

**"VALE MAS TERMINAR UN ASUNTO  
QUE COMENZARLO"  
Eclesiastés 7:8**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD Y EL CICLO GONOTRÓFICO DEL *Aedes*  
(*Stegomyia*) *aegypti* (LINNAEUS, 1762), CEPA GIRARDOT  
(CUNDINAMARCA) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

**ANDREA MARCELA CONDE OSORIO**

**TRABAJO DE GRADO  
Presentado como requisito parcial  
para optar el título de  
BIÓLOGA**

**CARRERA DE BIOLOGÍA  
BOGOTÁ, D.C. 23 DE MAYO DE 2003**

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

“ La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia ”

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA CONSULTA Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA**

Bogotá 11 de Agosto de 2003

Señores  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
Cuidad

Estimados Señores:

Yo **ANDREA MARCELA CONDE OSORIO**, identificada con C.C. No. **52.714.524 de Bogotá**, autora del trabajo de grado titulado **ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD Y EL CICLO GONOTRÓFICO DEL *Aedes (Stegomyia) aegypti* (LINNAEUS, 1762), CEPA GIRARDOT (CUNDINAMARCA) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**, presentado como requisito para optar al título de **BIÓLOGA** en el año de **2003**; autorizo a la **PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA** a:

- a) Reproducir el trabajo en medio digital o electrónico con el fin de ofrecerlo para la consulta en la Biblioteca General.
- b) Poner a disposición para la consulta con fines académicos, en la página web de la Facultad, de la Biblioteca General y en redes de información con las cuales tenga convenio la Universidad Javeriana.
- c) Enviar el trabajo en formato impreso o digital, en caso de que sea seleccionado para participar en concursos de trabajos de grado.
- d) Distribuir ejemplares de la obra, para la consulta entre las entidades educativas con las que la facultad tenga convenio de intercambio de

información, para que este sea consultado en las bibliotecas y centros de documentación de las respectivas entidades.

e) Todos los usos, que tengan finalidad académica.

Los derechos morales sobre el trabajo son de los autores de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Atendiendo lo anterior, siempre que se consulte la obra, mediante cita bibliográfica se debe dar crédito al trabajo y a su (s) autor (es). Este documento se firma, sin perjuicio de los acuerdos que el autor (es) pacte con la Unidad Académica referentes al uso de la obra o a los derechos de propiedad industrial que puedan surgir de la actividad académica.

ANDREA MARCELA CONDE OSORIO  
C.C. 52.714.524. de Bogotá

Bogotá 23 de Mayo de 2003

Doctora:

**LUZ MERCEDES SANTAMARÍA**

Directora (E) Carrera de Biología

Departamento de Biología

Ciudad

Respetada Doctora:

Nos dirigimos a usted para comunicarle que el trabajo de grado " Estudio de la longevidad y el ciclo gonotrófico del *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linnaeus, 1762), cepa Girardot (Cundinamarca) en condiciones de laboratorio" realizado por la estudiante de Biología Andrea Marcela Conde Osorio, identificada con la C.C. 52.714.524 de Bogotá ha cumplido con los requisitos indispensables para su aprobación y entrega al departamento de Biología.

Atentamente,

MARÍA DEL PILAR CARRILLO  
Bióloga  
Directora de Trabajo de Grado

GONZALO FAJARDO  
*Bio. M. Sc.*  
Codirector de Trabajo de Grado

## FORMATO DESCRIPCIÓN TRABAJO DE GRADO

AUTOR O AUTORES

Apellidos	Nombres
CONDE OSORIO	ANDREA MARCELA

DIRECTOR (ES)

Apellidos	Nombres
CARRILLO DE OLANO	MARIA DEL PILAR

ASESOR (ES) O CODIRECTOR

Apellidos	Nombres
FAJARDO	GONZALO

TRABAJO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE: BIOLOGA

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD Y EL CICLO GONOTRÓFICO DEL *Aedes (Stegomyia) aegypti* (LINNAEUS, 1762), CEPA GIRARDOT (CUNDINAMARCA) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

SUBTÍTULO DEL TRABAJO: ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD Y EL CICLO GONOTRÓFICO DEL *Aedes (Stegomyia) aegypti*

FACULTAD: CIENCIAS

PROGRAMA: Carrera  Especialización  Maestría  Doctorado

NOMBRE DEL PROGRAMA: BIOLOGÍA

CIUDAD: BOGOTA AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO: 2003

NÚMERO DE PÁGINAS: 78

TIPO DE ILUSTRACIONES:

- Ilustraciones
- Mapas
- Retratos
- Tablas, gráficos y diagramas
- Planos
- Láminas
- Fotografías

MATERIAL ANEXO (Video, audio, multimedia o producción electrónica):

Duración del audiovisual: \_\_\_\_\_ Minutos.

Número de casetes de vídeo: \_\_\_\_\_ Formato: VHS \_\_\_\_ Beta Max \_\_\_\_  $\frac{3}{4}$   
\_\_\_\_ Beta Cam \_\_\_\_ Mini DV \_\_\_\_ DV Cam \_\_\_\_ DVC Pro \_\_\_\_ Vídeo 8  
\_\_\_\_ Hi 8 \_\_\_\_

Otro. Cual? \_\_\_\_\_

Sistema: Americano NTSC \_\_\_\_\_ Europeo PAL \_\_\_\_\_ SECAM \_\_\_\_\_

Número de casetes de audio: \_\_\_\_\_

Número de archivos dentro del CD (En caso de incluirse un CD-ROM diferente al trabajo de grado: \_\_\_\_\_

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES.

***Aedes aegypti***, ciclo gonotrófico, ingesta de sangre, longevidad, número de huevos, ovoposturas.

RESUMEN DEL CONTENIDO

El presente estudio fue realizado para determinar la longevidad y el ciclo gonotrófico en 594 mosquitos de la especie *Aedes aegypti* en el municipio de



Girardot en condiciones de laboratorio, los cuales fueron agrupados en seis tratamientos que consistían en: 1) hembras que no hicieron toma de sangre, 2) hembras que realizaron una ingesta de sangre, 3) hembras que realizaron dos ingestas de sangre, 4) hembras que realizaron tres ingestas de sangre, 5) hembras que realizaron cuatro ingestas de sangre y 6) hembras que hicieron cinco tomas de sangre. Los resultados muestran que existen variaciones en la longevidad, ovoposturas, número de huevos y huevos eclosionados con diferentes tomas de sangre. Se encontró que el grado de dependencia que existe entre el número de huevos y la longevidad es baja, mientras que la dependencia del número de huevos y los eclosionados es alta. El tiempo para la digestión de la sangre y la producción de huevos varió de 2 a 20 días. El 35,8% de los mosquitos *Aedes aegypti* finalizaron su primer ciclo gonotrófico a los dos días después de su primera ingesta de sangre.

**ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD Y EL CICLO GONOTRÓFICO DEL *Aedes*  
(*Stegomyia*) *aegypti* (LINNAEUS, 1762), CEPA GIRARDOT  
(CUNDINAMARCA) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

**ANDREA MARCELA CONDE OSORIO**

**APROBADO**

**MARIA DEL PILAR CARRILLO**  
**BIÓLOGA**  
*Director*

**GONZALO FAJARDO**  
*Bio. M. Sc.*  
*Codirector*

**VÍCTOR ALBERTO OLANO**  
**BIÓLOGO** *Esp. Entomología Médica*  
*Jurado 1*

**NESTOR A. PINTO**  
*Bio. M. Sc.*  
*Jurado 2*

**ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD Y EL CICLO GONOTRÓFICO DEL *Aedes*  
(*Stegomyia*) *aegypti* (LINNAEUS, 1762), CEPA GIRARDOT  
(CUNDINAMARCA) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

***ANDREA MARCELA CONDE OSORIO***

***MBhil ANGELA UMAÑA MUÑOZ***  
*Decana Académica*

***LUZ MERCEDES SANTAMARIA***  
*Directora (E) Carrera de Biología*

**DEDICADA A MI DIOS,  
QUIEN DA  
LA SABIDURIA;  
LA CIENCIA Y EL  
CONOCIMIENTO BROTA  
DE SUS LABIOS**

**A MI AMADA LUZ  
MARINA,  
QUIEN ME HA ENSEÑADO  
EL VALOR DE LA VIDA Y  
HA SIDO LA ROCA PARA  
QUE YO SALGA  
ADELANTE**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente agradezco a Dios porque permitió la realización de este trabajo, por medio de personas tan increíbles que me han ofrecido su amor y su colaboración. Por aprender de las situaciones difíciles y en lo íntimo de mí ser me ha corregido, porque ha sido mi refugio y mi fuerza, porque me ha dado su apoyo y su mano desde lo alto.

Agradezco a mi mami su apoyo y amor incondicional en todo sentido, además porque ha sido la persona que más ha creído en mí. Por su gran afecto, sus consejos y su preocupación.

Agradezco a Maria del Pilar Carrillo no solamente por permitirme hacer parte de su grupo de trabajo y su incondicional ayuda en la realización de este proyecto, sino por el amor que me ha brindado como amiga, maestra y madre. Además por compartir su sabiduría de la vida y sus conocimientos en el campo de la Entomología Médica.

Agradezco a Gonzalo Fajardo por aceptar la codirección de mi trabajo, por su tiempo y sus consejos académicos.

Agradezco al Dr. Julio Rafael Bustos por su claro respaldo en la realización de este trabajo.

A Hernán Rodríguez por su asesoría en el manejo de los resultados, además agradezco su calidez y su valioso tiempo.

A Nelson Rodríguez y Orlando Martínez agradezco su asesoría en un momento clave para la realización de este trabajo.

Agradezco a Raúl Cuellar su amable colaboración en la toma de las fotos, y ayuda en la preparación del material.

A Patricia Fuya agradezco su amistad, confianza, colaboración y apoyo incondicional, además de su humor Quino.

A John Arce, César Díaz, Nelson Muñoz y John Cubillos agradezco su amable y desinteresada ayuda en la preparación del material y cuidado de la colonia.

Agradezco a Luz Deifan Gómez y a Rubiela Salazar, por brindarme tanta calidez, además de su colaboración indispensable en el cuidado de la colonia.

A la familia Ruiz por su colaboración y hospitalidad en Girardot, a la Sra. Beatriz especialmente por ser un ejemplo como madre, amiga y esposa.

Agradezco a la familia Escobar por su apoyo, colaboración, su afectuosa amistad y sus oraciones.

Agradezco a mis compañeros de laboratorio Félix Ruiz, Esperanza Silva, Carmenza Faillace, Catherine de la Valle, Patricia Muñoz, Gisela Guijarro, Janeth Cruz, Rosalba Angel, Floralba Martínez, Mariela Ulloa, María Teresa Pinzón, Gustavo, Beatriz y por su grata compañía.

Agradezco a la familia Alarcón Román por brindarme su casa como si estuviese en la mía, especialmente a Linda Alarcón por la fortuna de seguir compartiendo una amistad entrañable.

Agradezco a mis hermanas Sandra Conde y Johanna Conde por su solidaridad y colaboración en mi trabajo de grado.

A mi amado John por su amor, aprecio y afecto, por su fortaleza en mi debilidad, por ser mi apoyo, por ser mi inigualable compañía.

Agradezco a cada uno de mis amigos, especialmente Angélica Ruiz, Jenny Rincón, Milena Jiménez y demás conocidos por sus oraciones y su preocupación.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. <i>Aedes</i> <span style="float: right;"><i>aegypti</i></span></b>	<b>3</b>
.....	3
2.1 Distribución.....	3
2.2 Antecedentes.....	4
2.3 <b><i>Aedes aegypti</i></b> en Colombia.....	7
2.4 <b><i>Aedes aegypti</i></b> en Cundinamarca.....	10
2.5 Posición Taxonómica y Aspectos Binómicos del Vector.....	11
2.5.1 Cópula.....	13
2.5.2 Ingesta de Sangre.....	13
2.5.3 Ciclo Gonotrófico.....	14
2.5.4 Ovopostura.....	16
2.5.5 Estado de Huevo.....	17
2.5.6 Estado de Larva.....	20
2.5.7 Estado de Pupa.....	22
2.5.8 Estado Adulto.....	24
2.5.9 Longevidad.....	26
2.6 Dengue.....	27
2.6.1 Antecedentes de serotipos de dengue en Colombia.....	31
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>35</b>
<b>5. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>37</b>
5.1 Población de Estudio.....	37
5.2 Muestra.....	38
5.2.1 Ubicación del área y Captura de ejemplares.....	38
5.2.2 Clasificación del material.....	38
5.3 Protocolo: mantenimiento de la colonia <b><i>Aedes aegypti</i></b> establecido por el laboratorio de Salud Pública de Cundinamarca.....	39
5.3.1 Mantenimiento de las Bandejas con Larvas.....	39
5.3.2 Mantenimiento de Pupas.....	39
5.3.3 Mantenimiento de la Jaula de Adultos.....	40
5.3.4 Mantenimiento de los Huevos .....	41
5.3.5 Verificación de Temperatura y Humedad de la Colonia.....	41
5.4 Criterios de Inclusión.....	42

