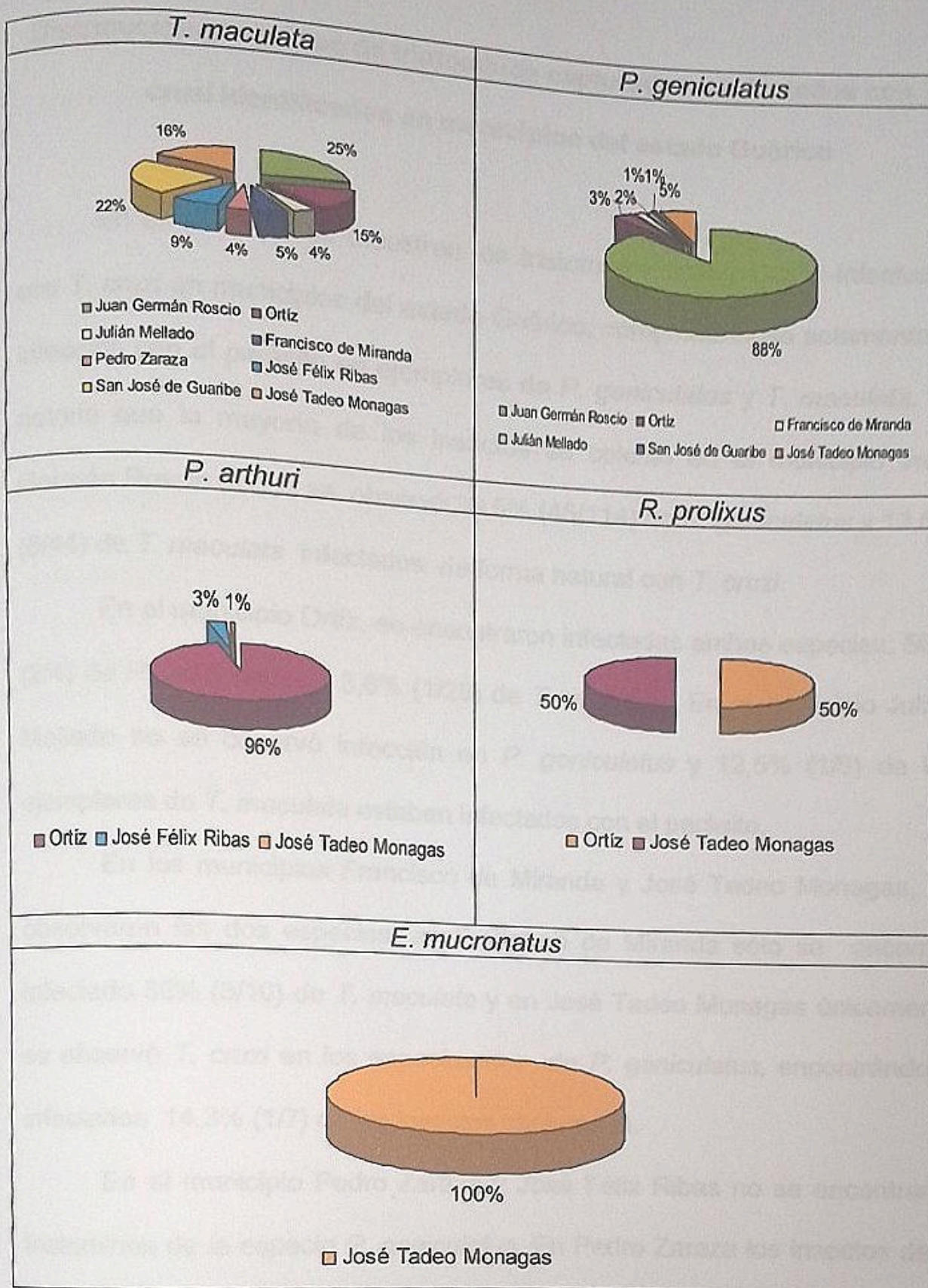


Figura 9. Distribución de triatominos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Distribución geográfica de triatominos capturados e infectados con *T. cruzi* identificados en municipios del estado Guárico

En el cuadro 3 se muestran los triatominos capturados e infectados con *T. cruzi* en municipios del estado Guárico, comprobándose solamente la infección con el parásito en ejemplares de *P. geniculatus* y *T. maculata*. Es notorio que la mayoría de los insectos se colectó en el municipio Juan Germán Roscio donde se observó 39,5% (45/114) de *P. geniculatus* y 13,6% (6/44) de *T. maculata* infectados de forma natural con *T. cruzi*.

En el municipio Ortiz, se encontraron infectadas ambas especies; 50% (2/4) de *P. geniculatus* y 3,6% (1/28) de *T. maculata*. En el municipio Julián Mellado no se observó infección en *P. geniculatus* y 12,5% (1/8) de los ejemplares de *T. maculata* estaban infectados con el parásito.

En los municipios Francisco de Miranda y José Tadeo Monagas, se observaron las dos especies; en Francisco de Miranda sólo se encontró infectado 30% (3/10) de *T. maculata* y en José Tadeo Monagas únicamente se observó *T. cruzi* en los especímenes de *P. geniculatus*, encontrándose infectados 14,3% (1/7) de los insectos capturados.

En el municipio Pedro Zaraza y José Félix Ribas no se encontraron triatominos de la especie *P. geniculatus*. En Pedro Zaraza los insectos de la especie *T. maculata* capturados no estaban infectados con *T. cruzi*, mientras que en José Félix Ribas 25% (4/16) de los ejemplares colectados se encontró infectada con el parásito. En San José de Guaribe se encontraron

ambas especies pero ninguna de las dos presentó positividad a *T. cruzi* en el estudio parasitológico.

**Cuadro 3.** Distribución geográfica de triatominos capturados e infectados con *T. cruzi* en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	<i>P. geniculatus</i>			<i>T. maculata</i>		
	Nº E*	Itc*	%	Nº E*	Itc*	%
Juan Germán Roscio	114	45	39,5	44	6	13,6
Ortíz	4	2	50	28	1	3,6
Julián Mellado	1	0	0	8	1	12,5
Francisco de Miranda	2	0	0	10	3	30
Pedro Zaraza	0	0	0	8	0	0
José Félix Ribas	0	0	0	16	4	25
San José de Guaribe	1	0	0	41	0	0
José Tadeo Monagas	7	1	14,3	30	0	0

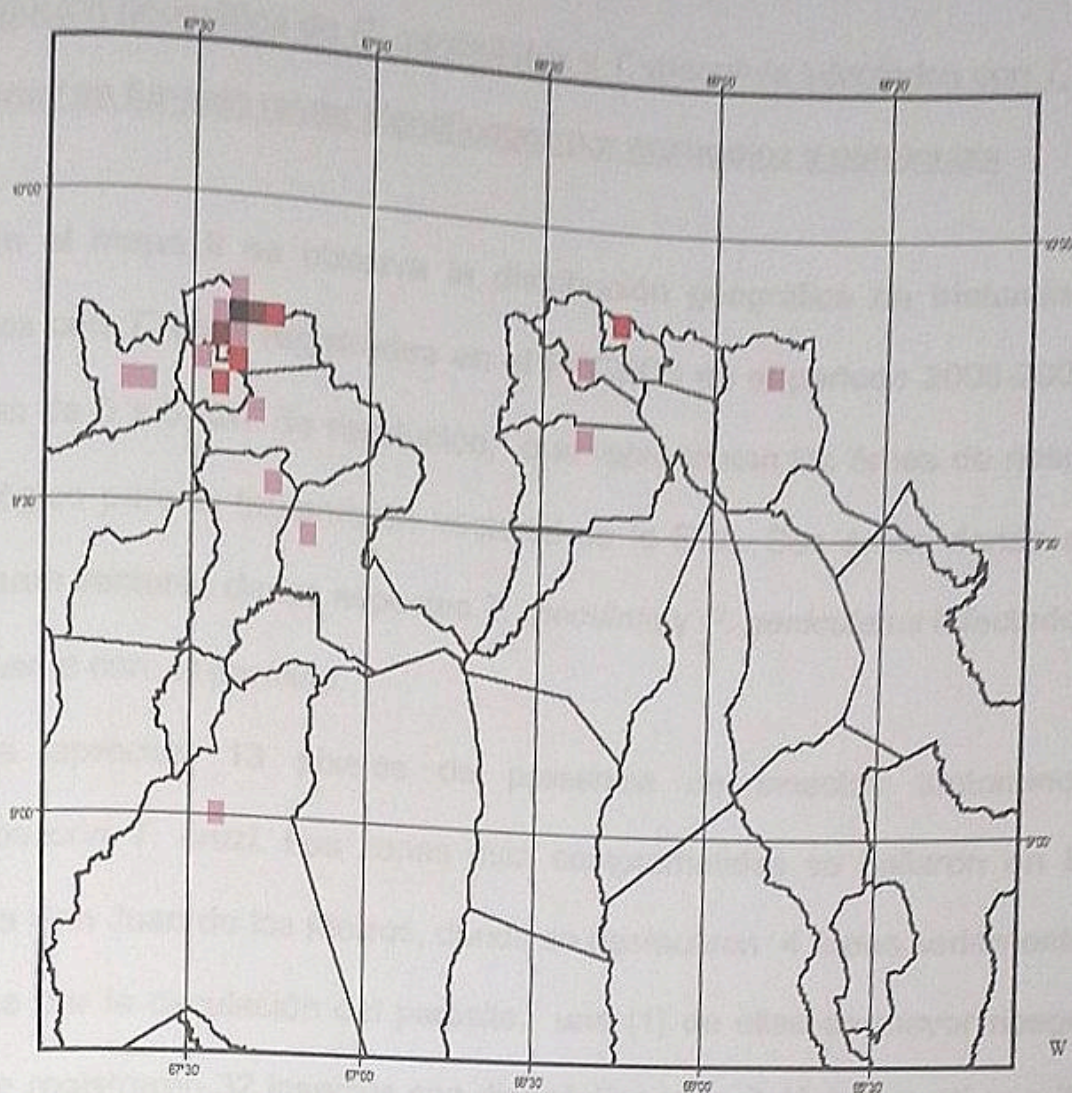
Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

Nº E\*= Número de ejemplares de triatominos capturados; Itc\*= Número de ejemplares de triatominos infectados con *T. cruzi*.

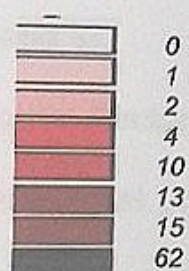
Distribución geográfica de *P. geniculatus* en formato raster identificados por municipios y parroquias

En el Mapa 7 se presenta la distribución geográfica de triatominos de la especie *P. geniculatus* en píxeles o celdas de 5 x 5 Km. de resolución. La mayor abundancia entomológica se observó en el noroeste del estado, en la parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscio, donde se observan las áreas de mayor infestación, registrándose hasta 62 ejemplares de triatominos en determinadas zonas geográficas.

Las zonas de mediana infestación por este vector correspondieron a las parroquias Cantagallo y Altagracia de Orituco de los municipios Juan Germán Roscio y José Tadeo Monagas, respectivamente, donde se logró colectar aproximadamente 10 individuos de esta especie en las áreas delimitadas. Las parroquias de los municipios Ortíz, Julián Mellado, San José de Guaribe y Francisco de Miranda presentaron áreas de menor infestación, registrándose entre 1 a 3 ejemplares de *P. geniculatus* por cada celda representada (Mapa 7). En los municipios Pedro Zaraza y José Félix Ribas no se evidenció infestación por este vector (Cuadro2 y Mapa 7).



*P. geniculatus*



Mapa 7. Distribución geográfica de *P. geniculatus* en celdas de 5 x 5 kilómetros, en el estado Guárico, 2006-2008.

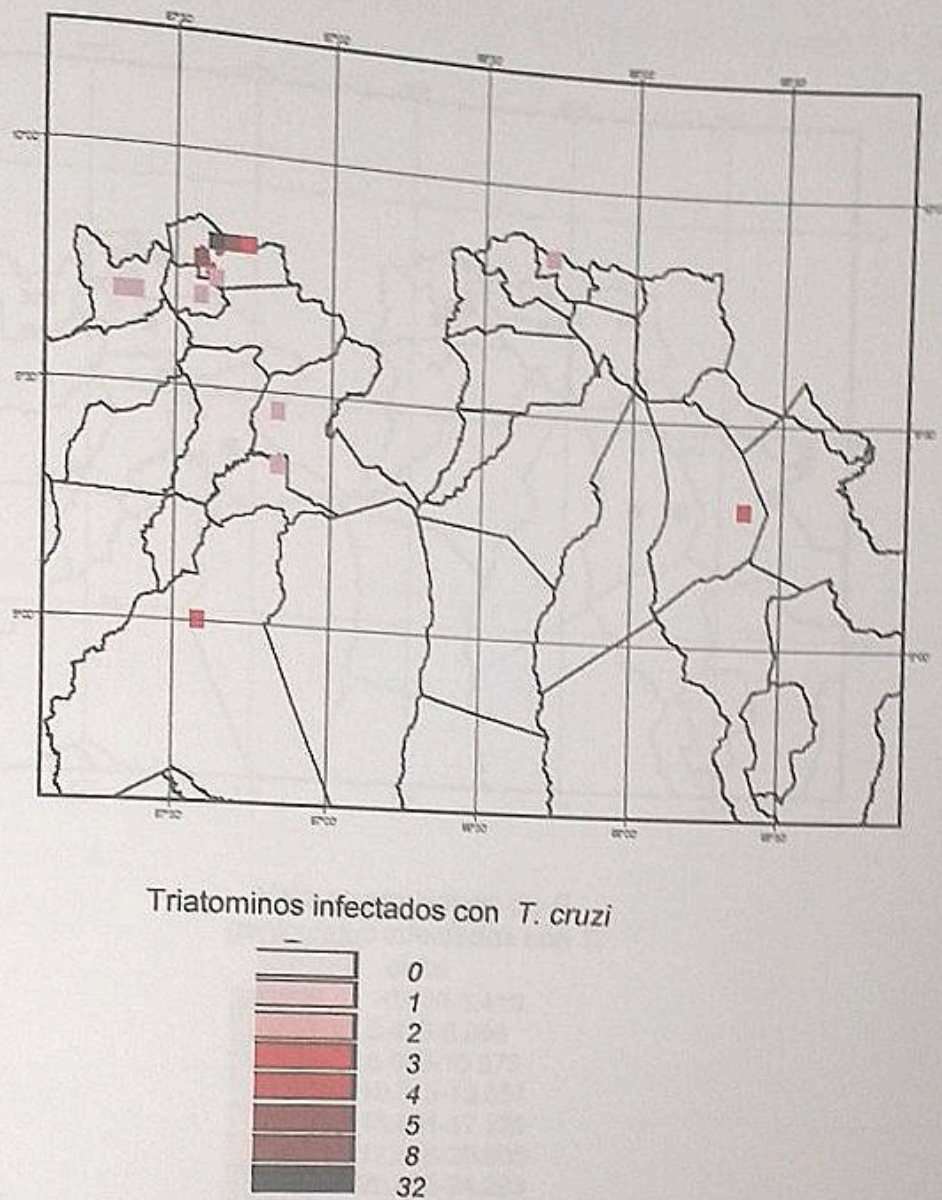
Distribución geográfica de *P. geniculatus* y *T. maculata* infectados con *T. cruzi* en formato raster identificados por municipios y parroquias

En el mapa 8 se observa la distribución geográfica de triatomíneos infectados con *T. cruzi* registrados en el PPCECh en el período 2006-2008, en celdas de 5 x 5 Km. de resolución, que representan las áreas de riesgo entomológico para la transmisión vectorial de la ECh. Son áreas donde se identificaron vectores de las especies *T. maculata* y *P. geniculatus* infectados naturalmente con el parásito.

