UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Mosquitos (Diptera: Culicidae) de una localidad con antecedentes de transmisión del Virus de la Encefalitis Equina Venezolana (VEEV) en La Guajira (Colombia)

Jorge Luis De las salas Ali

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Salud Pública

Bogotá D.C, Colombia

2014

Mosquitos (Diptera: Culicidae) de una localidad con antecedentes de transmisión del Virus de la Encefalitis Equina Venezolana (VEEV) en La Guajira (Colombia)

Jorge Luis De las salas Ali

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister Scientiae en Infecciones y Salud en el Trópico

Directora:

María Cristina Ferro de Carrasquilla MSc.
Grupo de Entomología, Subdirección Laboratorio Nacional de Referencia
Instituto Nacional de Salud

Codirectora:

Ligia Inés Moncada Álvarez MSc.
Profesora Asociada
Departamento de Salud Pública
Facultad de Medicina

Línea de Investigación:
Entomología Médica
Grupo de Investigación:
Infecciones y Salud en el Trópico
Grupo de Investigaciones en Entomología

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Salud Pública

Bogotá D.C., Colombia

2014

Dedicatoria

A mis amigos:

Si no puedo dibujarlo, no lo entiendo.

Agradecimientos

Quiero agradecer de forma muy especial a la Dra. Ligia Lugo Vargas por su valioso apoyo.

A María Cristina Ferro por su lucha constante y transmitirme su pasión por la entomología.

A la profe Ligia Moncada por brindarme su paciencia y aceptar la codirección.

A Alberto Díaz por su asesoría estadística. A Colciencias y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC).

A Betsy Bello, Claudia Cabrera, Zulibeth Flórez, Domingo García, Ricardo Bonivento, los funcionarios y los técnicos de ETV de la Secretaría Departamental de Salud de La Guajira.

A los habitantes de Mayapo quienes hicieron posible este proyecto.

A la Señora Marlene, Juan de Dios y Marco Fidel por su atención y apoyo técnico en el insectario del Laboratorio de Entomología del INS.

A Luisa Fernanda Pineda, Secretaria de la Maestría.

A mis amigos de la maestría: Sofía Díaz, Cristina Barros, Lissette Pardo, Carlos Murcia y Diana Londoño.

A Patricia Fuya, Olga Cabrera, Erika, el profe Marco por motivarme a seguir adelante.

Y muy especialmente a: Césil Solís, Mirley Castro, Luz Inés Villareal y Diana Solís.

A los Doctores: Favio Rivas y Jorge Alberto Molina, por su valioso tiempo en la evaluación de esta iniciativa.

A todos aquellos que no recuerdo, pero que de alguna u otra forma aportaron un grano de arena a este proyecto.

Resumen

La Guajira Colombiana, históricamente (años: 1962 a 1964 y 1995), ha evidenciado transmisión de cepas epidémicas IAB y IC del VEEV, esta situación, conlleva a fortalecer la vigilancia entomológica de los principales vectores de este evento (*Ochlaerotatus taeniorhynchus* y *Psorophora confinnis*) y otras especies, por lo cual, se analizó la variación estacional de mosquitos y su asociación con la temperatura y precipitación, durante los años 2009 al 2012 en la localidad de Mayapo (La Alta Guajira). Se utilizaron trampas CDC con dos tipos de luz, incandescentes y ultravioleta, ubicadas de forma no sistemática en sitios seleccionados durante premuestreos en los intra y peridomicilios en las áreas urbana y rural. Como complemento, se inspeccionaron posibles criaderos artificiales y algunos huecos de cangrejos, en sequía (Junio) y lluvia (Diciembre) del 2012. Se recolectaron 21.554 mosquitos adultos, distribuidos en dos subfamilias, nueve géneros y 17 especies. *Deinocerites atlanticus* dominó el inventario con 16.615 (77.09%). De 2153 criaderos, se recolectaron 4893 larvas, siendo *Stegomyia aegypti,* la más representativa con 4349 (Sequía: 38.62%, Lluvia: 50.26%). *De. atlanticus* infestó en mayor densidad los intradomicilios y peridomicilios del hábitat rural durante períodos secos y bajas precipitaciones. *Oc. taeniorhynchus*, *Ps. confinnis* y *Anopheles albimanus* ocurrieron en todos los microhábitats durante períodos húmedos de junio a diciembre durante los años analizados, presentando las dos últimas especies relación directa con el aumento de las precipitaciones (r=0,99 y r=0.97). Se reporta a *Ps. confinnis, An. albimanus* y *Culex (Melanoconion) erraticus* en recipientes artificiales. La localidad de Mayapo presenta una gran diversidad de mosquitos, dominada por *De. atlanticus* en el hábitat rural y por *St. aegypti* en el área urbana, siendo esta última, el principal factor de riesgo de transmisión de dengue así como potencialmente del VEEV. Es posible que *Ps. confinnis, An. albimanus* y *Cx. (Mel.) erraticus* estén en un proceso de urbanización por infestar criaderos artificiales. Las intervenciones deben realizarse con mayor énfasis a inicios de lluvias en los meses de junio y finales de las mismas en diciembre. Se aporta una herramienta de comunicación sobre la EEV, cuyo impacto debe evaluarse en la comunidad.

Palabras clave: La Guajira, Virus de la Encefalitis Equina Venezolana, Variación estacional, Mosquitos, Urbano, Rural.

Abstract

Historically the Colombian Guajira (years: 1962-1964 and 1995), has demonstrated transmission of IAB and IC epidemic strains of VEEV, this situation, leads to strengthen entomological surveillance of the main vectors of this event (*Ochlaerotatus taeniorhynchus* and *Psorophora confinnis*) and other species, therefore, the seasonal variation of mosquitoes and their association with temperature and precipitation was analyzed during the years 2009 to 2012 in the Mayapo locality (La Alta Guajira). Incandescent and ultraviolet CDC traps located unsystematically were used at sites previously selected for indoors and outdoors in urban and rural areas. In addition, possible artificial breeding sites and some crabholes were inspected in dry season (June) and rainy (December) of 2012. 21.554 adult mosquitoes, divided into two subfamilies, nine genera and 17 species were collected. *Deinocerites atlanticus* dominated the inventory with 16.615 (77.09%). From 2153 breeding sites, 4893 larvae were collected, being *Stegomyia aegypti* the most representative with 4349 (Drought: 38.62% Rainfall: 50.26%). *De. atlanticus* infested more densely indoors and outdoors at rural habitats during dry periods with low rainfall. *Oc. taeniorhynchus*, *Ps. confinnis* and *Anopheles albimanus* occurred in all microhabitats during wet periods from June to December during the years evaluated, presenting the last two species relation with the increased precipitation (r=0.99 and r=0.97). *Ps. confinnis, An. albimanus* and *Culex (Melanoconion) erraticus* were reported in artificial containers. The locality of Mayapo has a wide diversity of mosquitoes dominated by *De. atlanticus* in rural habitats and *St. aegypti* in urban areas, being the last one the main risk factor for dengue and potentially VEEV transmission. It is possible that *Ps. confinnis*, *An. albimanus* and *Cx. (Mel.) erraticus* could be in an urbanization process by infesting artificial breeding sites. Interventions should have more emphasis on early rains in June and end ones in December. A communication tool on VEE, whose impact should be assessed in the community, is provided.

Keywords: La Guajira, Venezuelan Equine Encephalitis Virus, seasonal variation, Mosquitoes, Urban, Rural**.**

Contenido

Pág.

Resumen ..... **VIII**

Lista de figuras ..... **XIII**

Lista de tablas ..... **XVI**

Introducción **1**

1. Antecedentes **7**
1.1 Brotes de EEV en Colombia 7
1.2 Vectores Implicados en la transmisión de la EEV 9

2. Marco Teórico **11**
2.1 VEEV: Estructura 11
2.2 Ciclos de Transmisión del VEEV 13

3. Materiales y Métodos **17**
3.1 Área de estudio 17
Aspectos generales de la localidad de Mayapo 17
3.2 Diseño metodológico 20
3.2.1 Fase de campo 20
3.2.2 Fase de laboratorio 21
3.3 Diseño de medidas de prevención 21
3.4 Análisis de los datos 21
3.4.1 Variación de la Composición, y Densidad de Mosquitos 21
3.4.2 Metodología Estadística 22
3.5 Consideraciones éticas 23

4. Resultados **24**
4.1 Análisis General 24
4.2 Análisis por hábitat 25
4.2.1 Hábitat Urbano 25
4.2.2 Hábitat Rural 27
4.3 Variación temporal de las especies de mosquitos más abundantes y vectoras y su correlación con las precipitaciones y la temperatura en la localidad de Mayapo durante los años 2009 al 2012. 29
4.3.2 *Deinocerites atlanticus* Adames, 1971 29
4.3.2 *Ochlerotatus (Culicelsa) taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821) 31
4.3.3 *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say, 1823 32
4.3.4 *Psorophora* (*Grabhamia*) *confinnis* (Lynch Arribálzaga, 1891) 34

4.3.5 *Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus* Wiedemann, 1820.....36
4.3.6 *Culex (Melanoconion) erraticus* (Dyar & Knab, 1906) 38
4.3.7 Especies con densidades muy bajas 39
4.4 Caracterización de criaderos artificiales domiciliarios en la localidad durante el período seco y de lluvias del año 2012. 49
4.5 Cartilla de promoción y prevención de la transmisión de la EEV para la población de Mayapo en la Alta Guajira. 50

5. Discusiones.....53
5.1 Conclusiones.....58
5.2 Recomendaciones.....59

Anexos.....61

8. Bibliografía 64

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Reconstrucción microscópica crioelectrónca del virión de la EEV a 14 Å de resolución. (**A**). Vista externa del virión, mostrando la envoltura de las glicoproteínas en la superficie. (**B**). Sección transversal del virión mostrando el genoma de ARN en el centro, rodeado de 240 copias de la proteína de la cápside, la envoltura bilipídica derivada de la membrana plasmática de la célula huésped, la envoltura de la glicoproteína E1 situada paralelamente a la envoltura y la envoltura de la glicoproteína E2 que forman los picos en la superficie. (**C**). La nucleocápside, las proteínas de la cápside de simetría T = 4……..12

Figura 2. Ciclos de transmisión de la EEV. Adaptado de Weaver *et al.* *(*2004)……..14

Figura 3. Localización del corregimiento de Mayapo en el municipio de Manaure en el Departamento de la Guajira (Imágenes tomadas del Atlas ambiental del departamento de la Guajira. (CORPOGUAJIRA, 2010) y Mapas creados en fase plana de la cartografía satelital de Google Earth (2010), imagen superior muestra la zona rural denominada por los habitantes como Mayapo Playa y la imagen inferior es la Zona Urbana, que comprende el centro poblado del corregimiento de Mayapo…….18

Figura 4. Mapa del departamento de La Guajira, Colombia, mostrando casos de EEV □ en equinos y humanos, y tasa de ataque en humanos por municipio, en 1995. La altura de las barras demuestra la tasa de ataque en %. ◆ = localidades con reportes de muertes de equinos. (Rivas *et al.,* 1997)……18

Figura 5. Gráfico de la variación del número de individuos (Escala logarítmica) y abundancia relativa (Escala normal), de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) de la localidad de Mayapo……..……24

Figura 6. Gráfico de la variación del número de individuos (Escala logarítmica) y abundancia relativa (Escala normal), de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) recolectados en el *hábitat urbano* de la localidad de Mayapo……....25

Figura 7. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de la densidad de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *intradomicilios urbanos* durante los años 2009 al 2012……...……26

Figura 8. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de la densidad de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *peridomicilios urbanos* durante los años 2009 al 2012……..…….27

Figura 9. Gráfico de la variación del número de individuos (Escala logarítmica) y abundancia relativa (Escala normal), de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) recolectados en el *hábitat rural* de la localidad de Mayapo…….……..27

Figura 10. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de la densidad de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *intradomicilios rurales* durante los años 2009 al 2012……...……..28

Figura 11. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *peridomicilios rurales* durante los años 2009 al 2012……..……...29

Figura 12. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *De. atlanticus* en los microhábitats Intradomiciliarios y Peridomiciliarios en los hábitats Urbano y Rural……...……30

Figura 13. Gráfico de la variación de la densidad del número de individuos de *De. atlanticus* por hábitat (Rural y Urbano), microhábitat (Intradomicilio y Peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación, en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta……...……..30

Figura 14. Relación entre la temperatura promedio acumulada en 15 días y la densidad de *Deinocerites atlanticus*(**r=0.96**)……..31

Figura 15. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Oc. taeniorhynchus* en los microhábitats Intradomiciliarios y Peridomiciliarios en los hábitats Urbano y Rural……..…….....32

Figura 16. Gráfico de la variación de la densidad de adultos de *Oc. taeniorhynchus* por hábitat (Rural y Urbano), microhábitat (Intradomicilio y Peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de, en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta…….……32

Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Cx. quinquefasciatus* en los microhábitats Intradomiciliarios y Peridomiciliarios en los hábitats Urbano y Rural……....33

Figura 18. Gráfico de la variación de la densidad de adultos de *Cx. quinquefasciatus* por hábitat (Rural y Urbano), microhábitat (Intradomicilio y Peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta……33

Figura 19. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Ps. confinnis* en los microhábitats Intradomiciliarios y Peridomiciliarios en los hábitats Urbano y Rural……...34

Figura 20. Gráfico de la variación la densidad de adultos de *Ps. confinnis* por hábitat (Rural y Urbano), microhábitat (Intradomicilio y Peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta……...……..35

Figura 21. Relación entre los milímetros acumulados de precipitación en 15 días y la densidad de *Psorophora confinnis* (**r=0.99**)……..……..35

Figura 22. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *An. albimanus* en los microhábitats Intradomiciliarios y Peridomiciliarios en los hábitats Urbano y Rural……..……...36

Figura 23. Gráfico de la variación del número de adultos de *An. albimanus* por hábitat (Rural y Urbano), microhábitat (Intradomicilio y Peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta……...37

Figura 24. Relación entre los milímetros acumulados de precipitación en 15 días y la densidad de *Anopheles albimanus* **(r=0.97**)……..……..37

Figura 25. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Cx.* (*Mel*) *erraticus* en los microhábitats Intradomiciliarios y Peridomiciliarios en los hábitats Urbano y Rural……..……..38

Figura 26. Gráfico de la variación del número de adultos de *Cx.* (*Mel*) *erraticus* por hábitat (Rural y Urbano), microhábitat (Intradomicilio y Peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta…….…..39

Figura 27. Gráfico de la variación de la densidad de las especies de mosquitos esporádicas, accidentales y/o raras por hábitat Urbano y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta……..40

Figura 28. Gráfico de la variación de la densidad de las especies esporádicas, accidentales y/o raras por hábitat Rural, y su relación con la variación de los valores de precipitación, en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta……..40

Figura 29. Imagen de criaderos artificiales categorizados como “Diversos con uso menores de 50L”, en los que la comunidad de Mayapo suele almacenar agua para sus necesidades básicas……..49

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Composición, riqueza, número de individuos y abundancia relativa de la comunidad de mosquitos (Diptera: Culicidae), recolectados mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en microhábitats intra y peridomiciliarios de los hábitats urbano y rural de la localidad de Mayapo (La Alta Guajira)……...41

Tabla 2. Riqueza, número de individuos y abundancia relativa (Ab. Relativa) de la comunidad de mosquitos, recolectados mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en microhábitats intra y peridomiciliarios del *hábitat urbano* de la localidad de Mayapo…….42

Tabla 3. Variación de la densidad (De) de mosquitos (Abundancia (Ab) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en el microhábitat *intradomiciliario* del hábitat urbano de la localidad de Mayapo……..43

Tabla 4. Variación de la densidad (De) de mosquitos (Abundancia (Ab) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en el microhábitat *peridomiciliario* del hábitat urbano de la localidad de Mayapo……...44

Tabla 5. Riqueza, número de individuos y abundancia relativa (Ab. Relativa) de la comunidad de mosquitos, recolectados mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en microhábitats intra y peridomiciliarios del *hábitat rural* de la localidad de Mayapo…….45

Tabla 6. Variación de la densidad (De) de mosquitos (Abundancia (Ab) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en el microhábitat *Intradomiciliario* del hábitat Rural de la localidad de Mayapo…….46

Tabla 7. Variación de la densidad (De) de mosquitos (Abundancia (Ab) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), en el microhábitat *Peridomiciliario* del hábitat Rural de la localidad de Mayapo…….47

Tabla 8. Coeficientes de correlación de las variables de Temperatura Promedio y Precipitación acumuladas en 15 días, con las especies de mosquitos más abundantes y vectores del VEEV……..49

Tabla 9. Riqueza y número de individuos de mosquitos observados en criaderos artificiales domiciliarios durante los períodos seco y húmedo del año 2012 en el corregimiento de Mayapo…….52

Introducción

La Encefalitis Equina Venezolana (EEV), es una enfermedad infecciosa emergente en América Latina, cuyos agentes etiológicos son los subtipos enzoóticos IE, ID y los subtipos epidémicos IAB y IC, que conforman el complejo del virus de la Encefalitis Equina Venezolana (VEEV), (Familia: Togaviridae, Género: *Alfavirus*). El VEEV, fue aislado por primera vez en 1938, en el estado de Yaracuy en la Guajira venezolana, en el borde de la frontera con Colombia, desde entonces fue considerado como el patógeno más importante de humanos y equinos, porque ha provocado brotes periódicos de enfermedades febriles y neurológicas durante el último siglo, causando grandes pérdidas sociales y económicas en Centro y Sur América (Weaver *et al*., 2004).

Sintomatología de la EEV en humanos

En los seres humanos, las manifestaciones clínicas de la EEV aparecen de forma repentina e inespecífica, similares a otros síndromes febriles en su fase inicial, tales como: malestar general, fiebre, escalofríos, dolor de cabeza intenso, retro orbital u occipital, generalmente desaparecen de 4 a 6 días después del inicio, seguido de la astenia de varias semanas de duración. Ocasionalmente, la enfermedad es bifásica, con una recurrencia de 4 a 8 días después del inicio. En una pequeña proporción de casos en seres humanos puede presentarse estupor, coma y llegar a ser a fatal (Weaver *et al*., 2004). Caber resaltar que algunos casos, especialmente los causados por los subtipos enzoóticos han sido diagnosticados como Dengue (Aguilar *et al*., 2011).

Ciclos epidemiológicos de transmisión de la EEV

El VEEV se transmite por ciclos enzoóticos y epizoóticos. Los ciclos de transmisión enzoótica se presentan permanentemente en los bosques tropicales de Latinoamérica, en los que participan roedores terrestres (Géneros: *Sigmodon, Oryzomys, Zygodontomys, Heteromys, Peromyscus* y *Proechimys*), y mosquitos del género *Culex*,

subgénero *Melanoconion* (Ferro *et al*., 2003; Weaver *et al.*, 2004). Estos mosquitos, no son zoofílicos obligatorios, también se alimentan de sangre de humanos que ingresan o se encuentran en el lugar de transmisión. En el ciclo enzoótico, se involucran las variedades D a la F del subtipo I y los subtipos II al VI del VEEV (Weaver *et al*., 2004; Aguilar *et al.,* 2011).También se han registrado brotes en humanos por décadas en diferentes países de América Latina (Aguilar *et al*., 2011; Ferro *et a*l., 2008). Por otra parte, el ciclo epizoótico involucra las variedades AB y C del Subtipo I, conocidas como cepas epizoóticas: subtipos IAB y IC, que se han asociado con las epizootias y epidemias, eventos que han involucrado cientos de miles de equinos y humanos (Weaver *et al*., 2004). Durante las epidemias, los subtipos del VEEV se transmiten rápidamente entre equinos y de los equinos a los humanos a través de mosquitos (Rivas *et al*., 1997). Como vectores principales de estas variedades epidémicas, se han implicado las especies *Aedes (Ochlerotatus) taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821), actualmente sugerida por el Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU), New Mosquito Classification (Septiembre, 2013), como *Ochlerotatus (Culicelsa) taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821) y *Psorophora (Grabhamia) confinnis* (Lynch Arribálzaga, 1891), (Rivas *et al*., 1997; Weaver *et al*., 2004). Otras especies mamófilas, como *Ps. (Gra.) columbiae* (Dyar & Knab), *Mansonia (Mansonia) indubitans* (Dyar & Shannon, 1925), *Ma. (Man.) titillans* (Walker, 1848), *Deinocerites pseudes* (Dyar & Knab) y *Ae. (Och.) sollicitans*, actualmente *Oc. (Culicelsa) sollicitans* (Walker, 1856), se reporta, que por aislamientos del virus logrados en condiciones ambientales durante las epidemias y/o transmisiones experimentales en el laboratorio, podrían estar implicados como vectores (CDC, 1985; Weaver *et al*., 2004; Arrigo *et al*., 2008; Moncayo *et al*., 2008; Aguilar *et al.,* 2011).

Ciclos de transmisión urbana

Trabajos como el de Ortiz *et al. (*2008), hicieron referencia a la posibilidad de que las cepas endémicas o epizoóticas, podrían iniciar un ciclo de transmisión urbana a través de especies como *Aedes aegypti* sugerida por el WRBU New Mosquito Classification (Septiembre, 2013), como *Stegomyia (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), dada su alta infestación intradomiciliaria a nivel Neotropical y por su alta competencia de una variedad de cepas del VEEV. La presencia de esta especie, es un factor de riesgo de transmisión de la EEV. Turell & Beaman (1992), referenciaron que otro vector muy eficiente es *Ae. albopictus* (Skuse, 1895), sugerida por el WRBU New Mosquito Classification

(Septiembre, 2013), como *St. (Stg) albopicta* (Skuse, 1895), que ha mostrado ser muy competente en laboratorio y está ampliamente distribuido en regiones tropicales y templadas. Quiroz *et al. (*2009) y Weaver *et al. (*2004), observaron que los humanos pueden desarrollar altos niveles de viremia después de la infección con las cepas del VEEV, sumado a la susceptibilidad del vector urbano, podrían potencialmente llevar a un ciclo endémico urbano del VEEV, causando devastadoras consecuencias para la salud pública en toda América Latina.

Distribución de las cepas enzoóticas y epizoóticas del VEEV

Las cepas del VEEV que forman el complejo de la EEV, se distribuyen en las Américas, desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina, exceptuando Chile. El subtipo ID se ha reportado en Colombia, Venezuela, Panamá, Ecuador, Perú y Bolivia, el IE en Centroamérica y los subtipos epidémicos IAB y IC en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Centroamérica (Weaver *et al*., 2004). Es muy importante tener en cuenta, que el subtipo IAB, del cual fue creada la vacuna TC-83 en 1961 (para equinos), no se ha reportado en Colombia nuevamente desde la epidemia de 1973 (Weaver *et al*., 2004), mientras que el IC, históricamente se ha registrado en repetidas ocasiones en el departamento de la Guajira (Brotes: 1992 a 1993 y la epidemia de 1995), en las localidades de Mayapo, Musichi, el Pájaro y Manaure a lo largo de la costa del mar Caribe, donde se registraron las tasas de ataque más altas (Rivas *et al.,* 1997; Weaver *et al*., 2004).