5.4.1 Criterios de Inclusión para el tratamiento 0. Grupo Control.....	42
5.4.2 Criterios de Inclusión para el tratamiento 1. Grupo con una sola ingesta de sangre.....	42
5.4.3 Criterios de Inclusión para el tratamiento 2. Grupo con dos ingestas de sangre.....	43
5.4.4 Criterios de Inclusión para el tratamiento 3. Grupo con tres ingestas de sangre.....	43
5.4.5 Criterios de Inclusión para el tratamiento 4. Grupo con cuatro ingestas de sangre.....	43
5.4.6 Criterios de Inclusión para el tratamiento 5. Grupo con cinco ingestas de sangre.....	44
5.5 Análisis de Información.....	44
5.6 Equipos y Materiales.....	46
5.6.1 Equipos.....	46
5.6.2 Materiales.....	46
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>55</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>64</b>
10.1 Recursos Electrónicos.....	70
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>71</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Distribución Mundial del Dengue 2000.....	4
Figura 2. Reinfestación de <i>Aedes aegypti</i> en el Continente Americano.....	6
Figura 3. Distribución de <i>Aedes aegypti</i> en Colombia.....	8
Figura 4. Ciclo Biológico del mosquito <i>Aedes aegypti</i> :.....	12
Figura 5. Replicación y Trasmisión del virus del Dengue.....	30

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Eclosión normal de Huevos de <i>Aedes aegypti</i> .....	19
Fotografía 2. Eclosión irregular de Huevos de <i>Aedes aegypti</i> .....	20
Fotografía 3. Larva de <i>Aedes aegypti</i> .....	21
Fotografía 4. Estadios larvales de <i>Aedes aegypti</i> .....	22
Fotografía 5. Pupa de <i>Aedes aegypti</i> .....	23
Fotografía 6. Mosquito adulto de <i>Aedes aegypti</i> .....	24

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores descriptivos referente a longevidad en los diferentes tratamientos (tomas de sangre).....	47
Tabla 2. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto a la longevidad.....	48
Tabla 3. Valores descriptivos referente a las ovoposturas en los diferentes tratamientos (tomas de sangre).....	49
Tabla 4. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto a las ovoposturas.....	49
Tabla 5. Estimación de los Ciclos Gonotróficos en Frecuencias y Porcentajes del <i>Aedes aegypti</i> con una toma sangre.....	50
Tabla 6. Valores descriptivos referente al número de huevos en los diferentes tratamientos (tomas de sangre).....	51
Tabla 7. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto al número de huevos.....	52
Tabla 8. Valores descriptivos referente al número de huevos eclosionados en los diferentes tratamientos (tomas de sangre).....	53
Tabla 9. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto al número de huevos eclosionados.....	53
Tabla 10. Análisis de Regresión de las variables (longevidad, número de huevos, número de huevos eclosionados) en los diferentes tratamientos....	54

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Relación entre las diferentes ingestas de sangre y la longevidad.....	71
ANEXO 2. Relación entre las diferentes ingestas de sangre y las ovoposturas.....	72
ANEXO 3. Relación entre las diferentes ingestas de sangre y el número de huevos.....	73
ANEXO 4. Relación entre las ingestas de sangre y el número de huevos eclosionados.....	74
ANEXO 5. Relación entre el número de huevos y la longevidad con cuatro tomas de sangre.....	75
ANEXO 6. Relación entre el número de huevos y número de huevos eclosionados con una ingesta de sangre.....	76
ANEXO 7. Relación entre el número de huevos y número de huevos eclosionados con tres ingestas de sangre.....	77
ANEXO 8. Relación entre el número de huevos y número de huevos eclosionados con cuatro ingestas de sangre.....	78

## **RESUMEN**

El presente estudio fue realizado para determinar la longevidad y el ciclo gonotrófico en 594 mosquitos de la especie *Aedes aegypti* en el municipio de Girardot en condiciones de laboratorio, los cuales fueron agrupados en seis tratamientos que consistían en: 1) hembras que no hicieron toma de sangre, 2) hembras que realizaron una ingesta de sangre, 3) hembras que realizaron dos ingestas de sangre, 4) hembras que realizaron tres ingestas de sangre, 5) hembras que realizaron cuatro ingestas de sangre y 6) hembras que hicieron cinco tomas de sangre. Los resultados muestran que existen variaciones en la longevidad, ovoposturas, número de huevos y huevos eclosionados con diferentes tomas de sangre. Se encontró que el grado de dependencia que existe entre el número de huevos y la longevidad es baja, mientras que la dependencia del número de huevos y los eclosionados es alta. El tiempo para la digestión de la sangre y la producción de huevos varió de 2 a 20 días. El 35,8% de los mosquitos *Aedes aegypti* finalizaron su primer ciclo gonotrófico a los dos días después de su primera ingesta de sangre.

## **ABSTRACT**

This present study was realized to determine the longevity and gonotrophic cycle in 594 mosquitoes of *Aedes aegypti* in the Girardot town in laboratory conditions. The mosquitoes was to group in six treatment that consisted in: 1) females that don't realized blood feeding 2) females that realized one blood feeding, 3) females that realized two blood feeding 4) females that realized three blood feeding, 5) females that realized four blood feeding and 6) females that realized five blood feeding. The results showed that there was difference significant in the longevity, ovipositing, numbers of eggs, and emergence eggs with different blood meal. Too we found that the dependence degree of number of eggs and longevity were low, while that the dependence of number of eggs and emergence eggs is high. The time for the digestion of blood and the eggs production chance among 2 to 20 days. The 35,8% of the mosquitoes *Aedes aegypti* ended their first gonotrophic cycle to two days after of their first blood feeding.

## **INTRODUCCION**

El mosquito ***Aedes aegypti*** es reconocido como uno de los artrópodos más importantes en la transmisión de enfermedades virales a humanos, principalmente del género ***Flavivirus*** como la fiebre del dengue, la fiebre hemorrágica del dengue y como vector potencial de la fiebre amarilla. Desde la antigüedad se han registrado las molestias que causan las picaduras de esta especie, pero solo a principios del siglo XX, se comprobó que el ***Ae. aegypti*** estaba desempeñando un papel importante como vector de enfermedades, (CDC, 1980). Debido a la propagación y aumento de la densidad del ***Aedes aegypti***, el dengue sigue en aumento. Se estima, que 2.500 millones de personas que habitan las zonas tropicales y subtropicales pueden verse afectadas por esta enfermedad. Cada año ocurren 10 millones de casos de dengue, y alrededor del 5% son fatales por dengue hemorrágico, siendo la población infantil la más afectada, (Gubler & Clark, 1995).

Con el establecimiento y mantenimiento de una colonia de ***Aedes aegypti***, cepa Girardot (Cundinamarca), se busca adquirir los conocimientos esenciales sobre algunos aspectos de la biología de estos mosquitos (longevidad y ciclo gonotrófico), además de proporcionar la materia prima biológica para futuros

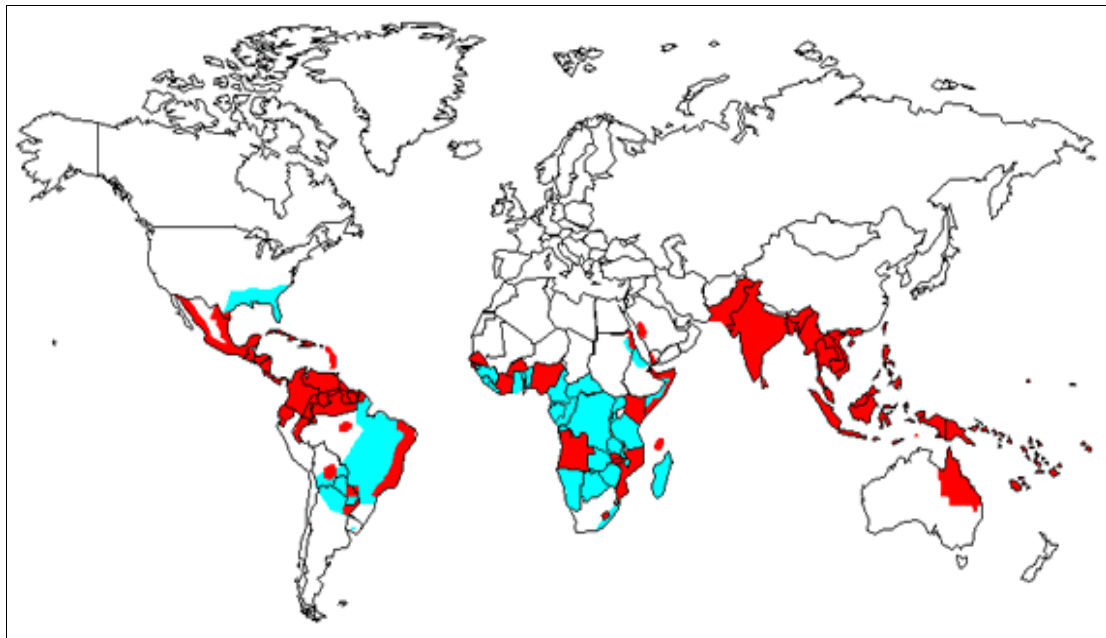
estudios como resistencia a insecticidas, elaboración de tablas de vida entre otros. En la transmisión de estos virus el conocimiento de la longevidad y ciclo gonotrófico nos indican la eficiencia como vector dependiendo de la cantidad de tomas de sangre que realice el mosquito durante su vida sobre su hospedero, (Klowden & Briegel, 1994). Actualmente se desconocen estudios referentes a la longevidad y el ciclo gonotrófico del ***Aedes aegypti*** en Colombia, haciendo de esta investigación importante para disponer de una información entomológica continúa y oportuna que permita orientar las acciones del control vectorial a escala local y departamental, además de ofrecer un apoyo en las estrategias de control integrado y selectivo que actualmente se llevan a cabo como la educación a la comunidad, campañas de recolección de inservibles, control biológico, aplicación de larvicidas como el Temephos (Abate<sup>2</sup>), e insecticidas adulticidas para el control del mosquito. Asimismo de ofrecer las bases para posteriores estudios sobre eficiencia y capacidad vectorial.



## **2. *Aedes aegypti***

### **2.1 DISTRUBUCION**

El *Aedes aegypti* es un insecto que presenta una amplia distribución en áreas tropicales y subtropicales del mundo (Figura 1) y está limitado a latitudes entre 35° norte y 35° sur, aunque a veces se ha observado a 45° latitud norte, cuando hay invasiones en la estación cálida; sin embargo, no sobreviven en la estación de invierno, (OPS, 1995). Su rango de distribución altitudinal se encuentra por debajo de los 2.000 m.s.n.m., pero en Colombia se tienen registros a los 2200 m.s.n.m. en Málaga, en departamento de Santander (Suárez & Nelson, 1981 y Tinker & Olano, 1993), en sitios donde la temperatura media anual es de 17°C, (Anónimo, 2002). En las Américas se considera como una especie doméstica, en áreas urbanas y rurales, (Morales et al., 1997). Mirsa (1956) describió que el *Ae. aegypti* puede ser trasladado por el hombre a largas distancias en todos sus estados de desarrollo (huevos, larvas, pupas y adultos). El hábitat del *Ae. aegypti* está estrechamente relacionado con el hábitat del hombre. Además, los climas cálidos, la alta humedad y la lluvia son factores que favorecen la propagación de la especie (Cheong, 1967).



- Áreas infestadas con *Aedes aegypti*
- Áreas con *Aedes aegypti* y epidemias recientes de dengue

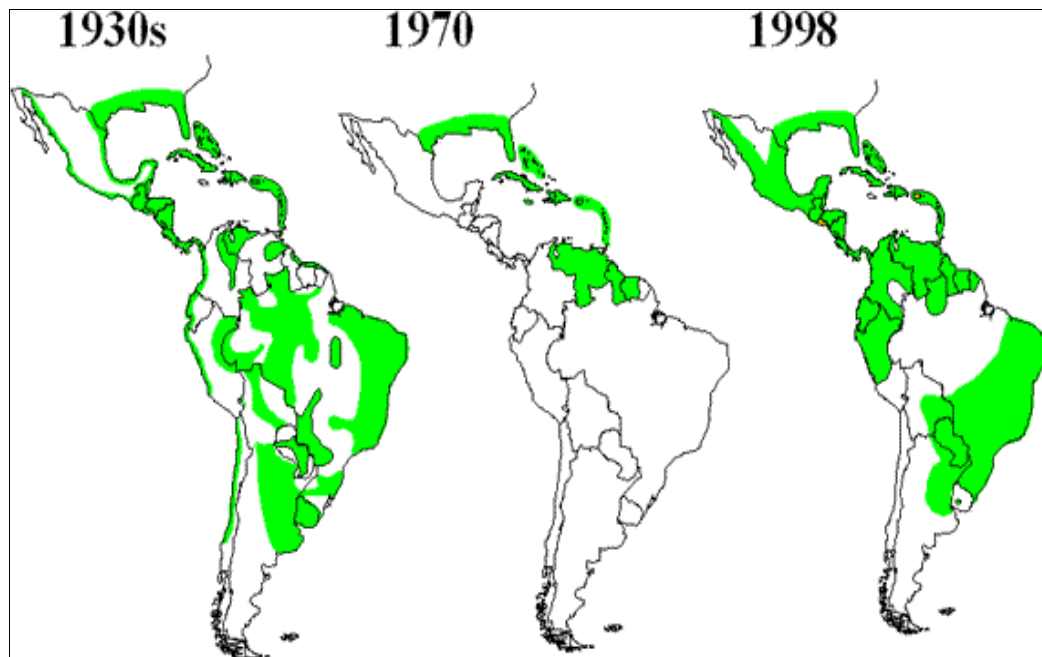
**Figura 1. Mapa de distribución mundial del dengue 2000.** El dengue ocurre en zonas tropicales y subtropicales del mundo. Las áreas de color celeste son aquellas a riesgo de dengue epidémico—es decir, aquellas zonas infestadas con *Aedes aegypti* u otros mosquitos vectores del dengue. Las áreas rojas son aquellos países con reciente actividad de dengue. (Tomado del <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/slideset/spanish/set1/iv/slide02.htm>).