Se aprecian 13 píxeles de presencia de insectos triatomíneos infectados con *T. cruzi*. Las zonas más comprometidas se hallaron en la parroquia San Juan de los Morros, donde se destacaron 4 áreas seriamente afectadas por la circulación del parásito, una (1) de ellas de mayor riesgo donde se registraron 32 insectos con diagnóstico parasitológico positivo a *T. cruzi* y en las otras 3 áreas descritas se reportó infección parasitaria entre 3 y 8 ejemplares estudiados (Mapa 8).

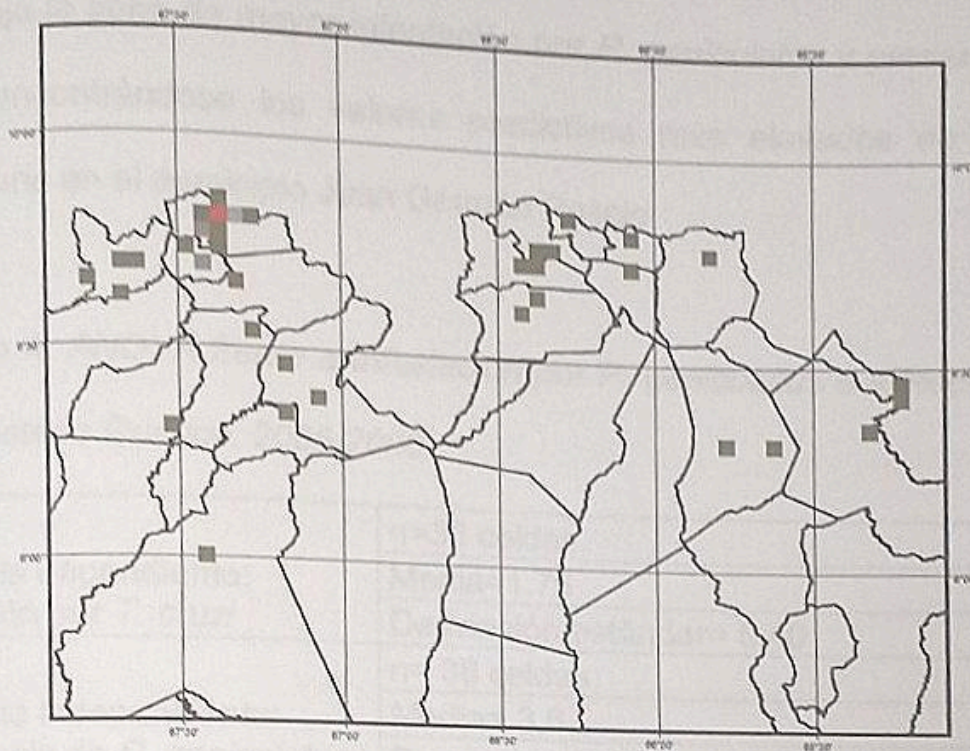
En la parroquia Calabozo, Sector La Matica, se determinó la presencia de *T. maculata* y *P. geniculatus*, el primero infectado naturalmente con el parásito (Cuadro 3) reportándose aproximadamente 3 ejemplares infectados con *T. cruzi* en un área de 5 x 5 Km. En Tucupido, Caserío Taguapire, se observaron áreas de mediano riesgo por la presencia de *T. maculata* infectada con *T. cruzi*, donde resultaron infectados aproximadamente 4 insectos en el área demarcada, mientras que en las parroquias San José de

Guaribe, Pedro Zaraza y San José de Unare no se evidenció la presencia del parásito en los vectores reportados y en el resto de las parroquias el nivel de infección fue más bajo, observándose entre 1 y 2 triatominos con infección a *T. cruzi*.

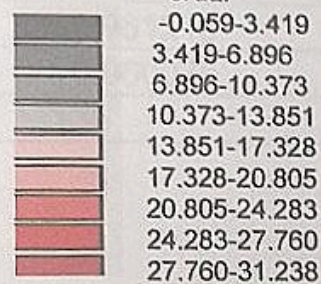


Mapa 8. Distribución geográfica de triatominos infectados con *T. cruzi* en celdas de 5 x 5 kilómetros, en el estado Guárico, 2006-2008.

El Mapa 9 muestra la predicción de *T. cruzi* en municipios del estado Guárico. Se superpuso el mapa del estado Guárico y el mapa de distribución de triatomos infectados con el parásito. La variable que presentó la correlación más alta con la presencia de *T. cruzi* fue la presencia de *P. geniculatus*.



Valores predictivos de *P. geniculatus* infectados con *T. cruzi*



Mapa 9. Mapa predictivo para *T. cruzi* en municipios del estado Guárico, 2006-2008. Celdas de 5 x 5 kilómetros.

El análisis estadístico indica una fuerte asociación lineal entre ambas variables ya que 96,1% de la presencia de *T. cruzi* es explicada por su relación lineal con la presencia de *P. geniculatus* ( $r^2 = 0,961216$ ;  $r^2$  ajustado = 0,960075, ver cuadro 4). Las imágenes representadas en celdas corresponden a áreas geográficas de 5 x 5 kilómetros, siendo el área de color rojo la zona de mayor infestación por *P. geniculatus* y presencia de *T. cruzi*, encontrándose los valores predictivos más elevados de infección parasitaria en el municipio Juan Germán Roscio.

**Cuadro 4.** ANOVA frente a Infestación por *P. geniculatus* e infección por *T. cruzi*, estado Guárico, 2006-2008.

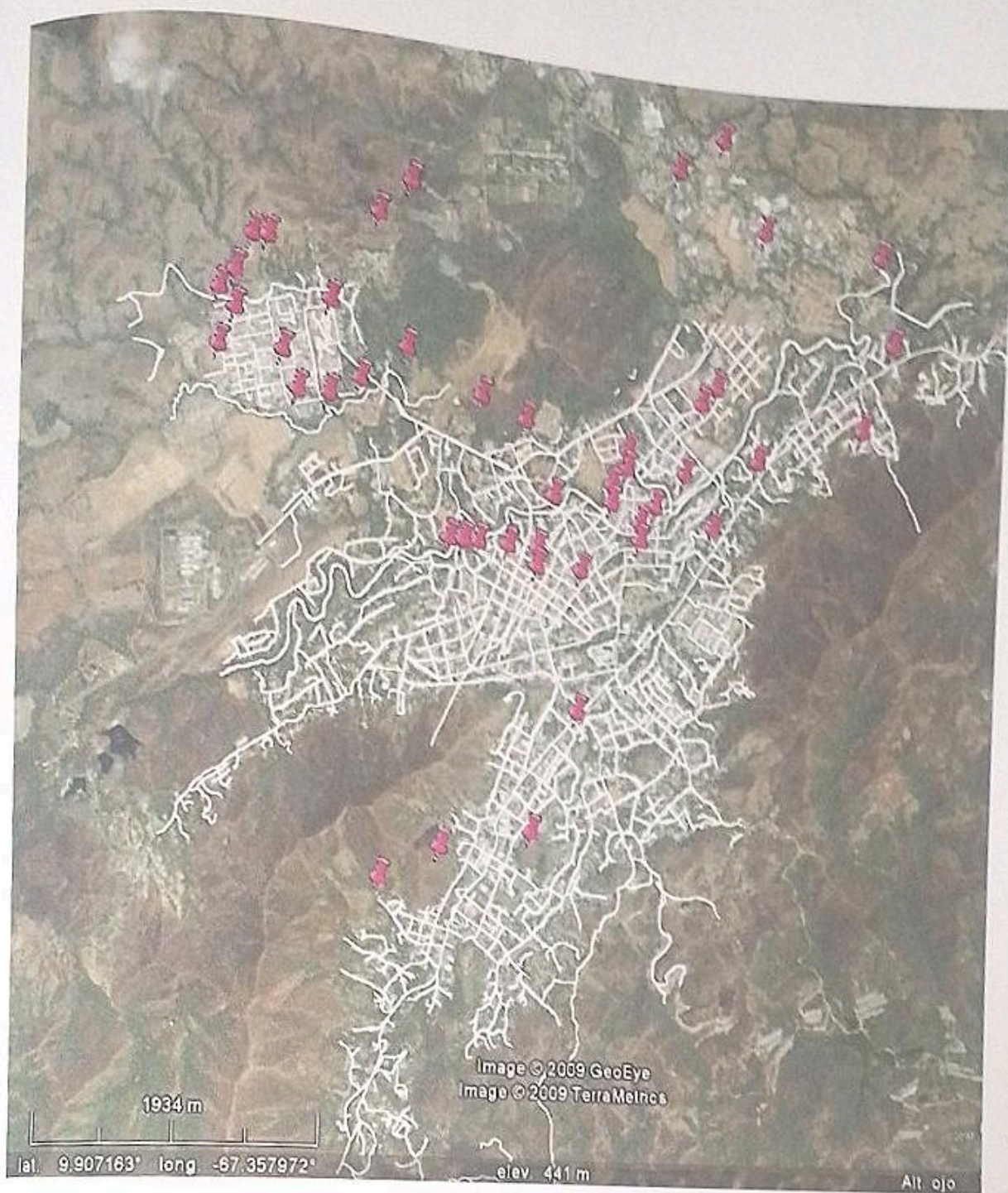
Variable dependiente: Infección por <i>T. cruzi</i>	n=36 celdas
	Media=1.75
	Desviación estándar= 5.40
Variable independiente: Presencia de <i>P. geniculatus</i>	n= 36 celdas
	Media= 3.6
	Desviación estándar= 10,5
Ecuación de regresión	$B_0 + B_1 x(P. geniculatus)$
Resultado regresión	$\hat{Y} = -0.0587950 + 0.5047800x(P. geniculatus)$
P	< 0.00001
$r^2$	0.961216
$r^2$ ajustado	0.960075
Grados de libertad	35

Distribución geográfica de especies de triatomíneos en formato raster identificados en la parroquia San Juan de los Morros

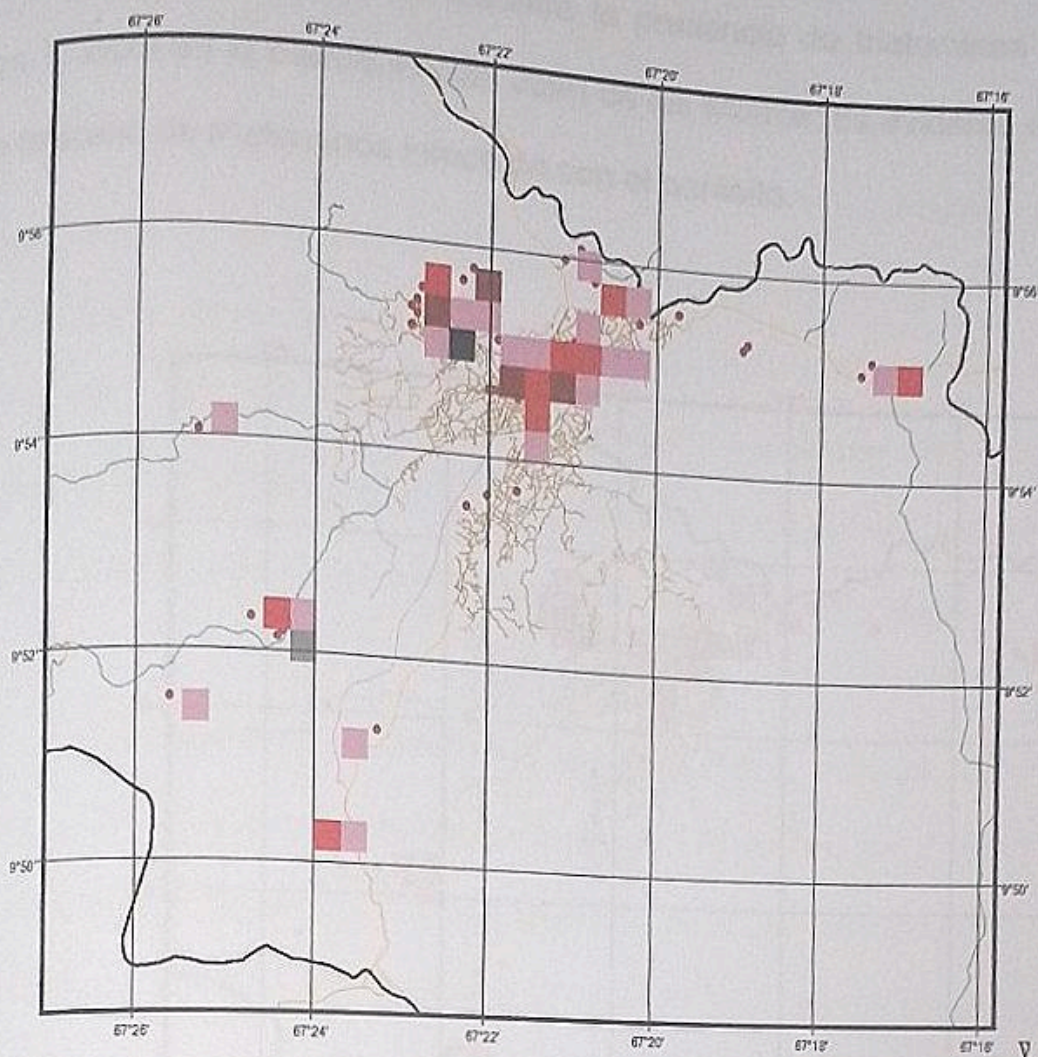
En la distribución geográfica de *P. geniculatus* y de *T. cruzi* (Mapas 7 y 8), se observaron zonas de mayor infestación por este vector y elevado nivel de infección por *T. cruzi*, que generó áreas de mayor compromiso que ameritaron ser evaluadas a nivel de parroquia. En este sentido, se presenta en el mapa de San Juan de los Morros la ubicación espacial de los vectores (Figura 10).

En el mapa 10 se integra la distribución de *P. geniculatus*, en píxeles de 500 x 500 metros; se observan 33 celdas que representan las áreas de infestación por el vector a nivel de la parroquia.

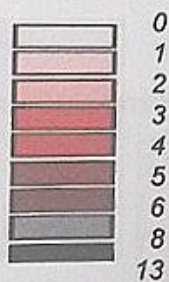
El grado de infestación se acentúa en determinadas localidades: Urbanización Evaristo Linares Vega, Caserío Los Bagres, Urbanización Bella vista, Barrio 5 de Julio y Sector Chaparral del Barrio El Deportivo. Todas las localidades mencionadas están localizadas en la zona urbana de San Juan de los Morros, excepto el Caserío Los Bagres que está ubicado en una zona suburbana de la parroquia (Mapa 10).



**Figura 10.** Distribución espacial de triatominos (puntos fucsia) en localidades de la parroquia San Juan de los Morros, municipio Juan Germán Roscio, 2006-2008. Fuente Google Earth.