Emergencia de las variedades epizoóticas

Dentro de las hipótesis planteadas sobre el origen de las cepas epizoóticas, la más aceptada hoy en día es la emergencia a partir de progenitores enzoóticos (Weaver *et al*., 2004). Esta hipótesis se fortaleció cuando científicamente se demostró la estrecha relación del virus IC aislado durante la epidemia que afectó el occidente de Venezuela de 1992 a 1993 con el subtipo ID, aislado casi simultáneamente en la región afectada. En dicho estudio, se observó que el nivel de nucleótidos del genoma del ID difiere de 0.8 a 0.9% del IC y que una alta tasa de mutación del VEEV contribuiría en la reemergencia de la EEV (Wang *et al*., 1999). Una situación similar se evidenció con el subtipo epizoótico IE, aislado del brote ocurrido en México de 1993 a 1996, el cual guardaba estrecha

relación con el linaje del subtipo enzoótico IE de Guatemala, aislado desde 1968 a 1980, obtenido en La Avellana (Costa Pacífica) (Estrada-Franco *et al.,* 2004).

Algunos factores que influyen en la emergencia de las epidemias y aspectos ecológicos de los vectores (Presencia y Abundancia)

Los factores ambientales juegan un papel muy importante en la emergencia de las enfermedades (Osorio, 2011). En La Guajira, las epidemias ocurridas de 1962 a 1964 y la de 1995, estuvieron precedidas por períodos inusuales de lluvias que favorecieron el desarrollo de las poblaciones de los mosquitos vectores. En 1995, la dispersión geográfica del evento, correspondió con la distribución espacial del vector *Oc. taeniorhynchus*, cuya proliferación fue producto de las inundaciones ocurridas en la zona, con una densidad de 150.000 larvas/m2, desde entonces y hasta la actualidad (año 2014), no se han reportado más casos de EEV en la zona (Rivas *et al.,*1997; Weaver *et al*., 2004), mientras que el brote ocurrido en Venezuela de 1992 a 1993, en el que se notificó un número muy pequeño de casos de equinos y humanos, no hubo evidencia que éste se extendiera, porque las densidades de *Oc. taeniorhynchus* estuvieron muy bajas (Rico-Hesse *et al*., 1995, Aguilar *et al.*, 2011). Según lo descrito anteriormente, se puede inferir que las condiciones climáticas que desencadenan los periodos de intensas lluvias, favorecen en la proliferación de las especies de vectores de la EEV, no obstante, es importante ampliar el conocimiento sobre las fluctuaciones poblacionales de las especies implicadas en los diferentes períodos climáticos durante ciclos hidrológicos anuales.

Prevención, tratamiento y control

La prevención de la EEV en Colombia se realiza mediante la inmunización de equinos con la vacuna TC-83, creada a partir de la atenuación del VEEV IAB en 1961, dicha inmunización, debe cubrir el 100% en áreas de riesgo y es obligatoria para todos los équidos desde los 0 a 1200 msnm (ICA, 2004), mientras que para humanos, no existe una vacuna confiable, ni tratamiento antiviral efectivo (Weaver *et al*., 2004). Con relación a los vectores, las actividades de prevención y control, se realizan mediante la intervención de criaderos y fumigaciones espaciales en las zonas afectadas (Rivas *et al*., 1997).

Información sobre vectores de la EEV en la Guajira

Aunque las epidemias EEV en la Guajira estuvieron precedidas por períodos inusuales de lluvias e inundaciones que favorecieron el desarrollo de las poblaciones de los mosquitos vectores, no existen datos científicos suficientes sobre la composición de especies y sus abundancias en el tiempo, porque la información se ha centrado en la atención inmediata a corto plazo para atender las emergencias. Rivas *et al. (*1997), describieron que durante la epidemia de 1995, la investigación entomológica se enfocó en la intervención de criaderos de *Oc. taeniorhynchus* con el biolarvicida *Bacillus sphaericus* y captura de mosquitos adultos, determinando: *Ps. confinnis, Culex (Culex) quinquefasciatus* (Say, 1826), *Anopheles aquasalis* (Curry, 1932) y *Deinocerites* spp., observando altas densidades de *Oc. taeniorhynchus*, posteriormente, se realizaron fumigaciones espaciales con el insecticida Malatión.

Problema y objetivos

Entre los departamentos de Colombia, La Guajira es el más vulnerable a la EEV, porque históricamente ha sido escenario de varias epidemias causadas por los subtipos IAB y IC, que han ocasionado grandes pérdidas económicas y sociales desde la década de los 30's (Weaver *et al*., 2004). Durante los últimos 19 años (1995 hasta el 2014), no se han registrado casos, sin embargo, es necesario revisar las condiciones actuales de riesgo de transmisión:

1) para la población de humanos no existe una vacuna confiable ni un tratamiento antiviral efectivo, además, está demostrado que desarrollan altas viremias (Weaver *et al*., 2004).

2) desde el punto de vista entomológico, las epidemias de 1962 a 1964 y la de 1995 estuvieron precedidas por períodos inusuales de lluvias que favorecieron el desarrollo de las poblaciones de los mosquitos vectores (Sanmartín *et al*., 1973, Rivas *et al*., 1997 & Weaver *et al*., 2004).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se propuso la siguiente pregunta de investigación: Después de 19 años de silencio epidemiológico ¿cuál es la composición de mosquitos (Diptera: Culicidae), la variación estacional de las densidades poblacionales

de los vectores de la EEV, otras especies y su relación con las variables climáticas de precipitación y temperatura en la localidad de Mayapo en La Alta Guajira?

Para poder dar respuesta a dicho interrogante, se realizaron los siguientes objetivos:

- Determinar la variación de la composición y densidad poblacional de las especies de mosquitos (adultos), en el intradomicilio y peridomicilio de los hábitats urbano y rural con base en los métodos de recolección empleados (Trampas tipo CDC incandescente y ultravioleta), en diferentes épocas estacionales durante los años 2009 al 2012 en el corregimiento de Mayapo.
- Determinar si existe relación entre la densidad poblacional de las especies con mayor número de individuos y vectoras: *Oc. taeniorhynchus* y *Ps. (Gra) confinnis* con la precipitación y la temperatura promedio multianual de los cuatro años de muestreo.
- Caracterizar los criaderos artificiales domiciliarios en la localidad durante el período seco y de lluvias del año 2012.
- Diseñar una cartilla que sirva como modelo inicial de promoción y prevención de la transmisión de la EEV para la población de Mayapo en la Alta Guajira.

1. Antecedentes

El VEEV, agente etiológico de la EEV fue aislado por primera vez en 1938 de los cerebros de casos fatales de equinos en el estado Yaracuy en Venezuela. El primer subtipo identificado fue el IAB, perteneciente a cepas epizoóticas, posteriormente, a partir de finales de 1950, cepas del virus del serocomplejo relacionadas con la EEV, fueron aisladas en América Central (Johnson *et al*., 1968 en: Weaver *et al*., 2004; Scherer *et al.,* 1970), América del Sur (Shope *et al*., 1964), México (Scherer *et al*., 1963 en: Weaver., 2004) y Florida (Chamberlain *et al*., 1964 en: Weaver et al., 2004). Más tarde, los estudios antigénicos de Yound & Johnson (1969), demostraron que estos virus enzoóticos, junto con las variantes epizoóticas, comprenden un serocomplejo de alfavirus relacionados. El complejo de la EEV, el cual ahora comprende 14 subtipos e incluye siete especies diferentes de virus (Weaver *et al.,* 2004).

1.1 Brotes de EEV en Colombia

Brotes causados por el Subtipo ID

La revisión realizada por Aguilar *et al.* (2011), analizó la problemática de la EEV en Colombia, documentando que la primera epidemia se inició en marzo de 1952 en la localidad de Espinal (Tolima), evidenciando que aproximadamente el 0,7% de la población (70/9000), fue afectada, sin embargo, fue diagnosticada tentativamente como dengue. La vigilancia entomológica reveló la presencia de *Aedes aegypti* (Ahora *St. aegypti*) y *Culex fatigans* (ahora *Cx. quinquefasciatus*), en casas del pueblo, sin embargo, el papel de estas especies de mosquitos durante este brote sigue siendo desconocido. Posteriormente, detallaron que la segunda cepa del VEEV en Colombia, llegó en 1955 de un paciente con fiebre alta, procedente de La Albania, un pueblo del municipio de San Vicente de Chucurí en el Valle del Magdalena Medio. Después, en 1957, en el mismo lugar, fueron reportadas más infecciones en seres humanos detectadas por aislamiento

del virus y análisis serológicos, luego en 1958, otro caso humano fue confirmado en una región boscosa en el municipio cercano a Puerto Boyacá (Groot *et al*, 1959 en: Aguilar et al., 2011). 13 años después, en 1971, se detectaron casos humanos de EEV, nuevamente en el valle del Magdalena Medio, en el municipio de Puerto Boyacá. Un total del 30% de los residentes tenían anticuerpos contra el VEEV, éste, también fue aislado en un niño que desarrolló fiebre alta y dolor de cabeza intenso después de entrar en el bosque. Un total del 11% (1/9) de los individuos muestreados en la vecindad fueron seropositivos para el VEEV, el cual fue aislado de las especies de mosquitos del género *Culex (Melanoconion)* y el hámster centinela en la zona, así mismo, se detectaron anticuerpos en los animales salvajes, lo que indicó que hubo actividad enzoótica (Groot, 1964 en: Aguilar *et al*., 2011).

Brotes causados por subtipos IAB & IC

Rivas *et al. (*1997), citaron que Groot (1964), reportó en 1962 en el departamento de la Guajira, evidencia de síndromes febriles cuyo agente etiológico fue diagnosticado como el virus venezolano, aislado de varios casos humanos agudos. En cuanto a los brotes epidémicos en la década de los 60's y 70's, el país tuvo varios episodios, después, hubo un silencio epidemiológico de 21 años.

Rico-Hesse *et al.* (1995), reportaron evidencia que en diciembre de 1992 se presentó la emergencia de un brote en el estado Trujillo al oeste de Venezuela, éste, se extendió de forma discontinua por la orilla occidental del Lago de Maracaibo en julio de 1993. Posteriormente en 1995, se presentó una de las mayores epizootias y epidemias de EEV registradas, que incluyó un estimativo entre 75.000 y 100.000 personas (Rivas *et al*., 1997). Los casos fueron detectados por primera vez en el este del Estado de Falcon (Venezuela), en abril y luego en Carabobo, Yaracuy y el Estado de Lara, durante el mes de julio; ésta, se extendió en la parte noreste del Estado de Zulia y en agosto se produjo una gran epidemia en las zonas rurales de la península de la Guajira, tanto Venezolana como Colombiana; el estudio entomológico reveló que las especies de mosquitos presentes durante el brote fueron *Oc. taeniorhynchus, Ps. confinnis* y *An. aquasalis* (Weaver *et al*., 2004).

Ruiz (1997), describió que este brote de EEV en Venezuela y Colombia en 1995, se produjo como consecuencia de un aumento de la actividad vírica en las áreas donde la enfermedad se había observado desde 1993 en una población de équidos susceptibles. Durante la primera semana de septiembre, los servicios rurales de salud de las localidades de Mayapo, Manaure y El Pájaro del Departamento de la Guajira notificaron un aumento del número de pacientes con fiebre, cefalea, mialgias, postración y vómitos. Pocos pacientes tuvieron convulsiones u otros signos neurológicos.

Desde el principio de la epidemia hasta su final, la enfermedad estuvo confinada al departamento de La Guajira, excepto por la aparición de un brote en équidos en la localidad norteña de Guachaca, que se encuentra en el departamento de Magdalena (Morbidity and Mortality Weekly Report, 1995 & Ministerio de Salud de Colombia, 1995 en: Ruiz, 1997). Hasta el 31 de octubre, se habían notificado 14.156 casos en personas compatibles con la EEV, de ellos, 1.258 requirieron hospitalización y 26 fallecieron como consecuencia de la enfermedad (Ministerio de Salud de Colombia, 1995 en: Ruiz, 1997). Los resultados de una encuesta aleatoria llevada a cabo en los hospitales de Manaure, Riohacha, Uribia y Maicao mostraron que se habían afectado personas de todos los grupos de edad. La tasa de letalidad estimada fue 0,7%, y solo 4% de los pacientes con enfermedad aguda desarrollaron síntomas neurológicos, principalmente niños (Ministerio de Salud de Colombia, 1995 en: Ruiz, 1997).

A partir de la epidemia de EEV que se presentó en el departamento de la Guajira en 1995, no se han notificado más casos hasta el presente (Año 2014), evidenciándose un silencio epidemiológico de 19 años, que aún continua.

1.2 Vectores Implicados en la transmisión de la EEV

La revisión de Weaver *et al. (*2004), reportó que los trabajos realizados por Sanmartín *et al. (*1973), Besansky & Fahey (1997), describieron que los subtipos epizoóticos IAB y IC del VEEV, son oportunistas en el uso de los mosquitos vectores durante los brotes. Los estudios de campo han indicado que más de una especie puede estar involucrada en la transmisión durante la ocurrencia de un brote. Sudia *et al. (*1975), propusieron, que para poder incriminar a las especies de mosquitos como vectores, éstos debían cumplir con

cuatro criterios importantes: 1. La alimentación u otro contacto efectivo con los patógenos del hospedero, 2. La relación en tiempo y espacio del vector y el patógeno, 3. La repetida demostración de la infección natural del vector y 4. La transmisión experimental del patógeno por el vector. Con base en ello, varias especies de mosquitos han sido incriminadas como vectores del VEEV durante las epizootias: el vector principal es *Oc. taeniorhynchus*. La especie *Ps. confinnis* probablemente también se ha desempeñado como un vector importante durante los brotes en el norte de Sur América y en la epidemoepizootia en el norte de México y Texas en 1971. *Ae. sollicitans*, también presentó altas tasas de infección en las áreas costeras de México y Texas en 1971, y tiene capacidad en laboratorio de transmitir con altas tasas de alimentación de sangre (Turell & Beaman, 1992).

Cabe resaltar, que la especie *Oc. taeniorhynchus* puede ser el vector más importante en Sur América. Esta especie es abundante en áreas costeras incluyendo la península de La Guajira, donde han ocurrido muchos de los brotes más grandes y estudios de aislamiento y susceptibilidad del virus, han documentado su papel en la transmisión (Kramer & Scherer, 1976; Sudia *et al*., 1975; Turell & Beaman, 1992; Weaver *et al.,* 2004).

En la transmisión de los subtipos enzoóticos del VEEV, se ha demostrado que algunas especies de mosquitos del género *Culex*, subgénero *Melanoconion*, serie Spissipes, son vectores (Sallum & Forattini, 1996). Siete especies son vectores comprobados de los virus del complejo de la EEV (Centro y Suramérica: *Cx. (Mel) aikenii, Cx. (Mel) vomerifer, Cx. (Mel) pedroi, Cx. (Mel) adamesi*, Centroamérica: *Cx. (Mel) taeniopus*, Suramérica: *Cx. (Mel) portesi*, Norte de Argentina: *Cx. (Mel) delpontei* (Johnson & Martin, 1974 y Walton & Grayson, 1988 en: Weaver *et al*., 2004). La mayoría de los estudios enzoóticos de la ecología del VEEV, han incriminado una sola especie como el principal vector en un lugar determinado, aunque los estudios de Ferro *et al. (*2003), rompieron este paradigma porque identificaron tres especies de la serie Spissipes implicadas en un único bosque de Colombia (*Cx. (Mel) aikenii, Cx. (Mel) vomerifer, Cx. (Mel) pedroi*).

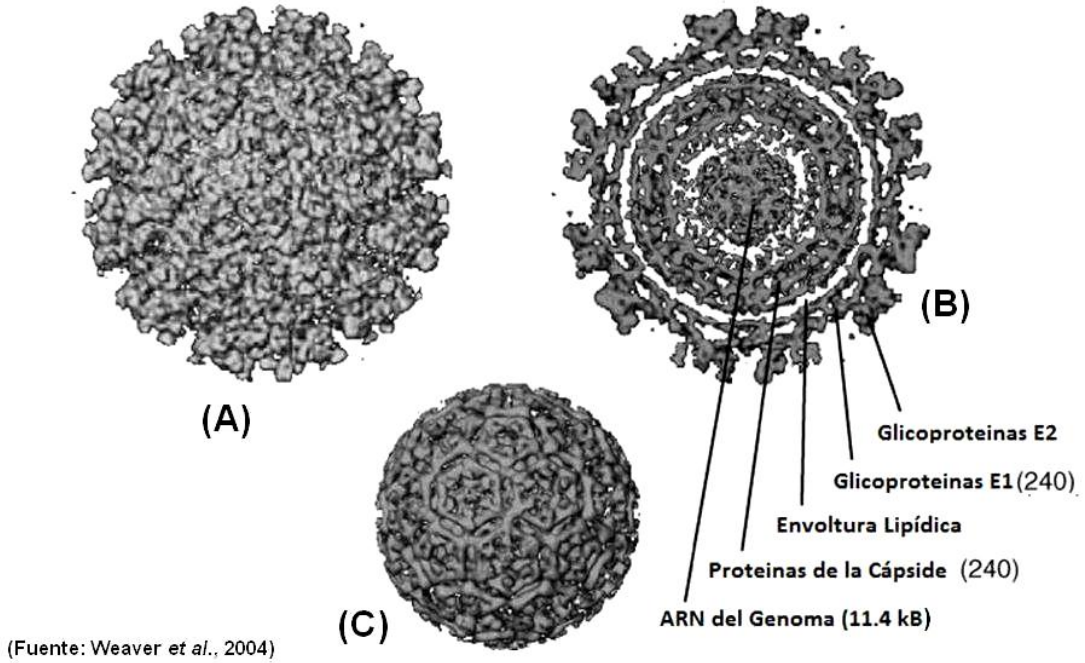
2. Marco Teórico

2.1 VEEV: Estructura

El VEEV, es un virus esférico de 70 nm de diámetro (Paredes *et al.,* 2001), de cadena simple de ARN, cuyo genoma es de aproximadamente 11.400 nucleótidos de longitud (Griffin, 2001 y Schlesinger & Schlesinger, 2001 en: Weaver *et al.,* 2004). En su extremo 5', el genoma codifica cuatro proteínas no estructurales (nsP1-4), que participan en la replicación y el procesamiento de la proteína viral en el citoplasma de la célula huésped. En el extremo 3', un tercio del genoma es colinear con un mensajero subgenómico que se traduce para producir tres proteínas estructurales: la cápside y las glicoproteínas de la envoltura E1 y E2 (Figura. 1).

El VEEV es una de las siete especies en el complejo de la EEV. Los subtipos IAB y IC eran tradicionalmente considerados como cepas epizoóticas que utilizaban equinos como huéspedes amplificadores a través de la generación de altos títulos de viremia, sin embargo, en la epidemia de México 1993 a 1996 el agente causal fue el una variedad IE neurovirulenta, incapaz de generar viremias con altos títulos en los equinos. Ésta, guardaba estrecha relación con el linaje del subtipo enzoótico IE de Guatemala, aislado desde 1968 a 1980 (Estrada Franco *et al.,* 2004).

Figura 1. Reconstrucción microscópica crioelectrónca del virión de la EEV a 14 Å de resolución. (A). Vista externa del virión, mostrando la envoltura de las glicoproteínas en la superficie. (B). Sección transversal del virión mostrando el genoma de ARN en el centro, rodeado de 240 copias de la proteína de la cápside, la envoltura bilipídica derivada de la membrana plasmática de la célula huésped, la envoltura de la glicoproteína E1 situada paralelamente a la envoltura y la envoltura de la glicoproteína E2 que forman los picos en la superficie. (C). La nucleocápside, las proteínas de la cápside de simetría T = 4.



(Fuente: Weaver *et al.*, 2004)

Patogénesis y virulencia del VEEV en hospederos vertebrados

En equinos y humanos, el VEEV causa una encefalitis de inaparente a aguda. Algunos de los virus enzoóticos pueden ser patogénicos para los humanos y han causado enfermedad, que en algunos casos puede ser fatal. Las variedades epizoóticas IAB y IC del virus, pueden ser muy virulentas para ambos, tanto equinos, como humanos. Las tasas de mortalidad en equinos durante las epizootias, se han estimado entre el 19% al 83%, mientras que en humanos, las fatalidades ocurren con menos frecuencia, con aparición de una enfermedad neurológica del 4% al 14% de los casos (Weaver *et al.,* 2004).

En los humanos que se infectan con la variedad epizoótica IC del VEEV, el período de incubación suele ser de 2-5 días (Johnson & Martin, 1974 en: Weaver *et al.,* 2004). La

mayoría de las infecciones son evidentes y los síntomas aparecen de forma repentina, como malestar general, fiebre, escalofríos, dolor de cabeza intenso, retro orbital u occipital. Los síntomas usualmente incluyen leucopenia, taquicardia y fiebre y con frecuencia se acompaña de náuseas, vómitos y diarrea. Los signos y síntomas de afectación del sistema nervioso central son menos frecuentes y suelen incluir convulsiones, somnolencia, confusión y fotofobia. La enfermedad aguda generalmente desaparece 4-6 días después del inicio, seguido de la astenia de varias semanas de duración. Ocasionalmente, la enfermedad es bifásica, con una recurrencia de 4-8 días después del inicio. Una pequeña proporción de casos en seres humanos procede a estupor, coma y a veces la muerte (Weaver *et al.,* 2.004).