## 2.2 ANTECEDENTES

Es probable que el *Ae. aegypti* se haya originado en el oeste de África, donde el hábito de cría se ha alterado considerablemente con el tiempo y se han encontrado las formas no solamente selváticas, sino también domésticas, mientras que en los países del resto del mundo, solo se encuentran las formas domésticas, (Cheong, 1967). Se cree además, que migró a América

durante los siglos XV - XVII a bordo de barcos con esclavos, (Christopher, 1960). En las regiones cálidas y tropicales de las Américas, el ***Ae. aegypti*** llegó a establecerse y propagarse en el interior del continente y durante siglos esta especie se convirtió en un grave problema de salud pública tanto en las Américas como en África por ser vector de la fiebre amarilla urbana, (Soper, 1965). Estudios en Cuba sobre la fiebre amarilla durante 1900 – 1901 demostraron por primera vez que el ***Ae. aegypti*** era el vector de la fiebre amarilla. En Australia, en 1906 se sugirió que ***Ae. aegypti*** podría ser el vector del dengue y se comprobó que transmitía el dengue en la epidemia de esta enfermedad durante 1916 (C.D.C., 1980). En septiembre de 1947, la Oficina Sanitaria Panamericana, recomendó a todos los gobiernos miembros, en una reunión que tuvo lugar en Buenos Aires, la organización de programas destinados a erradicar del continente el ***Aedes aegypti*** (Figura 2), pero no fue eliminado, (Soper, 1965; Gast, 1982; Gubler & Clark, 1995). En la década de los 80's, cinco países, Bolivia, Brasil, Ecuador, Paraguay y Perú, que no presentaron casos dengue durante muchas décadas o que nunca lo habían registrado, sufrieron brotes explosivos. Igualmente pasó con Costa Rica y Panamá (países tropicales) que notificaron en 1993 la transmisión autóctona de la enfermedad (V. Olano & J. Zuluaga, ined). Gubler & Clark (1995), documentaron que la especie sigue extendiéndose en las Américas reinfestando no solo las regiones donde había sido erradicado sino

extendiéndose a regiones que nunca había reportado la presencia del vector, asociado con una reemergencia del dengue en sus formas más graves: la fiebre hemorrágica del dengue (DH), y el síndrome de choque de dengue (SCD), (OPS, 1995).



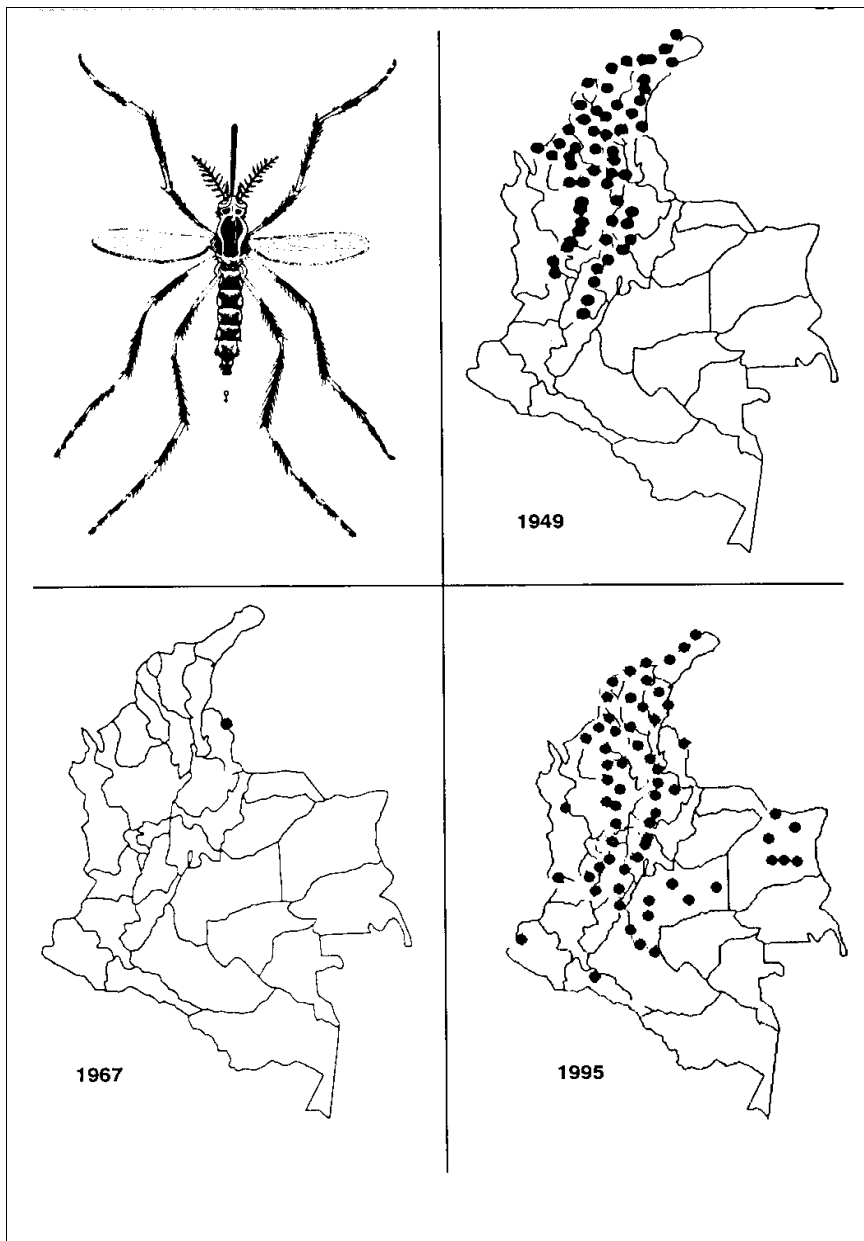
● Presencia del *Aedes aegypti*.

**Figura 2. Reinfestación de *Aedes aegypti* en el Continente Americano.** Desafortunadamente, el éxito de la campaña de erradicación no se mantuvo. A partir de principios de la década de 1970, el programa comenzó a dismantelarse y muchos países canalizaron sus recursos limitados a otras áreas. En consecuencia, el *Aedes aegypti* comenzó a reinfestar los países de los cuales había sido erradicado. Comparando el mapa de 1970 con el de 1998, se puede ver al mosquito reestablecerse a lo largo de América Central y la mayor parte de América del Sur. Al propagarse el mosquito, el número y la frecuencia de las epidemias de dengue han aumentado, al igual que la actividad de dengue hemorrágico en las Américas. (Tomado del <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/slideset/spanish/set1/viii/slide03.htm>).

### **2.3 *Aedes aegypti* EN COLOMBIA**

*Aedes aegypti* entraría al interior de Colombia desde Cartagena cuando se estableció la navegación por el río Magdalena, (Gast, 1982). En 1880 se detectó en Neiva (Huila), aunque posiblemente muchos años antes invadió a

Ambalema, Honda y Girardot, donde posteriormente, ocurrieron epidemias de fiebre amarilla. En 1883 el ***Ae. aegypti*** se encontró en Cúcuta (Norte de Santander). En 1906 se halló en Bucaramanga (Santander). Para 1959, este mosquito había proliferado la Costa Atlántica, Buenaventura y los valles de los ríos Magdalena y Cauca. El oriente y sureste estaban libres (Figura 3) para ese entonces de esta especie, (Groot, 1980 y Gast, 1982). Colombia siguió las recomendaciones de la reunión efectuada en Buenos Aires en 1947, e inició a finales de los años 50 la campaña de erradicación contra el ***Ae. aegypti*** en agosto de 1959, (Gast, 1982). Como resultado del trabajo, el país permaneció libre del mosquito entre los años 1961 a 1967, excepto en la ciudad de Cúcuta ya que persistía un pequeño foco de infestación (Figura 3). Además, Venezuela no participó en el programa de erradicación contra el vector en las Américas porque no consideró el programa de erradicación como prioritario para el control de la Fiebre Amarilla y el Dengue, (Restrepo *et al.*, 1999).



**Figura 3. Distribución de *Aedes aegypti* en Colombia, en 1949, 1967 y 1995.**  
(Tomada de Informe Quincenal Epidemiológico Nacional. 1996.1(2):20)

Por un tiempo la campaña tuvo éxito debido a la susceptibilidad del mosquito al insecticida DDT. Sin embargo, en 1960 Alberto Morales del INS (Instituto Nacional de Salud) detectó por primera vez en Colombia, una muestra de ***Ae. aegypti*** procedente de Cúcuta resistente al DDT (Groot,1980 y Gast, 1982).

En 1966 el mosquito infestó la ciudad de Santa Marta, en 1968 se reportó en la ciudad de Riohacha y de ahí pasó a los puertos de las ciudades de Cartagena y Barranquilla en 1969, para luego invadir el interior del país siguiendo las rutas de los ríos Magdalena y Cauca. En 1976 infestó a Villavicencio y a Florencia. Después de más de 7 años de control del vector, en la década del 70, en Colombia al reinfestarse de ***Ae. aegypti*** (Figura 3) presentó continuos y repetidos brotes epidémicos por dengue clásico. Dos años después de la gran reinfestación, en 1971 ocurrió la primera epidemia del dengue afectando a unas 400.000 personas y en 1972 ya se encontraba expandido en toda la costa Atlántica; lo mismo ocurrió en varias ciudades del interior del país, en donde se presentaron epidemias como la de Armero (1975) y en Girardot (1976), (Groot, 1980 y Gast, 1982).

El ***Ae. aegypti*** ha invadido departamentos que en el pasado no habían tenido infestación por este mosquito como Putumayo, Vichada, Guaviare y Arauca, (Morales ***et al.***, 1997). Esta situación planteó al país un grave



problema, porque ahora su erradicación sería muy difícil, costosa e inútil porque mientras los países vecinos estaban infestados, podrían fácilmente volver a reinfestar a Colombia, además de la deficiencia y escasez de los programas orientados al control del mosquito, induciendo a la propagación de la especie a nuevas áreas y regiones del territorio colombiano (Gast, 1982). Para 1997, ya se ha encontrado en casi todos los departamentos del país; no ha sido hallado en Amazonas, Vaupés y Guanía, (Morales *et al.*, 1997).

#### **2.4 *Aedes aegypti* EN CUNDINAMARCA**

Desde 1999 la Unidad de Entomología del Laboratorio de Salud Pública de Cundinamarca ha confirmado la presencia de ***Ae. aegypti*** en 52 municipios del departamento, (M. Carrillo, com. Pers, 2003). Cundinamarca presenta regiones de alto riesgo para la presencia de ***Ae. aegypti*** por su altura, temperatura y humedad. La Secretaria de Salud de Cundinamarca reportó entre 1995 - 2002, casos de dengue periódicamente en 43 municipios del departamento de Cundinamarca (Sánchez, 2002), siendo Girardot el más afectado porque ha presentado tasas de incidencia de más de 100 casos de dengue por 100000 habitantes (H. Rodríguez, com. Pers, 2002).

Existen otros factores de tipo social que elevan el riesgo de presencia vectorial, en el departamento de Cundinamarca, por ejemplo: hay problemas

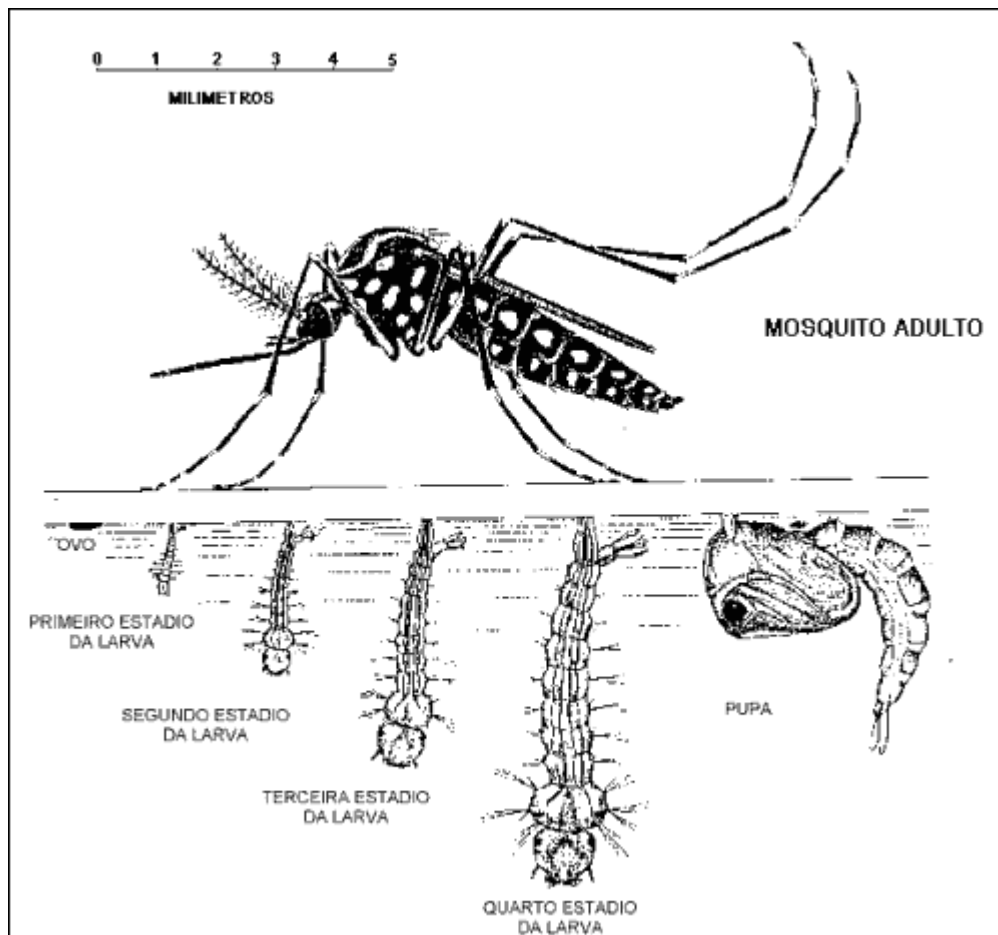
en la regularidad del servicio de agua lo cual ha inducido a la población, a la práctica de almacenar agua. La tendencia cultural de almacenar en los solares o patios (llantas, latas, recipientes en desuso), y la recolección de basura prestada de manera irregular, (Sánchez *et al.* 1996). Todos estos factores interactuados entre sí, generan índices de infestación de **Ae. aegypti** que oscilan entre el 15 y el 39% (M. Carrillo, com. Pers, 2002).