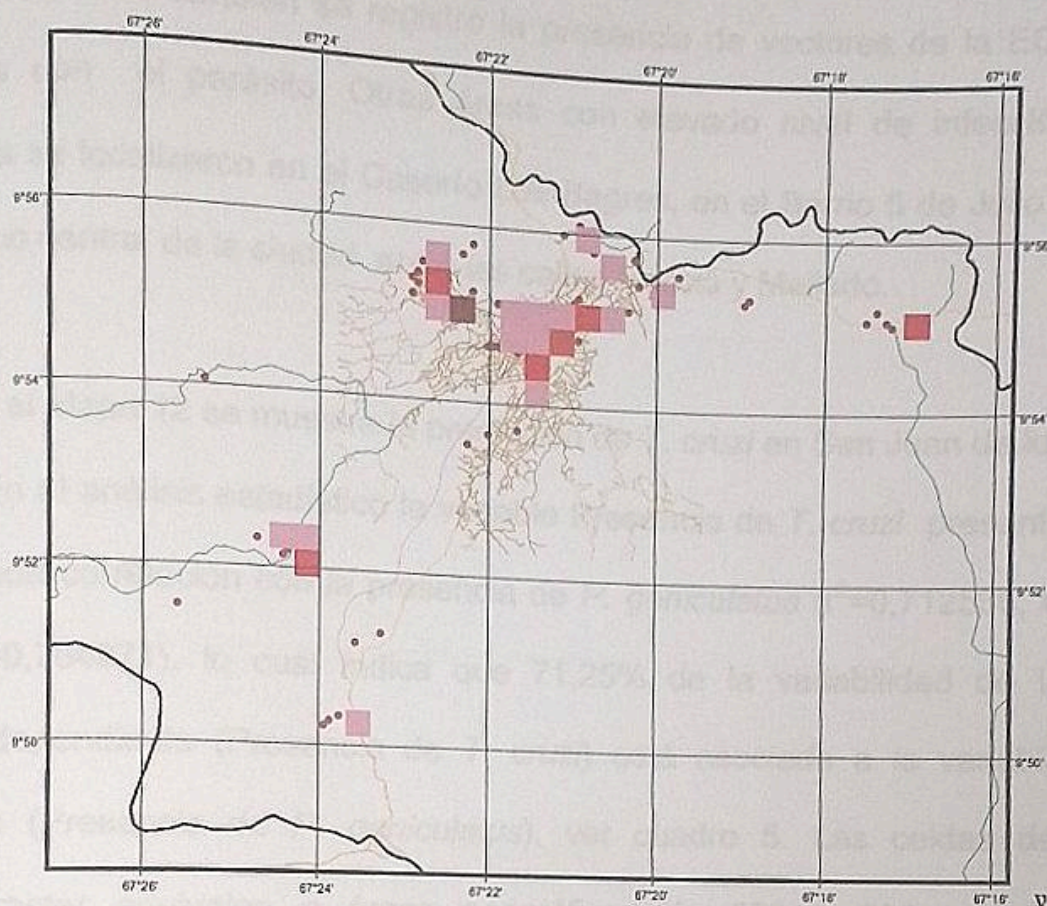


*P. geniculatus*

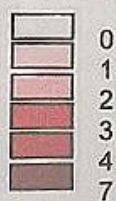


Mapa10. Presencia de *P. geniculatus* en celdas de 500 x 500 metros, parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscío, estado Guárico 2006-2008.

En el mapa 11 se muestra la presencia de triatominos infectados con *T. cruzi* en la parroquia San Juan de los Morros; es evidente el aumento de la fauna de triatominos infectada con el parásito.



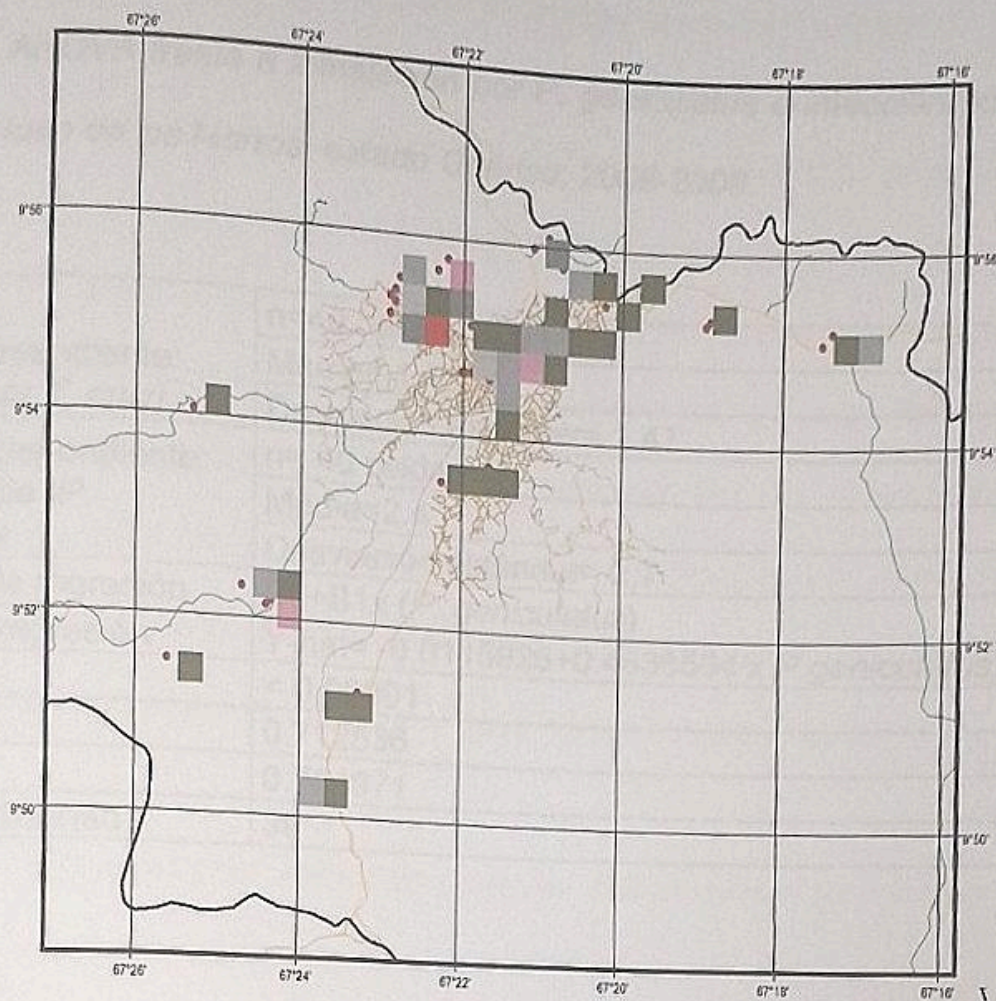
Triatominos positivos a *T. cruzi*



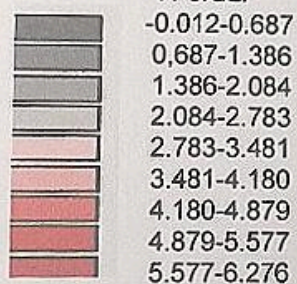
**Mapa 11.** Presencia de triatominos positivos a *T. cruzi* en celdas de 500 x 500 metros, parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico 2006-2008. Fuente Laguna, 2008.

A nivel local, la zona de mayor nivel de infección por *T. cruzi* la representa la urbanización Evaristo Linares Vega, ubicada entre las urbanizaciones Bella Vista y Rómulo Gallegos y el Barrio La Ensenada, áreas geográficas donde también se registró la presencia de vectores de la ECh infectados con el parásito. Otras áreas con elevado nivel de infección parasitaria se localizaron en el Caserío Los Bagres, en el Barrio 5 de Julio y en el casco central de la ciudad entre las calles Roscio y Mellado.

En el Mapa 12 se muestra la predicción de *T. cruzi* en San Juan de los Morros. En el análisis estadístico la variable Presencia de *T. cruzi* presentó una elevada correlación con la presencia de *P. geniculatus* ( $r^2=0,712536$ ;  $r^2$  ajustado=0,704971), lo cual indica que 71,25% de la variabilidad de la variable dependiente (Presencia de *T. cruzi*) está asociada a la variable predictora (Presencia de *P. geniculatus*), ver cuadro 5. Las celdas del formato raster equivalen a áreas geográficas de 500 x 500 metros, correspondiendo el color púrpura a la zona de mayor infestación por *P. geniculatus* y *T. cruzi* en la parroquia.



Valores predictivos de  
*P. geniculatus* infectados con  
*T. cruzi*



Mapa 12. Mapa predictivo de presencia de *T. cruzi* en San Juan de los Morros, estado Guárico 2006-2008. Celdas de 500 x 500 metros.

Cuadro 5. ANOVA frente a Infestación por *P. geniculatus* e infección por *T. cruzi*, San Juan de los Morros, estado Guárico, 2006-2008.

Variable dependiente: Infección por <i>T. cruzi</i>	n=40 celdas
	Media= 1.13
	Desviación estándar= 1.47
Variable independiente: Presencia de <i>P. geniculatus</i>	n= 40 celdas
	Media=2.4
	Desviación estándar= 2.7
Ecuación de regresión	$B_0 + B_1x$ ( <i>P. geniculatus</i> )
Resultado regresión	$\hat{Y} = -0.0115926 + 0.4836564 \times P. geniculatus$
P	< 0.00001
$r^2$	0.712536
$r^2$ ajustado	0.704971
Grados de libertad	39

## Características de las viviendas con presencia del vector

En el cuadro 6 se muestra la distribución de viviendas positivas a triatomíneos con el tipo de pared correspondiente a cada una de ellas, según municipios del estado. En su mayoría las viviendas presentaron buenas características estructurales, encontrándose que en casi todas predominó el tipo de pared bloque con friso (107/137), excepto en las viviendas del municipio José Félix Ribas donde mayormente se encontraron paredes de bahareque sin friso (3/5). También se encontraron viviendas de bahareque sin friso en los municipios Ortíz (4/14) y José Tadeo Monagas (3/20).

**Cuadro 6.** Distribución de viviendas positivas a triatomíneos según tipo de paredes en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Bloque c/friso	Bloque s/friso	Paredes		Zinc	Madera	Total
			Bahareque c/friso	Bahareque s/friso			
J.G. Roscio	79	6	0	0	1	1	87
Ortíz	8	2	0	4	0	0	14
J. Mellado	2	1	0	0	0	0	3
F. Miranda	2	0	0	0	0	0	2
P. Zaraza	2	1	1	0	0	0	4
J.F. Ribas	1	1	0	3	0	0	5
S.J. Guaribe	1	1	0	0	0	0	2
J.T. Monagas	12	3	2	3	0	0	20
Total	107	15	3	10	1	1	137

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

En el cuadro 7 se presenta el tipo de piso de las viviendas positivas a triatominos de los municipios en estudio del estado Guárico. El tipo de piso que predominó fue cemento (129/137); el piso de tierra se observó en un reducido número de viviendas en los municipios Juan Germán Roscio (1/87), Ortíz (4/14), Julián Mellado (1/3) y José Félix Ribas (2/5).

**Cuadro 7.** Tipo de piso de las viviendas positivas a triatominos en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Tipo de piso		
	Cemento	Tierra	Total
Juan Germán Roscio	86	1	87
Ortíz	10	4	14
Julián Mellado	2	1	3
Francisco de Miranda	2	0	2
Pedro Zaraza	4	0	4
José Félix Ribas	3	2	5
San José de Guaribe	2	0	2
José Tadeo Monagas	20	0	20
Total	129	8	137

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

En el cuadro 8 se observa el tipo de techo de cada una de las viviendas positivas a triatominos en los municipios investigados. En su mayoría el tipo de techo que se observó fue zinc (87/137), en segundo lugar el techo tipo platabanda (30/137). En Juan Germán Roscio se presentó la

mayor diversidad de techos: platabanda, zinc, teja, madera y otro no especificado, al igual que en Monagas donde se observó techos de platabanda, zinc y otro material. Las viviendas en Pedro Zaraza presentaron los techos de Zinc y otro material y en José Félix Ribas platabanda y zinc. En Ortíz, Julián Mellado, Francisco de Miranda y San José de Guaribe hubo uniformidad en el material de techo observándose solo la presencia de zinc.

**Cuadro 8.** Tipo de techo de viviendas positivas a triatominos de los municipios estudiados del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Tipo de techo					Total
	Platabanda	Zinc	Teja	Madera	Otro	
Juan Germán Roscio	23	47	7	1	9	87
Ortíz	0	14	0	0	0	14
Julián Mellado	0	3	0	0	0	3
Francisco de Miranda	0	2	0	0	0	2
Pedro Zaraza	0	3	0	0	1	4
José Félix Ribas	1	4	0	0	0	5
San José de Guaribe	0	2	0	0	0	2
José Tadeo Monagas	6	12	0	0	2	20
Total	30	87	7	1	12	137

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

En el cuadro 9 se describe la presencia de animales en el peridomicilio de las viviendas positivas a triatominos de los municipios estudiados. En la

mayoría de las viviendas predominaron los animales domésticos: perros (86/137), gallinas (42/137) y gatos (30/137). Otros animales presentes fueron cerdos, morrocoy, oveja, caballo, mono, loros y otras aves.

**Cuadro 9.** Número de viviendas positivas a triatominos con presencia de animales en el peridomicilio en municipios estudiados, estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Viviendas positivas	Nº Viviendas con animales en peridomicilio				
		Perros	Gatos	Gallinas	Cerdos	Otros*
Juan Germán Roscio	87	49	18	17	2	24
Ortíz	14	12	0	8	7	3
Julián Mellado	3	2	1	2	1	2
Francisco de Miranda	2	2	2	1	0	0
Pedro Zaraza	4	3	3	2	0	1
José Félix Ribas	5	4	0	4	3	2
San José de Guaribe	2	1	1	1	0	1
José Tadeo Monagas	20	13	5	7	1	3
Total	137	86	30	42	14	36

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

Otros\*= Morrocoy, oveja, caballo, mono, loro y otras aves.

El cuadro 10 presenta el número de viviendas positivas a triatominos con anexos en el peridomicilio. El tipo de anexo que se observó con mayor frecuencia en las viviendas donde se encontraron los insectos triatominos lo representaron cocinas (31/137), seguido de gallineros (27/137) y fogón (18/137); sólo en 10 viviendas se observó la presencia de palmeras. En las viviendas registradas en Juan Germán Roscio, Ortíz, José Félix Ribas y José

Tadeo Monagas se encontró todos los tipos de anexos reportados: gallinero, fogón, cocina, cochineras y otros anexos no especificados. En San José de Guaribe no se encontró la presencia de gallineros y la presencia de palmeras solo se encontró en el peridomicilio de algunas viviendas ubicadas en Juan Germán Roscio y Ortiz.