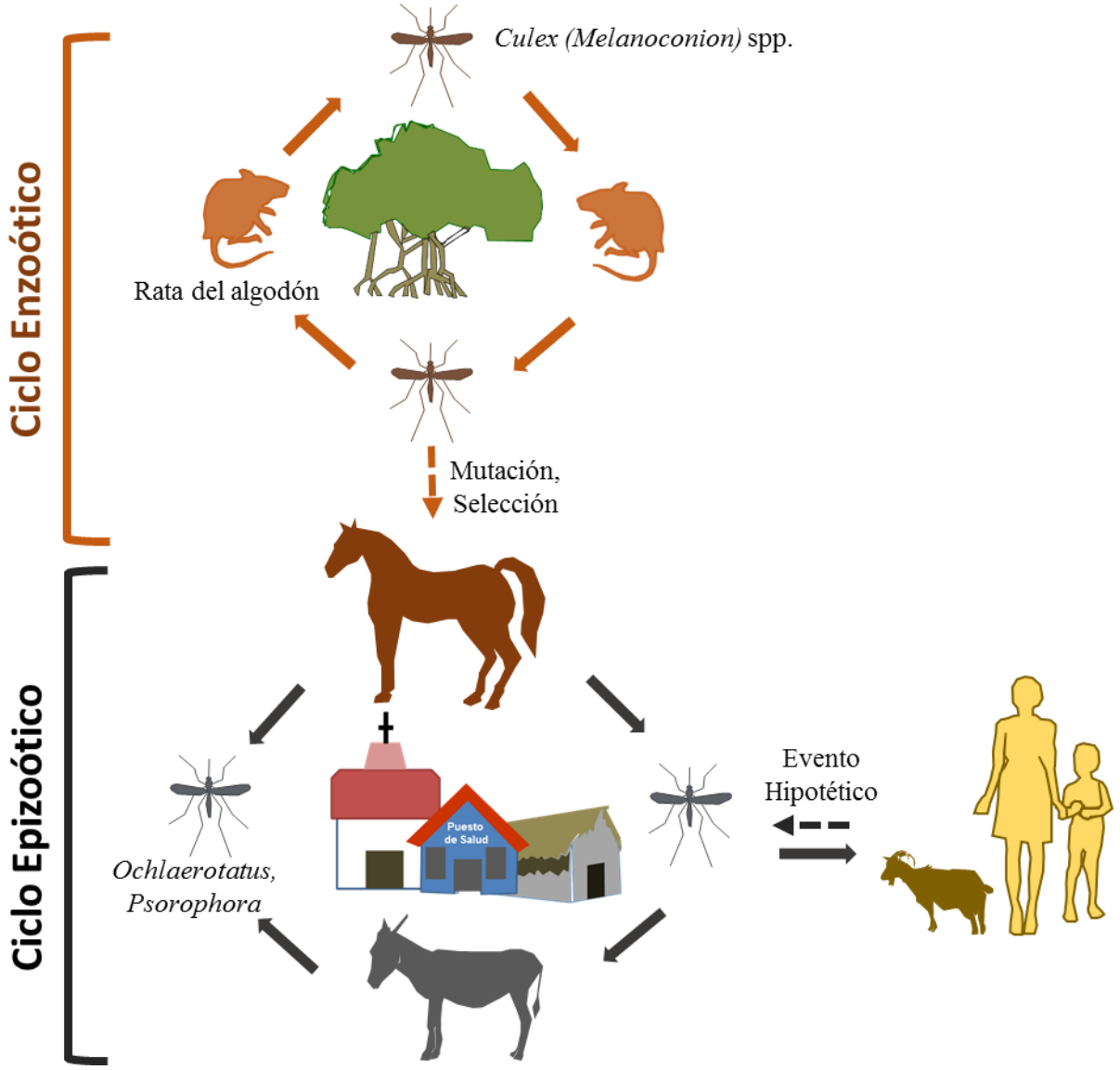
2.2 Ciclos de Transmisión del VEEV

Los ciclos de transmisión enzoótica ocurren permanentemente en los bosques tropicales de Latinoamérica, en los que participan roedores terrestres (Géneros: *Sigmodon, Oryzomys, Zygodontomys, Heteromys, Peromyscus y Proechimys*) y mosquitos del género *Culex*, subgénero *Melanoconion* (Ferro *et al*., 2003; Weaver *et al.,* 2004). Cabe resaltar, que estos mosquitos también se alimentan en los humanos que ingresan o se encuentran en el lugar de transmisión. En el ciclo enzoótico, se involucran las variedades D - F del subtipo I y los subtipos II – VI (Weaver *et al*., 2004; Aguilar *et al.,* 2011). También se han registrado brotes en humanos por décadas en diferentes países de América Latina (Ferro *et al.,* 2008, Aguilar *et al.,* 2011), (Figura 2).

El ciclo de transmisión epizoótico del VEEV (Figura 2), ha sido estudiado durante muchos brotes. Una característica común a todos los brotes importantes, es el papel de los equinos como huéspedes amplificadores del virus por las altas viremias que desarrollan, aunque el rango de hospederos vertebrados de las cepas epizoóticas del VEEV es amplio e incluye los seres humanos, ovejas, perros, murciélagos, roedores y algunas aves. Las grandes epidemias en ausencia de casos en equinos no se han producido, a pesar de la reiterada ocurrencia de epizootias cerca de grandes ciudades como Maracaibo (Weaver *et al*., 2004).

Por otra parte, se resalta la importancia del origen de las cepas epizoóticas del VEEV, a partir de la hipótesis de que éstas, han surgido por lo menos en cuatro ocasiones por la mutación de las cepas enzoóticas y los cambios en la gama de huéspedes (Weaver *et al*., 2004). El subtipo IC, es ejemplo de evolución convergente (Weaver *et al*., 2004). Las cepas equinas virulentas aisladas durante las últimas epizootias en México se relacionaron con cepas enzoóticas de la costa del Pacífico de Guatemala (Estrada Franco *et al.,* 2004).

Figura 2. Ciclos de transmisión de la EEV. Adaptado de Weaver *et al.* (2004).



.

3. Materiales y Métodos

3.1 Área de estudio

La localidad de Mayapo se localiza a los: 11° 38’ N y 72° 46’ O con una elevación de 10 msnm, el poblado y el área semiurbana de la Playa (Municipio de Manaure), en la Alta Guajira ubicada a 20 kilómetros Riohacha, la capital del departamento (Figura 3), con un antecedente de tasa de infección de la población humana y equina del 90% (Rivas *et al*., 1997), (Figura 4). El lugar es de relativo a fácil acceso por carretera durante todo el año, incluyendo las temporadas de fuertes lluvias que causan inundaciones y dificultan el acceso a otros lugares.

Aspectos generales de la localidad de Mayapo

El centro poblado (pequeño poblado tipo caserío), está habitado especialmente por la comunidad indígena Wayuu. Recientemente ha sufrido cambios debido a turistas y oportunistas que llegan atraídos por la belleza natural del lugar, especialmente de las playas. El mayor problema que tiene la comunidad es la falta de agua potable y alcantarillado, sólo el 13,5% del municipio, tiene alcantarillado y el agua para consumo, la compran a través del servicio de carro-tanques (DANE, 2010 en: CORPOGUAJIRA, 2010).

Figura 3. Localización del corregimiento de Mayapo en el municipio de Manaure en el Departamento de la Guajira (Imágenes tomadas del Atlas ambiental del departamento de la Guajira (CORPOGUAJIRA, 2010) y mapas creados en fase plana de la cartografía satelital de Google Earth (2010), imagen superior muestra la zona rural denominada por los habitantes como Mayapo Playa y la imagen inferior es la zona urbana, que comprende el centro poblado del corregimiento de Mayapo.

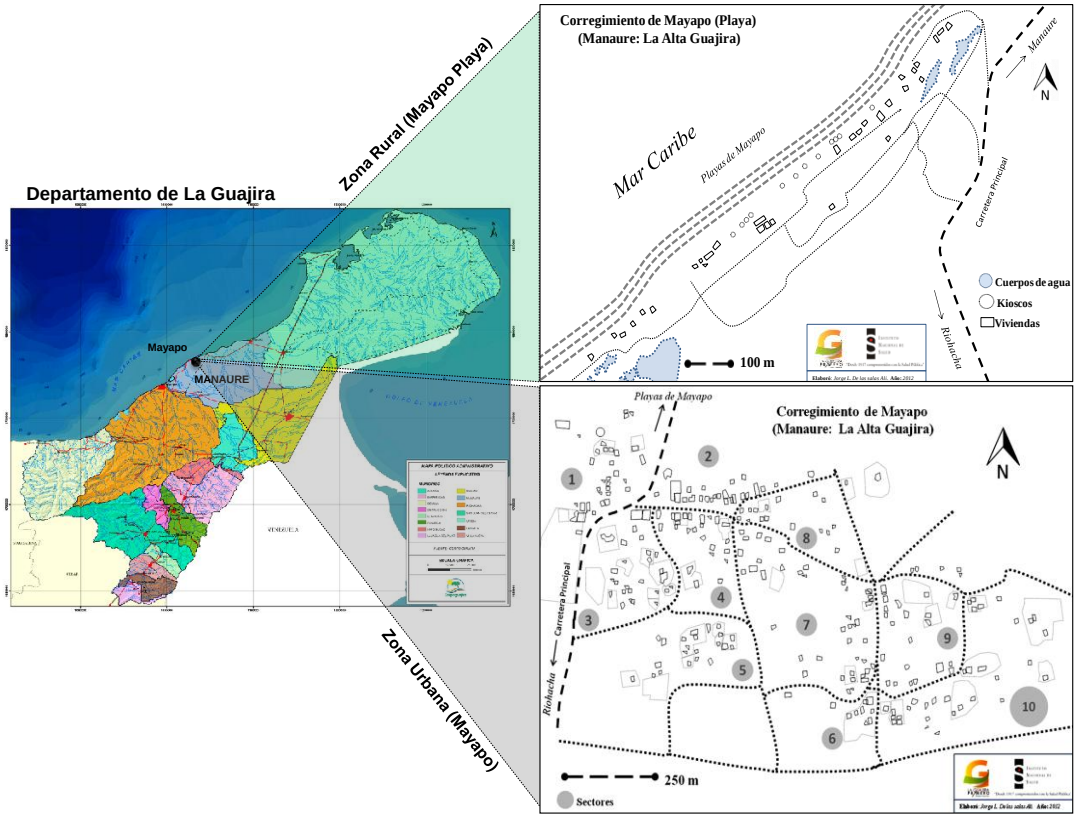
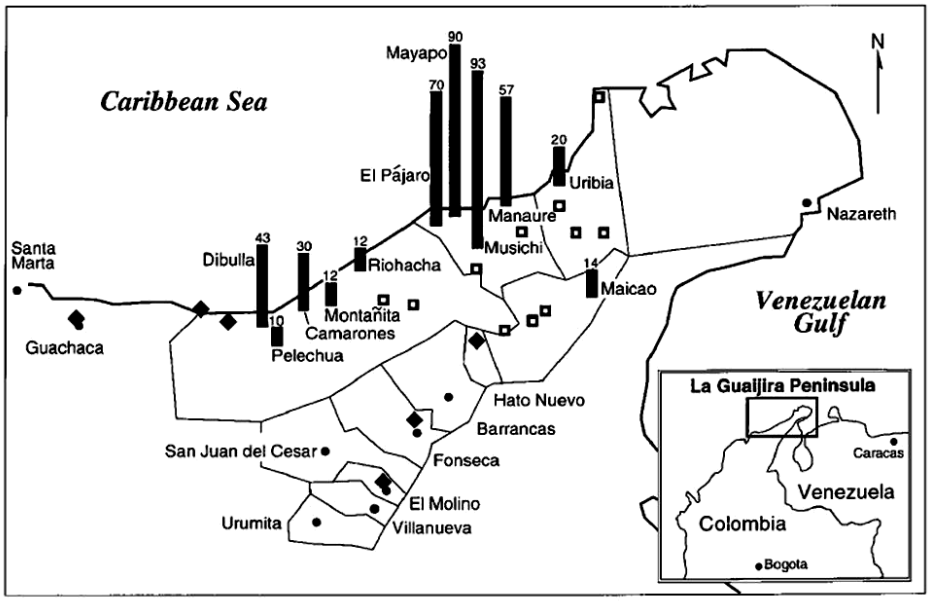


Figura 4. Mapa del departamento de La Guajira, Colombia, mostrando casos de EEV ☐ en equinos y humanos, y tasa de ataque en humanos por municipio, en 1995. La altura de las barras demuestra la tasa de ataque en % ◆ = localidades con reportes de muertes de equinos (Rivas *et al.,* 1997).



Actividades Económicas

Las localidades del municipio de Manaure, según el DANE (2005), están representadas en un 82,6% por la comunidad Wayuu, cuyas actividades económicas se basan en la agricultura, cultivando hortalizas. En el año 2008, se habían reportado 6.850 cabezas de ganado vacuno, 116.383 cabezas de ganado ovino y 240.128 cabezas de ganado caprino. Otras actividades son la minería de sal, gas, yeso, grava y arena; la pesca artesanal y el turismo de sus playas, como Mayapo, el Pájaro y Musichi (CORPOGUAJIRA, 2010).

Caracterización de la Zona de Estudio:

Zona de Vida: En el municipio de Manaure, predomina el Monte Espinoso Subtropical (me-ST), dominado por vegetación xerofítica representada por herbáceas, arbustos espinosos y pocos árboles (CORPOGUAJIRA, 2010).

Clima: El departamento de La Guajira presenta un régimen de precipitaciones de tipo bimodal, con dos períodos húmedos de abril a junio y de septiembre a diciembre. La localidad de Mayapo, ubicada en el municipio de Manaure, presenta una zonificación climática determinada como Cálido Semiárido (c-SA), esta unidad climática, se encuentra distribuida en la Alta Guajira, sobre los municipios de Uribia y Manaure, abarcando aproximadamente el 38,66% de la superficie total del departamento (CORPOGUAJIRA, 2010).

Una de las amenazas naturales del departamento, son los desbordes ocasionales, que ocurren al interior del mismo, específicamente en la planicie de la Media Guajira, en zonas que hacen parte de los municipios de Uribia, Maicao, Manaure y Riohacha, donde se presentan sectores susceptibles a desbordes, conformados principalmente por depósitos de origen aluvial que son surcados por fuentes hídricas de importancia para las poblaciones que allí se ubican (CORPOGUAJIRA, 2010).

3.2 Diseño metodológico

3.2.1 Fase de campo

Para el análisis de las poblaciones de mosquitos, se realizaron las siguientes actividades:

Recolecta de mosquitos con trampas CDC: Las recolecciones se llevaron a cabo desde septiembre del año 2009 hasta agosto del 2012, realizando un total de 14 salidas de campo en 35 días, las cuales se ejecutaron previo aviso de la Secretaría Departamental de Salud de la Guajira, durante las cuales se utilizaron trampas de luz tipo CDC incandescente (CDCi) y ultravioleta (CDCuv), distribuidas en mircrohábitats intra y peridomiciliarios de viviendas localizadas en los hábitats urbano y rural. La instalación de las mismas fue desde las 18:00 hasta las 6:00 horas, obteniendo un esfuerzo de captura de 3900 horas (300 Trampas/13 horas/día). Los adultos capturados se sacrificaban, se preclasificaban y se introducían en viales criogénicos que se rotulaban con el código del formato respectivo de cada trampa por vivienda y se preservaban en hielo seco a -70 °C, luego se transportaban al laboratorio de entomología del Instituto Nacional de Salud, donde se mantenían a la misma temperatura en neveras especiales.

Inspección de criaderos artificiales y naturales: Se les realizó inspección, descripción, recolección y cuantificación total de formas inmaduras de larvas y pupas por recipiente y/o criadero natural infestado (charco natural, temporal y huecos de cangrejo), desde las 08:00 am hasta las 12:00 m, esto con el fin de complementar la captura de especies que habitan en el extra, peri e intradomicilio de las viviendas. Este muestreo solo se realizó en el periodo seco (Junio) y de lluvia (Diciembre) del año 2012.

Método de recolección de larvas y pupas: se emplearon cucharones tipo sopero, redes entomológicas con un aro de aproximadamente 20 cm de diámetro y con un ojo de malla de cinco micras, capturadores bucales que consisten en un tubo acrílico transparente unido a una manguera con un diámetro similar al del tubo, en dicha unión se localiza una malla con ojo muy fino, la cual evita que el mosquito que sea succionado y tragado por el recolector, goteros de pasteur, un plato o tazón de color claro (preferiblemente blanco o amarillo), donde se vertió el material capturado con el cucharón o con la jama o red. Posteriormente se separaron las pupas individualmente en vasos de icopor (poliestireno expandido), recubierto con tela de tul para permitir la eclosión de los

adultos, los cuales fueron sacrificados, empacados y rotulados en viales de 1,5 ml, esto permitió determinar con máxima exactitud la especie. Por otro lado, las larvas se sacrificaron y empacaron en viales rotulados de tapa azul de 1,5 ml, a su vez, dicho material, se guardó en bolsas sello pack rotuladas con marcador indeleble con el código del formato, el cual referenció al criadero inspeccionado.

Obtención de datos climáticos (Precipitación): los valores temperatura en centígrados °C y de milímetros de lluvia por día, semana, mes y año, se solicitaron al IDEAM, específicamente de la estación del aeropuerto de Riohacha a 20 Km de la localidad de Mayapo.

3.2.2 Fase de laboratorio

Determinación Taxonómica: La confirmación taxonómica se llevó a cabo a través de caracteres morfológicos de las especies preclasificadas en campo. Se utilizaron las claves dicotómicas y pictóricas para mosquitos propuestas por Lane (1953), Cova (1966), Adames (1971), González y Carrejo (2009) y con el apoyo de la colección de referencia del Laboratorio de Entomología RNL – INS.

3.3 Diseño de medidas de prevención

Como estrategia de prevención, a partir de los resultados obtenidos, se diseñó una cartilla de fácil entendimiento y uso para la comunidad, en la que se explica el evento, síntomas, cuáles son los factores de riesgo de contraer la enfermedad en la localidad y qué medidas de precaución debe implementar para evitar la transmisión por la picadura de los vectores que allí ocurren.

3.4 Análisis de los datos

3.4.1 Variación de la Composición, y Densidad de Mosquitos

La composición, y densidad poblacional de las especies se analizó a través de tablas de frecuencia, que permitieron evaluar la presencia y ausencia del número de individuos por especie sobre el número de trampas instaladas en cada microhábitat (intra y peridomicilio) y hábitat (urbano y rural), en cada tiempo muestreado. El comportamiento

de los mosquitos en el tiempo, se analizó mediante histogramas combinados de variación de la densidad de cada especie versus los milímetros de lluvia acumulados durante 15 días para cada día muestreado.

Se realizaron pruebas de Kolmogorov Smirnov para determinar distribución normal, como no se presentó dicha distribución, se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis para determinar diferencias estadísticas significativas entre las de medianas de las densidades de los hábitats y mircrohábitats con el apoyo del programa Statgraphics Centurion XVI.I.

3.4.2 Metodología Estadística

Teniendo como punto de partida los días en los que se realizó el muestreo para parear la información de la temperatura y la precipitación con los datos entomológicos, se tomaron las variables meteorológicas de 15 días: Temperatura promedio y milímetros de lluvia acumulados, esto porque el muestreo se realizó sobre mosquitos y las especies incluidas en este estudio requirieron de la presencia de agua y probablemente de un tiempo no mayor a 15 días para completar su ciclo de vida hasta llegar a adulto. Una vez realizados estos cálculos se parearon en una sola matriz con los datos entomológicos correspondientes.

Inicialmente, se corrió una prueba de correlación de Pearson (r), entre la densidad de cada especie de insecto recolectado y las variables meteorológicas. Todas las abundancias de las especies que presentaron relación con las variables climáticas se ajustaron al modelo de regresión cuadrática de la forma:

Número de insectos/trampa = b_0 + b_1 (Variable climática) + b_2 (Variable climática)^2

En donde,

b_0: Constante de la recta de regresión.

b_1: tasa inicial de cambio de la abundancia de la especie involucrada.

b_2: tasa final de cambio de la abundancia de la especie involucrada.

3.5 Consideraciones éticas

Este proyecto no contempló manipular animales, ni exponer a la población a riesgos que atentaran contra la salud, la integridad física, ni cultural de los habitantes del área estudiada. Para colocar las trampas en el intradomicilio se pidió el consentimiento informado a los habitantes de las viviendas. El proyecto en general fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud.

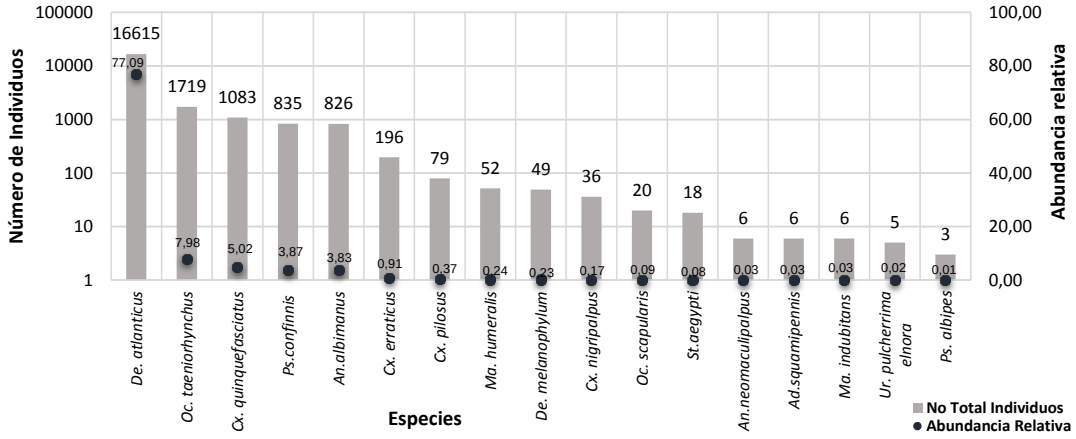
4. Resultados

4.1 Análisis General

Metodología CDC: Composición y Abundancia

De acuerdo con las inspecciones realizadas en los hábitats urbano y rural de la localidad de Mayapo, se recolectó tanto en el intradomicilio como en el peridomicilio un total de 21.554 mosquitos, distribuidos en dos subfamilias, nueve géneros y 17 especies, de las cuales el 98.7% del inventario estuvo representado por las especies: *Deinocerites atlanticus* (Adames, 1971), con 16.615 individuos, abarcando el 77.09% de lo observado, seguida de *Oc. taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821) con 1.719 (7.98%), *Cx. quinquefasciatus* (Say, 1823) con 1083 (5.02%), *Ps. confinnis* (Lynch Arribálzaga, 1891), con 835 (3.87%), *An. albimanus* (Wiedemann, 1820) con 826 (3.83%) y *Cx. (Mel) erraticus* (Dyar & Knab, 1906) con 196 (0.91%) respectivamente. El 1.30% restante, corresponde a 11 especies que a lo largo de todo el tiempo muestreado, presentaron valores de abundancia inferiores a 80 individuos abarcando porcentajes inferiores al uno por ciento (Figura 5 y Tabla 1).

Figura 5. Gráfico de la variación del número de individuos (Escala logarítmica) y abundancia relativa (Escala normal), de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) de la localidad de Mayapo.