## **2.5 POSICIÓN TAXONÓMICA Y ASPECTOS BIONOMICOS DEL VECTOR**

***Aedes aegypti*** responde a la siguiente jerarquía:

- ✍ Reino: Animalia
- ✍ Phylum: Arthropoda
- ✍ Clase: Hexápoda o Insecta
- ✍ Orden: Díptera
- ✍ Familia: Culicidae
- ✍ Subfamilia: Culicinae
- ✍ Género: ***Aedes***
- ✍ Subgénero: ***Stegomyia***
- ✍ Especie: ***aegypti***

*Ae. aegypti* es un mosquito principalmente doméstico, (C.D.C., 1980). Es un insecto holometábolo, es decir, que presenta una metamorfosis completa y comprende las etapas o fases de huevo, larva, pupa y mosquito adulto, (Solomon *et al.*, 1996). Con la excepción de la última fase (mosquito adulto) que es terrestre, todas las demás etapas se desarrollan en un ambiente acuático (Figura 4).



**Figura 4. Ciclo Biológico del mosquito *Aedes aegypti***  
(Tomado del <http://www.soaresoliveira.br/combateadengue/doreito.htm>)

Algunos aspectos importantes de su bionomía se consideran a continuación:

**2.5.1 COPULA:** *Ae. aegypti* puede aparearse 24 horas después de haber emergido a adulto, (Schoof, 1967). Durante el cortejo, las hembras pueden hacer enjambres de pocos individuos, el macho reconoce este ruido producido por la frecuencia del movimiento de sus alas, vuela hacia el enjambre y, en el aire, engancha con sus genitales a la hembra, ambos caen luego al suelo y en segundos la insemina vaciando sus testículos para llenar la espermateca, (Christophers, 1960). Schoof (1967) señala que el apareamiento puede tener lugar cuando la hembras están en reposo o están volando. La hembra queda fecundada de por vida, y cada vez que ovoposite los huevos saldrán fecundados.

**2.5.2 INGESTA DE SANGRE:** la ingesta de sangre ocurre principalmente en horas diurnas, (Tinker & Olano, 1993), proporcionando a la hembra la maduración de los oocytos, (Detinova, 1962 citado por Klowden & Lea 1978). Las hembras de *Ae. aegypti* pueden tomar sangre de aves, murciélagos, monos, vacas, perros, conejos, curies, ratones etc., (Mirsa 1956). También de ranas y tortugas, pero evidentemente muestran una preferencia definida hacia los humanos, en lo que están de acuerdo todos los autores (Woke, 1937 y Tinker & Olano, 1993).

Galun (1967), enuncia que en el proceso de toma de sangre un mosquito cumple con cuatro etapas sucesivas: 1) reconoce el huésped y reposa sobre él, 2) explora la zona y pica, 3) succiona la sangre y 4) retira la probóscide de la piel. Por lo general, las hembras pican una sola vez para una ingesta de sangre, pero en numerosas ocasiones las hembras pican dos o más veces; no obstante, tomas de sangre repetidas se observan generalmente en hembras relativamente débiles, (Mirsa, 1956). La frecuencia en la toma de sangre que realiza el ***Ae. aegypti*** es importante a nivel epidemiológico porque se incrementa el contacto sobre el hospedero, favoreciendo la transmisión del virus, (Scott ***et al.***, 1997). De hecho, el ***Ae. aegypti*** puede alimentarse más de una vez para cada ovoposición (Scott ***et al.***, 1993), especialmente si es perturbado antes de estar completamente lleno, (OPS, 1995). En comparación con una sola alimentación, múltiples tomas de sangre en un solo ciclo gonotrófico incrementan las oportunidades para que el vector ingiera y transmita la infección viral, (OPS 1995, Scott ***et al.*** 1997, Dye 1992).

**2.5.3 CICLO GONOTRÓFICO:** se llama ciclo gonotrófico al periodo de tiempo que va desde la toma de sangre, ovopostura hasta que vuelve a tomar la siguiente alimentación. Un ciclo gonotrófico normal consiste en una

toma de sangre, seguida de la digestión de la sangre, maduración de los oocytos y la oviposición (Detinova, 1962 citado por Klowden & Lea 1978).

El tiempo para la digestión de la sangre y su consecuente producción de huevos varía de 3 a 5 días dependiendo de la temperatura ambiental. La temperatura tiene una importante influencia en la duración de la digestión de la sangre y el desarrollo de los ovarios, pues tiende a retardarse a bajas temperaturas. Una baja humedad tiende a incrementar la duración de estos procesos. En áreas tropicales donde la temperatura es constante por largos períodos, la duración de un ciclo gonotrófico varía menos que en zonas donde hay marcadas estaciones climáticas. Un mosquito hembra tiene varios ciclos gonotróficos en su vida. La duración de cada ciclo gonotrófico en hembras gono-activas depende de: 1) Tiempo requerido para encontrar y alimentarse de un huésped, 2) tiempo requerido para la digestión de la sangre y el desarrollo de los ovarios y 3) el tiempo hasta que ovoposite, (WHO, 1975).

Después de cada ingesta de sangre la mayoría de las hembras desarrollan un lote de huevos (Mirsa, 1956). Generalmente es suficiente una sola toma de sangre para que después de su digestión, lleguen los ovarios a su pleno desarrollo, pero puede ocurrir lo contrario y entonces la hembra necesita tomar sangre de nuevo, a lo que Mirsa denomina disarmonía gonotrófica.

Morrison **et al.**, (1999), documentaron que una hembra con ciclos gonotróficos cortos tiene una alta probabilidad de realizar más ovoposturas en su vida como adulto que una hembra con ciclos gonotróficos largos. Frecuentemente el **Ae. aegypti** realiza múltiples tomas de sangre en un ciclo gonotrófico, (Pant & Yasuno, 1973; Scott **et al.**, 1993), asimismo, las hembras requieren más de 10 días para finalizar su primer ciclo gonotrófico, entendiéndose esto como el tiempo transcurrido desde la ingesta de sangre hasta la última postura, (Mather & DeFoliart, 1983).

**2.5.4 OVOPOSTURA:** habitualmente **Ae. aegypti** realiza sus ovoposturas al tercer día después de su ingesta de sangre, pero un pequeño porcentaje de las hembras hacen su ovopostura al cuarto día, (Mirsa, 1956). Surtees en 1967 especificó que las hembras ponen generalmente sus huevos sobre la superficie del agua o en superficies muy húmedas, así mismo indicó que los factores que pueden afectar la ovopostura en el **Ae. aegypti** son la contaminación del agua, la profundidad del agua y la superficie en donde son ovipositados los huevos, la temperatura y la intensidad de la luz. Se entiende por criadero a todo cuerpo de agua que puede ser colonizado por la hembra **Ae. aegypti** para la ovipostura, eclosión, desarrollo de larvas, pupas y emergencia de adultos, (Benavides **et al.**, 1997). Usualmente los recipientes artificiales tan abundantemente proporcionados por la moderna sociedad

industrial son en gran medida el más importante lugar de ovopostura y de cría, además de ser esenciales para la producción y la conservación de las grandes poblaciones del ***Ae. aegypti***. Algunos recipientes son más atractivos para los mosquitos que otros, como los neumáticos, albercas, inservibles, abrevaderos de los animales domésticos, latas, floreros, etc. Las hembras del ***Ae. aegypti*** son atraídas por recipientes de colores oscuros con bocas anchas, especialmente si se encuentran a la sombra, (C.D.C., 1980). Benavides ***et al.***, (1997) encontraron que los criaderos permanentes más importantes y de uso obligado son las albercas o depósitos de agua de los lavaderos de ropa y los tanques elevados de almacenamiento de agua para consumo. Las hembras prefieren para su ovopostura el agua limpia (Mirsa, 1956), evitando los recipientes muy contaminados y con olores, (C.D.C., 1980). La ovopostura la realizan principalmente por la tarde y los huevos se agrupan individualmente (C.D.C., 1980).

**2.5.5 ESTADO DE HUEVO:** los huevos mas o menos ovoides, tienen menos de un 1 mm de longitud y son blancos recién hecha la ovopostura, pero rápidamente comienzan a ponerse grises, para hacerse negros a las dos horas, (Mirsa, 1956; C.D.C., 1980). Generalmente colocan sus huevos a lo largo de la línea de agua y en recipientes de diferentes tamaños, (Horsfall, 1972). En el momento de la postura los embriones dentro de los huevos no

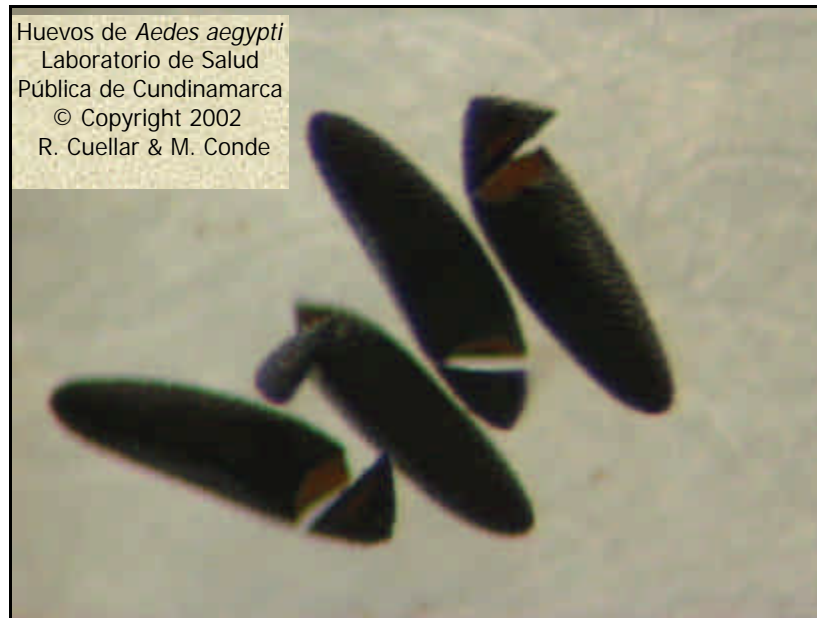


están listos para incubarse. Para que se desarrollen completamente a la fase larval, se necesita un período de dos o tres días con mucha humedad (C.D.C., 1980), o donde el nivel del agua sea suficiente para que eclosionen. Después que el embrión esté completamente formado la eclosión puede llevarse a cabo en cualquier momento (Horsfall, 1972).

La resistencia de los huevos a eclosionar a temperaturas altas como bajas, depende del tiempo de exposición, (Mirsa, 1956). A mayor temperatura este período de tiempo disminuye. La capacidad de los huevos para resistir desecación, ha sido uno de los obstáculos mayores en la erradicación del ***Aedes aegypti***, estrategia que ha empleado como mecanismo de dispersión, (Gast, 1982), sin embargo si los huevos se quedaran secos durante este período de desarrollo, se debilitarían y los embriones morirían, C.D.C. (1980).

Muchos huevos tienen un período de suspensión o interrupción en su desarrollo conocido como diapausa, debido a la ausencia de factores externos como internos suficientes para que eclosionen. Cuando las larvas están ya completamente formadas, los huevos resisten la desecación y pueden sobrevivir por períodos de varios meses hasta más de un año, (C.D.C., 1980).