**Cuadro 10.** Número de viviendas positivas a triatominos con presencia de anexos en el peridomicilio, en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Viviendas	Anexos					
		Gallinero	Fogón	Cocina	Cochinera	Palmera	Otros
J.G.Roscio	87	11	7	19	1	7	1
Ortiz	14	4	4	4	2	3	0
J. Mellado	3	2	0	2	1	0	0
F. de Miranda	2	1	0	1	0	0	0
P. Zaraza	4	2	2	2	0	0	0
J. F. Ribas	5	3	3	1	2	0	0
S.J. de Guaribe	2	0	1	0	0	0	0
J.T. Monagas	20	4	1	2	1	0	0
Total	137	27	18	31	7	10	1

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

En el cuadro 11 se presenta el número de viviendas positivas a triatominos según especies: *P. geniculatus*, *T. maculata*, *P. arthuri*, *R.*

*prolixus* e infestación mixta: *T. maculata* - *P. geniculatus*, *T. maculata* - *P. arthuri* y *T. maculata* - *E. mucronatus*, en los 8 municipios estudiados.

**Cuadro 11.** Viviendas positivas a triatominos según especie en municipios del estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Total viviendas	Viviendas positivas según especie de triatomo						
		Pg*	Tm*	Pa*	Rp*	Tm-Pg	Tm-Pa	Tm-Em
Juan Germán Roscio	87	64	17	0	0	6	0	0
Ortíz	14	3	4	5	1	1	0	0
Julián Mellado	3	0	2	0	0	1	0	0
Francisco de Miranda	2	0	1	0	0	1	0	0
Pedro Zaraza	4	0	4	0	0	0	0	0
José Félix Ribas	5	0	4	0	0	0	1	0
San José de Guaribe	2	1	1	0	0	0	0	0
José Tadeo Monagas	20	4	11	0	1	1	1	2
Total	137	72	44	5	2	10	2	2

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

Pg\* = *P. geniculatus*; Tm\* = *T. maculata*; Pa\* = *P. arthuri*; Rp\* = *R. prolixus*.

El mayor número de viviendas positivas lo aportó Juan Germán Roscio (87/137), siendo 64 con *P. geniculatus*, 17 con *T. maculata* y 6 con infestación mixta *T. maculata* - *P. geniculatus*; seguido del municipio José Tadeo Monagas (20/137), donde se encontraron cuatro (4) viviendas con *P. geniculatus*, 11 con *T. maculata* y uno (1) con *R. prolixus* y sobresale el hallazgo de infestación de *T. maculata* asociada con otras especies: uno (1)

con infestación por *T. maculata* - *P. geniculatus*, uno (1) con *T. maculata* - *P. arthuri* y dos (2) con *T. maculata* - *E. mucronatus*.

Se presenta en el cuadro 12 la descripción de las viviendas positivas, lugar y horario de captura de triatominos en las mismas en municipios del estado Guárico durante el período estudiado.

**Cuadro 12.** Viviendas positivas a triatominos, descripción de lugar y horario de captura en municipios estudiados, estado Guárico, 2006-2008.

Municipio	Viviendas	Viviendas			Horario de captura	
		Lugar de captura			Diurno	Nocturno
		ID*	PD*	ED*		
J.G.Roscio	87	84	3	0	30	57
Ortíz	14	8	5	1	4	10
J. Mellado	3	3	0	0	0	3
F. Miranda	2	2	0	0	2	0
P. Zaraza	4	4	0	0	3	1
J.F. Ribas	5	3	2	0	5	0
S.J.Guaribe	2	0	1	1	2	0
J.T.Monagas	20	18	1	1	14	6
Total	137	122	12	3	60	77

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

ID\*=Intradomicilio; PD\*=Peridomicilio; ED\*=Extradomicilio.

En las viviendas donde se efectuó la captura de triatominos se encontró que estas fueron mayor en intradomicilio (122/137) que en

peridomicilio (12/137) y extradomicilio (3/137); así como la mayor frecuencia de colectas fue en horario nocturno.

Únicamente en San José de Guaribe no se describen las capturas en intradomicilio, todas se realizaron en peri y extradomicilio en horario diurno. Otros municipios que reportaron capturas diurnas fueron José Félix Ribas y Francisco de Miranda.

En el cuadro 13 se describe el número de ejemplares de triatomíneos según género y especie, capturados en el intradomicilio, peridomicilio y extradomicilio en viviendas positivas de los municipios estudiados. De 443 ejemplares de triatomíneos, 262 se ubicaron en el intradomicilio, 130 en el peridomicilio y 51 en el extradomicilio. Asimismo en 137 viviendas positivas a triatomíneos, el vector encontrado con mayor frecuencia fue *P. geniculatus* (77/137), seguido de *T. maculata* (51/137), ambos presentes en mayor número en el intradomicilio. La especie *P. arthuri* se encontró en 5 /137 viviendas en peridomicilio y extradomicilio. Escasamente se registró la presencia de *R. prolixus* y *E. mucronatus* en 2/137 viviendas durante los 3 años estudiados y en ambas especies la captura se realizó en el intradomicilio.

**Cuadro 13.** Número de ejemplares de triatominos capturados según género y especie, lugar de captura y número de viviendas, estado Guánico, 2006-2008.

Triatominos Género y especie	Ejemplares capturados			Viviendas positivas
	ID*	PD*	ED*	N°
<i>P. geniculatus</i>	122	6	0	77
<i>T. maculata</i>	135	6	45	51
<i>P. arthuri</i>	0	118	6	5
<i>E. mucronatus</i>	3	0	0	2
<i>R. prolixus</i>	2	0	0	2
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>130</b>	<b>51</b>	<b>137</b>

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guánico.

ID\*= Intradomicilio; PD\*= Peridomicilio; ED\*= Extradomicilio.

En el cuadro 14 se muestra el número de ejemplares de triatominos registrados, identificados por género, especie e instar. No se determinó la presencia de ninfas de *P. geniculatus*, *R. prolixus* o *E. mucronatus* durante el período estudiado, solo se colectaron ejemplares adultos de estos vectores. Por el contrario, *T. maculata* y *P. arthuri*, se capturaron tanto en instar ninfa como en adulto; las colectas de *T. maculata* fueron más de adultos (67,6%) que ninfas (32,4%), mientras que *P. arthuri* se encontró en similar cantidad de ninfas (49,2%) que adultos (50,8%).

**Cuadro 14.** Número de ejemplares de triatominos identificados por género, especie e instar ninfa o adulto, Guánico, 2006-2008.

Género y especie	Nº ejemplares	Ninfas	%	Adultos	%
<i>P. geniculatus</i>	129	0	0	129	100
<i>T. maculata</i>	185	60	32,4	125	67,6
<i>P. arthuri</i>	124	61	49,2	63	50,8
<i>E. mucronatus</i>	3	0	0	3	100
<i>R. prolixus</i>	2	0	0	2	100

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guánico.

En el cuadro 15 se muestra el número de ejemplares de triatominos según género y especie capturados por búsqueda activa y pasiva. La búsqueda pasiva demostró ser la más frecuente en la captura de triatominos; 94,6% de los ejemplares de *P. geniculatus* y 100% de las colectas de *R. prolixus* y *E. mucronatus* se realizaron por búsqueda pasiva.

Las capturas de *T. maculata* se realizaron por los dos tipos de búsqueda: 50,3% por búsqueda activa y 49,7% por búsqueda pasiva. La especie *P. arthuri* se capturó exclusivamente por búsqueda activa.

**Cuadro 15.** Número de ejemplares de triatominos según género y especie capturados por búsquedas pasiva y activa. Guánico, 2006-2008

Género y especie	Nº ejemplares	BP*	%	BA*	%
<i>P. geniculatus</i>	129	122	94,6	7	5,4
<i>T. maculata</i>	185	92	49,7	93	50,3
<i>P. arthuri</i>	124	0	0	124	100
<i>E. mucronatus</i>	3	3	100	0	0
<i>R. prolixus</i>	2	2	100	0	0

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guánico.

BP\*= Búsqueda pasiva; BA\*= Búsqueda activa.

El cuadro 16 presenta el número de ejemplares de triatominos según género y especie, el número de infectados con *T. cruzi* y el sitio donde se ubicaron en el momento de la captura. En su mayoría se capturó la especie *T. maculata* (185/443), en una gran proporción se encontró en las paredes (105/185) y en gallineros (44/185), mientras que la segunda especie mayormente capturada fue *P. geniculatus*, la cual se ubicó en un considerable número en paredes (94/129) y en superficies móviles (16/129). Otra especie capturada en abundancia fue *P. arthuri*, ubicada únicamente en nidos de aves. Las especies *R. prolixus* y *E. mucronatus* se capturaron en muy baja cantidad, exclusivamente en paredes de las viviendas.

Solamente se encontraron infectadas con *T. cruzi* las especies *T. maculata* y *P. geniculatus*, esta última resultó la de mayor infección (48/129),

en tanto que *T. maculata* se encontró infectada naturalmente en menor proporción (15/185).

**Cuadro 16.** Número de ejemplares de triatominos según género y especie, infección por *T. cruzi* y ubicación durante la captura. Guárico, 2006-2008.

Género y especie	E*	ITc*	Ubicación de triatominos								
	Nº	Nº	Pa*	Pi*	Te*	Fo*	Co*	Sm*	Na*	Ga*	Ca*
<i>P. geniculatus</i>	129	48	94	9	8	0	2	16	0	0	0
<i>T. maculata</i>	185	15	105	10	2	1	0	8	0	44	15
<i>P. arthuri</i>	124	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0
<i>E. mucronatus</i>	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>R. prolixus</i>	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	443	63	204	19	10	1	2	24	124	44	15

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

E\*= Ejemplares; ITc\*= Infección por *T. cruzi*; Pa\*= Pared; Pi\*= Piso; Te\*= Techo; Fo\*= Fogón; Co\*= Cocina; Sm\*= Superficie móvil; Na\*= Nido de aves; Ga\*= Gallinero; Ca\*= Corteza de árbol.

Las ninfas colectadas fueron de las especies *T. maculata* y *P. arthuri*; siendo los sitios de ubicación corteza de árboles (14/23), paredes de bahareque sin friso (4/23), paredes de bloque con friso (4/23) y gallinero (1/23), por el contrario *P. arthuri* se ubicó exclusivamente en nidos de aves (61). La mayoría de las colectas de *T. maculata* (22/23) se lograron por búsqueda activa, en tanto que las capturas de *P. arthuri* en su totalidad (61) se consiguió por búsqueda activa (Figura 11).

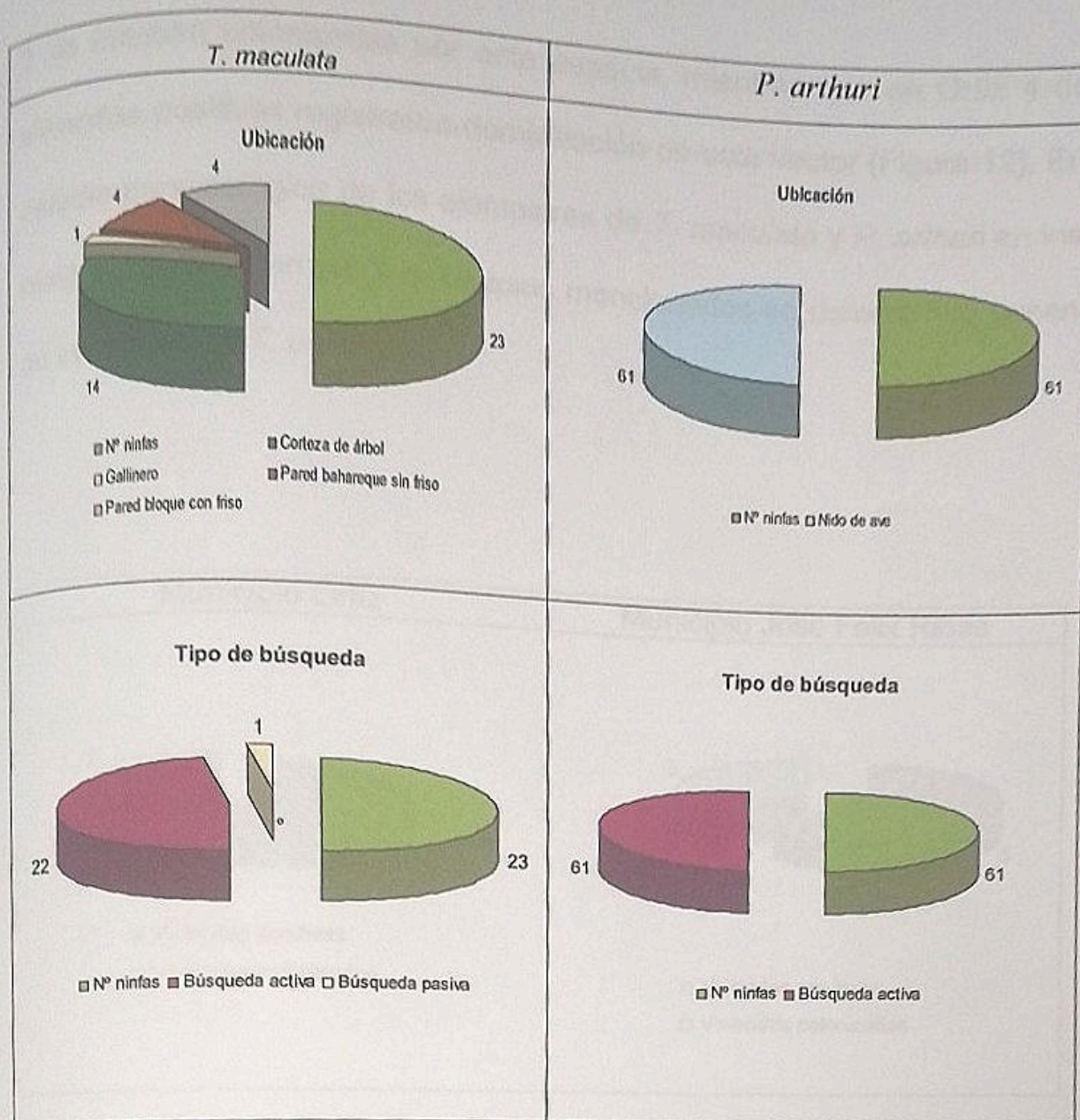


Figura 11. Distribución de ninfas de triatomines de acuerdo a la ubicación durante la captura y tipo de búsqueda.

Destaca la colonización del intradomicilio; se registró la presencia de ninfas en las paredes de 5 viviendas, registrándose 2 en el municipio Ortíz y 3 en José Félix Ribas (Figura 12). En los municipios Ortíz y José Félix Ribas se evidenció la colonización de viviendas por *T. maculata* en una elevada proporción pues de 5 viviendas positivas a esta especie en José Félix Ribas,

3 se estaban colonizadas por esta especie, mientras que en Ortíz 4 de 2 viviendas positivas registraron domiciliación de este vector (Figura 12). En el estudio parasitológico de los ejemplares de *T. maculata* y *P. arthuri* en instar ninfa capturados en los 2 municipios mencionados se demostró la ausencia de infección por *T. cruzi*.