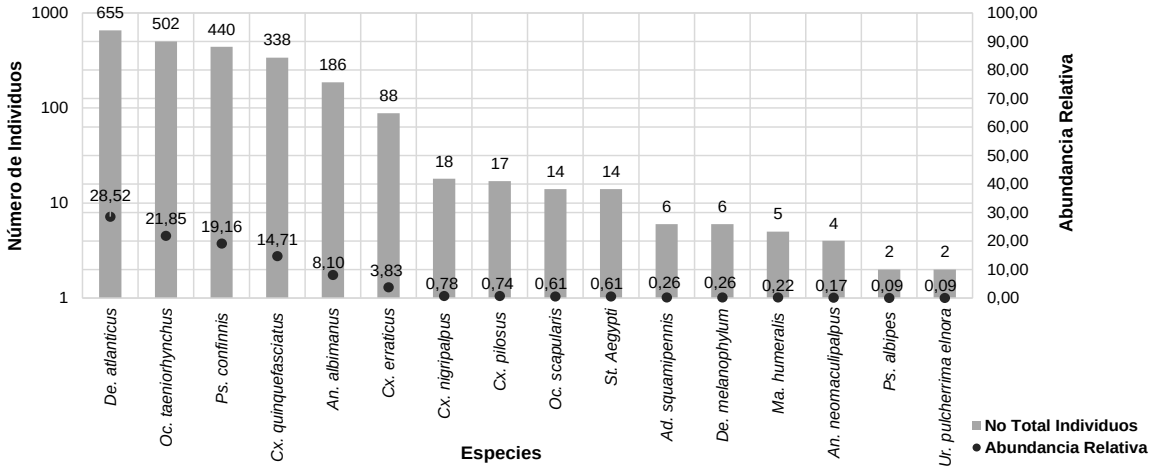


4.2 Análisis por hábitat

4.2.1 Hábitat Urbano

Se recolectó un total de 2.297 individuos, observando 16 de las 17 especies identificadas para el estudio, determinando que el 96.17% de la abundancia, estuvo dominada por *De. atlanticus* con 655 ejemplares, (28.52%), seguida de *Oc. taeniorhynchus* con 502 (21.85%), *Ps. confinnis* con 440 (19.16%), *Cx. quinquefasciatus* con 338 (14.71%), *An. albimanus* con 186 (8.10%) y *Cx. (Mel) erraticus* con 88 (3.83%), respectivamente, las 10 especies restantes evidenciaron valores inferiores a 20 individuos, abarcando porcentajes inferiores a uno (Figura 6 y Tabla 2).

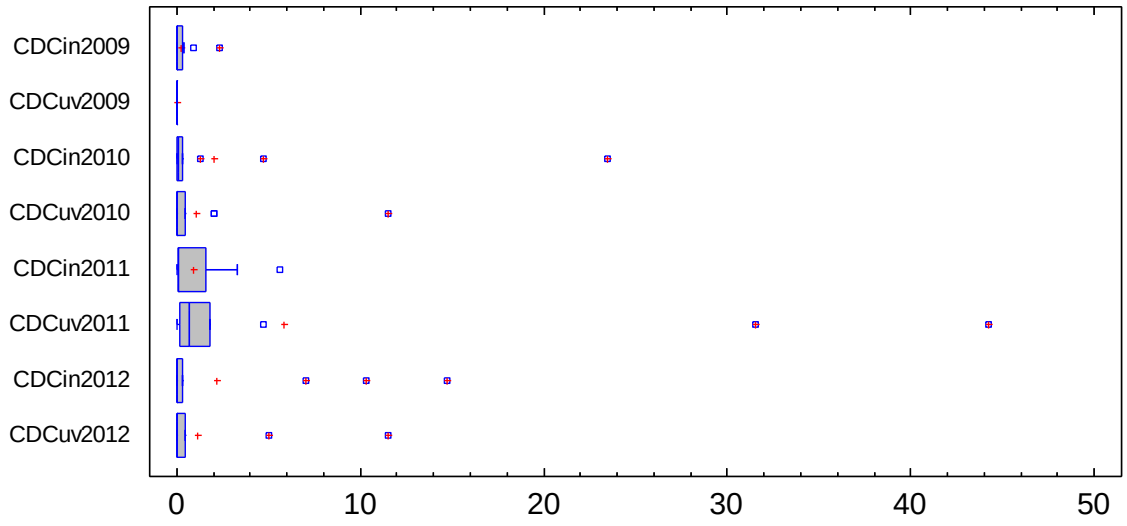
Figura 6. Gráfico de la variación del número de individuos (Escala logarítmica) y abundancia relativa (Escala normal), de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) recolectados en el ***hábitat urbano*** de la localidad de Mayapo.



Intradomicilio: Durante los cuatro años de muestreo realizados, fueron recolectados 1482 ejemplares distribuidos en 15 especies, dominando: *De. atlanticus* con 535 individuos (36,10%), seguido de *Oc. taeniorhynchus* con 336 (22.67%), *Ps. confinnis* con 231 (15.59%) y *Cx. quinquefasciatus* con 205 (13.83%), (Tabla 2). Analizando las técnicas de recolecta, la trampa CDCi, aportó 892 individuos, evidenciando una riqueza de 14 especies, de las cuales, *De. atlanticus* fue quien dominó el inventario con 504 especímenes y *Cx. quinquefasciatus* con 170 (Tabla 2). La CDCuv, aportó 590 individuos distribuidos en 12 especies, siendo *Oc. taeniorhynchus* la más abundante con 267 seguida de *Ps. confinnis* con 189 respectivamente (Tabla 2). Teniendo en cuenta los

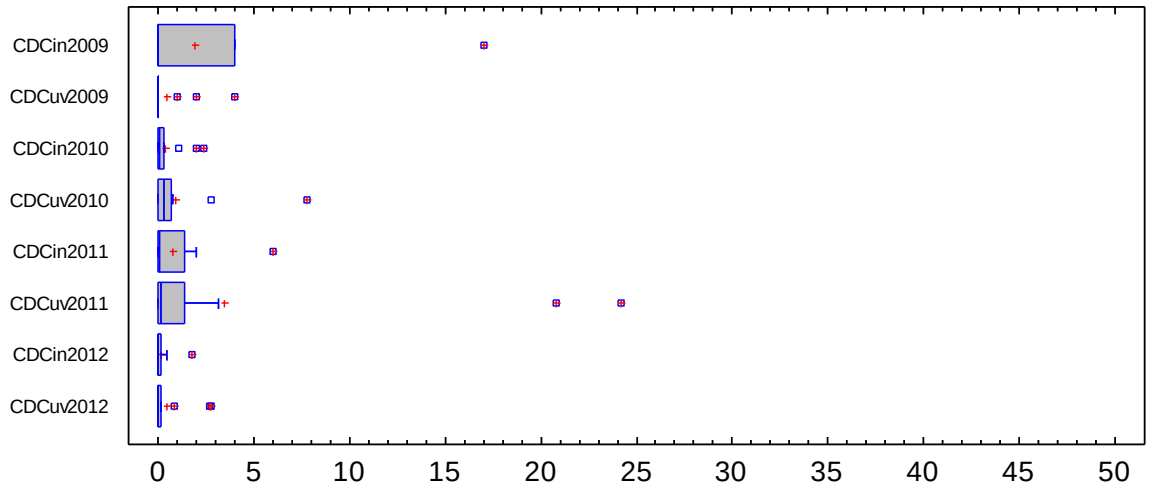
resultados de las trampas utilizadas, la prueba de Kruskal-Wallis determinó diferencias estadísticas altamente significativas entre las medianas de la densidad de mosquitos recolectados con ambos métodos (P<0,01), durante los años evaluados (Figura 7 y Tabla 3).

Figura 7. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de la densidad de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *intradomicilios urbanos* durante los años 2009 al 2012.



Peridomicilio: en este microhábitat fueron recolectados 815 mosquitos, distribuidos en 14 especies, observando a *Ps. confinnis* con 209 individuos (25.64%), seguida de *Oc. taeniorhynchus* con 166 (20.37%), respectivamente (Tabla 2). De acuerdo con los métodos de recolección, el análisis arrojó que la CDCuv aportó 487 individuos en 13 especies, dominando: *Ps. confinnis* con 124 y *Oc. taeniorhynchus* con 115 (Tabla 2). El método CDCi obtuvo 328 ejemplares con una riqueza de 12 especies, evidenciando nuevamente que *Ps. confinnis* fue la más abundante con 85 individuos, seguida de *An. albimanus* con 67 y *De. atlanticus* con 58 (17.58%) (Tabla 2). La prueba de Kruskal-Wallis evidenció que no hubo diferencias estadísticas significativas (P>0,05), durante los años evaluados (Figura 8 y Tabla 4).

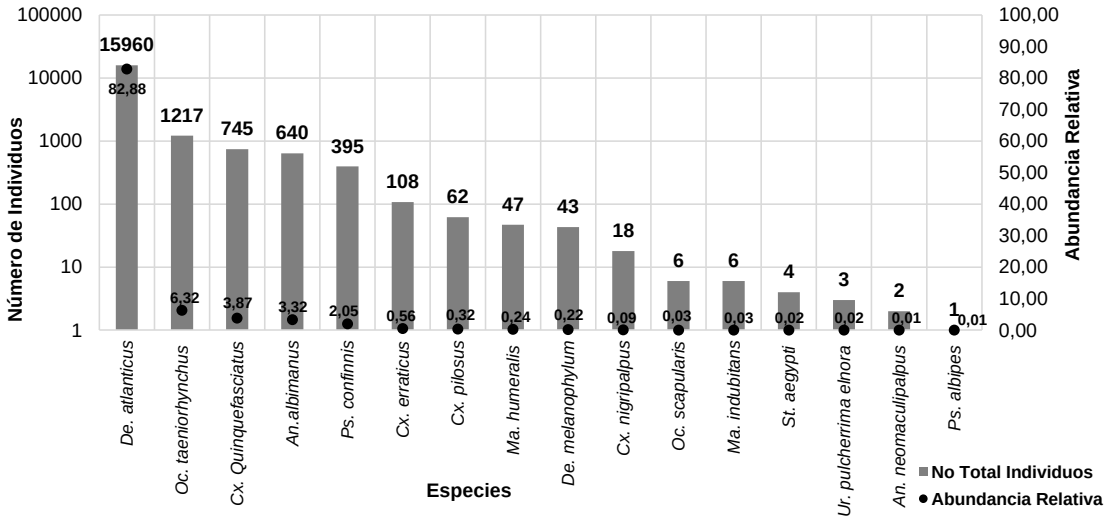
Figura 8. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de la densidad de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *peridomicilios urbanos* durante los años 2009 al 2012.



4.2.2 Hábitat Rural

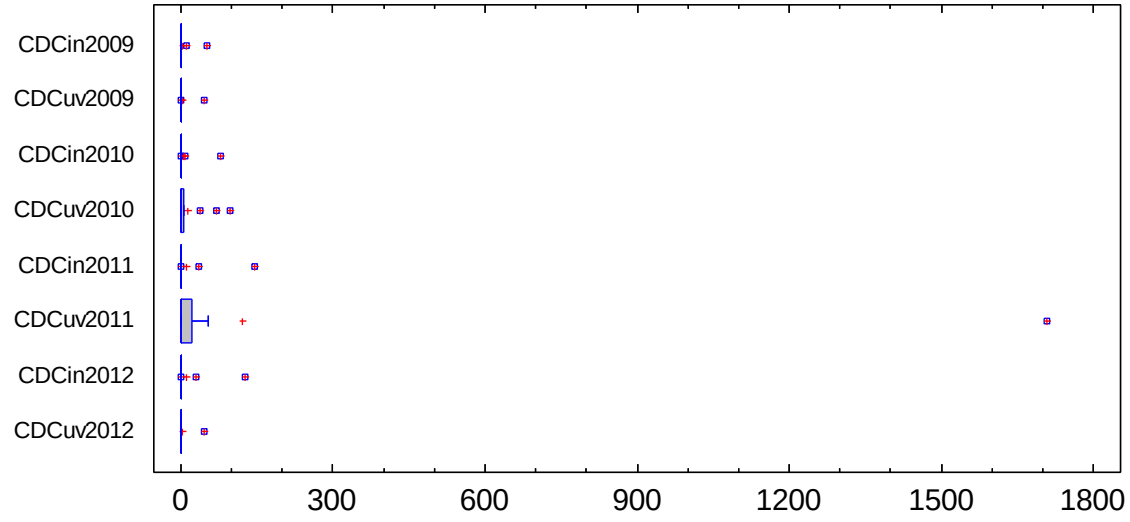
Se recolectó un total de 19.257 individuos, observando 16 de las 17 especies identificadas para el estudio, determinando que el 82.88% de la abundancia, estuvo dominada por *De. atlanticus* con 15.960 ejemplares del total del inventario, otras especies medianamente abundantes fueron: *Oc. taeniorhynchus* con 1217 (6.32%), *Cx. quinquefasciatus* con 745 (3.87%), *An. albimanus* con 640 (3.32%) y *Ps. confinnis* con 395 (2.05%), las 11 especies restantes abarcaron porcentajes inferiores a uno (Figura 9 y Tabla 5).

Figura 9. Gráfico de la variación del número de individuos (Escala logarítmica) y abundancia relativa (Escala normal), de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) recolectados en el *hábitat rural* de la localidad de Mayapo.



Intradomicilio: se observó un total 8.861 ejemplares distribuidos en 12 especies, dominando: *De. atlanticus* con 7.350 individuos (82,95%) y presentando valores medios: *Oc. taeniorhynchus* con 893 (10.08%), *An. albimanus* con 346 (3.90 %) y *Cx. quinquefasciatus* con 152 (1.72%) (Tabla 5). La técnica CDCi aportó 5.301 individuos, evidenciando una riqueza de 11 especies, de las cuales, *De. atlanticus* fue quien dominó el inventario con 4.364 especímenes y *Oc. taeniorhynchus* con 889 (Tabla 5). La CDCuv atrajo 3.560 individuos distribuidos en nueve especies, siendo *De. atlanticus* la más abundante con 2.986, seguida de *An. albimanus* con 346 respectivamente (Tabla 5). Las medianas de las densidades de las especies con base en las técnicas aplicadas durante los años evaluados, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas significativa (P=0,01), (Figura 10 y Tabla 6).

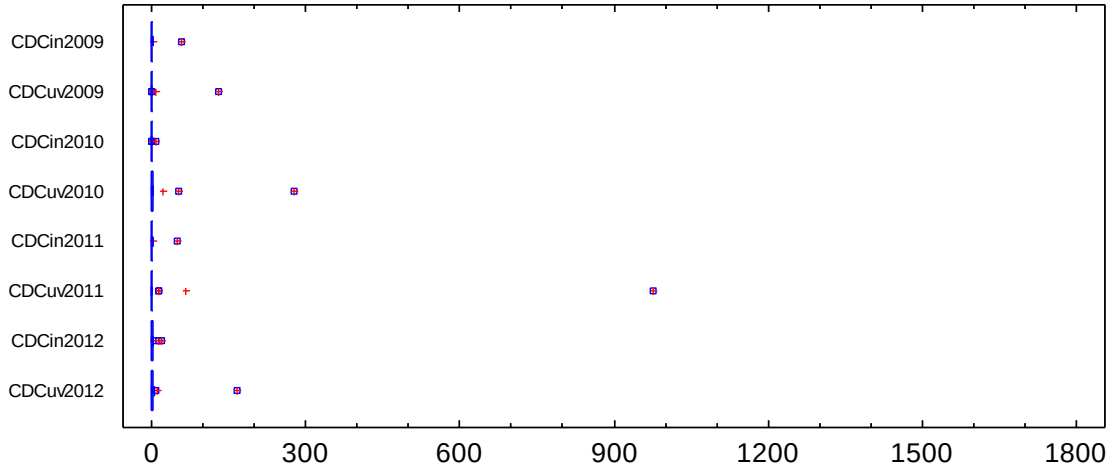
Figura 10. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de la densidad de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *intradomicilios rurales* durante los años 2009 al 2012.



Peridomicilio: este microhábitat presentó un total 10.396 ejemplares, distribuidos en 14 especies, siendo *De. atlanticus* la más representativa con 8.610 individuos (82,82%), con valores medios: *Cx. quinquefasciatus* con 593 (5.71%), *Ps. confinnis* con 388 (3.73%), *Oc. taeniorhynchus* con 324 (3.12 %) y *An. albimanus* con 294 (2.83%), (Tabla 5). La técnica CDCuv fue la que más individuos atrajo, aportando al inventario 7.421 ejemplares, contribuyendo con nueve especies, de las cuales, *De. atlanticus* fue quien dominó el inventario con 6.878 especímenes y *Cx. quinquefasciatus* con 377 (Tabla 5).

La CDCi recolectó 2975 individuos distribuidos en 14 especies, de las cuales *De. atlanticus* fue la más abundante con 1.732, seguida de *Ps. confinnis* con 376*, Oc. taeniorhynchus* con 295, *An. albimanus* con 271 y *Cx. quinquefasciatus* con 216 respectivamente (Tabla 5), la prueba de Kruskal-Wallis al comparar las medianas de las densidades de las especies con base en las técnicas aplicadas durante los años evaluados, no mostró diferencias estadísticas significativas (P>0,05), (Figura 11 y Tabla 7).

Figura 11. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de los mosquitos recolectados con los métodos CDC incandescente (CDCin) y ultravioleta (CDCuv) en los *peridomicilios rurales* durante los años 2009 al 2012.



4.3 Variación temporal de las especies de mosquitos más abundantes y vectoras y su correlación con las precipitaciones y la temperatura en la localidad de Mayapo durante los años 2009 al 2012.

A continuación se presenta un análisis por especie, teniendo en cuenta la variación de las densidades del número de individuos sobre el número de trampas instaladas por día de muestreo y su correlación con las precipitaciones y la temperatura (Anexo A), (días acumulados: 15 anteriores a cada día evaluado), durante los años 2009 al 2012, en la localidad de Mayapo.

4.3.2 *Deinocerites atlanticus* Adames, 1971

Esta especie presentó la mayor abundancia con 16.615 individuos, mayor preferencia por el hábitat rural con baja densidad a nivel urbano, infestando los intra y peridomicilios

inspeccionados, observando que el análisis de comparación de las medianas entre los microhábitats por cada hábitat mostró diferencias estadísticas significativas (P<0,05), (Figura 12). De acuerdo con la variación estacional, se evidenciaron picos muy altos en períodos secos o con muy bajas precipitaciones y descensos en periodos con valores altos de lluvias (Figura 13). No evidenciando relación entre la variación de la densidad de los individuos con la precipitación acumulada (r = -0,40), pero si con la temperatura promedio (r = 0,96) (Figura 14 y Tabla 8).

Figura 12. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *De. atlanticus* en los microhábitats intradomiciliarios y peridomiciliarios en los hábitats urbano y rural.

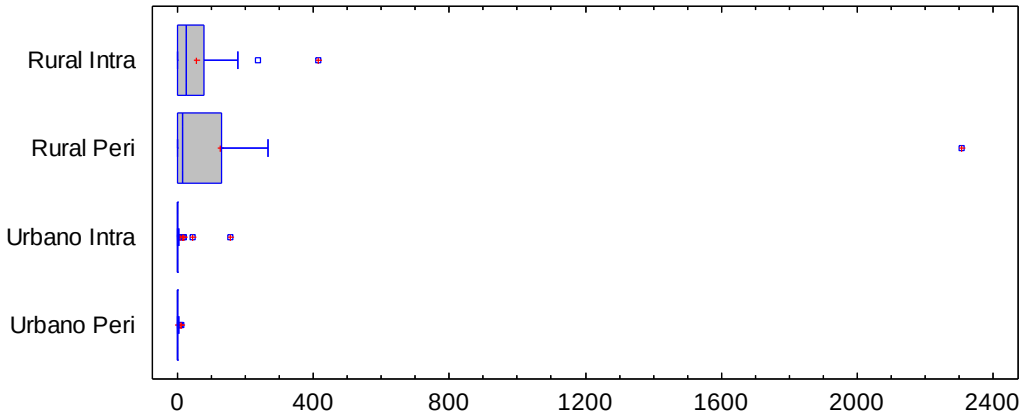


Figura 13. Gráfico de la variación de la densidad del número de individuos de *De. atlanticus* por hábitat (rural y urbano), microhábitat (intradomicilio y peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación, en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.

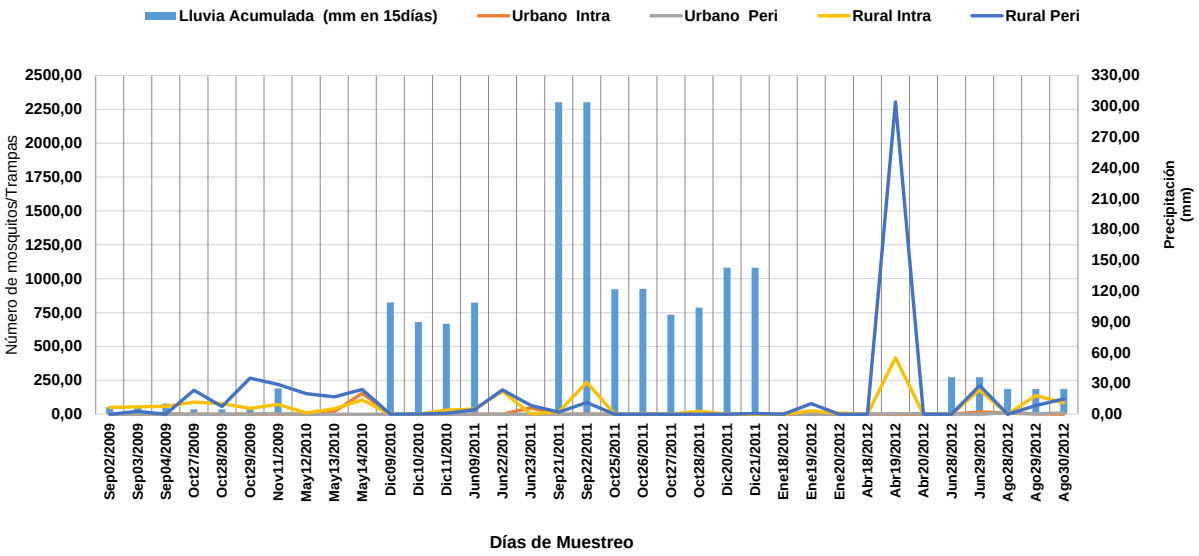
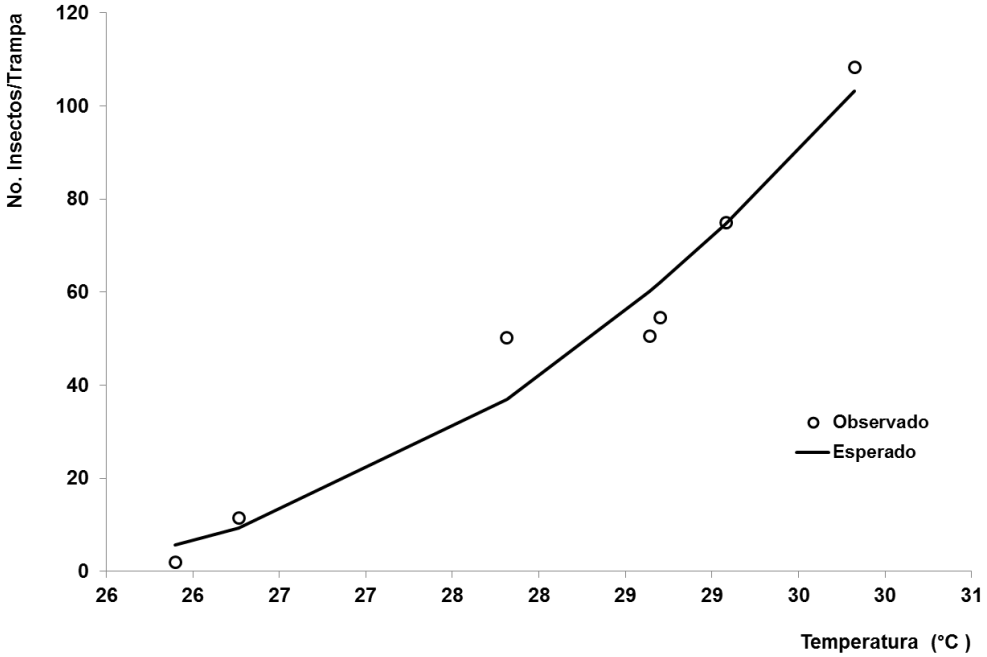


Figura 14. Relación entre la temperatura promedio acumulada en 15 días y la densidad de *Deinocerites atlanticus* (**r = 0.96**)



4.3.2 *Ochlerotatus (Culicelsa) taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821)

De esta especie fueron recolectados 1.719 individuos, siendo la segunda más abundante, presente en los intra y peridomicilios de ambos hábitats, observando sus máximos valores a nivel rural (Figura 15). Las medianas de las densidades entre los hábitats no mostraron diferencias estadísticas significativas (P>0,05) (Figura 16). De acuerdo con el comportamiento estacional, se observó que en los meses de octubre y noviembre, según los métodos de captura utilizados, presentó aumento de sus densidades hacia los períodos más húmedos y descensos hacia los períodos secos. No se evidenció relación con la variable de las precipitaciones (r = 0,33), ni con la temperatura promedio (r = 0,04) (Tabla 8).