Los huevos de una misma postura, sumergidos simultáneamente en agua, no eclosionan al mismo tiempo y la diferencia entre el primer nacimiento y el último oscila hasta un mes y más (Mirsa, 1956). No todos los huevos se incuban cuando están inundados, C.D.C. (1980). Mirsa (1956) encontró que la salida de las larvas de los huevos sucede muy rápidamente en algunos segundos y se realiza por medio de una rotura transversal en el extremo ancho del huevo, (Foto 1). En cuanto a los huevos no fecundados, estos generalmente se abren en el agua de otro modo, ya que en uno o en los dos extremos del huevo, se abren los vástagos tomando el aspecto de hojas semiabiertas de un cortaplumas y en este estado permanecen en el agua (Foto 2). También es posible encontrar los huevos no fecundados sin haberse abierto, (Mirsa, 1956).



**Fotografía 1. Eclosión normal de huevos de Aedes aegypti**



**Fotografía 2. Eclosión irregular de huevos de *Aedes aegypti*.**

**2.5.6 ESTADO DE LARVA:** el *Ae. aegypti* se caracteriza por tener en el tórax en la base de los tubérculos (base de donde salen los pelos) unas espinas laterales largas y puntiagudas en forma de uña de gato, un sifón corto en forma de barril con pecten y un par de penachos subventrales compuesto por al menos de tres pelos (Foto 3). El segmento anal no está rodeado completamente por una placa esclerotizada y el peine del octavo segmento presenta una serie de hileras de escamas las cuales tienen forma de tridente, cuyos dientes tienen una espina larga y espínulas laterales en un solo lado del eje, (Forattini, 1965).



**Fotografía 3. Larva de *Aedes aegypti***

En 1980, C.D.C. notificó que la larva que emerge del cascarón roto es la primera de cuatro fases larvales, en cada una de estas fases la larva es mayor que la anterior (Foto 4). El paso de una fase larval a otra, se logra por el proceso de formación durante el cual los insectos sueltan su viejo exoesqueleto (exuvia). En la muda, el organismo segrega una sustancia líquida que permite la separación entre el exoesqueleto y la nueva cubierta del cuerpo ya formada debajo de la anterior. La cápsula de la cabeza y el tórax del exoesqueleto se quiebra y la larva emerge con una nueva cubierta que le cubre y le permite aumentar de tamaño, (C.D.C., 1980).



**Fotografía 4. Estadios larvales de *Aedes aegypti*.**

La larva pasa la mayor parte del tiempo alimentándose, usando las cerdas en forma de abanico para atrapar los microorganismos y las partículas en suspensión. No obstante, de acuerdo a los trabajos realizados por Mirsa (1956) las larvas del *Ae. aegypti* están adaptadas a deficientes condiciones de alimentación. Las larvas del *Ae. aegypti* se pueden reconocer por sus movimientos serpenteantes al nadar. Normalmente el desarrollo larval toma de cinco a siete días y termina cuando la larva en la cuarta fase se desarrolla alcanzando el estado de pupa, (C.D.C., 1980).

**2.5.7 ESTADO DE PUPA:** según Christophers (1960) la pupa presenta un extremo anterior globuloso constituido por cefalotórax, seguido del abdomen

segmentado y curvo. Los sifones respiratorios están localizados en la parte anterior y poseen una trompa respiratoria corta un tanto dilatada (Foto 5).



**Fotografía 5. Pupa de *Aedes aegypti*.**

Mirsa (1956) indicó que el estado de pupa dura aproximadamente dos días, aunque este plazo puede abreviarse o alargarse dependiendo de la temperatura y también de algunas causas internas. En general, las pupas de los machos se desarrollan más rápidamente que las pupas de las hembras y la pupa del macho visiblemente es más pequeña que la de la hembra. En su mismo trabajo Mirsa señaló que la pupa recién formada es de color blanco, y luego comienza a oscurecerse a partir del extremo cefálico; después de un cuarto de hora la extremidad de la cabeza comienza a hacerse grisácea y

durante la siguiente media hora el cefalotórax toma un color gris a oscuro. El oscurecimiento se intensifica progresivamente y se extiende a los tergitos abdominales delanteros.

**2.5.8 ESTADO ADULTO:** el adulto que emerge de la pupa es un mosquito oscuro cuyos tarsos posteriores tienen franjas claras y la franja basal pálida (Foto No. 6). Presenta en el mesonoto un patrón de escamas formando una lira. El abdomen también posee patrones de escamas blancas con pequeños puntos blancos, (C.D.C., 1980).



**Fotografía 6. Mosquito adulto de *Aedes aegypti*.**

Los machos al igual que las hembras, tienen los diseños de escamas muy parecidos, pero los machos son menos robustos que las hembras (C.D.C.,

1980), además, el tegumento quitinoso de los machos es mas pigmentado a comparación de las hembras, (Mirsa, 1956). Se pueden identificar la diferencia entre sexos con facilidad por las antenas, pues estas son plumosas en los machos y filiformes en las hembras. Por otra parte, la dieta del macho como de la hembra, es de líquidos con azúcares y los toma de las flores o frutos disponibles en la naturaleza, pero solo la hembra es hematófaga. A pesar de que las hembras pueden sobrevivir con azúcares como única fuente de alimentación, las hembras necesitan de la sangre para poder desarrollar los huevos, (C.D.C., 1980) como anteriormente se ha mencionado. Los adultos son de hábitos domésticos en áreas urbanas y rurales. Después de pasar al estado adulto, se ubican en el peridomicilio y en el intradomicilio de las casas principalmente en los dormitorios, reposando sobre superficies que se encuentren menos iluminadas, (Horsfall, 1972).

El mosquito ***Ae. aegypti*** ha jugado un papel muy importante como transportador de virus y otros agentes etiológicos, además del dengue. Inicialmente se conoció comúnmente como el mosquito de la fiebre amarilla, porque durante siglos esta especie ha transmitido la fiebre amarilla urbana convirtiéndose en un grave problema de salud pública en África y en las Américas, (Soper, 1965). La hipótesis que el ***Ae. aegypti*** era el vector del virus de la fiebre amarilla fue propuesta por el médico cubano Carlos Finlay



en 1881 y confirmada por el médico norteamericano Walter Reed hacia 1901, (Gast, 1982).

Christophers (1960), mencionó que el ***Ae. aegypti*** puede transmitir la encefalitis equina africana, ya que el virus se ha multiplicado cientos de veces en el mosquito. También reportó por numerosas observaciones que el ***Ae. aegypti*** no es un eficiente vector de ***Wuchereria bancrofti*** (nematodo filiforme). Asimismo, se ha comprobado que el ***Ae. aegypti*** es un vector del ***Plasmodium gallinaceum***, (Mazzacano *et al.*, 1998), y ha sido incriminado como posible vector urbano del virus de la encefalitis equina venezolana (Suárez & Bergold, 1968), entre otras enfermedades.

**2.5.9 LONGEVIDAD:** generalmente el macho tiene una longevidad menor comparado con las hembras. La longevidad de un organismo esta estrechamente relacionado con las condiciones del ambiente, temperatura, humedad, alimentación, etc., (Mirsa, 1956; Horsfall, 1972). Los adultos sin alimentación y sin humedad viven menos que los que se alimentan y tienen una humedad; los mosquitos sin alimentación y con humedad, tienen una longevidad dos veces menor comparado con los mosquitos que se alimentan y no tienen una humedad, (Mirsa, 1956).

La longevidad del *Ae. aegypti* se puede ver afectada por el efecto del Temephos (larvicida), de acuerdo a los estudios realizados por Reyes *et al.* (1990, 1992), al parecer tienden a aumentar longevidad de los mosquitos.

## **2.6 DENGUE**

El dengue es una enfermedad infecciosa aguda producida por un arbovirus y transmitida por los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. El dengue hemorrágico (DH) es una manifestación de esta enfermedad que cursa con alteraciones hemostáticas y vasculares potencialmente fatales. El síndrome de choque del dengue (SCD) es la forma más severa del DH, (Restrepo *et al.*, 1999).

Los sujetos con dengue sufren fiebre, altragias, mialgias, exantemas y otros síntomas sistémicos en su forma benigna o con un síndrome hemorrágico que puede ser mortal, (Restrepo *et al.*, 1999; Stuart, 2000). El agente etiológico implicado en la transmisión del dengue es un virus que pertenece a la familia Flaviviridae y al género *Flavivirus* con cuyos miembros comparte una estructura común. La forma es esférica con un diámetro entre 40 y 50 nm. El ácido ribonucleico (RNA) es de cadena única y está cubierto por una cápside de simetría icosaédrica, (Restrepo *et al.*, 1999). La cápside del flavivirus está

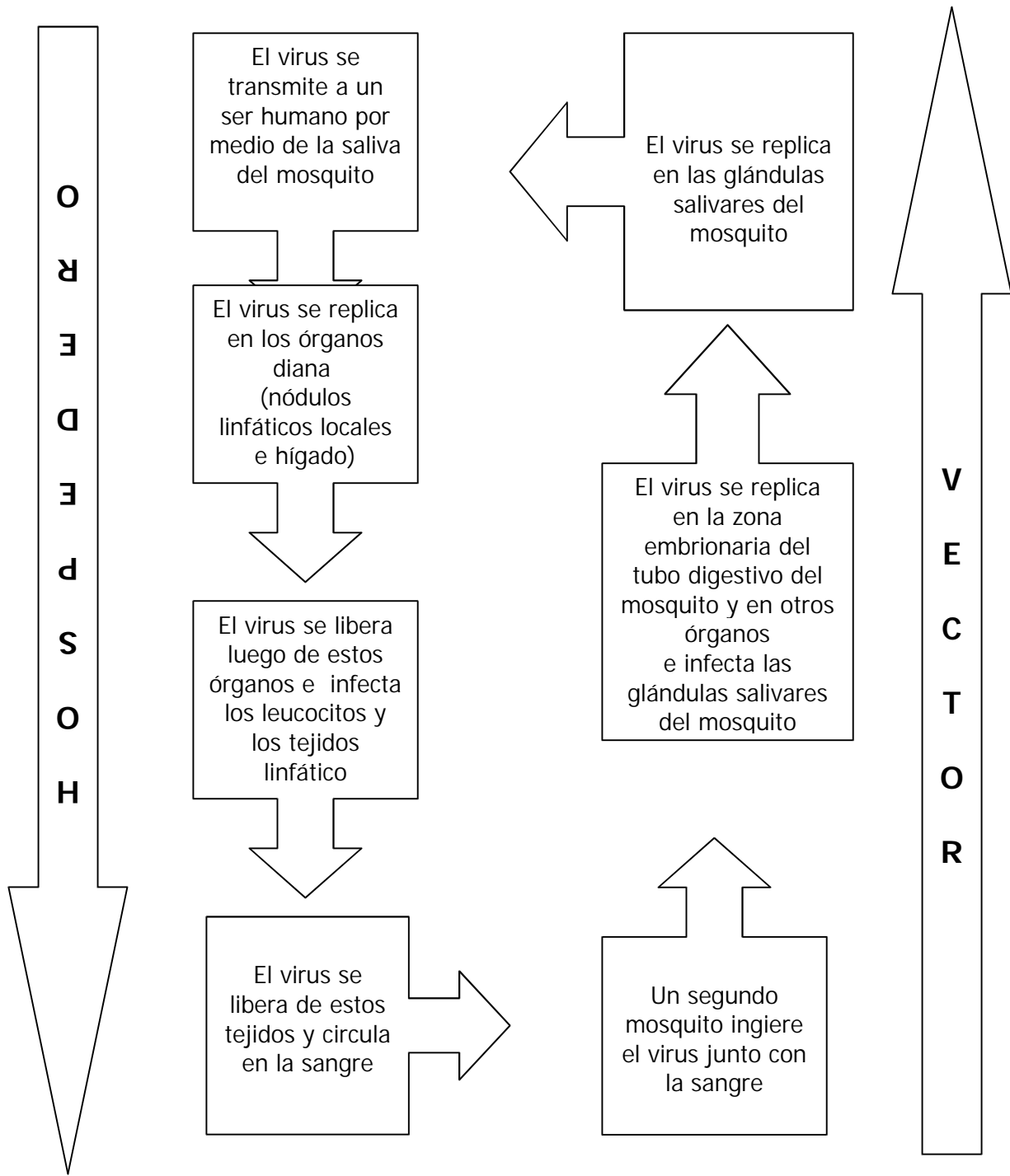
construida a partir de una sola proteína y su membrana contiene ramificaciones glicoproteicas que sirven como adhesivas, (Stuart, 2000). Estas ramificaciones están formadas por una envoltura de base lipídica de la cual sobresale la denominada glicoproteína E, (Restrepo *et al.*, 1999), que tiene dos funciones particularmente útiles: 1) contiene las conexiones que permiten al virus fijarse a la membrana de la célula que va a infectar y 2) estimula la formación de anticuerpos útiles para el diagnóstico en el laboratorio (inhibidores de la hemaglutinación o inmunoenzimáticos - ELISA), (Boshell, 1995).

Existen cuatro serotipos (1, 2, 3 y 4) de este virus. Todos son genéticamente muy similares y comparten algunos antígenos con otros miembros de la misma familia. Por esta razón se presenta reacciones cruzadas en las pruebas serológicas entre los distintos serotipos y en menor medida, entre dengue y los otros flavivirus, (Restrepo *et al.*, 1999). La infección por uno de los serotipos del dengue, estimula la inmunidad homóloga y anticuerpos de reacción cruzada, aún con otros flavivirus, pero no inmunidad heteróloga (con otros serotipos del dengue), (Stuart, 2000).