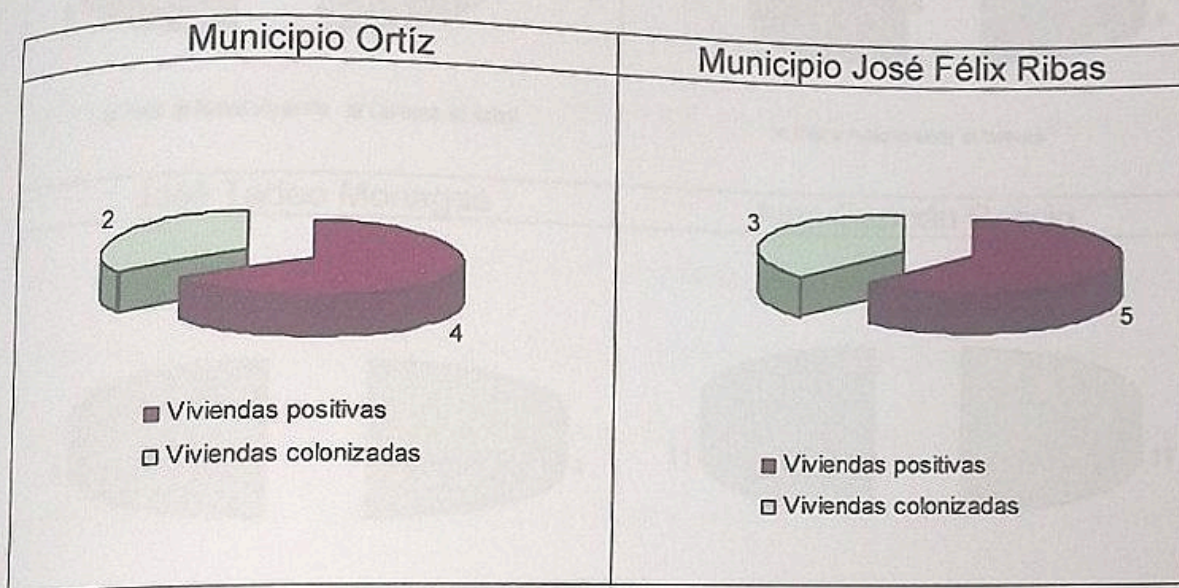


Figura 12. Distribución de viviendas con domiciliación de *T. maculata*.

Se colectaron 23 ninfas de *T. maculata* en 4 municipios: Ortíz, José Félix Ribas, José Tadeo Monagas y Juan Germán Roscio. En Ortíz se logró la captura de 7 ninfas, 6 se consiguieron en las paredes de viviendas y 1 en la corteza de un árbol y en José Félix Ribas se registraron 3 ejemplares, 1 en gallinero y 2 en paredes de viviendas (Figura 11), mientras que en José

Tadeo Monagas y Juan Germán Roscio se reportaron 2 y 11 ninfas, respectivamente, en ambos municipios la presencia ocurrió en nido de aves (Figura 13).

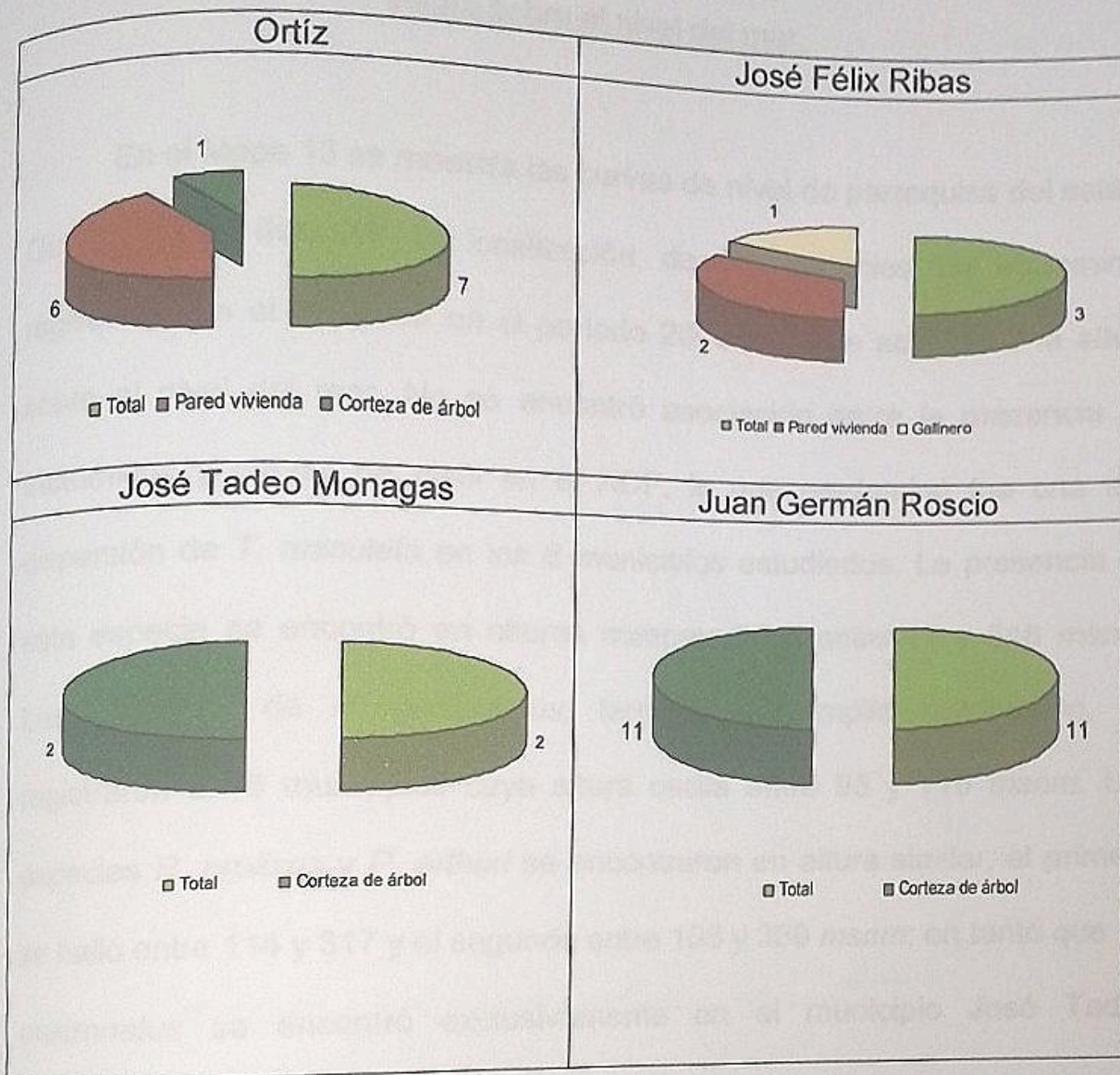


Figura 13. Localización de ninfas de *T. maculata* en municipios del estado Guárico.

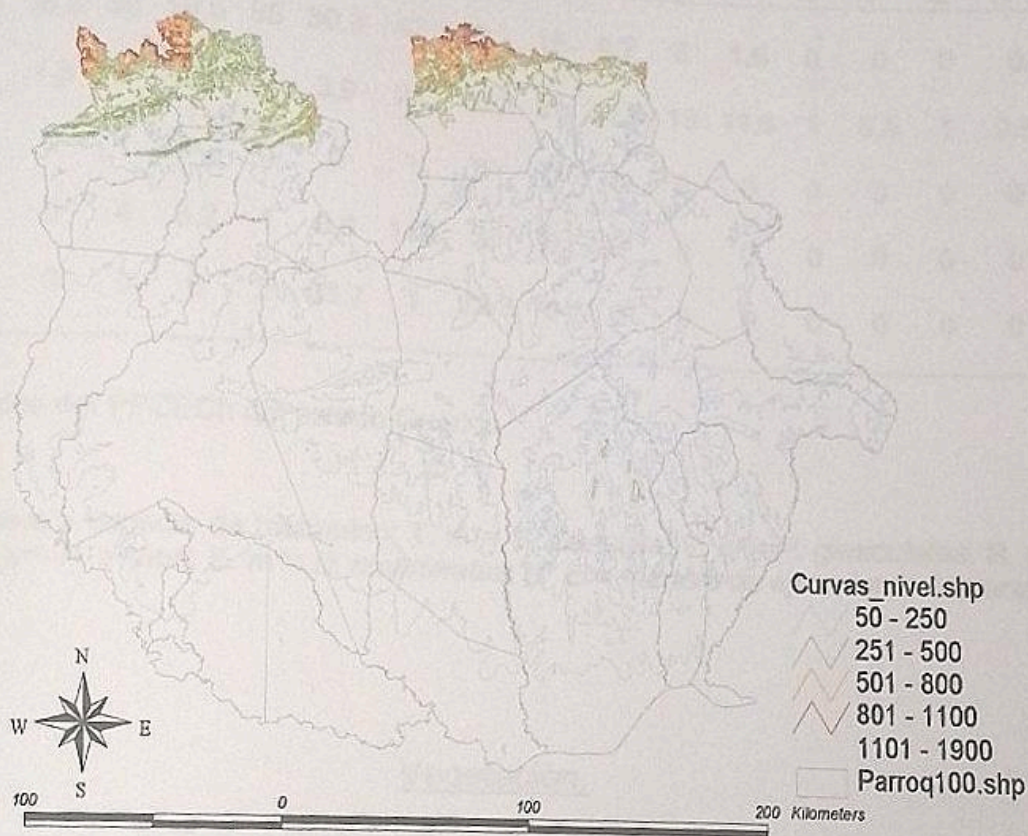
## Variables fisiodemográficas asociadas a la presencia de especies de triatominos en el estado Guárico, 2006-2008

### Altura sobre el nivel del mar.

En el Mapa 13 se muestra las curvas de nivel de parroquias del estado Guárico para describir la localización de las especies de triatominos registradas en el PPCECh en el período 2006-2008 de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar. No se encontró asociación entre la presencia de triatominos y curvas de nivel en el ACP; lo que predominó fue una alta dispersión de *T. maculata* en los 8 municipios estudiados. La presencia de esta especie se encontró en alturas comprendidas entre 41 y 548 *msnm*. Las muestras de *P. geniculatus*, también de amplia distribución, se registraron en 6 municipios cuya altura oscila entre 93 y 715 *msnm*. Las especies *R. prolixus* y *P. arthuri* se encontraron en altura similar, el primero se halló entre 114 y 317 y el segundo entre 108 y 389 *msnm*; en tanto que *E. mucronatus* se encontró exclusivamente en el municipio José Tadeo Monagas en alturas comprendidas entre 250 y 336 *msnm*.

En el cuadro 17 se puede observar la distribución de los ejemplares de triatominos registrados en el PPCECh según la altura sobre el nivel del mar. Las especies *T. maculata* y *P. geniculatus* son encontradas con mayor frecuencia en los municipios estudiados; *T. maculata* y *P. arthuri* prevalecieron en localidades ubicadas por debajo de 400 *msnm* (88,7% de

los ejemplares de *T. maculata* y 100% de *P. arthuri* capturados), mientras que *P. geniculatus* se encontró en abundancia por encima de 300 *msnm* (92,3% de triatominos colectados). Los especímenes de *R. prolixus* y *E. mucronatus* prevalecieron en localidades ubicadas entre 200-400 *msnm*.



Mapa 13. Curvas de nivel de parroquias del estado Guárico. Fuente IGVSb.

**Cuadro 17. Distribución de triatominos según altura sobre el nivel del mar, estado Guárico, 2006-2008.**

G-E*	Altura sobre nivel del mar															
	0-100		101-200		201-300		301-400		401-500		501-600		601-700		701-800	
	Nº E*	%	Nº E*	%	Nº E*	%	Nº E*	%	Nº E*	%	Nº E*	%	Nº E*	%	Nº E*	%
T. m*	30	16,2	36	19,5	56	30,3	42	22,7	18	9,7	3	1,6	0	0	0	0
P. g*	2	1,5	3	2,3	5	3,9	21	16,3	81	62,8	15	11,6	1	0,8	1	0,8
R. p*	0	0	1	50	0	0	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0
P. a*	0	0	4	3,2	1	0,8	119	96	0	0	0	0	0	0	0	0
E. m*	0	0	0	0	2	66,7	1	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0

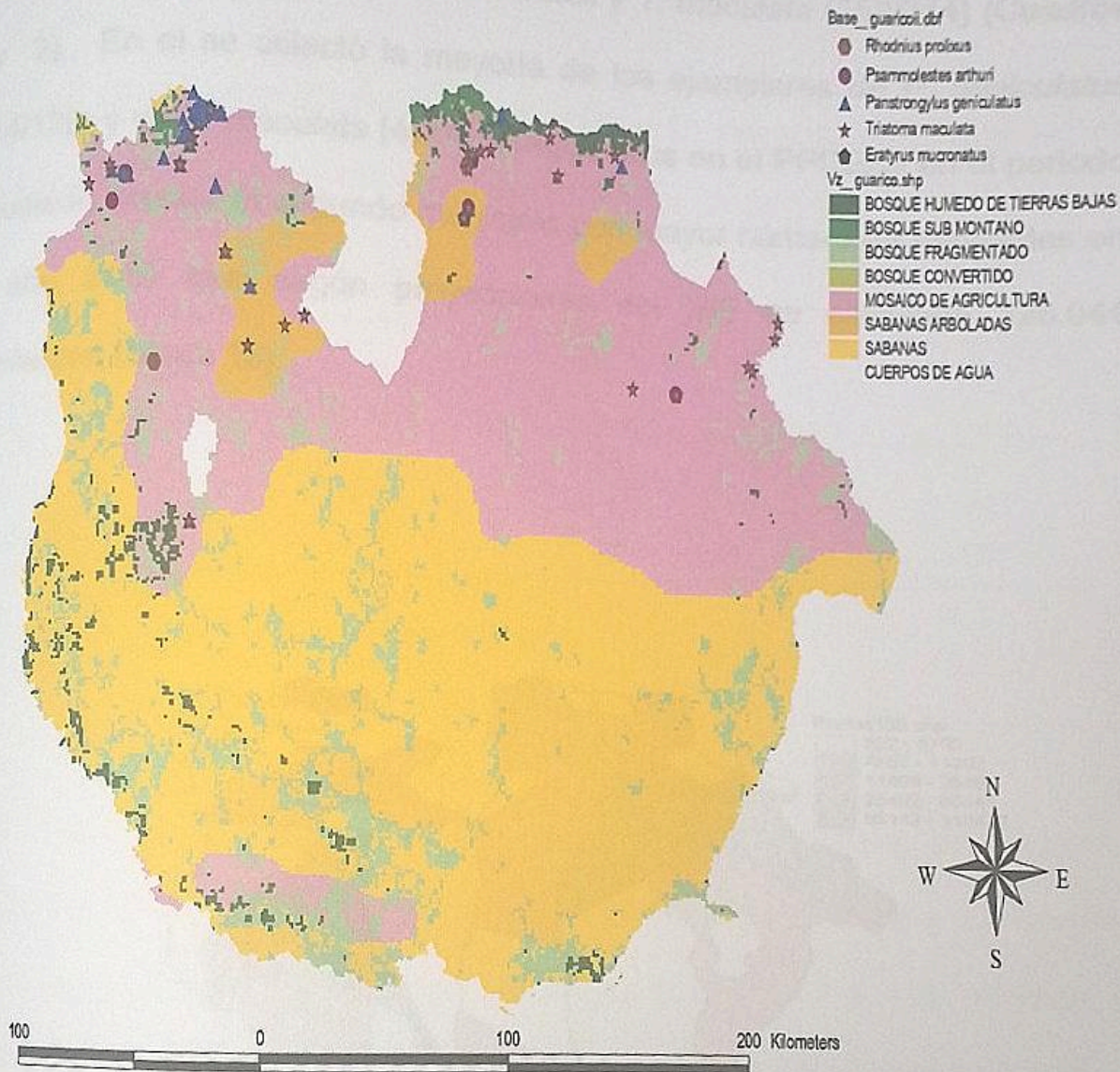
Fuente: Datos del PPCECh del estado Guárico.