Figura 15. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Oc. taeniorhynchus* en los microhábitats intradomiciliarios y peridomiciliarios en los hábitats urbano y rural.

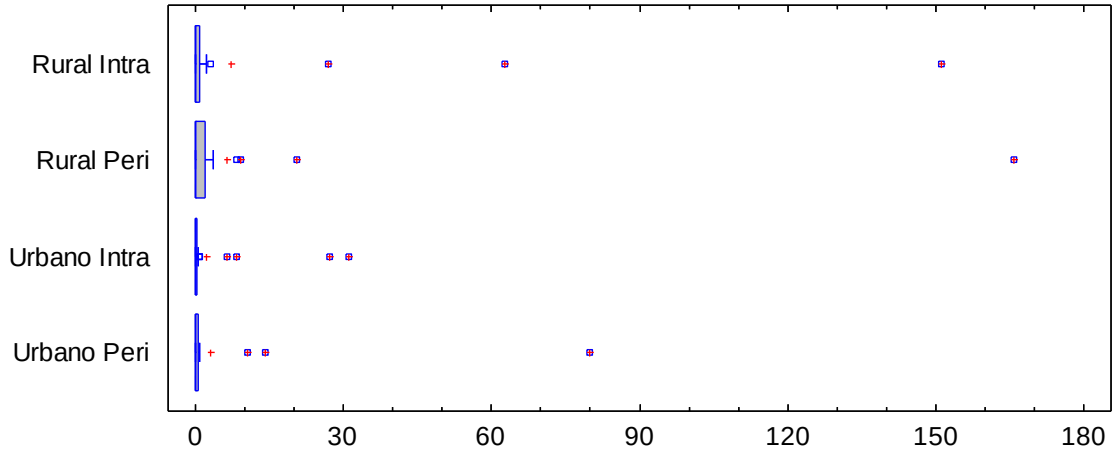
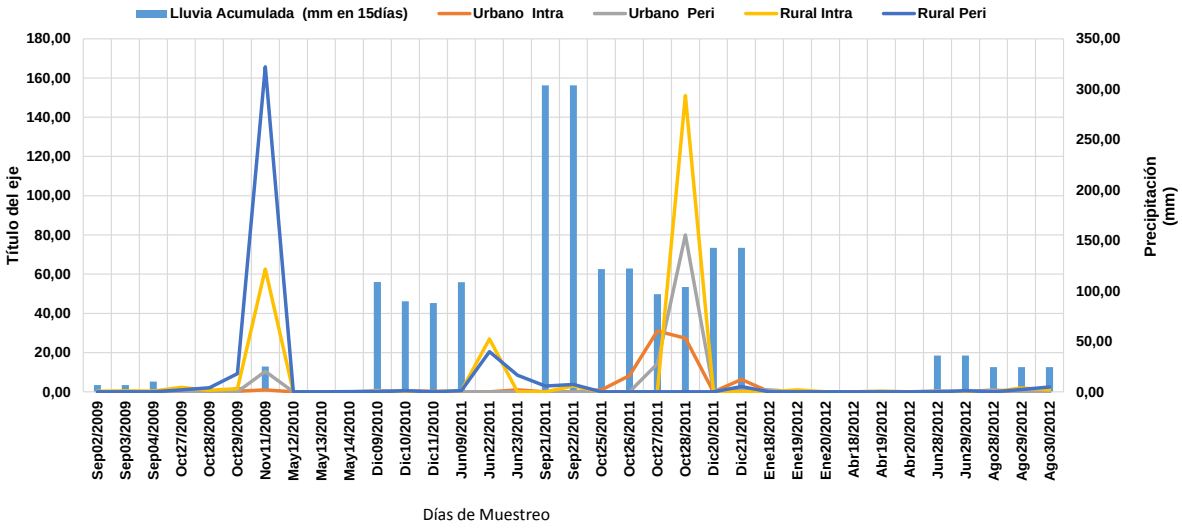


Figura 16. Gráfico de la variación de la densidad de adultos de *Oc. taeniorhynchus* por hábitat (rural y urbano), microhábitat (intradomicilio y peridomicilio) y su relación con la variación de los valores precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.



4.3.3 *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say, 1823

Se observó una abundancia de 1.083 individuos, con presencia en ambos microhábitats, pero con mayor tendencia hacia el área rural, sin embargo el análisis de comparación de las medianas de sus densidades no evidenció diferencias estadísticas significativas entre los mismos (P>0,05) (Figura 17). La variación estacional mostró picos de abundancia hacia los meses de diciembre y enero, cuando las precipitaciones inician sus descensos,

dando paso al período seco (Figura 18). Teniendo en cuenta el modelo de regresión, no se evidenció relación con la precipitación acumulada (r = -0,22), ni con la temperatura promedio de la localidad (r = -0,74) (Tabla 8).

Figura 17. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Cx. quinquefasciatus* en los microhábitats intradomiciliarios y peridomiciliarios en los hábitats urbano y rural.

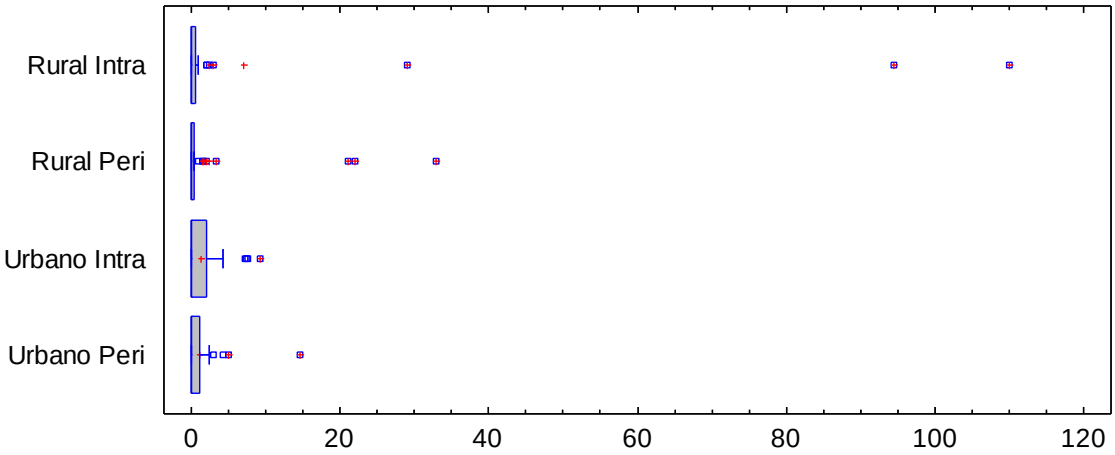
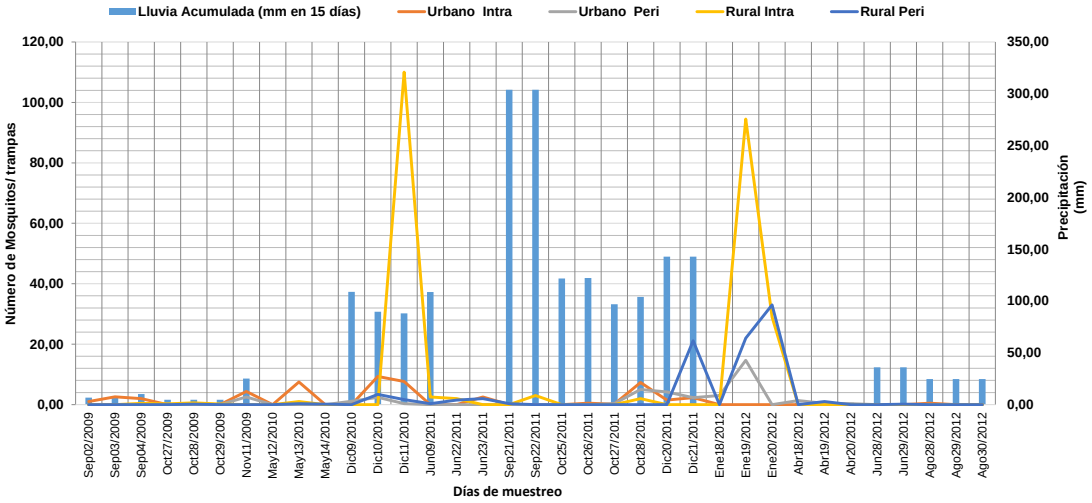


Figura 18. Gráfico de la variación de la densidad de adultos de *Cx. quinquefasciatus* por hábitat (rural y urbano), microhábitat (intradomicilio y peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.



4.3.4 *Psorophora* (*Grabhamia*) *confinnis* (Lynch Arribálzaga, 1891)

Un total de 835 individuos conformaron la abundancia de esta especie, la cual estuvo presente en todos los escenarios y sus microhábitats, evidenciando picos en los peridomicilios de ambos hábitats y un pico máximo en intradomicilios urbanos (Figura 20), observando que el análisis de comparación de las medianas de las densidades de adultos demostró que no hubo diferencias estadísticas significativas (P>0,05), (Figura 19). La variación estacional de esta especie evidenció durante el tiempo muestreado que aumenta sus abundancias durante los meses de noviembre y diciembre. El modelo de regresión ajustado demostró que hubo correlación directa de las densidades de la especie con el aumento de las precipitaciones (r=0,99) (Figura 21), pero ninguna relación con la temperatura promedio (r=-0,58) (Tabla 8).

Figura 19. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Ps. confinnis* en los microhábitats intradomiciliarios y peridomiciliarios en los hábitats urbano y rural.

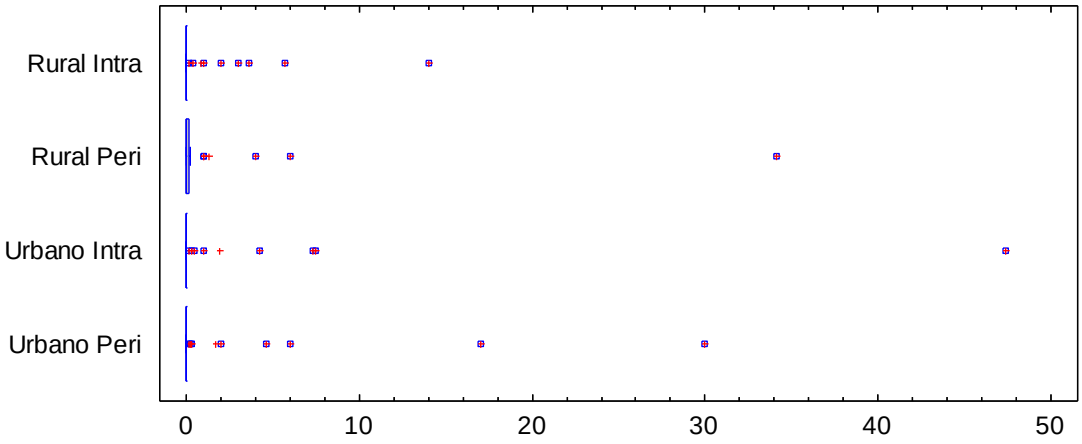


Figura 20. Gráfico de la variación la densidad de adultos de *Ps. confinnis* por hábitat (rural y urbano), microhábitat (intradomicilio y peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.

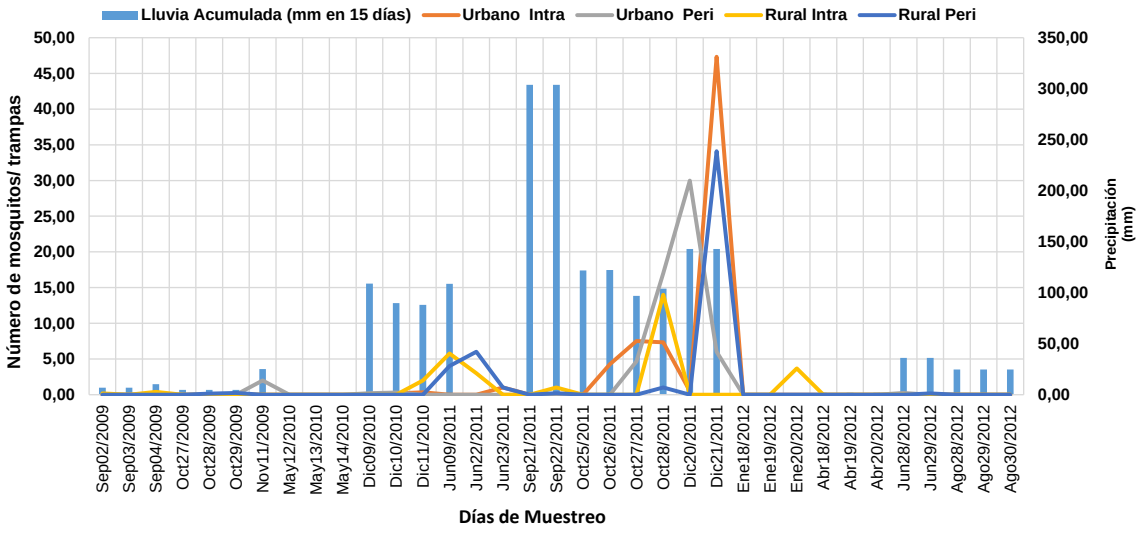
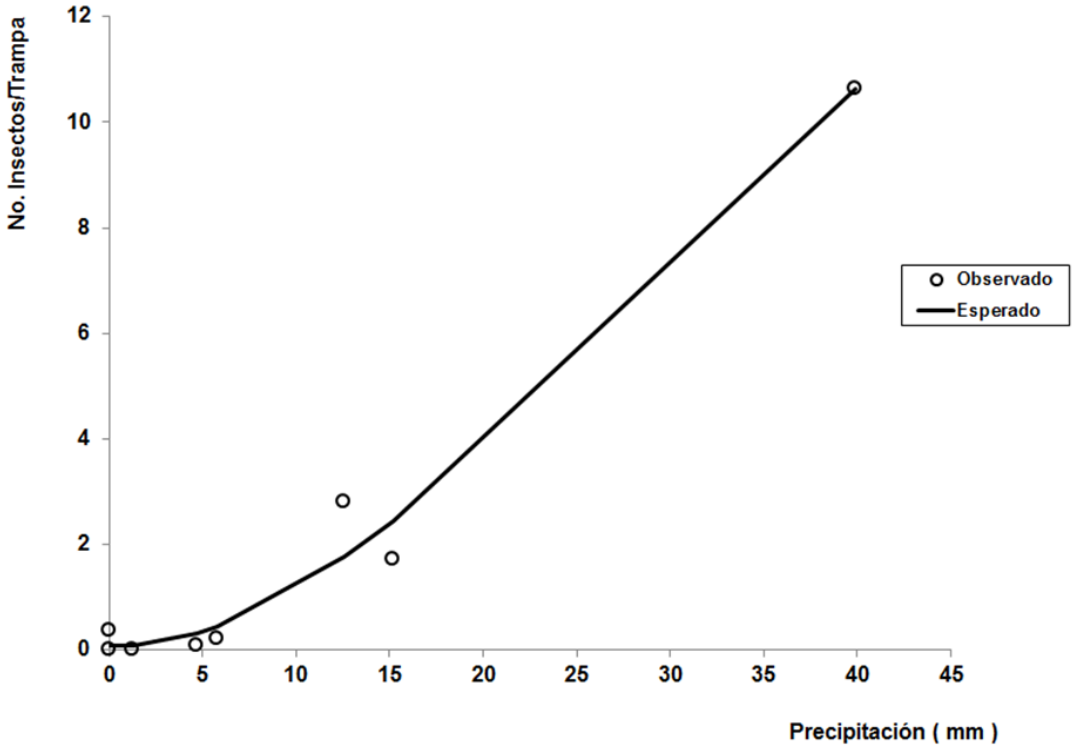


Figura 21. Relación entre los milímetros acumulados de precipitación en 15 días y la densidad de *Psorophora confinnis* (**r=0.99**)



4.3.5 *Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus* Wiedemann, 1820

Con una abundancia de 826 individuos, *An. albimanus* fue observado en ambos microhábitats muestreados, infestando más los intradomicilios rurales y con bajas densidades en el área urbana no evidenciándose diferencias estadísticas significativas (P>0,05), (Figura 22). El comportamiento estacional de la especie, presentó aumento de sus abundancias en los periodos húmedos durante el mes de diciembre (Figura 23). El modelo de regresión aplicado demostró una relación directa de las densidades del vector con las precipitaciones (r = 0,97) (Figura 24), mas no asociación con la temperatura promedio (r=-0,66) (Tabla 8). Observando un comportamiento parecido al de *Ps. confinnis*.

Figura 22. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *An. albimanus* en los microhábitats intradomiciliarios y peridomiciliarios en los hábitats urbano y rural.

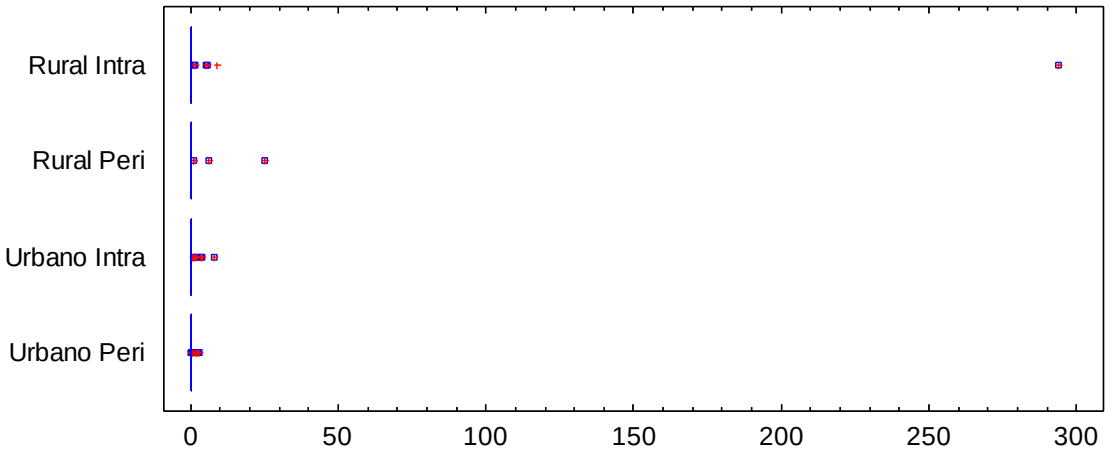


Figura 23. Gráfico de la variación del número de adultos de *An. albimanus* por hábitat (rural y urbano), microhábitat (intradomicilio y peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.

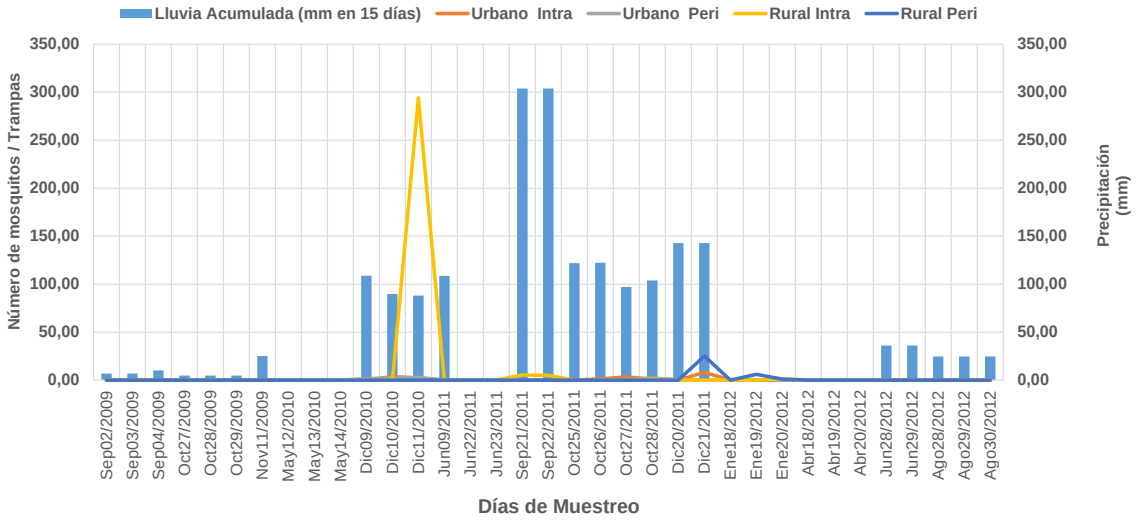
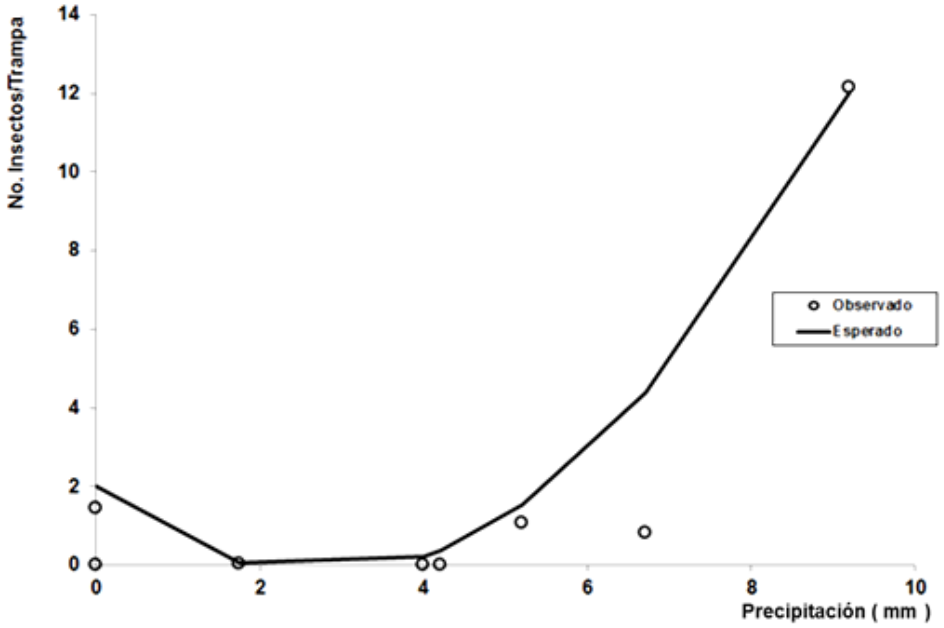


Figura 24. Relación entre los milímetros acumulados de precipitación en 15 días y la densidad de *Anopheles albimanus* (r=0.97).