Cuando el organismo se infecta por primera vez con un serotipo del dengue, responde produciendo anticuerpos precisamente contra ese serotipo. Estos

anticuerpos lo protegen contra la siguiente infección por ese mismo serotipo, pero no lo protegen de una infección contra los tres restantes serotipos. Sin embargo, los anticuerpos generados contra ese primer serotipo son capaces de reconocer a otro serotipo de dengue que origina la segunda infección y se unen al mismo pero sin destruirlo. Viajan con él por el torrente sanguíneo como complejos inmunes, nombre que se otorga a la asociación del anticuerpo resultante de la primera infección y el virus de la segunda infección, (Boshell, 1995).

Cuando un mosquito infectado pica a una persona, (Figura 5) inocula el virus que se encuentra en las células salivares, introducido en el torrente sanguíneo, el virus busca el sistema fagocítico monoclear, constituido por monocitos circulantes y macrófagos tisulares para multiplicarse en ellos y alcanzar concentraciones altas. Cuando otro mosquito pica e ingiere la sangre de esta persona en el período de viremia, el mosquito ingiere el virus, el cual se replica en el estómago del vector y emigra hacia las glándulas salivales, de tal manera que unos 10 días después, cuando este mismo mosquito pica por segunda vez a otro hospedero sano, este último puede infectarse o recibir la inoculación del virus, (Boshell, 1995). El período de incubación del virus dura de 3 a 14 días, generalmente de 7 a 10 días y no se transmite de una persona a otra, (Restrepo *et al.*, 1999).



**Figura 5. Replicación y transmisión del virus del dengue**

(Modificado del <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/slideset/spanish/set1/i/slide05.htm>)

### **2.6.1 ANTECEDENTES DE SEROTIPOS DE DENGUE EN COLOMBIA**

El Instituto Nacional de Salud (INS) reportó que en Colombia, el virus de dengue comenzó a circular como una enfermedad reemergente en el año 1971 con el serotipo 2, y unos años más tarde, con el serotipo 1. El serotipo 3 circuló en un período corto entre los años de 1975 - 1978, y el serotipo 4 se aisló por primera vez en 1982 (Boshell *et al.*, 1986). En 1989 se registra el dengue hemorrágico en Puerto Berrío, departamento de Antioquia, (Saad *et al.* 1989). Desde el año 2001 comenzó a circular el serotipo 3 en Santander y en los países fronterizos como Venezuela, Brasil, Ecuador y Perú, (Bernal *et al.*, 2002). Actualmente están circulando por todo el territorio colombiano los serotipos de dengue 1, 3 y 4, (Bernal *et al.*, 2002 y Velandia, 2002). A diferencia de los años anteriores, no se ha aislado el serotipo 2. Esta circulación conjunta de serotipos ha hecho que tanto los casos de dengue clásico como de dengue hemorrágico se hayan incrementado y algunas regiones ya son consideradas endémicas e hiperendémicas, (Bernal *et al.*, 2002). Durante el 2001, el INS confirmó por medio de aislamientos virales positivos la presencia del serotipo 2 en el departamento de Cundinamarca, (J. Mendez, com. Pers, 2002).

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El mosquito *Aedes aegypti*, es el principal vector de la fiebre del dengue, (Pant & Yasuno, 1973), el cual causa las mas altas tasas de morbilidad y mortalidad que otros arbovirus, (Gubler, 1988 citado por Scott *et al.* 1997). Dado el hábito del *Ae. aegypti* de criarse y alimentarse en el hábitat humano o en sus alrededores, puede a veces desarrollarse en proporciones donde los índices de infestación siguen en aumento, convirtiéndose en un grave problema de salud pública, (C.D.C., 1980).

El departamento de Cundinamarca presenta regiones que por su ecosistema y características geográficas las convierte en zonas de alto riesgo para la presencia del *Ae. aegypti*. La Secretaría de Salud de Cundinamarca reportó durante el 2002, casos de dengue en 43 municipios de 116, que registraron la presencia de *Ae. aegypti* periódicamente y sobre los cuales se están desarrollando acciones específicas de prevención y control, (Sánchez, 2002). Uno de los municipios con altos índices de infestación (entre el 15 y 45%) por el *Ae. aegypti* es Girardot, con una altitud de 289 m.s.n.m., una temperatura que oscila dentro de los 27 °C y cuya precipitación promedio anual es de 955 mm (I.G.A.C., 1996).

En la actualidad, existen programas de vigilancia entomológica que por medio de la recopilación, análisis e interpretación de la información, permite la orientación de acciones de las medidas de intervención adecuadas, (Anónimo, 2002). Una parte de esta vigilancia entomológica es enfocar las investigaciones hacia el conocimiento del ciclo biológico del vector, tales como aspectos del ciclo gonotrófico y la longevidad ya que son factores importantes que pueden indicar la eficiencia y capacidad del vector dependiendo de las tomas de sangre que realice el mosquito sobre el hospedero y la probabilidad de transmitir enfermedades y de multiplicarse. De esta manera, cualquier cambio en el ciclo gonotrófico podría determinar la incidencia de la enfermedad, (Pant & Yasuno, 1973). Además múltiples alimentaciones pueden incrementar dramáticamente la capacidad vectorial comparado con un escenario en el cual los mosquitos realizan únicamente una toma de sangre por ciclo gonotrófico (Dye, 1986).

Dada la importancia de la vigilancia vectorial, es prioritario que se impulsen las investigaciones hacia la biología del vector, con el objeto de disponer de una información entomológica continua y oportuna que permita orientar las acciones del control vectorial a escala local y departamental. Debido a la



ausencia de información y registros en Colombia referente al tema, este proyecto pretende contribuir al conocimiento de la longevidad y ciclo gonotrófico del mosquito *Aedes aegypti*. Los resultados a obtener, serán la pauta para que nuevos estudios determinen la eficiencia y capacidad vectorial.

## 4. OBJETIVOS

### **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la longevidad y ciclo gonotrófico de la especie ***Aedes aegypti***, cepa Girardot en condiciones de laboratorio, para orientar las acciones de vigilancia y control de esta especie, como base para posteriores estudios de capacidad vectorial.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ▶ Establecer y mantener en condiciones de laboratorio la especie ***Aedes aegypti***, cepa Girardot, mediante el protocolo de mantenimiento de una colonia estipulado por el Laboratorio de Salud Pública de Cundinamarca.
- ▶ Determinar si hay diferencia significativa con diferentes tomas de sangre en la longevidad de la hembra ***Aedes aegypti***.
- ▶ Calcular si existe diferencia significativa en las ovoposuras de la hembra ***Aedes aegypti*** con diferentes tomas de sangre.
- ▶ Determinar si existe diferencia significativa en el número de huevos de la hembra ***Aedes aegypti*** con diferentes tomas de sangre.

- ▶ Calcular si hay diferencia significativa en el número de huevos eclosionados de la hembra *Aedes aegypti* con diferentes tomas de sangre.
- ▶ Establecer el grado de dependencia del número de huevos sobre la longevidad en los diferentes tratamientos.
- ▶ Establecer el grado de dependencia del número de huevos eclosionados sobre el número de huevos de acuerdo a cada tratamiento.

## **5. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1 POBLACION DE ESTUDIO**

La población estudiada comprendió mosquitos hembras y machos de la especie ***Aedes (Stegomyia) aegypti*** (Linnaeus, 1762), capturados en el municipio de Girardot (Cundinamarca). La cabecera de Girardot está localizada en la margen derecha del río Magdalena, a 04° 18' 11" de latitud norte y 74° 48' 03" de longitud oeste. La altura sobre el nivel del mar es de 289 m. La temperatura media es de 27°C. Su precipitación media anual es de 955 mm. La mayor parte del territorio es plano a ligeramente ondulado; en el occidente presenta un relieve montañoso, que corresponde a la cordillera Oriental; entre los accidentes orográficos se destaca el ramal Alonso Vera. Bañan el municipio las aguas de los ríos Bogotá y Magdalena, además de varias corrientes menores. No presenta alturas mayores de 800 m sobre el nivel del mar, por lo cual todas sus tierras están comprendidas en el piso térmico cálido. Girardot es puerto fluvial del río Magdalena que permite la navegación de pequeñas y medianas embarcaciones. Tiene servicios de alcantarillado, acueducto, telefónico, energía eléctrica, telegrafía, correo nacional. El municipio cuenta con varios sitios de interés cultural y turístico. (I.G.A.C., 1996).

## **5.2 MUESTRA**

La población de estudio fue de 594 mosquitos hembras *Aedes aegypti*, debido a que el esfuerzo de muestreo en la toma de las variables era bastante para una sola persona. Se estudiaron durante el periodo comprendido entre los meses de diciembre de 2002 a febrero de 2003. El método por el cual se determinó el tamaño de la muestra fue Muestreo Aleatorio, según Dos Santos (1999), con un 95% de confiabilidad y un error del 0.05. Para el análisis de variables se utilizó ANOVA. El programa estadístico utilizado fue SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 10.0.

**5.2.1 UBICACIÓN DEL AREA Y CAPTURA DE EJEMPLARES:** las formas larvales de *Aedes aegypti* se recolectaron de los depósitos de agua (albercas y estanques) en diferentes barrios del municipio de Girardot. Se capturaron con pipetas plásticas y se guardaron en frascos de vidrio o de plástico para ser transportados y posteriormente ser identificados para establecer la colonia en el laboratorio.

**5.2.2 IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL:** La identificación se realizó teniendo en cuenta las características morfológicas larvales (poseen en el

tórax espinas laterales largas y puntiagudas en forma de uña de gato, y un sifón corto).

### **5.3 PROTOCOLO: MANTENIMIENTO DE LA COLONIA *Aedes aegypti* ESTABLECIDO POR EL LABORATORIO DE SALUD PÚBLICA DE CUNDINAMARCA**

**5.3.1 MANTENIMIENTO DE LAS BANDEJAS CON LARVAS:** las larvas fueron colocadas en bandejas plásticas y esmaltadas de 10 cm x 22.3 cm x 34 cm que contenían agua reposada por lo menos 24 horas, con el fin de eliminar el cloro y mantener la temperatura. Se revisaron todos los días y se les agregó pescadina<sup>®</sup> pulverizada. Para saber la cantidad exacta, se tomó entre el dedo índice y el dedo pulgar una porción de pescadina<sup>®</sup> y se soltó sobre la superficie de la bandeja hasta que corriera el alimento. Cuando el alimento dejaba de correr se sabía que se había llegado a un punto de saturación. A los siete u ocho días aproximadamente se observó el desarrollo de las pupas, las cuales eran sacadas a recipientes plásticos redondos con ayuda de pipetas plásticas.

**5.3.2 MANTENIMIENTO DE PUPAS:** las pupas se sacaron todos los días de las bandejas de las larvas y se pasaron a un recipiente plástico redondo,

cuya tapa tenía una malla para que las pupas pudieran respirar y los adultos que fueran emergiendo tuviesen donde posarse. Después que salieron los adultos dentro del recipiente redondo estos eran introducidos todas las mañanas dentro de la jaula de cría, se destapaba el recipiente y se agitaba para que salieran los adultos dentro de la jaula, el recipiente se tapaba nuevamente y se sacaba de la jaula.

**5.3.3 MANTENIMIENTO DE LA JAULA DE ADULTOS:** los adultos fueron mantenidos en jaulas metálicas de cría de 30 cm x 30 cm x 30 cm y de 60 cm x 60 cm x 60 cm. Sobre el techo de la jaula se colocó una almohada que se fabricó con algodón envuelto en gasa previamente humedecido con agua de chorro. El cambio de estas almohadas de algodón se realizó cuando empezaron a ponerse amarillas. Dentro de la jaula se colgó una bola elaborada con algodón envuelta en gasa y empapada en solución azucarada como alimento a los adultos y se cambió semanalmente. Como suministro de sangre se les proporcionó sangre humana durante una hora. Con un trapo húmedo se limpió todos los días el piso de la jaula con el fin de evitar que la jaula se contaminara. Se empleó una caja de petri con papel filtro húmedo para las ovoposturas y se cambió todos los días si los *Aedes* habían puesto huevos, si esto no sucedía, se continuaba humedeciendo la caja de petri hasta la nueva ovopostura.

Terminado el proceso se verificó que todo se encontrara bien cerrado para que no escaparan los mosquitos. Si esto sucedía, eran capturados y eliminados.

**5.3.4 MANTENIMIENTO DE LOS HUEVOS:** si los mosquitos habían realizado posturas en la caja de petri, éstas se sacaban a una bandeja con agua previamente reposada hasta la mitad en donde se pasaron los huevos con ayuda de un pincel de pelo de Marta. Al día siguiente se les adicionaba un poco de pescadina® (alimento para pescados) para que cuando nacieran las larvas tuviesen alimento.

**5.3.5 VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DE LA COLONIA:** todos los días se confirmó la temperatura dentro de la jaula de cría y dentro del laboratorio con un termómetro de máximas y de mínimas.