G-E\*= Género y especie de triatolino; T. m\*= *T. maculata*; P. g\*= *P. geniculatus*; R. p\*= *R. prolixus*; P. a\*= *P. arthuri*; E. m\*= *E. mucronatus*; Nº E\*= número de ejemplares capturados.

### Vegetación.

En el mapa 14 se presenta la distribución geográfica de las especies de triatominos registradas en el PPCECh del estado Guárico en los años 2006-2008 según el tipo de vegetación. Se evidenció la presencia de las especies vectores de *T. cruzi*, con mayor distribución en el norte del estado, en las zonas de piedemonte de la Cordillera de la Costa, en áreas

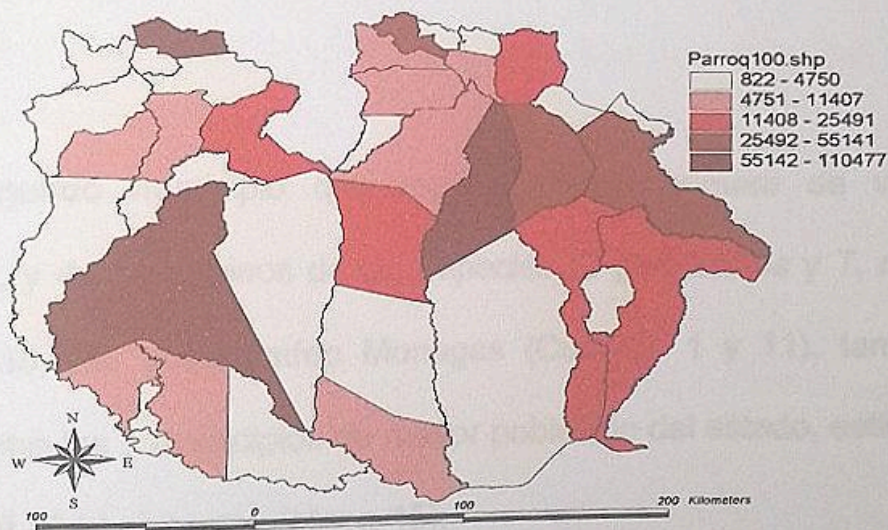
constituidas por bosque submontano, sabanas arboladas y mosaico de agricultura. En las áreas que conforman sabanas no se registró la presencia de triatominos durante el periodo estudiado.



Mapa 14. Distribución geográfica de especies de triatominos registradas en el PPCECh según tipo de vegetación, 2006-2008. Fuente Eva et al, 2004.

## Población y densidad poblacional

En el municipio Juan Germán Roscio se halló el mayor número de viviendas positivas a triatominos (87/137) y la mayor frecuencia de triatominos de las especies *P. geniculatus* y *T. maculata* (158/314) (Cuadros 1 y 2). En el se colectó la mayoría de los ejemplares de *P. geniculatus* (114/129) y de *T. maculata* (44/185) registrados en el PPCECh en el período estudiado, siendo el segundo municipio con mayor número de habitantes en el año 2008 que según proyecciones del INE se calculaba 128.044 habitantes (Mapa 15).



Mapa 15. Distribución de habitantes según parroquias del estado Guárico. Fuente INE, 2001.

A nivel de parroquia, en este municipio, San Juan de los Morros, se registró el mayor número de viviendas infestadas (82) y mayor número de triatominos colectados (128), (Figura 1 y Cuadro 18), considerada la parroquia de mayor densidad poblacional del estado (209,04 habitantes /km<sup>2</sup>), según estimaciones del INE para el año 2008 (Mapa 16).

**Cuadro 18.** Distribución de *P. geniculatus* y *T. maculata* en parroquias del municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.

Triatominos	Parroquias			Total
	San Juan de los Morros	Cantagallo	Parapara	
<i>P. geniculatus</i>	101	11	2	114
<i>T. maculata</i>	27	17	0	44
Total	128	28	2	158

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

El segundo municipio que registró mayor número de viviendas positivas: 20, y de triatominos de las especies *P. geniculatus* y *T. maculata* colectados: 38, fue José Tadeo Monagas (Cuadros 1 y 11), también se encuentra entre los 5 municipios de mayor población del estado, estimada en el 2008 en 79.194 habitantes (Mapa 15).

En cuanto a densidad poblacional, Altagracia de Orituco es la parroquia con mayor densidad en el estado, después de San Juan de los

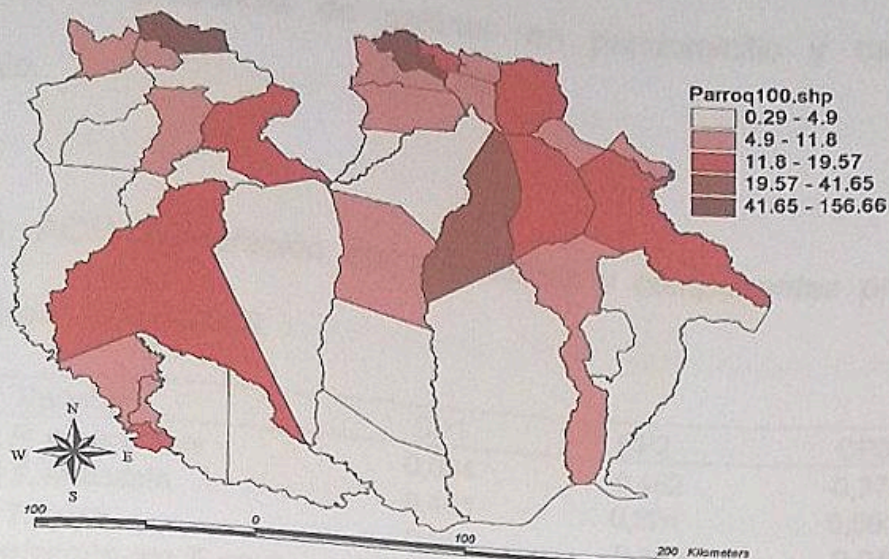
Morros, estimada en 125,45 habitantes /km<sup>2</sup> en el año 2008, Lezama es una de las parroquias de menor densidad en el municipio (5,79 habitantes/km<sup>2</sup>), siendo las 2 parroquias con mayor número de ejemplares capturados en este municipio.

**Cuadro 19.** Distribución de *P. geniculatus* y *T. maculata* en parroquias del municipio José Tadeo Monagas, estado Guárico, 2006-2008.

Triatominos	A.O.*	Lezama	Parroquias				Total
			S.F.M.*	S.R.O.*	P.R.M.*	Soublette	
<i>P. geniculatus</i>	1	2	4	0	0	0	7
<i>T. maculata</i>	14	14	0	0	1	1	30
<i>R. prolixus</i>	0	0	0	1	0	0	1
Total	15	16	4	1	1	1	38

Fuente: Archivos del PPCECh del estado Guárico.

A.O.\*= Altigracia de Orituco; S.F.M.\*= San Francisco de Macaira; S.R.O.\*= San Rafael de Orituco; P.R.M.\*= Paso Real de Macaira.



Mapa 16. Densidad poblacional de parroquias del estado Guárico.  
Fuente INE, 2001.

### Análisis de componentes principales

#### Análisis de componentes principales del estado Guárico.

En el cuadro 20 se muestra el análisis de componentes principales (ACP) entre las 137 viviendas positivas a triatomíneos y 13 variables epidemiológicas: presencia de *P. geniculatus*, presencia de *T. maculata*, infección por *T. cruzi*, ausencia de infección por *T. cruzi*, búsqueda pasiva, sitio de colecta: pared, triatomíneos instar adulto, paredes de vivienda en bloque con friso, tipo de piso cemento, tipo techo zinc, presencia de perros

en peridomicilio, presencia de gallinas en peridomicilio y captura en intradomicilio.

**Cuadro 20.** ACP. Correlación entre variables y componentes principales, estado Guárico, 2006-2008.

Variable	CP1	CP2	CP3
Presencia de <i>P. geniculatus</i>	0,064	-0,452	-0,372
Presencia de <i>T. maculata</i>	0,441	0,324	0,561
Infección por <i>T. cruzi</i>	0,056	-0,350	-0,048
Ausencia de infección por <i>T. cruzi</i>	0,449	0,503	-0,562
Búsqueda pasiva	0,301	-0,326	-0,067
Ubicación de triatomino en pared	0,406	-0,294	0,282
Instar adulto	0,450	0,006	-0,278
Pared de bloque con friso	0,005	-0,061	-0,162
Piso de cemento	0,006	-0,046	-0,047
Techo de zinc	0,042	0,113	0,107
Presencia de perros	-0,017	0,010	0,042
Presencia de gallinas	0,029	0,100	0,032
Captura en intradomicilio	0,369	-0,306	0,160

Fuente: Datos obtenidos por la investigadora.

Los resultados del ACP muestran que los 3 primeros componentes explican 71,6% de la varianza (Cuadro 20). En las correlaciones de cada componente principal (CP) con cada una de las variables se observó que el CP1 (38,3%) tiene mayor correlación positiva con las variables presencia de *T. maculata*, adulto, ausencia de infección por *T. cruzi*, lugar de captura en intradomicilio y ubicación del vector en pared; las otras variables no contribuyen a la construcción del CP1, tiene una correlación cercana a cero.

En cuanto al CP2 (21,1%) se observó una correlación positiva entre la presencia de *T. maculata* y la ausencia de infección por *T. cruzi*; por el

contrario tiene una correlación negativa con la presencia de *P. geniculatus*, infección por *T. cruzi*, búsqueda pasiva y lugar de captura en el intradomicilio. Con las otras variables el CP2 tiene una correlación prácticamente nula. El CP3 (12,2%), muestra una correlación positiva con la presencia de *T. maculata* y negativa con la presencia de *P. geniculatus*, ausencia de infección por *T. cruzi*, instar adulto y preferencia de ubicación en pared.

En el Gráfico 1 se muestra el ACP de las variables analizadas en el estado. La representación muestra que la mayoría de los valores se concentran alrededor de los valores centrales de ambos componentes (CP1=38,3% y CP2=21,1%), solo destacan viviendas del municipio Juan Germán Roscio que se dispersan del CP2.

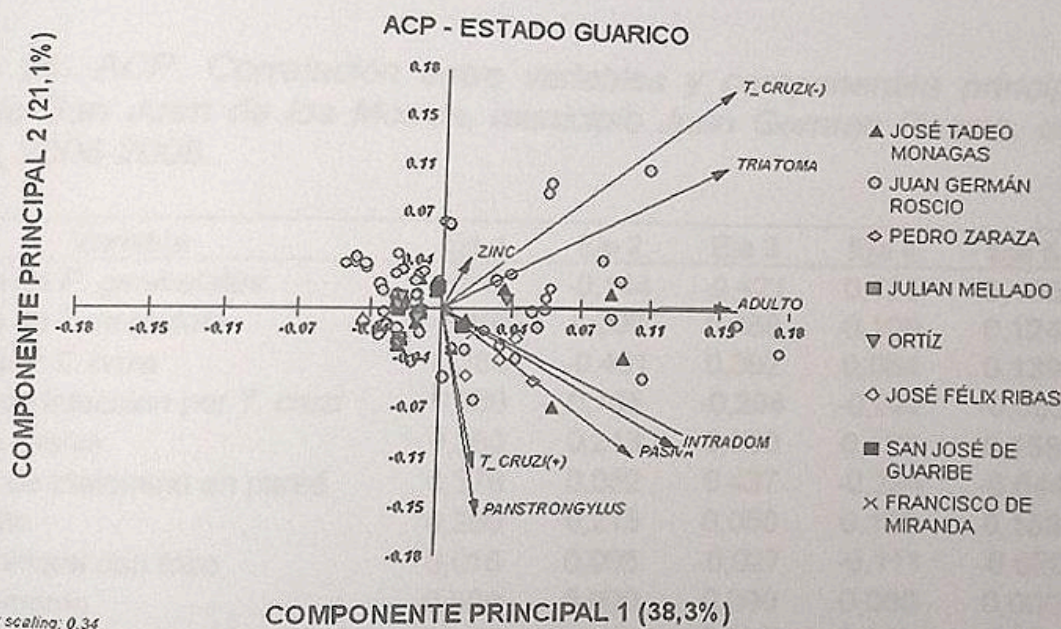


Gráfico 1. Análisis de componentes principales, estado Guárico, 2006-2008.

Análisis de componentes principales de la parroquia San Juan de los Morros,  
municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico

El cuadro 21 presenta el ACP entre 82 viviendas positivas a triatomos de la parroquia San Juan de los Morros del municipio Juan Germán Roscio y 13 variables epidemiológicas: Presencia de *P. geniculatus*, presencia de *T. maculata*, infección por *T. cruzi*, ausencia de infección por *T. cruzi*, búsqueda pasiva, sitio de colecta: pared, triatomos instar adulto, paredes de vivienda en bloque con friso, tipo de piso cemento, tipo techo zinc, presencia de perros en peridomicilio, presencia de gallinas en peridomicilio y captura en intradomicilio. Los resultados del ACP reflejan que los 3 primeros componentes representan 65,5% de la varianza.

**Cuadro 21.** ACP. Correlación entre variables y componentes principales, parroquia San Juan de los Morros, municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Presencia de <i>P. geniculatus</i>	0,541	-0,144	-0,421	0,125	0,196
Presencia de <i>T. maculata</i>	-0,191	0,300	0,489	0,109	0,124
Infección por <i>T. cruzi</i>	0,364	-0,451	0,392	0,064	0,139
Ausencia de infección por <i>T. cruzi</i>	0,069	0,705	-0,204	-0,092	-0,053
Búsqueda pasiva	0,360	0,213	0,050	0,123	0,159
Ubicación de triatomo en pared	0,378	0,082	0,437	-0,294	-0,644
Instar adulto	0,360	0,213	0,050	0,123	0,159
Pared de bloque con friso	0,016	0,095	-0,027	-0,111	-0,020
Piso de cemento	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Techo de zinc	-0,071	0,141	0,336	0,671	0,176
Presencia de perros	0,027	-0,089	-0,183	0,559	-0,609
Presencia de gallinas	-0,001	0,083	-0,205	0,260	-0,225
Captura en intradomicilio	0,354	0,219	0,058	-0,021	0,080

Fuente: Datos obtenidos por la investigadora.

El CP1 (32,1%) tiene la mayor correlación positiva con la presencia de *P. geniculatus*, infección por *T. cruzi*, instar adulto, búsqueda pasiva, preferencia de ubicación en la pared y la captura en el intradomicilio. Las otras variables no tienen correlación con este componente. El CP2 (22,5%) tiene una correlación positiva muy alta con la ausencia de infección por *T. cruzi*, asociada a la presencia de *T. maculata*, capturado en el intradomicilio por búsqueda pasiva, por el contrario, tiene una correlación negativa con la infección por *T. cruzi*. Hay una correlación positiva entre el CP3 (10,9%) y la presencia de *T. maculata*, la infección por *T. cruzi* y la ubicación de triatominos en la paredes, y negativa con la presencia de *P. geniculatus*.