4.3.6 *Culex (Melanoconion) erraticus* (Dyar & Knab, 1906)

Esta especie fue observada con una abundancia de 196 individuos a lo largo del tiempo muestreado, presente en ambos microhábitats en las áreas evaluadas, con mayores valores en el peridomicilio rural, no evidenciándose diferencias estadísticas significativas entre los microhábitats de las áreas inspeccionadas (P>0,05), (Figura 25). Su variación estacional no fue de fácil descripción debido a la poca información obtenida con los métodos de recolecta aplicados, sin embargo, se observó su presencia a inicios de lluvias en los meses de junio, presentando descensos hacia los picos máximos de precipitación de septiembre a comienzos de diciembre (Figura 26). Debido a la poca información obtenida de esta especie, no fue posible evaluar si existía una correlación con las precipitaciones y la temperatura de la localidad.

Figura 25. Gráfico de cajas y bigotes, en cual se comparan las medianas de las densidades de adultos de *Cx.* (*Mel*) *erraticus* en los microhábitats intradomiciliarios y peridomiciliarios en los hábitats urbano y rural.

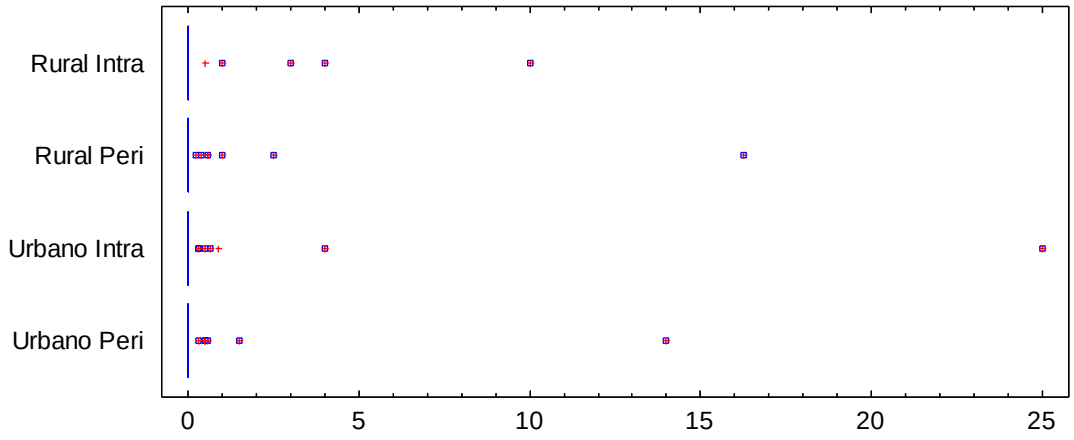
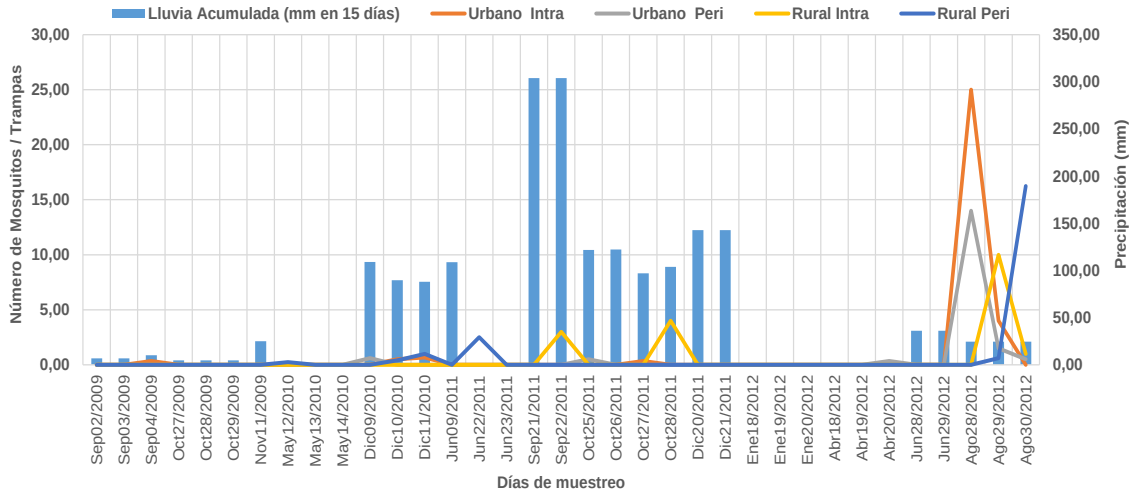


Figura 26. Gráfico de la variación del número de adultos de *Cx.* (*Mel*) *erraticus* por hábitat (rural y urbano), microhábitat (intradomicilio y peridomicilio) y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.



4.3.7 Especies con densidades muy bajas

Con base en el análisis de las densidades del número de individuos/trampas por cada hábitat inspeccionado, se determinaron 11 especies cuyos valores se observaron por debajo de 20. Teniendo en cuenta que fueron cuatro años de muestreo, en este estudio han sido categorizadas como esporádicas, accidentales o raras y su análisis sólo pudo hacerse descriptivo evaluando solamente su presencia a nivel de hábitat a través de histogramas sencillos. Éstas en orden de mayor a menor abundancia fueron: *Cx. (Mel) pilosus* (Dyar & Knab, 1906), *Ma. (Man) humeralis* (Dyar & Shannon, 1916), *De. melanophylum* Dyar & Knab, 1907, *Cx.* (*Cux*) *nigripalpus* Theobald, 1901, *Oc. (Och) scapularis* (Rondani, 1848), *St.* (*Stg*) *aegypti* (Linnaeus, 1762), *Ma*. (*Man*) *indubitans* Dyar & Shannon, 1925, *An.* (*Ano*) *neomaculipalpus* Curry, 1931, *Aedeomyia* (*Aedeomyia*) *squamipennis* (Lynch Arribalzaga, 1878), *Uranotaenia* (*Uranotaenia*) *pulcherrima* Lynch Arribálzaga, 1891 y *Ps.* (*Janthinosoma*) *albipes* (Theobald, 1907).

En ambos hábitats la mayor densidad la presentó *Cx. (Mel) pilosus*, la cual fue recolectada hasta el año 2010, las demás especies evidenciaron su ocurrencia en periodos húmedos, pero con densidades muy bajas, observando un solapamiento entre ellas (Figuras 27 y 28).

Figura 27. Gráfico de la variación de la densidad de las especies de mosquitos esporádicas, accidentales y/o raras por hábitat urbano y su relación con la variación de los valores de precipitación en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.

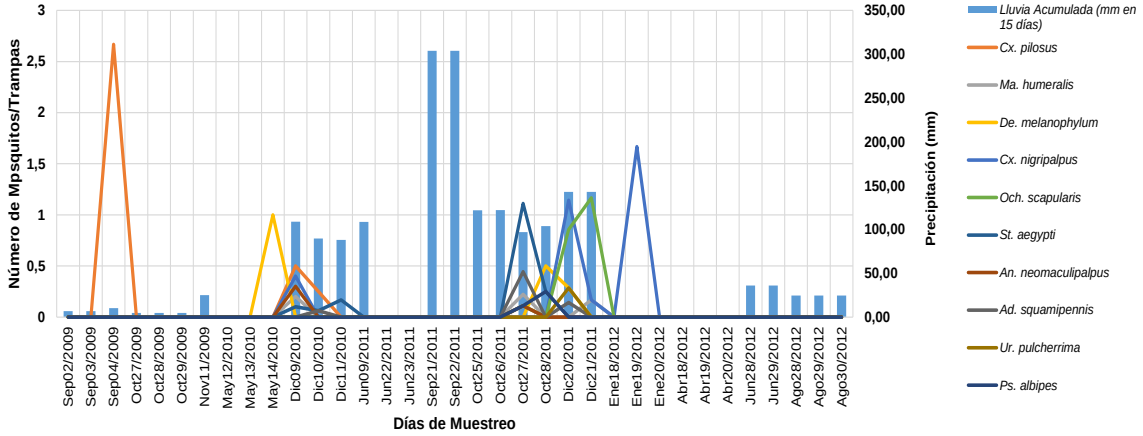


Figura 28. Gráfico de la variación de la densidad de las especies esporádicas, accidentales y/o raras por hábitat rural, y su relación con la variación de los valores de precipitación, en milímetros de lluvia acumulados 15 días antes de cada recolecta.

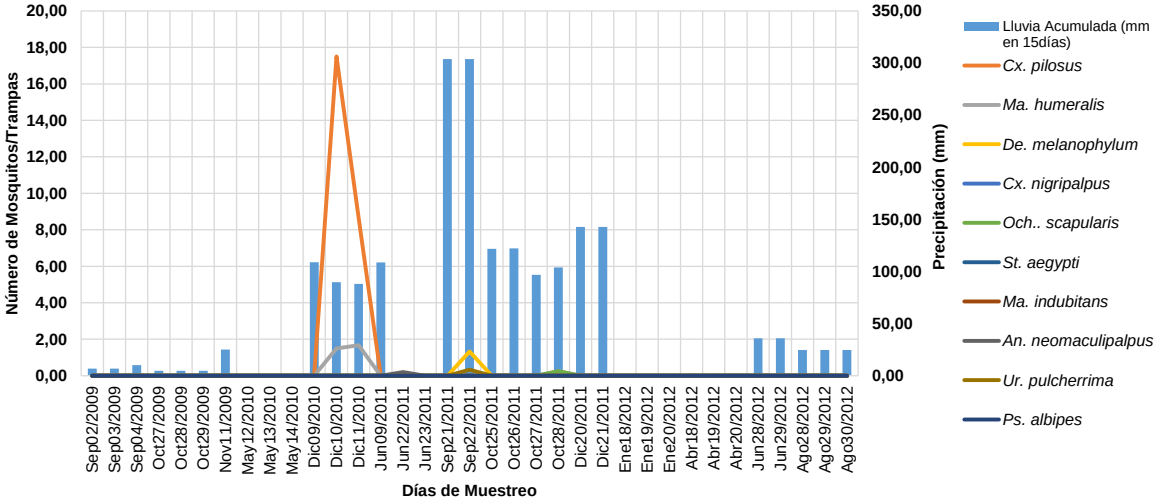


Tabla 1. Composición, número de individuos y abundancia relativa de la comunidad de mosquitos (Diptera: Culicidae), recolectados mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en microhábitats **intra** y **peri**domiciliarios de los hábitats urbano y rural de la localidad de Mayapo (La Alta Guajira).

SUBFAMILIAS	GÉNEROS	SUBGÉNEROS	ESPECIES	URBANO				RURAL				No Total Individuos	Abundancia Relativa
				Intra		Peri		Intra		Peri			
				CDCi	CDCuv	CDCi	CDCuv	CDCi	CDCuv	CDCi	CDCuv		
Anophelinae Grassi, 1900	*Anopheles* Meigen, 1818	*Anopheles* (Meigen, 1818)	*An.* (*Ano.*) *neomaculipalpus* Curry, 1931	1	0	0	3	0	0	2	0	6	0,03
		Nyssohrynchus (Blanchard, 1902)	*An.* (*Nys.*) *albimanus* Wiedemann, 1820	31	32	67	56	1	345	271	23	826	3,83
Culicinae Meigen, 1818	*Aedeomyia* Theobald, 1901	*Aedeomyia* (Theobald, 1901)	*Ad.* (*Ady.*) *squamipennis* (Lynch Arribalzaga, 1878)	1	4	0	1	0	0	0	0	6	0,03
	Ochlaerotatus Lynch Arribalzaga, 1891	*Ochlaerotatus* (Lynch Arribalzaga 1891)	*Oc.* (*Och.*) *scapularis* (Rondani, 1848)	2	5	1	6	1	0	5	0	20	0,09
		Culicelsa (Felt)	*Oc.* (*Cul.*) *taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821)	69	267	51	115	889	4	295	29	1719	7,98
	Psorophora Robineau-Desvoidy, 1827	*Grabhamia* (Theobald, 1903)	*Ps.* (*Gra.*) *confinnis* (Lynch Arribalzaga, 1891)	42	189	85	124	5	2	376	12	835	3,87
		Janthinosoma (Lynch Arribálzaga, 1891)	*Ps.* (*Jan.*) *albipes* (Theobald, 1907)	2	0	0	0	1	0	0	0	3	0,01
	Stegomyia Theobald, 1901	*Stegomyia* (Theobald, 1901)	*St.* (*Stg.*) *aegypti* (Linnaeus, 1762)	3	10	1	0	3	0	1	0	18	0,08
	Culex Linnaeus, 1758	*Culex* (Linnaeus, 1758)	*Cx.* (*Cux.*) *nigripalpus* Theobald, 1901	0	3	9	6	0	0	18	0	36	0,17
			Cx. (*Cux*) *quinquefasciatus* Say, 1823	170	35	46	87	8	144	216	377	1083	5,02
		Melanoconion (Theobald, 1903)	*Cx.* (*Mel.*) *erraticus* (Dyar & Knab, 1906)	51	11	3	23	0	6	12	90	196	0,91
			Cx. (*Mel.*) *pilosus* (Dyar & Knab, 1906)	10	0	5	2	1	61	0	0	79	0,37
	Deinocerites Theobald, 1901		*De. atlanticus* Adames, 1971	504	31	58	62	4364	2986	1732	6878	16615	77,09
			De. melanophylum Dyar & Knab, 1917	5	1	0	0	26	4	5	8	49	0,23
	Mansonia Blanchard, 1901	*Mansonia* (Blanchard, 1901)	*Ma.* (*Man.*) *humeralis* (Dyar & Shannon, 1916)	1	2	1	1	2	8	34	3	52	0,24
			Ma. (*Man.*) *indubitans* Dyar & Shannon, 1925	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0,03
	Uranotaenia Neveu-Lemaire, 1902	*Uranotaenia* (Lynch Arribálzaga, 1891)	*Ur.* (*Ura.*) *pulcherrima* Lynch Arribálzaga, 1891	0	0	1	1	0	0	2	1	5	0,02
2	**9**	**12**	**17**	**892**	**590**	**328**	**487**	**5301**	**3560**	**2975**	**7421**	**21554**	
				1482		**815**		**8861**		**10396**			

La nomenclatura y descriptores de las especies fue tomada de: The Walter Reed Biosystematics Unit. New Mosquito Classification, September 2013 en el portal http://wrbu.si.edu y las abreviaciones de los géneros y subgéneros de Reinert (2009).

Tabla 2. Riqueza, número de individuos y abundancia relativa (**Ab. Relativa**) de la comunidad de mosquitos, recolectados mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en microhábitats intra y peridomiciliarios del hábitat urbano de la localidad de Mayapo.

ESPECIES	URBANO								No Total Individuos	Abundancia Relativa Total
	Intra				Peri					
	CDCi	CDCuv	Total	Ab. Relativa	CDCi	CDCuv	Total	Ab. Relativa		
De. atlanticus	504	31	535	36,10	58	62	120	14,72	655	28,52
Oc. (Cul.) taeniorhynchus	69	267	336	22,67	51	115	166	20,37	502	21,85
Ps. (Gra.) confinnis	42	189	231	15,59	85	124	209	25,64	440	19,16
Cx. (Cux) quinquefasciatus	170	35	205	13,83	46	87	133	16,32	338	14,71
An. (Nys.) albimanus	31	32	63	4,25	67	56	123	15,09	186	8,10
Cx. (Mel.) erraticus	51	11	62	4,18	3	23	26	3,19	88	3,83
Cx. (Cux.) nigripalpus	0	3	3	0,20	9	6	15	1,84	18	0,78
Cx. (Mel.) pilosus	10	0	10	0,67	5	2	7	0,86	17	0,74
Oc. (Och.) scapularis	2	5	7	0,47	1	6	7	0,86	14	0,61
St. (Stg.) aegypti	3	10	13	0,88	1	0	1	0,12	14	0,61
Ad. (Ady.) squamipennis	1	4	5	0,34	0	1	1	0,12	6	0,26
De. melanophylum	5	1	6	0,40	0	0	0	0,00	6	0,26
Ma. (Man.) humeralis	1	2	3	0,20	1	1	2	0,25	5	0,22
An. (Ano.) neomaculipalpus	1	0	1	0,07	0	3	3	0,37	4	0,17
Ps. (Jan.) albipes	2	0	2	0,13	0	0	0	0,00	2	0,09
Ur. (Ura.) pulcherrima	0	0	0	0,00	1	1	2	0,25	2	0,09
No. Total de Individuos	**892**	**590**	**1482**		**328**	**487**	**815**		**2297**	
Riqueza Específica	**14**	**12**	**15**		**12**	**13**	**14**		**16**	

Tabla 3. Variación de la densidad (**De**) de mosquitos (Abundancia (**Ab**) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en el microhábitat intradomiciliario del hábitat urbano de la localidad de Mayapo.

ESPECIES	2009				2010				2011				2012				TOTAL				
	CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		Ab. Relativa CDCi + CDCuv
	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den. Promedio	Ab	Den. Promedio	
Deinocerites atlanticus	19	0,90	0	0	353	23,53	4	2,00	101	5,61	4	0,67	31	10,33	23	11,50	504	10,10	31	3,54	36,10
Ochlerotatus taeniorhynchus	7	0,33	0	0	2	0,13	1	0,50	60	3,33	265	44,17	0	0,00	1	0,50	69	0,95	267	11,29	22,67
Psorophora confinnis	0	0,00	0	0	2	0,13	0	0,00	40	2,22	189	31,50	0	0,00	0	0,00	42	0,59	189	7,88	15,59
Culex quinquefasciatus	49	2,33	0	0	71	4,73	23	11,50	29	1,61	11	1,83	21	7,00	1	0,50	170	3,92	35	3,46	13,83
Anopheles albimanus	0	0,00	0	0	19	1,27	4	2,00	11	0,61	28	4,67	1	0,33	0	0,00	31	0,55	32	1,67	4,25
Culex (Melanoconion) erraticus	1	0,05	0	0	5	0,33	0	0,00	1	0,06	1	0,17	44	14,67	10	5,00	51	3,78	11	1,29	4,18
Stegomyia aegypti	0	0,00	0	0	2	0,13	0	0,00	1	0,06	10	1,67	0	0,00	0	0,00	3	0,05	10	0,42	0,88
Culex (Melanoconion) pilosus	8	0,38	0	0	2	0,13	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	0,13	0	0,00	0,67
Ochlerotatus scapularis	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	2	0,11	5	0,83	0	0,00	0	0,00	2	0,03	5	0,21	0,47
Deinocerites melanophylum	0	0,00	0	0	2	0,13	0	0,00	3	0,17	1	0,17	0	0,00	0	0,00	5	0,08	1	0,04	0,40
Aedeomyia squamipennis	0	0,00	0	0	1	0,07	0	0,00	0	0,00	4	0,67	0	0,00	0	0,00	1	0,02	4	0,17	0,34
Culex nigripalpus	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,13	0,20
Mansonia humeralis	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	1	0,06	2	0,33	0	0,00	0	0,00	1	0,01	2	0,08	0,20
Psorophora albipes	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	2	0,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,03	0	0,00	0,13
Anopheles neomaculipalpus	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	1	0,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,07
No. Total de Individuos	84		0		459		32		252		523		97		35		892		590		
No. Trampas Instaladas	21		0		15		2		18		6		3		2						

Tabla 4. Variación de la densidad (**De**) de mosquitos (Abundancia (**Ab**) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en el microhábitat peridomiciliario del hábitat urbano de la localidad de Mayapo.

ESPECIES	2009				2010				2011				2012				TOTAL				
	CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		Ab. Relativa CDCi + CDCuv
	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den. Promedio	Ab	Den. Promedio	
Deinocerites atlanticus	4	4,00	2	2,00	36	2,00	3	0,50	0	0,00	2	0,40	18	1,80	55	2,75	58	1,95	62	1,41	14,72
Ochlerotatus taeniorhynchus	17	17,00	4	4,00	6	0,33	4	0,67	26	2,00	104	20,80	2	0,20	3	0,15	51	4,88	115	6,40	20,37
Psorophora confinnis	4	4,00	0	0,00	3	0,17	2	0,33	78	6,00	121	24,20	0	0,00	1	0,05	85	2,54	124	6,15	25,64
Culex quinquefasciatus	4	4,00	1	1,00	19	1,06	17	2,83	18	1,38	16	3,20	5	0,50	53	2,65	46	1,74	87	2,42	16,32
Anopheles albimanus	0	0,00	0	0,00	43	2,39	47	7,83	24	1,85	7	1,40	0	0,00	2	0,10	67	1,06	56	2,33	15,09
Culex (Melanoconion) erraticus	0	0,00	0	0,00	1	0,06	5	0,83	1	0,08	0	0,00	1	0,10	18	0,90	3	0,06	23	0,43	3,19
Culex nigripalpus	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,67	4	0,31	2	0,40	5	0,50	0	0,00	9	0,20	6	0,27	1,84
Culex (Melanoconion) pilosus	0	0,00	0	0,00	5	0,28	2	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	0,07	2	0,08	0,86
Stegomyia aegypti	0	0,00	0	0,00	1	0,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,12
Ochlerotatus scapularis	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,08	6	1,20	0	0,00	0	0,00	1	0,02	6	0,30	0,86
Aedeomyia squamipennis	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,05	0,12
Deinocerites melanophylum	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Mansonia humeralis	0	0,00	0	0,00	1	0,06	1	0,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,01	1	0,04	0,25
Anopheles neomaculipalpus	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,13	0,37
Uranotaenia pulcherrima	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,08	1	0,20	0	0,00	0	0,00	1	0,02	1	0,05	0,25
No. Total de Individuos	29		7		115		88		153		260		31		132		328		487		
No. Trampas Instaladas	1		1		18		6		13		5		10		20						

Tabla 5. Riqueza, número de individuos y abundancia relativa (**Ab. Relativa**) de la comunidad de mosquitos, recolectados mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en microhábitats intra y peridomiciliarios del hábitat rural de la localidad de Mayapo.