La prueba para determinar la longevidad y el ciclo gonotrófico, se llevó a cabo dos días después de observarse la cópula en la generación F3 la cual realizó una primera ingesta de sangre, inmediatamente las hembras se sacaron de la jaula metálica y se repartieron separadamente en viales que consisten en frascos cilíndricos transparentes de 7 cm alto x 3 cm de diámetro. A cada vial se le asignó un número y en el fondo de cada vial se colocó una porción de



algodón con el fin de mantener la humedad y encima de él un disco de papel filtro, para contar las ovoposturas. El papel filtro se cambió después de cada ovopostura solamente al 20% de los viales, debido a que el esfuerzo de muestreo era muy grande para una sola persona en una población de 594 mosquitos. Los viales se cubrieron con su respectiva tapa en donde cada una de ellas tuvo una malla para que los mosquitos pudieran respirar, posarse y alimentarse. El espacio entre cada ingesta de sangre fue de 4 a 6 días, dependiendo al tratamiento al que pertenecían las hembras. Además de las ingestas de sangre a cada una de las hembras que estaban dentro de cada vial se les suministró diariamente una solución azucarada por medio de un algodón. Los viales se separaron de acuerdo a los criterios de inclusión para cada tratamiento.

#### ***5.4 CRITERIOS DE INCLUSION***

##### ***5.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL TRATAMIENTO 0. GRUPO CONTROL***

- ▶ Hembras emergidas a adulto de cuatro días.
- ▶ Hembras copuladas.
- ▶ Hembras que no hicieron ninguna toma de sangre.

**5.4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL TRATAMIENTO 1. GRUPO  
CON UNA SOLA INGESTA DE SANGRE**

- ▶ Hembras emergidas a adulto de cuatro días.
- ▶ Hembras copuladas.
- ▶ Hembras que realizaron una toma de sangre durante su tiempo de vida.

**5.4.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL TRATAMIENTO 2. GRUPO  
CON DOS INGESTAS DE SANGRE**

- ▶ Hembras emergidas a adulto de cuatro días.
- ▶ Hembras copuladas.
- ▶ Hembras que realizaron dos tomas de sangre durante su tiempo de vida.

**5.4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL TRATAMIENTO 3. GRUPO  
CON TRES INGESTAS DE SANGRE**

- ▶ Hembras emergidas a adulto de cuatro días.
- ▶ Hembras copuladas.
- ▶ Hembras que realizaron tres tomas de sangre durante su tiempo de vida.

#### **5.4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL TRATAMIENTO 4. GRUPO CON CUATRO INGESTAS DE SANGRE**

- ▶ Hembras emergidas a adulto de cuatro días.
- ▶ Hembras copuladas.
- ▶ Hembras que realizaron cuatro tomas de sangre durante su tiempo de vida.

#### **5.4.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA EL TRATAMIENTO 5. GRUPO CON CINCO INGESTAS DE SANGRE**

- ▶ Hembras emergidas a adulto de cuatro días.
- ▶ Hembras copuladas.
- ▶ Hembras que realizaron cinco tomas de sangre durante su tiempo de vida.

### **5.5 ANALISIS DE INFORMACIÓN**

El paquete estadístico que se utilizó fue el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 10.0. Se aplicaron herramientas de estadística descriptiva tales como promedios, valores máximos y mínimos, rangos, desviaciones estándar, intervalos en la media poblacional, prueba de comparación de medias. Para el análisis de la información de un diseño completamente al azar de acuerdo con Scheffler (1981) se tuvo en cuenta :

1. El análisis la hipótesis nula  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$  establece que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Dicho de otra manera, se sostiene que de las hembras de *A. aegypti* de la muestra presentan homogeneidad estadística en lo que respecta a la longevidad, número de posturas, número de huevos, y número de huevos eclosionados. El rechazo de la hipótesis nula en cada una de los tratamientos, permitió establecer que existen diferencias significativas entre las medias respecto a las variables de estudio.
2. Por medio del examen de las varianzas residuales (entre tratamientos) se comprobó un grado sospechoso de heterogeneidad entre las varianzas de los grupos de tratamientos donde se efectuó la prueba de F.
3. Habiendo calculado la suma de cuadrados (SC) para el "total", los "tratamientos" y "los residuos" para la distribución total del tamaño de la muestra, se estableció una tabla de análisis de varianza.
4. A través del análisis de la regresión se midió el grado de dependencia de una variable dependiente (número de huevos, número de huevos eclosionados) sobre una variable independiente (longevidad y número de huevos) respectivamente.

## **5.6 EQUIPOS Y MATERIALES**

### **5.6.1 EQUIPOS**

- ✍ Estereomicroscopio
- ✍ Microscopio
- ✍ Cámara Fotográfica
- ✍ Lámparas

### **5.6.2 MATERIALES**

- ✍ Bandejas esmaltadas y plásticas
- ✍ Jaulas metálicas
- ✍ Viales plásticos
- ✍ Cajas de petri
- ✍ Nevera de icopor
- ✍ Termómetros
- ✍ Cucharas metálicas con anejo
- ✍ Pipetas plásticas
- ✍ Linterna
- ✍ Montaje para mosquitos
- ✍ Papel filtro
- ✍ Algodón
- ✍ Azúcar
- ✍ Comida para pescados

## 6. RESULTADOS

### ► LONGEVIDAD

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la longevidad, la Tabla 1 expone con un nivel de confianza del 95%, la media poblacional de la longevidad en los diferentes tratamientos de sangre. A medida que aumenta el N en cada uno de los tratamientos, la estimación para la media se hace más precisa. Se observa que en el tratamiento 5 (hembras que realizaron 5 ingestas de sangre) el intervalo de confianza tiende a ser menos preciso con respecto a los demás tratamientos debido al pequeño número de observaciones registradas. La longevidad de las hembras *Aedes aegypti* en el estudio fue de un promedio de 16,32 días en los diferentes tratamientos. La media tiende a aumentar cuando aumenta las ingestas de sangre en cada tratamiento, es decir que la longevidad aumenta cuando aumenta el número de ingestas de sangre (Anexo 1).

**Tabla 1. Valores descriptivos referente a longevidad en los diferentes tratamientos (tomas de sangre)**

Tratamiento	N	MEDIA	Desviación estándar	Error estándar	95% Intervalo de Confianza		Mínimo	Máximo	Rango
					Límite Inferior	Límite Superior			
<b>0</b>	134	11,51	5,49	0,47	10,58	12,45	4	33	29
<b>1</b>	259	13,96	9,93	0,62	12,74	15,17	3	41	38
<b>2</b>	98	20,3	8,76	0,89	18,54	22,05	10	48	38
<b>3</b>	50	21,16	5,37	0,76	19,64	22,68	15	41	26
<b>4</b>	41	27,56	6,05	0,94	25,65	29,47	20	41	21
<b>5</b>	12	30	3,46	1	27,8	32,2	25	37	12
<b>Total</b>	594	16,32	9,59	0,39	15,55	17,09	3	48	45

**Tabla 2. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto a la longevidad**

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media de Cuadrados	F	Sig.
<b>Entre Grupos</b>	14686,345	5	2937,269	43,287	,000
<b>Dentro de Grupos</b>	39899,239	588	67,856		
<b>Total</b>	54585,584	593			

De acuerdo a lo anterior, la Tabla 2 expone una diferencia estadísticamente significativa entre las varianzas de los tratamientos (diferentes tomas de sangre) en cuanto a la longevidad, por tanto, no son homogéneas generando el rechazo de la hipótesis nula en cada una de los tratamientos.

## ► OVOPOSTURAS

Para el análisis de las ovoposturas, la Tabla 3 presenta con un nivel de confianza del 95%, la media poblacional de las ovoposturas en los diferentes tratamientos de sangre. A medida que aumenta el N en cada uno de los tratamientos, la estimación para la media se hace más precisa. La media tiende a aumentar ligeramente cuando aumenta el número de ingestas de sangre en cada tratamiento, es decir que las ovoposturas aumentan cuando aumenta el número de ingestas de sangre (Anexo 2). No se incluyó el tratamiento 5 en el análisis de esta variable debido a que el número de observaciones para cinco tomas de sangre fueron insuficientes para realizar una estimación acertada.

**Tabla 3. Valores descriptivos referente a las ovoposturas en los diferentes tratamientos (tomas de sangre)**

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% Intervalo de Confianza		Mínimo	Máximo	Rango
					Límite Inferior	Límite Superior			
<b>1</b>	47	1,28	0,77	0,11	1,05	1,5	0	4	4
<b>2</b>	19	2,26	1,15	0,26	1,71	2,82	1	5	4
<b>3</b>	13	2,38	1,39	0,38	1,55	3,22	0	5	5
<b>4</b>	7	4,14	1,21	0,46	3,02	5,27	3	6	3
<b>Total</b>	86	1,9	1,29	0,14	1,62	2,17	0	6	6

Existe diferencia estadísticamente significativa (Tabla 4) entre las varianzas de los tratamientos (diferentes tomas de sangre) en cuanto a las ovoposturas, por lo cual, no son homogéneas generando el rechazo de la hipótesis nula en cada una de los tratamientos.



**Tabla 4. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto a las ovoposturas**

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media de Cuadrados	F	Sig.
<b>Entre Grupos</b>	59,036	3	19,679	19,436	,000
<b>Dentro de Grupos</b>	83,023	82	1,012		
<b>Total</b>	142,058	85			

► **CICLOS GONOTRÓFICOS**

El tiempo para la ingesta de sangre y consecuente producción de huevos varía de 2 a 20 días (Tabla 5). El 21, 9% de los mosquitos que tomaron una ingesta de sangre no realizaron ovoposturas, mientras que el 35,8% hicieron sus ovoposturas al segundo día después de haber hecho la ingesta de sangre. A medida que aumenta el número de días después de haber realizado la ingesta de sangre, disminuye el número de mosquitos que concluye su ciclo gonotrófico.

**Tabla 5. Estimación de los Ciclos Gonotróficos en Frecuencias y Porcentajes del *Aedes aegypti* con una toma sangre**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
<b>0</b>	60	21,5	21,9	21,9
<b>2</b>	98	35,1	35,8	57,7
<b>3</b>	31	11,1	11,3	69
<b>4</b>	39	14	14,2	83,2
<b>5</b>	5	1,8	1,8	85
<b>6</b>	27	9,7	9,9	94,9
<b>7</b>	3	1,1	1,1	96
<b>8</b>	1	0,4	0,4	96,4
<b>DÍAS</b> <b>9</b>	1	0,4	0,4	96,7
<b>10</b>	2	0,7	0,7	97,4
<b>11</b>	1	0,4	0,4	97,8
<b>12</b>	2	0,7	0,7	98,5
<b>15</b>	1	0,4	0,4	98,9
<b>17</b>	1	0,4	0,4	99,3
<b>19</b>	1	0,4	0,4	99,6
<b>20</b>	1	0,4	0,4	100
<b>Total</b>	274	98,2	100	

## ► NÚMEROS DE HUEVOS

De acuerdo a los resultados obtenidos referentes al número de huevos, la Tabla 6 muestra con un nivel de confianza del 95%, la media poblacional del número de huevos en los diferentes tratamientos de sangre. A medida que aumenta el N en cada uno de los tratamientos, la estimación para la media se hace más precisa. Se observa que en el tratamiento 5 (hembras que realizaron 5 ingestas de sangre) el intervalo de confianza tiende a ser menos preciso con respecto a los demás tratamientos debido al pequeño número de observaciones registradas. La media tiende a aumentar cuando aumenta las ingestas de sangre en cada tratamiento, es decir que el número de huevos aumenta cuando aumenta el número de ingestas de sangre (Anexo 3).

**Tabla 6. Valores descriptivos referente al número de huevos en los diferentes tratamientos (tomas de sangre)**

Tratamiento	N	MEDIA	Desviación estándar	Error estándar	95% Intervalo de Confianza		Mínimo	Máximo	Rango
					Límite Inferior	Límite Superior			
1	59	66,12	32,01	4,17	57,78	74,46	0	159	159
2	30	106,5	44,97	8,21	89,71	123,29	12	241	229
3	24	136,04	85,44	17,44	99,96	172,12	0	268	268
4	21	267,86	67,39	14,71	237,18	298,53	172	425	253
5	10	271,4	98,18	31,05	201,17	341,63	133	457	324
<b>Total</b>	144	129,86	96,11	8,01	114,03	145,69	0	457	457

**Tabla 7. Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto al número de huevos**

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media de Cuadrados	F	Sig.
<b>Entre Grupos</b>	857245,62	4	214311,406	64,26	,000
<b>Dentro de Grupos</b>	463575,6	139	3335,076		
<b>Total</b>	1320821,2	143			

De acuerdo al análisis de varianza existe diferencia estadísticamente significativa (Tabla 7) entre las varianzas de los tratamientos (diferentes tomas de sangre) en cuanto al número de huevos, por tanto, no son homogéneas generando el rechazo de la hipótesis nula en cada una de los tratamientos.

#### ► **NÚMERO DE HUEVOS ECLOSIONADOS**

Para el análisis del número de huevos eclosionados, la Tabla 8 presenta con un nivel de confianza del 95%, la media poblacional del número de huevos eclosionados en los diferentes tratamientos de sangre. Se observa que en el tratamiento 5 (hembras que realizaron 5 ingestas de sangre) el intervalo de confianza tiende a ser menos preciso con respecto a los demás tratamientos debido al pequeño número de observaciones registradas. La media tiende a aumentar cuando aumenta las ingestas de sangre en cada tratamiento, es decir que el número de huevos eclosionados aumenta cuando aumenta el

número de ingestas de sangre. A medida que aumenta el N en cada uno de los tratamientos, la estimación para la media se hace más precisa, (Anexo 4).