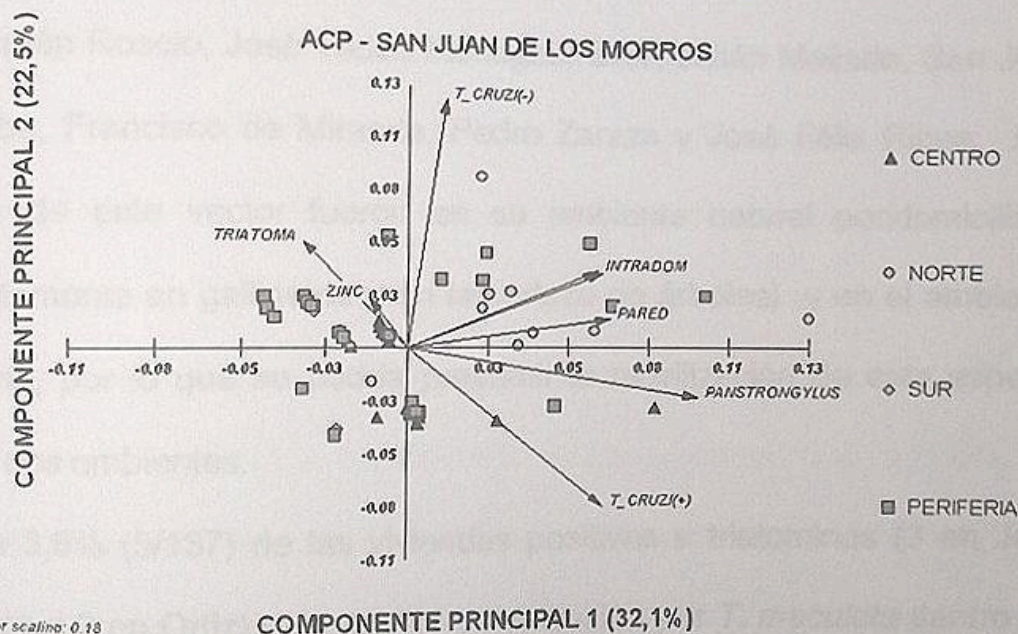


Gráfico 2. Análisis de componentes principales de la parroquia San Juan de los Morros, municipio Juan Germán Roscio, estado Guárico, 2006-2008.

## Discusión

La importancia de los vectores de *T. cruzi* depende de varios factores como su distribución geográfica, la densidad de sus poblaciones, la frecuencia de dispersión y la susceptibilidad a infectarse con el parásito, entre otros (Pinto, Aguilera, López y Guhl, 2006). Los SIG representan una herramienta poderosa para el análisis de algunos de estos factores.

En esta investigación el SIG permitió conocer la distribución geográfica de los vectores y del agente causal de la ECh; se registraron 5 especies de triatominos: *T. maculata*, *P. geniculatus*, *R. prolixus*, *P. arthuri* y *E. mucronatus*. Las especie más difundidas en la geografía fueron *P. geniculatus* y *T. maculata*, siendo ésta última la que obtuvo la más amplia descripción espacial, registrándose en todos los municipios analizados: Juan Germán Roscio, José Tadeo Monagas, Ortiz, Julián Mellado, San José de Guaribe, Francisco de Miranda, Pedro Zaraza y José Félix Ribas. Los hallazgos de este vector fueron en su ambiente natural peridomiciliario (preferentemente en gallineros y en la corteza de árboles) y en el ambiente domiciliario, por lo que se podría presumir la movilización de esta especie entre los dos ambientes.

En 3,6% (5/137) de las viviendas positivas a triatominos (3 en José Félix Ribas y 2 en Ortíz) se encontró colonización por *T. maculata* dentro del domicilio, resultados que guardan relación con los trabajos de Rojas et al, (2008), quienes señalan que *T. maculata* tiene la capacidad de infestar y colonizar el domicilio y estaría involucrado en la transmisión de la ECh en el

estado Lara. También en Talaigua Nueva, (Colombia) se reportó que *T. maculata* puede adaptarse en el ambiente intradomiciliario y cambiar sus hábitos ornitofílicos y adaptarse a tener como fuente de alimento los mamíferos encontrados en el domicilio, desarrollando todo su ciclo intradomiciliariamente (Cortés y Suárez, 2005).

La distribución geográfica de *P. geniculatus* se observó en 6 municipios: Juan Germán Roscio, Ortiz, Francisco de Miranda, José Tadeo Monagas, Julián Mellado y San José de Guaribe. Los reportes de esta especie corresponden a ejemplares adultos dentro de la vivienda humana, interpretándose como una infestación reciente pues no se encontró la presencia de ninfas ni vestigios de esta especie en el ámbito domiciliario. El diagnóstico de infección por *T. cruzi* hace presumir que este vector se mantiene dentro de su ambiente natural silvestre y eventualmente se desplaza a los domicilios; sin embargo investigaciones realizadas en el estado Lara reportaron la domiciliación de esta especie, coexistiendo con *R. prolixus*, lo que apunta hacia la capacidad de adaptación de este vector en un ambiente poco habitual que pudiera ser la expresión de la modificación de su ambiente natural, que ha llevado a menoscabar sus fuentes de alimentación, forzándolo a recurrir a fuentes alimentarias en el domicilio y peridomicilio humano (Rodríguez-Bonfante, 2007).

Otra especie identificada fue *P. arthuri*, ubicada en los municipios Ortiz, José Félix Ribas y José Tadeo Monagas, exclusivamente en nidos de aves, lo que coincide con las investigaciones de Guhl et al, (2007), quienes

mencionan que esta especie conserva su comportamiento silvestre específico en estos hábitats por lo que epidemiológicamente no representa riesgo para la transmisión de la ECh al hombre. En contraste *R. prolixus*, conocido por sus hábitos domiciliarios, no se encontró colonizando viviendas ni infectado de forma natural con *T. cruzi*, y tuvo una distribución geográfica más reducida en los municipios Ortiz y José Tadeo Monagas, registrándose tan solo 2 ejemplares en los 3 años estudiados, por lo que se puede inferir que el mejoramiento de la vivienda y el control con insecticidas ha disminuido la presencia de esta especie en los domicilios.

La especie *E. mucronatus* se consiguió únicamente en el municipio José Tadeo Monagas infestando viviendas con *T. maculata*, sin evidencias de colonización ni infección parasitaria; sin embargo, investigaciones de Soto et al, (2001), advierten que debe monitorearse esta especie pues ha sido encontrada adaptada al domicilio humano en el estado Trujillo y normalmente en hábitats como nidos de *Didelphis marsupialis*, uno de los principales reservorios de *T. cruzi*.

Los vectores que invaden con mayor frecuencia el domicilio humano son *P. geniculatus* y *T. maculata*. De todas las viviendas positivas a triatominos, 52,5% (72/137) resultaron infestadas por *P. geniculatus*, 32,1% (44/137) por *T. maculata* y 7,3% (10/137) coinfectadas con *T. maculata* y *P. geniculatus*, predominando las viviendas de buenas características estructurales: 78,1 %, de paredes de bloque con friso (107/137), 85,4% con techos de platabanda (30/137) y zinc (87/137) y 94,2 % presentaron pisos de

cemento (129/137), resultados que se comparan con las investigaciones de Serrano, Mendoza, Suárez y Soto (2008), pues otros vectores han venido ganando espacio en la medida en que se ha eliminado *R. prolixus*, vector primario, aumentando el riesgo del reemplazo por vectores secundarios autóctonos de la zona.

En 62,8% (86/137) de las viviendas había la presencia de perros, en 21,9% (30/137) gatos y 30,7% (42/137) gallinas, considerados animales domésticos, susceptibles de ser infectados y que podrían favorecer la manutención de la infección en el entorno de la vivienda humana. En 52,6% de las viviendas (77/137) las capturas de los triatominos se realizaron en horario nocturno; el desplazamiento de estos vectores durante la noche podría interpretarse como un evento de dispersión a consecuencia del fototropismo que caracteriza a estos insectos (Cova y Suárez, 1959), lo que contribuye con el hecho de que la búsqueda pasiva es la más eficaz para la captura de triatominos, pues cuando no existe domiciliación de las especies, se dificulta la captura de estos vectores durante la búsqueda activa.

Aproximadamente 60% de las viviendas positivas a triatominos se registraron en el municipio Juan Germán Roscio, lográndose la captura de 88% de los ejemplares de *P. geniculatus* y 25% de *T. maculata* notificados en el PPCECh durante los tres años estudiados. Los mapas de presencia de triatominos en formato raster, suministraron un diseño bastante aproximado de las áreas de infestación por triatominos y el análisis de regresión entre la distribución geográfica de los vectores y el parásito demuestra las zonas de

riesgo de transmisión vectorial del *Trypanosoma*, de acuerdo a la densidad poblacional de los insectos y el grado de infección parasitaria.

En el norte del estado, en las zonas de piedemonte de la Cordillera de la Costa, donde predomina la vegetación tipo bosque submontano se observó la mayor abundancia de vectores, particularmente de hábitos silvestres, al igual que la mayoría de las viviendas infestadas, coincidiendo con las áreas de mayor población en el estado. Las zonas más comprometidas se encontraron en San Juan de los Morros, parroquia de mayor densidad poblacional del estado, donde se evidenció focos del vector infectado con *T. cruzi* ubicados en su mayoría en zonas urbanizadas de la parroquia, sin evidencias de domiciliación, probablemente por las características estructurales de las viviendas lo que podría indicar que la infección parasitaria de los mismos depende de la alimentación sobre reservorios naturales en su hábitat selvático, en concordancia con el origen zoonótico de los parásitos. En contraste con esta situación, en los municipios San José de Guaribe y Pedro Zaraza se registraron triatominos silvestres pero no se demostró infección parasitaria en el estudio de los insectos.

A pesar de que no se encontró asociación entre las variables estudiadas y la presencia del vector, habría que evaluar otros factores para tratar de explicar el comportamiento de los triatominos, realizar estudios ecológicos, investigaciones sobre las fuentes alimentarias de los insectos y estudios de reservorios, entre otros. Algunas investigaciones han descrito que variables físico ambientales como el índice de vegetación, la temperatura

del aire, la radiación del infrarrojo medio, la temperatura de la superficie de la tierra están asociadas a la presencia y distribución del vector (Figuera et al, 2006; Flórez et al, 2006). El tipo de vegetación puede ser un factor predictivo de la presencia de los insectos, pudiendo asociarse a la distribución geográfica del vector pues caracteriza el ambiente y engloba factores climáticos, geológicos, zoológicos y antropológicos (Dumonteili y Goubiérrez, 2004).

El nuevo perfil epidemiológico de la ECh hace necesario incrementar la vigilancia entomológica de estas especies en áreas urbanas y rurales del estado y para ello los mapas predictivos de los vectores representan una herramienta de suma utilidad al suministrar información sobre las áreas de riesgo y poder dirigir las acciones de control vectorial hacia las zonas críticas distribuyendo los recursos hacia áreas priorizadas.

## 2. El SIG resultó muy provechoso en la identificación de áreas de riesgo

La transmisión de la enfermedad por *T. cruzi* en la mayoría de las viviendas rurales se ubicaron en el norte del estado, con mayor frecuencia en el municipio Juan Germán Pérez, por ende, es importante que los centros de salud responsables del control de vectores estén ubicados en esta zona, lo que ayuda a disminuir la multiplicación de triatominos involucrando al domicilio humano.

## 3. Los mapas comparados en triatominos y *T. cruzi* indican que la

transmisión de la enfermedad se produce en el municipio

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

1. La distribución de *P. geniculatus* y *T. maculata* como los vectores encontrados frecuentemente en los municipios estudiados aumentó desde el punto de vista epidemiológico la importancia de los vectores silvestres en la transmisión de la ECh, pues con la presencia de estos elementos dentro de las viviendas se podría estar iniciando un proceso adaptativo de estas especies a la vivienda humana y probablemente ocurra un desplazamiento de *R. prolixus*, vector primario de *T. cruzi*, por vectores secundarios.

2. El SIG resultó muy productivo en la identificación de áreas de riesgo de transmisión de la infección por *T. cruzi*. La mayoría de las viviendas positivas se ubicaron en el norte del estado, con mayor frecuencia en el municipio Juan Germán Roscio, probablemente porque los centros de salud responsables del control de vectores están ubicados en esta zona, lo que facilita la notificación de triatomíneos invadiendo el domicilio humano.

3. Los mapas combinados de triatomíneos y *T. cruzi* indican que la mayor abundancia del parásito se encuentra en *P. geniculatus*.

4. El SIG permitió interpretar cualitativamente las áreas de riesgo de transmisión de la ECh en el estado indicando que las áreas de mayor riesgo están determinadas en la parroquia San Juan de los Morros, zona donde se conjugan vector, parásito y hombre.

5. En los municipios San José de Guaribe y Pedro Zaraza no se comprobó la infección por *T. cruzi* en los insectos estudiados, por lo que desde el punto de vista de salud pública podría estar reducido el riesgo de transmisión de la ECh en las localidades estudiadas en estos municipios.

6. Aún cuando los vectores domiciliados en localidades de los municipios Ortiz y José Félix Ribas no se encontraron infectados, existe riesgo de transmisión de la ECh pues se demostró la circulación de *T. cruzi* en esas áreas geográficas.

7. La mayor frecuencia de insectos en zonas densamente pobladas representa un riesgo potencial para la población expuesta.

## Recomendaciones

1. Reforzar la vigilancia entomológica, incorporando a las comunidades en el sistema de vigilancia.
2. Mantener la vigilancia de vectores secundarios de *T. cruzi*.
3. Reactivar los puestos de notificación de triatominos como apoyo a las actividades de búsqueda pasiva activada del vector.
4. Modificar la encuesta de captura de datos epidemiológicos integrando variables que permitan asociar riesgo ambiental a la presencia de triatominos y del parásito.
5. Realizar una intervención sanitaria en las áreas urbanas de mayor riesgo identificadas en la parroquia San Juan de los Morros, para minimizar el riesgo de transmisión de la ECh en la población expuesta.
6. Monitorear las localidades de los municipios Ortiz y José Félix Ribas, donde se demostró colonización de *T. maculata*.
7. Implementar campañas educativas y promocionar el mejoramiento de la vivienda, el saneamiento ambiental y otras medidas de protección para impedir la invasión de vectores en el domicilio humano.
8. Planear actividades del PPCECh dirigidas a las zonas donde persisten focos de circulación del parásito y donde hay mayor población expuesta.
9. Dar a conocer la importancia de la vigilancia de vectores silvestres en las actividades de prevención de transmisión de la ECh.