ESPECIES	RURAL								No Total Individuos	Abundancia Relativa Total
	Intra				Peri					
	CDCi	CDCuv	Total	Ab. Relativa	CDCi	CDCuv	Total	Ab. Relativa		
De. atlanticus	4364	2986	7350	82,95	1732	6878	8610	82,84	15960	82,88
Oc. (Cul.) taeniorhynchus	889	4	893	10,08	295	29	324	3,12	1217	6,32
Cx. (Cux) quinquefasciatus	8	144	152	1,72	216	377	593	5,71	745	3,87
An. (Nys.) albimanus	1	345	346	3,90	271	23	294	2,83	640	3,32
Ps. (Gra.) confinnis	5	2	7	0,08	376	12	388	3,73	395	2,05
Cx. (Mel.) erraticus	0	6	6	0,07	12	90	102	0,98	108	0,56
Cx. (Mel.) pilosus	1	61	62	0,70	0	0	0	0,00	62	0,32
Ma. (Man.) humeralis	2	8	10	0,11	34	3	37	0,36	47	0,24
De. melanophylum	26	4	30	0,34	5	8	13	0,13	43	0,22
Cx. (Cux.) nigripalpus	0	0	0	0,00	18	0	18	0,17	18	0,09
Oc. (Och.) scapularis	1	0	1	0,01	5	0	5	0,05	6	0,03
Ma. (Man.) indubitans	0	0	0	0,00	6	0	6	0,06	6	0,03
St. (Stg.) aegypti	3	0	3	0,03	1	0	1	0,01	4	0,02
Ur. (Ura.) pulcherrima	0	0	0	0,00	2	1	3	0,03	3	0,02
An. (Ano.) neomaculipalpus	0	0	0	0,00	2	0	2	0,02	2	0,01
Ps. (Jan.) albipes	1	0	1	0,01	0	0	0	0,00	1	0,01
No. Total de Individuos	**5301**	**3560**	**8861**		**2975**	**7421**	**10396**		**19257**	
Riqueza Específica	**11**	**9**	**12**		**14**	**9**	**14**		**16**	

Tabla 6. Variación de la densidad (**De**) de mosquitos (Abundancia (**Ab**) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en el microhábitat Intradomiciliario del hábitat Rural de la localidad de Mayapo.

ESPECIES	2009				2010				2011				2012				TOTAL				
	CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		Ab. Relativa CDCi + CDCuv
	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den. Promedio	Ab	Den. Promedio	
Deinocerites atlanticus	926	51,44	661	47,21	1095	78,21	211	70,33	1449	144,90	1707	1707,00	894	127,71	407	45,22	4364	89,90	2986	467,44	82,95
Ochlerotatus taeniorhynchus	197	10,94	0	0,00	142	10,14	0	0,00	349	34,90	4	4,00	201	28,71	0	0,00	889	16,94	4	1,00	10,08
Anopheles albimanus	1	0,06	0	0,00	0	0,00	290	96,67	0	0,00	55	55,00	0	0,00	0	0,00	1	0,01	345	37,92	3,90
Culex quinquefasciatus	3	0,17	10	0,71	4	0,29	110	36,67	1	0,10	23	23,00	0	0,00	1	0,11	8	0,25	144	15,12	1,72
Culex (Melanoconion) pilosus	0	0,00	0	0,00	1	0,07	21	7,00	0	0,00	40	40,00	0	0,00	0	0,00	1	0,01	61	11,75	0,70
Deinocerites melanophylum	7	0,39	0	0,00	13	0,93	0	0,00	2	0,20	1	1,00	4	0,57	3	0,33	26	0,42	4	0,33	0,34
Mansonia humeralis	2	0,11	0	0,00	0	0,00	5	1,67	0	0,00	3	3,00	0	0,00	0	0,00	2	0,02	8	1,17	0,11
Psorophora confinnis	0	0,00	0	0,00	3	0,21	2	0,67	0	0,00	0	0,00	2	0,29	0	0,00	5	0,10	2	0,17	0,08
Culex (Melanoconion) erraticus	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	5,00	0	0,00	1	0,11	0	0,00	6	1,28	0,07
Stegomyia aegypti	2	0,11	0	0,00	1	0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,04	0	0,00	0,03
Ochlerotatus scapularis	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0,01
Psorophora albipes	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,14	0	0,00	1	0,03	0	0,00	0,01
No. Total de Individuos	1138		671		1259		639		1802		1838		1102		412		5301		3560		
No. Trampas Instaladas	18		14		14		3		10		1		7		9						

Tabla 7. Variación de la densidad (**De**) de mosquitos (Abundancia (**Ab**) / Número de Trampas), recolectados durante los años 2009 al 2012, mediante las técnicas CDC incandescente (**CDCi**) y ultravioleta (**CDCuv**), en el microhábitat Peridomiciliario del hábitat Rural de la localidad de Mayapo.

ESPECIES	2009				2010				2011				2012				TOTAL				
	CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		CDCi		CDCuv		Ab. Relativa CDCi + CDCuv
	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den	Ab	Den. Promedio	Ab	Den. Promedio	
Deinocerites atlanticus	594	59,40	918	131,14	22	1,38	1384	276,80	1068	50,86	3910	977,50	48	3,00	666	166,50	1732	28,66	6878	387,99	82,82
Culex quinquefasciatus	15	1,50	14	2,00	2	0,13	262	52,40	63	3,00	63	15,75	136	8,50	38	9,50	216	3,28	377	19,91	5,70
Psorophora confinnis	27	2,70	0	0,00	14	0,88	11	2,20	31	1,48	1	0,25	304	19,00	0	0,00	376	6,01	12	0,61	3,73
Ochlerotatus taeniorhynchus	32	3,20	1	0,14	151	9,44	8	1,60	88	4,19	6	1,50	24	1,50	14	3,50	295	4,58	29	1,69	3,12
Anopheles albimanus	7	0,70	0	0,00	1	0,06	4	0,80	38	1,81	0	0,00	225	14,06	19	4,75	271	4,16	23	1,39	2,83
Culex (Melanoconion) erraticus	3	0,30	7	1,00	4	0,25	15	3,00	5	0,24	63	15,75	0	0,00	5	1,25	12	0,20	90	5,25	0,98
Mansonia humeralis	11	1,10	1	0,14	1	0,06	1	0,20	1	0,05	0	0,00	21	1,31	1	0,25	34	0,63	3	0,15	0,36
Culex nigripalpus	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	18	1,13	0	0,00	18	0,28	0	0,00	0,17
Deinocerites melanophylum	1	0,10	0	0,00	0	0,00	1	0,20	4	0,19	7	1,75	0	0,00	0	0,00	5	0,07	8	0,49	0,13
Mansonia indubitans	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,38	0	0,00	6	0,09	0	0,00	0,06
Ochlerotatus scapularis	0	0,00	0	0,00	1	0,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,25	0	0,00	5	0,08	0	0,00	0,05
Uranotaenia pulcherrima	1	0,10	0	0,00	0	0,00	1	0,20	0	0,00	0	0,00	1	0,06	0	0,00	2	0,04	1	0,05	0,03
Anopheles neomaculipalpus	1	0,10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,04	0	0,00	0,02
Stegomyia aegypti	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,01	0	0,00	0,01
No. Total de Individuos	692		941		196		1687		1300		4050		787		743		2975		7421		
No. Trampas Instaladas	10		7		16		5		21		4		16		4						

Tabla 8. Coeficientes de correlación de las variables de Temperatura Promedio y Precipitación acumuladas en 15 días, con las especies de mosquitos más abundantes y vectores del VEEV.

Variable	*De. atlanticus*	*Cx quinquefasciatus*	*An. albimanus*	*Oc. taeniorhynchus*	*Ps. confinnis*
Temperatura promedio de 15 días	0,96	-0,74	-0,66	0,04	-0,58
Precitación acumulada en 15 diás	-0,40	-0,22	0,97	0,33	0,99

4.4 Caracterización de criaderos artificiales domiciliarios en la localidad durante el período seco y de lluvias del año 2012.

Se inspeccionaron y se recolectaron todos los estadíos inmaduros de criaderos en Mayapo en el período seco (Junio) y lluvioso (Diciembre) del año 2012. Los huecos de cangrejo sólo arrojaron resultados en el período seco, sin embargo, fueron tenidos en cuenta para el análisis.

Se inspeccionó un total de 2153 criaderos, observando en sequía 1438 y 715 en lluvia, siendo los criaderos denominados como Diversos Usados menores de 50 L (Figura 29), los más abundantes en la localidad (Sequia: 1098, Lluvia: 483), seguido de los Tanques Plásticos mayores de 50 L (Sequia: 251, Lluvia: 163).

Figura 29. Imagen de criaderos artificiales categorizados como “Diversos con uso menores de 50 L”, en los que la comunidad de Mayapo suele almacenar agua para sus necesidades básicas.

De 4893 larvas recolectadas, los tanques de cemento fueron los recipientes que mayor productividad aportaron a la localidad pese a su baja cantidad (Sequía: 969 larvas, lluvia: 1.604, (Tabla 9). Del material biológico en estado inmaduro que se recolectó, fueron determinadas ocho especies de las cuales *St. aegypti*, fue la más representativa con 4.349 ejemplares, abarcando el 88.88% del inventario (Sequía: 38.62%, Lluvia: 50.26%), seguida de *Cx. quinquefasciatus* con 292 (Sequía: 2.58%, Lluvia: 3.39%) y *De. atlanticus* con 200 ejemplares obtenidos de huecos de cangrejo (4.09%), y con porcentajes inferiores a uno: *Cx. nigripalpus*, *Cx*. (*Mel*) *erraticus*, *An. albimanus*, *Ps. confinnis* y *De. melanophylum* (Tabla 9).

4.5 Cartilla de promoción y prevención de la transmisión de la EEV para la población de Mayapo en la Alta Guajira.

Ver Anexo C.

Tabla 9. Riqueza y número de individuos de mosquitos observados en criaderos artificiales domiciliarios durante los períodos seco y húmedo del año 2012 en el corregimiento de Mayapo.

Tipo de Criadero	Período	N. Total Criaderos Inspeccionados	Especies								Total Individuos
			St. aegypti	*Cx quinquefasciatus*	*Cx nigripalpus*	*Cx (Mel) erraticus*	*An. albimanus*	*Ps. confinnis*	*De. atlanticus*	*De. melanophyllum*	
Albercas	Seco	13									**0**
	Lluvia	16									**0**
Tanque Cemento	Seco	57	969								**969**
	Lluvia	19	1549	12	1		42				**1604**
Tanque Metálico	Seco	12									**0**
	Lluvia	34	70								**70**
Tanque Plastico (> 50L)	Seco	251	508	126							**634**
	Lluvia	163	840	154	2	4		1			**1001**
Diversos Usados (≤50L)	Seco	1098	413								**413**
	Lluvia	483									**0**
Huecos de Cangrejo	Seco	7				1			200	1	**202**
TOTAL	Seco	**1438**	**1890**	**126**	**0**	**1**	**0**	**0**	**200**	**1**	**2218**
	Lluvia	**715**	**2459**	**166**	**3**	**4**	**42**	**1**	**0**	**0**	**2675**
Abundancia Relativa	Seco		38,63	2,58	0,00	0,02	0,00	0,00	4,09	0,02	
	Lluvia		50,26	3,39	0,06	0,08	0,86	0,02	0,00	0,00	

5. Discusiones

De acuerdo con los hallazgos realizados en este estudio mediante las técnicas de recolección empleadas (CDCi, CDCuv), *De. atlanticus* se puede considerar como la especie dominante dentro de la unidad paisajística que circunda la localidad de Mayapo. Esta se distribuye en la costa Atlántica desde el canal de Panamá hasta Venezuela en el estado Falcon, Aragua y la isla de Orchila (Adames, 1971, Sutil 1980 en Navarro *et al.,* 1994, Del Ventura *et al.,* 2013). En Colombia fue reportada para el municipio de Manaure, Uribia y Puerto Barreto en el departamento de la Guajira (Adames, 1971). Los estadios inmaduros de esta especie se asocian principalmente a pequeños agujeros de cangrejos a lo largo de cursos de agua en plantaciones de coco en las zonas de matorral espinoso. En Venezuela, se ha observado que cohabita con *De. melanophylum* y *Cx. inflictus* (Adames, 1971). Del Ventura *et al.* (2013), reportaron este género, como subgénero de *Culex,* afirmando que la especie presenta un patrón de distribución muy parecido a *An. aquasalis* en zonas de manglares a lo largo de toda la costa de Venezuela.

El por qué *De. atlanticus* fue la especie más representativa de este estudio, se debe posiblemente a varios factores:

1. Los huecos de cangrejo no son criaderos que se traten durante las intervenciones de control vectorial, dado que están muy dispersos a lo largo la playa de Mayapo cerca a las orillas de humedales y bajo la zona de manglar, allí, continúan su curso natural permitiendo que la especie prolifere sin problemas.

2. Los periodos climáticos de precipitaciones bajas y de sequía favorecieron su proliferación, ello se evidenció en la asociación directa que se determinó con la temperatura promedio, la cual contribuyó en el incremento de sus densidades poblacionales, caso contrario a las precipitaciones, denotando ninguna asociación.

3. La presencia de equinos sueltos y los asentamientos humanos con animales domésticos en la localidad de Mayapo Playa, probablemente contribuyen en el mantenimiento de la especie sirviéndole como recurso alimenticio, lo que permitió la alta infestación en los microhábitats del área rural, irradiando bajas densidades hacia el centro poblado que está aproximadamente a un kilómetro de distancia.

Un aspecto muy importante durante el brote de EEV ocurrido en la Guajira en 1995, fue el reporte de la especie *De. pseudes* (Dyar & Knab, 1909), (Weaver *et al*., 2004), a la cual en 1985 se le aislaron cepas epidémicas del VEEV (CDC, 1985), dicha evaluación de aislamiento viral, no informó el origen de los ejemplares. Belkin & Hogue (1959), la reportaron para Panamá del lado pacífico y Adames (1971), la reportó para el Chocó. Navarro *et al.,* (1994), reportaron para el estado de Falcon en Venezuela solo la presencia de *De. atlanticus* y *De. melanophylum*, Del Ventura *et al.,* (2013), reportaron estas dos mismas especies a lo largo de toda la zona costera de Venezuela, lo cual coincide con los hallazgos de este estudio, en el cual durante cuatro años recolectando mosquitos, *De. pseudes* nunca ocurrió en la localidad de Mayapo.

Oc. taeniorhynchus fue la segunda especie más representativa de este estudio y a su vez el vector principal del subtipo epidémico IC del VEEV (Weaver *et al.,* 2004). Ésta, se distribuye en la costa Atlántica desde los Estados Unidos hasta Río de Janeiro en Brasil (Lane, 1953). Durante el brote ocurrido en 1995 en la Guajira colombiana, su densidad larvaria fue de 150.000 por metro cuadaro, y fue la más abundante en las recolecciones con la trampa CDC (Rivas *et al*., 1997), para este estudio su abundancia de acuerdo con las técnicas empleadas, no fue muy alta, sus picos más elevados fueron cuando los valores de precipitación no superaron los 200 mm, al analizar las precipitaciones de 1995 (Anexo B), sus valores no superaron los 80 mm, siendo la semana cuatro del mes de agosto la que más aportó, declinando hacia la semana uno de noviembre y a pesar de no haber una correlación con esta variable climática, se apreció con claridad que encontró

mejor confort en periodos húmedos con poca lluvia, no tolerando lluvias muy fuertes y periodos secos, sin embargo, su ocurrencia siempre se evidenció post lluvias, este comportamiento también lo evidenciaron Morrow *et al.,* (2010), en el norte de Belize, observando que mediante trampas CDC incandescentes tradicionales y cebadas con octenol, *Oc. taeniorhynchus* estuvo presente después de las lluvias. Por otra parte, localmente se observó más en el área rural que urbana, lo cual se debe principalmente a la ubicación de sus criaderos, que se localizaron hacia la orilla de la playa, no obstante su infestación urbana los convierte en un factor de riesgo de transmisión del VEEV para Mayapo.

Cx. quinquefasciatus es en orden de representatividad, la tercera especie que conforma el inventario de mosquitos de Mayapo. Su distribución geográfica es muy amplia, Subra (1980), reportó que se distribuye en áreas tropicales y subtropicales del mundo; ha sido hallado en el sur de los Estados Unidos (En la Región Neártica) y parte del sur del Japón (Región Paleártica). En Colombia fue reportado por Dyar (1928), con ejemplares procedentes de Barranquilla. En Mayapo ocurrió en los eventos climáticos húmedos entre los meses de mayo a diciembre, incluso hasta después de las lluvias en enero, de acuerdo con los resultados de las trampas CDC. Sin embargo, se observó en períodos secos en tanques plásticos superiores a 50 L, al igual que en el periodo de lluvia, lo cual indica que la especie puede mantenerse presente en la localidad a lo largo de todo el año, porque en períodos secos utiliza criaderos artificiales e incrementa sus densidades cuando las lluvias forman criaderos temporales. A pesar de tener preferencia por los microhábitats rurales, el criarse en recipientes lo vuelve molestia sanitaria urbana. Rivas *et al*., (1997), lo reportaron en muy altas densidades durante el brote de EEV en 1995. El CDC (1985), determinó que esta especie puede incubar la cepa epidémica del VEEV, por lo cual no se descarta que sea un riesgo de transmisión en la localidad.

Ps. confinnis es en orden de representatividad de abundancia, la cuarta especie del inventario, pero la segunda más importante por ser vector del subtipo epidémico IC del VEEV (CDC, 1985; Weaver *et al.,* 2004). Su distribución según Lane (1953) es desde los Estados Unidos hasta Argentina. Weaver *et al.,* (2004), reportaron a esta especie como una de las implicadas en la irradiación del brote de EEV de 1995 en Venezuela hasta llegar a la Guajira colombiana, ocurriendo allí también en bajas densidades. Durante los cuatro años de recolecta en este estudio, dicha especie presentó asociación directa con

las precipitaciones evidenciando un posible patrón de proliferación hacia los meses de septiembre a diciembre, lo cual contribuye en proyectar las intervenciones para su control en la zona en dicho tiempo. Se observó con preferencia hacia el hábitat rural, pero también infestando la zona urbana y sus microhábitats domiciliarios, inclusive se evidenció en un tanque plástico de 200 L durante la fase de lluvia, lo cual permitió asumir que está en un proceso de urbanización y que a su vez es un factor de riesgo de transmisión del VEEV y su vigilancia entomológica debería incluirse en la inspección de criaderos artificiales para la zona.

An. albimanus la quinta especie más abundante de la localidad, distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Perú, incluyendo las islas de Antigua, Bahamas, Barbados, Barbuda, Cayman, Cuba, los cayos de Florida, Guadeloupe, Hispaniola, Jamaica, Maria Galante, Montserrate, Nevis, Puerto Rico, San Martin, San Andrés y Virgines (Faran,1980, Olano *et al.* 2001). En Mayapo se evidenció de forma muy abundante en el mes de diciembre, siendo posiblemente la primera causa de malaria de la zona, según observaciones durante este estudio. A pesar de no haber sido reportada durante el brote de EEV en 1995 (Rivas *et al.,* 1997; Weaver *et al.,* 2004), se desconoce si puede incubar cepas epidémicas del VEEV. En la localidad fue observada muy abundante al área rural prefiriendo el peridomicilio, esto se debe a que los criaderos están localizados allí o muy cerca, pero irradió hasta la zona urbana, donde se evidenció criándose en un tanque de cemento en período de lluvias en el mes de diciembre, lo que permitió asumir una vez más, que no es la única especie de la localidad que está en un proceso de urbanización, siendo un riesgo de transmisión de malaria y una molestia sanitaria.

Cx. (*Mel*) *erraticus* la última de las especies abundantes de este estudio, ha sido reportada desde los Estados Unidos (Excepto en las montañas del occidente y pacífico noroccidental), a través de México, las islas del Caribe, América Central y en Suramérica hasta Paraguay (Darsie & Ward, 2005, en Mendenhall *et al.,* 2012). Es un vector potencialmente competente de varios arbovirus, tales como Encefalitis Equina del Este, EEV y virus West Nile (Mendenhall *et al.,* 2012). En Mayapo su presencia estuvo asociada a períodos de lluvia, infestando todos los microhábitats rurales y urbanos, hacia el mes de agosto. En estadio inmaduro fue hallado un ejemplar en un hueco de cangrejo

en período seco y cuatro larvas en un tanque plástico de 200 L, es posible que dicho recipiente haya sido llenado con agua procedente de algún estanque o jagüey donde estaban las larvas, pero esto también pone en riesgo a la comunidad, porque posibilita el traslado de especies vectoras que se crían de forma silvestre a áreas intradomiciliarias urbanas contribuyendo en aumentar el riesgo de transmisión o molestias sanitarias.

Cx. (Mel) pilosus, Ma (Man) humeralis, De. melanophylum, Cx. (Cux) nigripalpus, Oc. (Och) scapularis, Stg. aegypti, Ma. (Man) indubitans, *An. (Ano*) *neomaculipalpus*, *Ad. squamipennis*, Ur. *pulcherrima elnora* y *Ps*. (*Jan*) *albipes*, fueron las especies consideraras como esporádicas, accidentales o raras, no es mucho lo que se puede decir de ellas además de identificar que estuvieron presentes en ambos hábitats, su presencia estuvo asociada a los eventos climáticos húmedos. Sin embargo *Oc. scapularis, An. neomaculipalpus* y *Cx. nigripalpus* fueron evaluados para aislamiento viral de cepas epidémicas del VEEV, determinando que son vectores potenciales por incubarlo (CDC, 1985).

Por otra parte *Stg. aegypti* es una especie que a pesar de haber sido recolectada accidentalmente en las trampas CDC tanto a nivel urbano como rural, su importancia radica en sus altas abundancias en los criaderos domiciliarios, ya que es el vector principal de dengue y de la fiebre amarilla urbana en Colombia, además es también un vector potencial del VEEV (CDC, 1985, Wang *et al.*, 1999), convirtiéndose en el principal riesgo de transmisión de la localidad por estar presente todo el año en las viviendas.

Un aspecto importante de las observaciones de este estudio, es que se hallaron diferencias estadísticas significativas en los intradomicilios de los hábitats muestreados, ello se debe a que en el año 2011, las trampas aportaron la mayor variedad de especies y la mayor abundancia, sin embargo, la elevada densidad de *De. atlanticus* en el intradomicilio del área rural se debe a que su numerador fue solo una trampa, no obstante, ésta, aporto ocho de las 12 especies reportadas para dicho microhábitat, lo cual permite inferir que la metodología de las trampas CDC puede ser eficiente para vigilar mosquitos en los intradomicilios de las viviendas de Mayapo y poblaciones aledañas.