10. Entrenar al personal de salud en el uso de Sistemas de información geográfica.

11. Solicitar apoyo financiero para el PPCECh en el estado.

- Alvarado, E. (2007). *El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la salud pública*. *Revista Colombiana de Salud Pública*, 10(1), 17-23.
- Alvarado, E., García, G., Pineda, A., Díaz, M., Ariza-Rosa, H., Carrasco, H., Gómez, H., Rodríguez, M., Muñoz, G., Delgado-Castaño, J., Sandoval, P., Rodríguez, J., Rodríguez, G., y Rodríguez-Cabrera, R. (2005). La salud pública de la enfermedad de Chagas en Venezuela. *Boletín de Medicina y Salud Ambiental*, 12(2), 16-27.
- Alvarado, E., Demerouti, M. P., Carrasco, E. B., y Wisniewsky-Coll, C. (2000). *Epidemiología de la enfermedad de Chagas en San Roque: asociación por transmisor y comportamiento humano*. *Medicina*, 55, 11-20, 2005.
- Alvarado, E., J. A., Reyes, F. y Maldonado, G. (2006). Programa control de la enfermedad de Chagas en Venezuela. *Seminario especial*. Año 2005. pp. 7-208 & G. David Reyes. El uso de sistemas de información geográfica (SIG) y sistemas remota (SR) en Salud Pública (34-38). *Boletín de Salud* & G. David.
- Alvarado, E., Delgado, H., Jiménez, M., Vázquez, I. y Romero, J. (2006). Caracterización de una ciudad hidroclimática en dengue hemorrágico. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 8(4), 225-230.
- Alvarado, E. (2007). Datos de Análisis. En F. Címel (Autor), *Estadística descriptiva y planificación de recursos* (179-202). México, Autor.
- Alvarado, E. (2007). *Trigonometría y relaciones vectoriales*. En *Universidad de Cádiz*, *Colección científica de Física* (Tomo II) (141-143). Valencia, Universidad de Cádiz.
- Alvarado, E. y Salazar, H. A. (2005). *Indicadores Epidemiológicos (Introducción) en la Salud comunitaria de Chagas en Venezuela como Boletín*. *Colombiana*, *Boletín*, 25(4), 50-57.
- Alvarado, E. y Salazar, H. A. (2006). *España de los Vectores en Venezuela*. *Caracas*, *Publicaciones de la Escuela de Microbiología No*.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Aché, A. y Matos, A. (2001). Interrupting Chagas disease transmission in Venezuela. *Rev. Inst. MED Tropa S Paulo* 43 (1), 37-43.
- Añez, N.; Crisante, G.; Rojas, A.; Díaz, N.; Añez-Rojas, N.; Carrasco, H.; Parada, H.; Aguilera, M.; Moreno, G.; Galíndez-Girón, I.; Sandoval, R.; Sandoval, I.; Vásquez, L.; Nava-Rulo, O.; Guerra, F.; Uzcátegui, G.; Yépez, J. Y.; Rodríguez, C. y Bonfante-Cabarcas, R. (2003). La cara oculta de la enfermedad de Chagas en Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 43 (2), 45-47.
- Bar, M.E., Damborsky, M. P.; Oscherov, E. B. y Wisnivesky-Colli, C. (2005). Epidemiología de la enfermedad de Chagas en San Roque. Infestación por triatomíneos y seroprevalencia humana. *Medicina*, 65, 97-102, 2005.
- Benítez B, J. A.; Reyes, P. y Maldonado, C. (2006). Programa control de la enfermedad de Chagas en Venezuela. Situación actual. Año 2005. En, F Guhl & C Davies (Eds.), *El uso de sistemas de información geográfica (SIG) y sensores remotos (SR) en Salud Pública* (34-38) Bogotá: F Guhl & C Davies.
- Barrera, R.; Delgado, N.; Jiménez, M.; Villalobos, I. y Romero, I. (2000). Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 8 (4), 225-233.
- Cámel V., F. (2002). Datos de Asociación. En, F. Cámel (Autor), *Estadística Médica y planificación de la salud* (179-202). Mérida, Autor.
- Contreras, V. (1993). Tripanosomiasis y triatomíneos vectores. En, Universidad de Carabobo, *Guía Teórico-práctica de Parasitología Tomo II* (144-163). Valencia: Universidad de Carabobo.
- Cortés, L. A. y Suárez H. A. (2005). Triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). *Biomédica* 25 (4), 568-574.
- Cova García, P. y Suárez M. A. (1959). Estudio de los triatomíneos en Venezuela. Caracas: Publicaciones de la División de Malariología No. 11.

- Curto, S. I.; Carbajo, A. E. y Boffi R. (2003). Aplicación de sistemas de información geográfica en Epidemiología. Caso de estudio: Malaria en la Argentina (1902-2000). Contribuciones científicas GAEA, Sociedad Argentina de estudios geográficos, 193-206.
- Delgado, L.; Ramos, S.; Rodríguez, R. y Liberal, L. M. (2001). Modelo espacial de riesgo malárico para el estado Sucre, Venezuela. Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV, 16 (2), 15-26.
- Delgado, L.; Córdova, K.; Rodríguez, A. (2004). Utilidad de los sensores remotos climáticos en la prevención y diagnóstico de condiciones ambientales asociada a la dinámica de enfermedades tropicales: La malaria en el estado Sucre Venezuela. En, XI Simposium de la Sociedad de especialistas latinoamericana en percepción remota (SELPER). Santiago de Chile: SELPER.
- Dumonteil, E. y Goubière, S. (2004). Predicción de la abundancia y tasa de infección de *Triatoma dimidiata*: un mapa de riesgo de transmisión natural de la enfermedad de Chagas en la Península de Yucatán, México. Revista Biomed, 15 (4), 221-231.
- Fernández- Rubio, F. (1999). Artrópodos y salud humana. Pamplona, Gobierno de Navarra, Departamento de salud.
- Figuera A, Feliciangeli M. D., Gorla D. C. y Campbell-Lendrun D. (2006). Análisis espacio-temporal y uso de sensores remotos para describir la distribución de la infestación de casas por *Rhodnius prolixus* en Venezuela (1990-2000). En, F Guhl & C Davies (Eds.), El uso de sistemas de información geográfica (SIG) y sensores remotos (SR) en Salud Pública (87-91) Bogotá: F Guhl & C Davies.
- Flórez, M.; Gorla, D. y Angulo, V. M. (2006). Distribución espacial de *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius prolixus* en Santander usando los sensores remotos. En, F Guhl & C Davies (Eds.), El uso de sistemas de información geográfica (SIG) y sensores remotos (SR) en Salud Pública (92-104) Bogotá: F Guhl & C Davies.
- Galvao, C., Carcavallo, R.; Da Silva Roch, D. y Jurberg J. (2003). A checklist of the current valid species of the subfamily Triatominae Jeannel, 1919 (Hemiptera, Reduviidae) and their geographical distribution, with nomenclatural and taxonomic notes. Zootaxa, 202, 1-36.
- Guhl, F.; Aguilera, G.; Pinto, N.; Vergara, D. (2007). Actualización de la

distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatominos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica*, 27 (1).

Huber O. (1997). Ambientes fisiográficos y vegetales de Venezuela. En, E La Marca (Ed.) *Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela*, (pp.278-295), Mérida: Museo de ciencia y tecnología de Mérida, Venezuela.

Instituto Nacional de Estadísticas (2006). Estado Guárico, censo de población y vivienda 2001. Caracas: Publicaciones y Artes gráficas del Instituto nacional de estadísticas.

Magallón-Gastélum, E.; Magdaleno-Peñaloza, N. C.; Katthain-Duchateau, G.; Trujillo-Contreras, F.; Lozano-Kasten, F.J. y Hernández-Gutiérrez, R. J. (1998). Distribución de los vectores de la enfermedad de Chagas (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), en el estado de Jalisco, México. *Rev Biomed* 9 (3), 151-157.

Marín, E.; Santillán, R.; Cuba, C.; Jurberg, J. y Galvao, C. (2007). Hallazgo de *Panstrongylus rufotuberculatus* (Champion, 1899) (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) en ambiente domiciliario en la región Piura, Perú. *Cadernos de Saúde Pública*, 23 (9), 2235-2238.

Ministerio del Poder Popular para la Salud (2000). Dirección de Epidemiología, información y estadística de salud del estado Guárico. Estudio de seroprevalencia de enfermedad de Chagas en la población rural menor de 15 años, 2000. Guárico, Autor.

Ministerio del Poder Popular para la Salud (2007). Guía para el diagnóstico, manejo y tratamiento de enfermedad de Chagas en fase aguda a nivel de los establecimientos de salud. Caracas: Autor

Ministerio del Poder Popular para la Salud (2007). Dirección de Epidemiología, información y estadística de salud del estado Guárico. Tarjetas EPI-13, 2007. Guárico, Autor.

Ministerio del Poder Popular para la Salud (2008). Dirección de Salud ambiental del estado Guárico. Cuadro ER-12, Búsqueda domiciliaria de triatominos en lugares y casas. Resultados examen de ejemplares capturados, 2002-2008. Guárico, Autor.

Ministerio del Poder Popular para la Salud (2008). Dirección de Salud ambiental del estado Guárico. Reporte Semanal Estatal de Evaluación de Triatominos, 2008. Guárico, Autor.

Molina Serpa, I. (2001). Los sistemas de información geográfica en

epidemiología. Revista Salud pública y nutrición, 2 (2), abril-junio, 2001.

Nicholls, R. S.; Cucunubá, Z. M.; Knudson, A.; Flórez, A. C.; Montilla, M.; Puerta, C. J. y Pavía, P. X. (2007). Enfermedad de Chagas aguda en Colombia, una entidad poco sospechada. Informe de 10 casos presentados en el período 2002 a 2005. Biomédica, 1 (8-17).

Organización Mundial de la Salud (2003). Clasificación internacional de enfermedades CIE 10 (Décima revisión). Washington, D.C: Autor.

Organización Mundial de la Salud (2007). Reporte sobre la enfermedad de Chagas. Reporte del grupo de trabajo científico sobre la enfermedad de Chagas, 15 a 20 de abril de 2005. Actualizado en julio de 2007. Buenos Aires: Autor.

Organización Panamericana de la Salud (1982). Enfermedad de Chagas. Boletín epidemiológico Organización Panamericana de la Salud, 3 (3), 1-6.

Organización Panamericana de la Salud (1992). Análisis univariantes. En, R. Riegelman y R. Hirsch (Eds.), Como estudiar un estudio y probar una prueba: Lectura crítica de la lectura médica (204-206), Washington: Editores.

Organización Panamericana de la Salud (1996). Uso de sistemas de información geográfica en epidemiología. Boletín epidemiológico Organización Panamericana de la Salud, 17(1), 1-7.

Organización Panamericana de la Salud (2002). Sistemas de información geográfica en salud. Conceptos básicos. Washington D.C.: Autor.

Parra Henao, G. J. y Morales Marín, L. F. (2006). SIG para el estudio de triatominos en la región noroccidental de Colombia. En, F Guhl & C Davies (Eds.), El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sensores remotos (SR) en Salud Pública (116-125) Bogotá: F Guhl & C Davies.

Pérez Martínez, T. T.; Iñiguez Rojas, L.; Sánchez Valdés, L. y Remond, N. R. (2003). Vulnerabilidad espacial al dengue. Una aplicación de los sistemas de información geográfica en el municipio Playa de Ciudad de Las Habana. Revista Cubana de Salud Pública 29 (4), 353-365.

Pinto, N.; Aguilera G.; López, C.; Guhl, F. (2006). *Rhodnius prolixus* (Stal,

1859) Hemiptera: Reduviidae en Colombia. En, F Guhl & C Davies (Eds.), El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sensores remotos (SR) en Salud Pública (116-125) Bogotá: F Guhl & C Davies.

Rodríguez-Bonfante, C.; Amaro, A.; García, M.; Mejías Wohlert, L.E.; Guillén, P.; García, R. A.; Álvarez, N.; Díaz M.; Cárdenas, E.; Castillo, S.; Bonfante-Garrido, R. y Bonfante-Cabarcas, R. (2007). Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el municipio Andrés Bello Blanco, Lara, Venezuela: infestación triatomínica y seroprevalencia en humanos. *Cadernos de Saúde Pública*, 23 (5), 1133-1140.

Rodríguez, E. M.; Briceño, L.; Chiurillo, M. A.; Mosca, W. y Capos, Y. (2004). Tripanosomiasis americana: Aspectos teóricos. En, Curso Latinoamericano sobre Enfermedades infecciosas. Caracas: 25 de octubre- 12 de noviembre.

Rojas, E. M. (2000). La enfermedad de Chagas. Valera: Editorial La Prensa.

Rosas F.; Velasco M.; Jumbo L.; Rodríguez D. y Guhl F. (2005). Cardiomiopatía de Chagas. En: F Guhl (Editor) Curso de diagnóstico, manejo y tratamiento de la enfermedad de Chagas (217-226) Bogotá: F Guhl.

Salvatella, R. y Schofield, C. J. (2006). Enfermedad de Chagas Iniciativas para su control en Latinoamérica. *Biomedicina*; 1 (2), 36-46.

Serrano, O.; Mendoza, F.; Suárez, B.; Soto, A. (2008). Seroepidemiología de la enfermedad de Chagas en dos localidades del municipio Costa de Oro, estado Aragua, Venezuela. *Biomédica*, 28 (108-15).

Soto Vivas, A.; Barazarte, H. y Molina de Fernández, D. (2001). Primer registro de *Eratyrus mucronatus* Stal, 1959 (Hemiptera: Reduviidae) en el ambiente domiciliario en Venezuela. *ENTOMOTROPICA*, 16 (3): 215-217.

Soto-Vivas, A.; Rodríguez, C.; Bonfante-Cabarcas, R. y Aldana, E. (2007). Morfometría geométrica de *Triatoma maculata* (Ericsson, 1848) de ambiente doméstico y peridoméstico, estado Lara, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 47 (2), 231-235.

Travieso, L. E. y Bonfante-Garrido R. (2004). Estudio seroepidemiológico de

la enfermedad de Chagas en la localidad de Caballito, municipio Simón Planas, estado Lara. Venezuela. Revista Parasitol Latinoam 59, 46-50.

ANEXOS

Tasa de mortalidad por dengue en las zonas urbanas de los municipios y parroquias de la zona de estudio, 2007

Municipio	Municipios	Casos	Fallecidos	Tasa
1	San José del Guabán	2	18,00	9,00
2	Juan Montalvo	4	14,00	3,50
3	Pedro Cárdenas	4	12,00	3,00
4	Juan Germán Rosado	12	0,00	0,00
5	Santa Marta de Ipire	1	2,00	2,00
6	El Socorro		6,00	2,00
7	José Teófilo Álvarez	3	1,00	0,33
8	José Félix Pérez	1	2,00	2,00
9	Leónidas Urdaneta	1	0,00	0,00
10	Francisco De Miranda	1	0,00	0,00
Total		34	48	1,41

## ANEXOS

Fuente: Dirección de Epidemiología, estadísticas salud y asistencia social, Tuzulután EPI-13. Tasa de mortalidad por dengue.

## ANEXO 1

Tasa de mortalidad por Chagas según municipios, orden, número y porcentaje. Guánico, enero-diciembre, 2007.

Orden	Municipio	Número	Tasa	%
1	San José de Guaribe	2	18,69	5,9
2	Julián Mellado	4	14,04	11,8
3	Pedro Zaraza	8	13,2	23,5
4	Juan Germán Roscio	12	9,55	35,3
5	Santa María de Ipire	1	8,07	2,9
6	El Socorro	1	6,02	2,9
7	José Tadeo Monagas	3	3,86	8,8
8	José Félix Ribas	1	2,26	2,9
9	Leonardo Infante	1	0,65	2,9
10	Francisco De Miranda	1	0,71	2,9
Total		34	4,8	100

Fuente: Dirección de Epidemiología, información social y estadística de salud. Tarjetas EPI-13. Tasas por 100.000 habitantes.