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- La localidad de Mayapo presenta una gran diversidad de mosquitos de los cuales cinco especies (*An. neomaculipalpus, Oc. scapularis, Cx. nigripalpus, Cx, quinquefasciatus* y *St. aegypti*), son vectores potenciales y dos (*Oc. taeniorhynchus* y *Ps. confinnis*), vectores implicados naturalmente en la transmisión de cepas epidémicas del VEEV.

- *De. atlanticus* fue la especie más abundante de Mayapo, infestando en mayor densidad los intradomicilios y peridomicilios del hábitat rural durante períodos secos y con bajas precipitaciones, convirtiéndose en la molestia sanitaria más representativa de la localidad.

- *Oc. taeniorhynchus* y *Ps. confinnis* principales vectores del subtipo IC del VEEV, ocurren en Mayapo en todos los microhábitats urbanos y rurales durante períodos húmedos de junio a diciembre, tiempo en el cual se deben proyectar acciones de intervención de promoción, prevención y control vectorial en la localidad.

- *St. aegypti* está presente en el área urbana de Mayapo infestando abundantemente los criaderos domiciliarios, siendo el principal factor de riesgo de transmisión de dengue así como potencialmente del VEEV.

- Las especies *Ps. confinnis* y *An. albimanus* presentaron picos de abundancia hacia los meses de noviembre y diciembre en los intra y peridomicilios de ambos hábitats, relacionándose positivamente con las precipitaciones, sin embargo, es importante realizar estudios más sistemáticos que permitan confirmar si existe un patrón para poder controlar con certeza la proliferación de las especies.

- Es posible que especies como *Ps. confinnis, An. albimanus* y *Cx. (Mel) eraticus* estén en un proceso de urbanización por infestar criaderos artificiales.

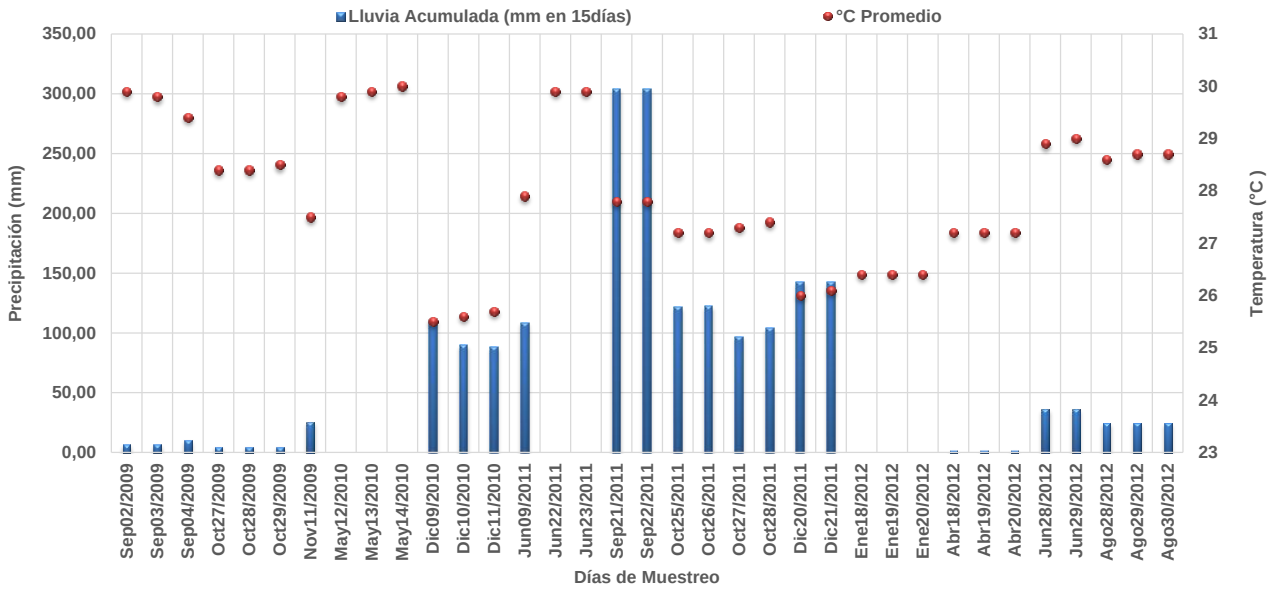
- Los métodos de recolecta CDC incandescente y ultravioleta son eficaces para muestreos de mosquitos vectores potenciales e implicados en la transmisión del VEEV.
- Se presenta una cartilla para la comunidad de Mayapo como herramienta comunicativa con elementos informativos sobre la EEV y cómo debe prevenirse.

5.2 Recomendaciones

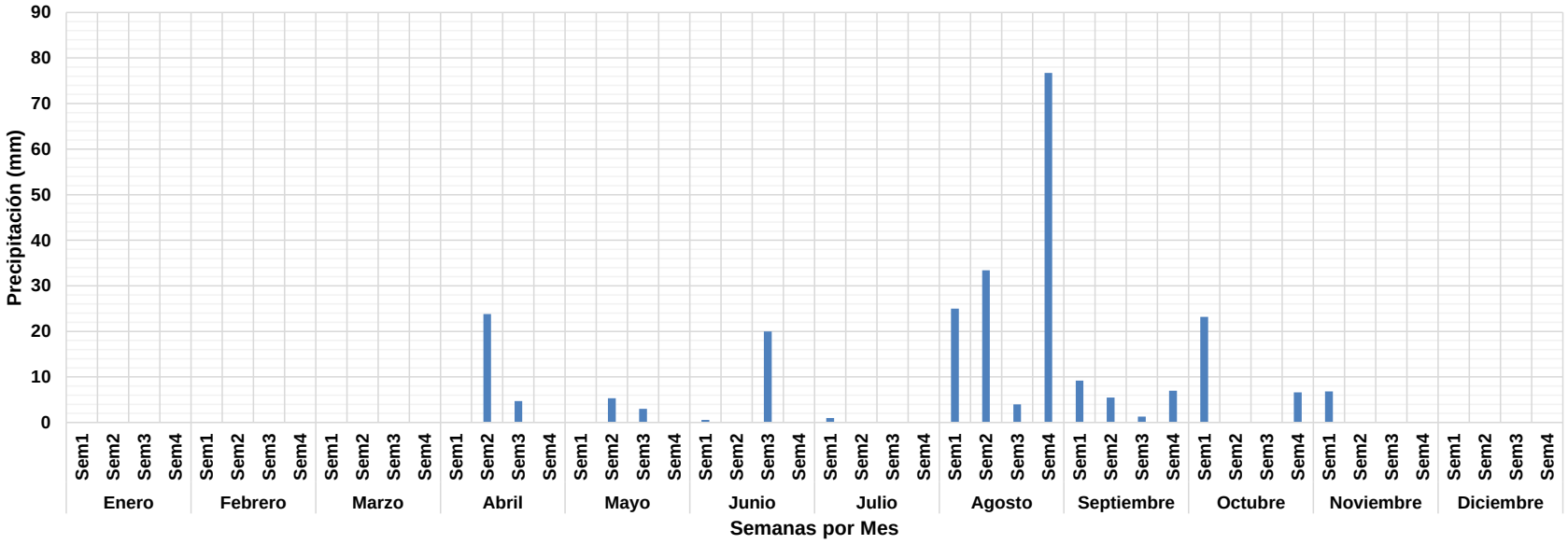
- Realizar muestreos de forma mensual durante mínimo tres años que permitan determinar de forma más sensible el flujo poblacional de las especies de mosquitos y su relación con las variables climáticas como las precipitaciones y la temperatura.
- Ampliar los métodos de recolección inspeccionando los criaderos naturales más cercanos a las viviendas y en abrigo animal.
- Evaluar la preferencia alimenticia de las especies recolectadas en los intradomicilios inspeccionados.
- Evaluar el impacto que la herramienta de comunicación genere en la población.

Anexos

Anexo A: Gráfico de la variación de las precipitaciones y temperatura promedio (acumulada durante 15 días, previos a cada muestreo), durante los días de muestreo de los año 2009, 2010, 2011 y 2012 en la localidad de Mayapo.



Anexo B: Gráfico de la variación semanal (Sem) por mes, de las precipitaciones durante el año de 1995 en la localidad de Mayapo.



Anexo C: Cartilla instructiva sobre conocimientos básicos, medidas de promoción y prevención de la Encefalitis Equina Venezolana (EEV).

8. Bibliografía

1. ADAMES A.J. Contributions of the American Entomological Institute. Mosquito studies (Diptera: Culicidae). XXIV. A revision of the crabhole mosquitoes of the genus *Deinocerites*. 1971. Volume 7, Number 2, Pp.. 158.

2. AGUILAR P, ESTRADA-FRANCO J, NAVARRO-LOPEZ R, FERRO C, HADDOW A, WEAVER SC. Endemic Venezuelan equine encephalitis in the Americas: hidden under the dengue umbrella. Future Virol. 2011. 6(6): 721–740.

3. ARRIGO N, WATTS DM, FROLOV I, WEAVER SC. Experimental infection of *Aedes sollicitans* and *Aedes taeniorhynchus* with two chimeric sindbis/Eastern Equine Encephalitis Virus vaccine candidates. Am J Trop Med Hyg. 2008 January; 78(1): 93–97.

4. BELKIN J.N, HOGUE C. A review of the crabhole mosquitoes of genus *Deinocerites* (Diptera: Culicidae). University of California Publications in Entomology. University of California Press. Berkeley and Los Angeles. 1959. Volume 14, No. 6, pp.. 411-458,41 figures.

5. BESANSKY NJ, FAHEY GT. Utility of the white gene in estimating phylogenetic relationships among mosquitoes (Diptera: Culicidae). Mol. Biol. Evol. 1997. 14:442–54. WEAVER SC, FERRO C, BARRERA R, BOSHELL J, NAVARRO JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

6. CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Arbocat Virus ID 507 Details. 1985. Pp. 4.

7. CHAMBERLAIN RW, SUDIA WD, COLEMAN PH, WORK TH. Venezuelan equine encephalitis virus from south Florida. Science 1964. 145:272–74. En: WEAVER SC, FERRO C, BARRERA R, BOSHELL J, NAVARRO JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

8. CORPOGUAJIRA. Atlas ambiental del Departamento de la Guajira. 2010. Pp.190.
9. COVA P, ORAMAS ES, RAUSSEO JA. Mosquitos (Culicinos) de Venezuela I. 1966:1-410.

10. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Censo General 2005. Perfil Manaure, La Guajira Boletín. Boletín. 2005. Pp. 6.

11. DARSIE, R., R. A. WARD. Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico. 2005. University of Florida Press. Gainesville, FL. En: MENDENHALL I.H, J. BAHL, M.J. BLUM, D.M. WESSON. Genetic structure of *Culex erraticus* populations across the Americas. Journal of medical entomology. 2012. Vol. 49, no. 3. 523:534

12. DEL VENTURA F, J. LIRIA, J.C. NAVARRO. Determinación de áreas de endemismo en mosquitos (Diptera: Culicidae) en Venezuela, mediante criterios explícitos de optimización. 2013. Boletín de malariología y salud ambiental. Vol. LIII (2): 165-182.

13. DYAR, H.G, The mosquitoes of the americas. 1928. Carnegie In.st. Wash. Publ. Nro. 387, 616 pp., 123 pls. + Errata and Addend. Wash., D.C. En: NAVARRO J.C, R.J. BASTIDAS, Y. ZAVALA. Fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) del estado Falcon, Venezuela. I. Nuevos registros y listado general de especies. 1994. Acta Científica Venezolana. 45, pp. 315-324

14. ESTRADA-FRANCO JG, NAVARRO-LOPEZ R, FREIER JE, CORDOVA D, CLEMENTS T, MONCAYO A, *et al*. Venezuelan equine encephalitis virus, southern Mexico. Emerg Infect Dis. 2004. Available from http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/10/12/04-0393.htm

15. FARAN M.E. Contributions of the American Entomolo‌gical Institute. Mosquito Studies (Diptera, Culicidae) XXXIV. A revision of the Albimanus Section of the subgenus *Nyssorhynchus* of *Anopheles*.1980. Volume 15, Number 7. Pp. 216.

16. FERRO C, BOSHELL J, WEAVER SC. Natural Enzootic Vectors of Venezuelan Equine Encephalitis Virus, Magdalena Valley, Colombia. Emerging Infectious Diseases, 2003. Vol 9. No, 1: 49 – 54.

17. FERRO C, OLANO VA, AHUMADA M, WEAVER SC. Mosquitos (Diptera: Culicidae) en el caserío Chingalé, Santander. Biomédica 2008; 28:234-44.

18. FERRO C, LUGO L, CABRERA C, GARCÍA D, FLÓREZ Z, BELLO B. Presencia en el domicilio de mosquitos (Diptera: Culicidae) vectores de encefalitis equina venezolana en La Guajira. Resúmenes. XXXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN. Bogotá D. C., 30 de Junio, 1 y 2 de Julio de 2010. Pp. 170.

19. GONZALEZ R, CARREJO NS. "Introducción al estudio taxonómico de *Anopheles* de Colombia". En: Colombia 2009. ed: Programa Editorial Universidad Del Valle. Vol. 1. 2009. Pp. 260.

20. GRIFFIN DE. Alphaviruses. See Ref. 58a, 2001. Pp.. 917–62. En: Weaver SC, Ferro C, Barrera R, Boshell J, Navarro JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

21. GROOT H, KERR JA, SANMARTIN C, VIDALES H. Antibodies to yellow fever and other arthropod-borne viruses in human residents of San Vicente de Chucuri, Santander, Colombia. Am J Trop Med Hyg. 1959. 8(2 Pt 1):175–189. [PubMed: 13637316]. En: AGUILAR P, ESTRADA-FRANCO J, NAVARRO-LOPEZ R, FERRO C, HADDOW A, WEAVER SC. Endemic Venezuelan equine encephalitis

in the Americas: hidden under the dengue umbrella. Future Virol. 2011. 6(6): 721–740.

22. GROOT, H. Estudios sobre virus transmitidos por artrópodos en Colombia, Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1964. 12:3-23. En: Aguilar P, Estrada-Franco J, Navarro-Lopez R, Ferro C, Haddow A, Weaver SC. Endemic Venezuelan equine encephalitis in the Americas: hidden under the dengue umbrella. Future Virol. 2011. 6(6): 721–740.

23. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA), Instituto Nacional de Salud (INS), Ministerio de Ambiente, VIVIENDA Y Desarrollo Territorial. Sistema de información y vigilancia epidemiológica de las encefalitis en Colombia. 2004. Pp. 56.

24. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Boletín informativo sobre el monitoreo de los Fenómenos de variabilidad climática "El Niño" y "La Niña". Boletín número 39. 2011. Pp. 6.

25. JOHNSON KM, SHELOKOV A, PERALTA PH, DAMMIN GJ, YOUNG NA. Recovery of Venezuelan equine encephalomyelitis virus in Panama. A fatal case in man. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1968. 17:432–40. En: WEAVER SC, FERRO C, BARRERA R, BOSHELL J, NAVARRO JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

26. KRAMER LD, SCHERER WF. Vector competence of mosquitoes as a marker to distinguish Central American and Mexican epizootic from enzootic strains of Venezuelan encephalitis virus. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1976. 25:336–46.

27. LANE J. Neotropical Culicidae. Vol. I. 1953. Pp.. 548.

28. MENDENHALL I.H, J. BAHL, M.J. BLUM, D.M. WESSON. Genetic structure of *Culex erraticus* populations across the Americas. Journal of medical entomology. 2012. Vol. 49, no. 3. 523:534.

29. MINISTERIO DE SALUD DE COLOMBIA. Encefalitis equina venezolana (EEV) en la Guajira: informe quincenal de casos y brotes de enfermedades. Bogotá: Ministerio de Salud de Colombia. 1995. 1(3):9-15. En: RUIZ A. Brote de Encefalitis Equina Venezolana. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health. 1997. 1(1). 6.

30. MONCAYO AC, LANZARO G, KANG W, OROZCO A, ULLOA A, ARREDONDO-JIMÉNEZ J, *et al*. Vector Competence of Eastern and Western Forms of *Psorophora columbiae* (Diptera: Culicidae) Mosquitoes for Enzootic and Epizootic Venezuelan Equine Encephalitis Virus. Am. J. Trop. Med. Hyg. 2008. 78(3), 413–421p.

31. MORBIDITY AND MORTALITY WEEKLY REPORT VENEZUELAN EQUINE ENCEPHALITIS. Colombia. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Atlanta. 1995. 44:721-724.

32. MORROW MG, JOHNSON RN, POLANCO J, CLABORN DM. Mosquito vector abundance immediately before and after Tropical Storms Alma and Arthur, northern Belize, 2008. Rev Panam Salud Publica. 2010; 28(1):19–24.

33. NAVARRO J.C, R.J. BASTIDAS, Y. ZAVALA. Fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) del estado Falcon, Venezuela. I. Nuevos registros y listado general de especies. 1994. Acta Científica Venezolana. 45, pp.. 315-324.

34. OLANO V.A, H.L. BROCHERO, R. SÁENZ, M.L. QUIÑONES, J.A. MOLINA. Mapas preliminares de la distribución de especies de *Anopheles* vectores de malaria en Colombia. 2001. Biomédica, vol. 21, núm. 4, pp.. 402- 408.

35. ORTIZ DI, KANG W, WEAVER SC. Susceptibility of *Ae aegypti* (Diptera: Culicidae) to infection with epidemic (subtype IC) and enzootic (subtypes ID, IIIC, IIID) Venezuelan equine encephalitis complex alphaviruses. J Med Entomol. 2008; 45(6):1117–1125p. [PubMed: 19058637].

36. OSORIO S. Lo invisible de las emergencias. Instituto Nacional de Salud. Biomédica. Volumen 31. 2011. No.1, pp.. 3.

37. PAREDES A, ALWELL-WARDA K, WEAVER SC, CHIU W, WATOWICH SJ. Venezuelan Equine Encephalitis Virus. Structure and Its Divergence from Old World. Alphaviruses. J. Virol. 2001. 75(19):9532.

38. QUIROZ E, AGUILAR PV, CISNEROS J, TESH RB, WEAVER SC. Venezuelan equine encephalitis in Panama: fatal endemic disease and genetic diversity of etiologic viral strains. PLoS Negl Trop Dis. 2009. 3(6):E472. [PubMed: 19564908].

39. REINERT F. List of abbreviations for currently valid generic-levl taxa in family Culicidae (Diptera). 2009. Journal of European Mosquito Control Asociation. Europen Mosquito Bulletin 27. Pag 68–76..

40. RICO-HESSE R, WEAVER SC, DE SIGER J, MEDINA G, SALAS RA. Emergence of a new epidemic/epizootic Venezuelan equine encephalitis virus in South America. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1995. 92:5278–81.

41. RIVAS F, DÍAZ LA, CÁRDENAS VM, DAZA E, BRUZON L, ALCALÁ A, *et al.* Epidemic Venezuelan Equine Encephalitis in La Guajira, Colombia, 1995. The Journal of Infectious Diseases. 1997. 175: 828-32p.

42. RUIZ A. Brote de Encefalitis Equina Venezolana. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 1(1). 1997. Pp. 6.

43. SALLUM MAM, FORATTINI OP. Revision of the Spissipes section of *Culex* (*Melanoconion*) (Diptera: Culicidae). Journal of the American Mosquito Control Association. 1996. 12(3):517-600p.

44. SANMARTÍN C, MACKENZIE RB, TRAPIDO H, BARRETO P, MULLENAX CH, GUTIÉRREZ E, *et al*. Encefalitis Equina Venezolana en Colombia, 1967. Bol. Off. Sanit. Panam. 1973. 74:108–37p.

45. SCHERER WF, DICKERMAN RW, ORDOÑEZ JV. Discovery and geographic distribution of Venezuelan encephalitis virus in Guatemala, Honduras, and British Honduras during 1965–68, and its possible movement to Central America and Mexico. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1970. 19:703–11.

46. SCHLESINGER S, SCHLESINGER MJ. Togaviridae: the viruses and their replication. See Ref. 58a, 2001. Pp.. 895–916. En: WEAVER SC, FERRO C, BARRERA R, BOSHELL J, NAVARRO JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

47. SHOPE RE, CAUSEY OR, HOMOBONO PAES DE ANDRADE A, THEILER M. The Venezuelan equine encephalomyelitis complex of group a arthropod-borne viruses, including Mucambo and Pixuna from the Amazon region of Brazil. Am. J.Trop. Med. Hyg. 1964. 13:723–27p.

48. SUBRA R. Biology and control of Culex quinquefasciatus Say, 1823. (Diptera: Culicidae) with especial reference to Africa.1980. WHO/VBC. Pp. 781

49. SUDIA WD, NEWHOUSE VF, BEADLE LD, MILLER DL, JOHNSTON JR. JG, YOUNG R, *et al*. Epidemic Venezuelan equine encephalitis in North America in 1971: vector studies. Am. J. Epidemiol. 1975. 101:17–35.

50. SUTIL, O.E. Enumeración histórica y de especies de Culicidae de Venezuela Ordenadas y su taxonomía. 1980. Pub. Dir. End. Rurales, Dir. Mal. San. Arab., 37 pp. 1. En: NAVARRO J.C, R.J. BASTIDAS, Y. ZAVALA. Fauna de mosquitos (Diptera: Culicidae) del estado Falcon, Venezuela. I. Nuevos registros y listado general de especies. 1994. Acta Científica Venezolana. 45, pp.. 315-324.

51. TURELL MJ, BEAMAN JR. Experimental transmission of Venezuelan equine encephalomyelitis virus by a strain of Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) from New Orleans, Louisiana. J Med Entomol. 1992; 29(5):802–805.

52. WALTON TE, GRAYSON MA. Venezuelan equine encephalomyelitis. In The Arboviruses: Epidemiology and Ecology, Vol. IV, ed. TP Monath. 1988. Pp. 203–31. Boca Raton, FL: CRC Press. En: Weaver SC, Ferro C, Barrera R, Boshell J, Navarro JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

53. WANG E, BARRERA R, BOSHELL J, FERRO C, FREIER JE, NAVARRO JC, *et al*. Genetic and Phenotypic Changes Accompanying the Emergence of Epizootic Subtype IC Venezuelan Equine Encephalitis Viruses from an Enzootic Subtype ID Progenitor. Journal of Virology, May 1999. Pp. 4266–4271.

54. WANG E, BOWEN RA, MEDINA G, POWERS AM, KANG W, CHANDLER LM, *et al.* Virulence and viremia characteristics of 1992 epizootic subtype IC Venezuelan Equine Encephalitis Viruses and closely related enzootic subtype id strains. Am. J. Trop. Med. Hyg. 2001.65(1), 64–69.

55. WEAVER SC, FERRO C, BARRERA R, BOSHELL J, NAVARRO JC. Venezuelan equine encephalitis. Annu Rev Entomol. 2004. 49:141–74.

56. YOUND NA, JOHNSON KM. Antigenic variants of Venezuelan equine encephalitis virus: their geographic distribution and epidemiologic significance. Am. J. Epidemiol. 1969. 89:286–307.