**Tabla 8. Valores descriptivos referente al número de huevos eclosionados en los diferentes tratamientos (tomas de sangre)**

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% Intervalo de confianza		Mínimo	Máximo	Rango
					Límite Inferior	límite Superior			
1	58	36	27,84	3,66	28,68	43,32	0	102	102
2	30	51,83	36,29	6,63	38,28	65,39	2	133	131
3	23	72,09	62,73	13,08	44,96	99,21	0	237	237
4	21	176,33	102,06	22,27	129,88	222,79	47	409	362
5	10	112,6	84,75	26,8	51,97	173,23	31	263	232
<b>Total</b>	142	71,34	74,1	6,22	59,04	83,63	0	409	

De acuerdo a lo anterior, se encuentra diferencia estadísticamente significativa (Tabla 9) entre las varianzas de los tratamientos (diferentes tomas de sangre) en cuanto al número de huevos eclosionados, por tanto, no son homogéneas generando el rechazo de la hipótesis nula en cada una de los tratamientos.

**Tabla 9 . Análisis de Varianza de las diferentes ingestas de sangre en cuanto al número de huevos eclosionados**

	Suma de Cuadrados	g.l.	Media de Cuadrados	F	Sig.
<b>Entre Grupos</b>	332384,72	4	83096,179	25,761	0
<b>Dentro de Grupos</b>	441911,06	137	3225,628		
<b>Total</b>	774295,78	141			

En el análisis de regresión (Tabla 10) se estudió el grado de dependencia que existe en el número de huevos sobre la longevidad, y el número de huevos eclosionados sobre el número de huevos puestos. En el tratamiento 4 (Anexo 5) se observa que la dependencia del número de huevos es alta respecto a la longevidad, y baja en los tratamientos 1, 2 y 5; el tratamiento 3 presentó una moderada dependencia. Existe una alta dependencia del número de huevos eclosionados sobre el número de huevos puestos en los tratamientos 1 (Anexo 6), 3 (Anexo 7) y 4 (Anexo 8), y una moderada dependencia en los tratamientos 2 y 5.

**Tabla 10. Análisis de Regresión de las variables (longevidad, número de huevos, número de huevos eclosionados) en los diferentes tratamientos**

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>R</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
HUEVOS T1	LONGEVIDAD T1	0,163	1506,695	1,504	0,225
ECLOSIONADOS T1	HUEVOS 1	0,56	13493,932	24,711	,000*
HUEVOS T2	LONGEVIDAD T2	0,298	3410,291	2,536	0,123
ECLOSIONADOS T2	HUEVOS T2	0,449	7081,986	6,564	0,017
HUEVOS T3	LONGEVIDAD T3	0,48	38623,717	6,573	0,018
ECLOSIONADOS T3	HUEVOS T3	0,845	61854,09	52,555	,000*
HUEVOS T4	LONGEVIDAD T4	0,684	42491,421	16,699	0,001
ECLOSIONADOS T4	HUEVOS T4	0,757	119316,122	25,471	,000*
HUEVOS T5	LONGEVIDAD T5	0,215	4019,719	0,389	0,55
ECLOSIONADOS T5	HUEVOS T5	0,548	19445,12	3,441	0,101

## 7. DISCUSIÓN

En este estudio se observó que los mosquitos de *Ae. aegypti* con una dieta combinada (azúcar y sangre) y que efectuaron un mayor número de ingestas de sangre, tuvieron una mayor longevidad, así lo confirman los estudios de Foster (1995), que plantean que cada alimentación de sangre o azúcar, prolonga la longevidad del mosquito por días o incluso semanas dependiendo del total de calorías que hayan en sus reservas; contrario a las investigaciones de Day *et al.*, (1994) y Martínez *et al.*, (1997) que muestran que una dieta basada en solo azúcares, los mosquitos viven significativamente más, comparado con otros que llevan una dieta combinada. Los hallazgos de Nayar & Sauerman (1971) reportaron que cualquier toma de sangre no disminuye la longevidad, y estudios posteriores de los mismos, en 1975, encontraron que la toma de sangre proporciona suficientes reservas nutricionales para aumentar la longevidad, aun cuando la hembra con períodos de inanición sanguínea pueden realizar ovoposturas.

También se encuentra que las hembras de *Ae. aegypti* alimentadas con azúcar únicamente vivieron un promedio de 11.5 días, comparado con los estudios reportados por Mirsa, (1956) que mostraron hembras con un

promedio de vida de 23,7 días. Probablemente estas diferencias en la longevidad se deban a que influyen factores como la temperatura, humedad, y dieta. Además, se observó que hubo una tendencia de las hembras **Ae. aegypti** a rechazar la ingesta de sangre en algunos tratamientos, esto puede ser explicado a que existe una dieta dual (sangre y azúcar), donde la alimentación con azúcar puede reducir subsecuentemente la frecuencia en la alimentación por sangre, así lo demuestran (Madhukar & Jones, 1974).

Al establecer una comparación de los resultados de esta investigación con los realizados por Mirsa se puede determinar que este último encontró que las hembras de **Ae. aegypti** realizaban sus ovoposuras al tercer día después de su ingesta de sangre y un 25% lo hacía al cuarto día, con una temperatura de 26 °C; mientras que en este estudio (Tabla 5) un 35.8% las hembras de **Ae. aegypti** realizaron sus ovoposuras al segundo día después de la primera ingesta de sangre, al tercer día con un 11.3% y el cuarto día con un 14.2% a una temperatura 32 °C. Estos resultados posiblemente se deben a un aumento en la temperatura que puede reducir el tiempo de ovoposición. La temperatura tiene una importante influencia en la digestión de la sangre y el desarrollo de los ovarios y tiende a retardarse a bajas temperaturas. Una baja humedad tiende a incrementar la duración de estos procesos, (W.H.O., 1975).



El 21, 9% de las hembras necesitaron más de una toma de sangre para que ovopositaran, así lo ratifican las investigaciones de Mirsa (1956) y Feinsod & Spielman *et al* ., (1980), (Citado por Klowden & Briegel, 1994). Esto puede ser explicado porque una sola ingesta de sangre no es suficiente para el desarrollo completo de los ovarios, estimulando a la hembra a que realice una segunda ingesta de sangre, ventaja que puede aumentar su eficiencia como vector.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Mirsa en 1956 hubo hembras que hicieron hasta 20 y más ovoposturas, diferente a lo encontrado en esta investigación donde el máximo de ovoposturas fue de 5 con cuatro ingestas de sangre. Probablemente esto se debe a que la cantidad de ingestas de sangre realizadas no fueron suficientes para la realización de más ovoposturas. Además, es posible que las pocas ovoposturas pudieran posiblemente verse afectadas por la ausencia de profundidad del agua, el efecto de la temperatura y la intensidad de la luz, (Surtees, 1967). Por otra parte, estudios realizados por Canyon y Muller (1999), encontraron que en la dieta de sangre con agua los mosquitos *Aedes aegypti* ovopositaron significativamente más huevos, comparado con la dieta de sangre con azúcar.

Con respecto a las ingestas de sangre combinadas con una dieta azucarada, Yee & Foster (1992) plantean que existen por lo menos tres razones aparentemente negativas que podrían resultar cuando los ritmos de alimentación por azúcar y búsqueda de hospedero son similares y se sobreponen o cuando el mosquito tiene una dieta dual (azúcar y sangre): 1) La ingesta de azúcar puede reducir temporalmente la actividad sanguínea, así potencialmente se pierde las oportunidades de alimentación por sangre, 2) la toma de azúcar después de una ingesta de sangre podría llevar a una baja fecundidad en corto tiempo porque la toma de sangre es pequeña; 3) La alimentación con azúcar reduce la agilidad en la búsqueda de una segunda alimentación sanguínea corta, estos resultados posiblemente pueden ser evitados si la alimentación de azúcar y la alimentación de sangre ocuparan diferentes periodos de tiempo.

Según los estudios de Nayar & Sauerman (1975) y Lea *et al*, (1978) la ingesta de sangre inicia la maduración de los huevos, por lo tanto es importante destacar que en este proyecto la producción de huevos se incrementó con la ingestas de sangre, como lo demuestran las investigaciones realizadas por Briegel (1985), (citado por Morrison et al., 1999)

En cuanto al número de huevos eclosionados, es probable que la resistencia de los huevos a eclosionar se deba al tiempo de exposición tanto a temperaturas altas como bajas. A una mayor temperatura el período de incubación disminuye para que eclosionen. El hecho que las condiciones de laboratorio fueran diferentes comparados con los que se encuentra en la naturaleza, alteran significativamente la tasa de eclosión. Asimismo, los huevos de una misma postura, sumergidos simultáneamente en agua, no eclosionaban al mismo tiempo, porque no encontraron las condiciones ideales para su desarrollo sufriendo un proceso conocido como diapausa, haciendo que la diferencia entre el primer nacimiento y el último oscilara hasta un mes y más, (Mirsa, 1956).

Los resultados obtenidos en este estudio pueden dar indicios de: 1) cualquier cambio en la longevidad y el ciclo gonotrófico puede determinar la incidencia en la transmisión del virus, 2) longevidades largas y ciclos gonotróficos cortos aumentan la eficiencia del vector para ingerir y transmitir un virus y 3) entre más ingestas de sangre realice el mosquito sobre el hospedero (Dye, 1986), pueden incrementar la probabilidad para que el vector ingiera o transmita un virus, y así mismo incrementar significativamente la capacidad vectorial en la transmisión de los virus del dengue y la fiebre amarilla, comparada con una situación donde hay una sola toma de sangre.

## 8. CONCLUSIONES

- ▶ Se logró establecer y mantener en condiciones de laboratorio la especie ***Aedes aegypti***, cepa Girardot, mediante el protocolo de mantenimiento de una colonia estipulado por el Laboratorio de Salud Pública de Cundinamarca.
- ▶ Se comprobó que existe variaciones en la longevidad de la hembra ***Aedes aegypti*** con diferentes tomas de sangre.
- ▶ La longevidad de las hembras ***Aedes aegypti*** en el estudio fue de un promedio de 16,32 días en los diferentes tratamientos.
- ▶ Las ovoposturas de la hembra ***Aedes aegypti*** cambiaron con diferentes tomas de sangre.
- ▶ Las hembras de ***Aedes aegypti*** aumentan el número de ovoposturas a medida que hay un mayor número de ingestas de sangre.
- ▶ El número de huevos de la hembra ***Aedes aegypti*** variaron con diferentes tomas de sangre.
- ▶ El número de huevos eclosionados de la hembra ***Aedes aegypti*** cambiaron con las diferentes tomas de sangre.

- ▶ El número de huevos tiene un grado de dependencia baja respecto a la longevidad.
- ▶ El número de huevos eclosionados tiene un grado de dependencia alto respecto al número de huevos puestos.
- ▶ El tiempo para la digestión de la sangre y su consecuente producción de huevos varía de 2 a 20 días.
- ▶ El 35, 8% de los mosquitos ***Aedes aegypti*** finalizan su primer ciclo gonotrófico a los dos días después de su primera ingesta de sangre.

## **9. RECOMENDACIONES**

- ▶ Es recomendable que para próximos estudios sobre ciclos gonotróficos el tamaño de la muestra sea un poco más grande, para estimar con más precisión e incrementar el nivel de confiabilidad.
  
- ▶ Se recomienda realizar futuros trabajos con diferentes dietas (sangre, sacarosa, fructuosa, agua) temperaturas y/o sitios, para analizar el número de ovoposturas, el número de huevos, y la finalización de los ciclos gonotróficos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo. 2002. Participación de la Unidad de Entomología en el Programa de Enfermedades Transmitidas por vectores (ETV). *Boletín Epidemiológico de Cundinamarca*. 3:66 – 71.
2. Benavides, M.L., Realpe, L.O. & Fajardo, P. 1997. Evaluación del tiempo en que ***Ae. aegypti*** coloniza y desarrolla su fase acuática en los lavaderos de ropa de los barrios surorientales de Neiva. *Biomédica*. 14: 282 – 285.
3. Bernal, M.P., Mendez J.A, D. Calvache, J. Quintero & M. Velandia. 2002. Circulación de Virus Dengue Serotipo 3 en Colombia. *Biomédica*. 22(1):147
4. Boshell. J. 1995. El Dengue. *Innovación y Ciencia*. 4:46 – 50.
5. Boshell, J., Groot, H., Gacharna M.G., Marquez, G., Gonzales, M., Gaitán, M.O., Berlie, C., & Martinez, M. 1986. Dengue en Colombia. *Biomédica*. 6: 101 – 106.
6. Briegel, H. 1985. Mosquito Reproduction: Incomplete Utilization of the Blood Meal Protein For Oogenesis. *J. Insect. Physiol.* 31:15 – 21.
7. Canyon, D.V., Hii, J.L.K. & Muller, R. 1999. Effect of Diet on Biting, Oviposition, and Survival of ***Aedes aegypti*** (Diptera:Culicidae). *J. Med. Entomol.* 36:301 – 308.
8. C.D.C. (Center for Disease Control), Bureau of Tropical Diseases. 1980. Vector Topics. N° 4. Biología y Control del ***Aedes aegypti***. C.D.C. Atlanta Georgia. 77 p.
9. Cheong, W.H. 1967. Preferred ***Aedes aegypti*** Larval Habitats in Urban Areas. *Bull. Wld Hlth Org.* 36:586-589.
10. Christophers, R.C. 1960. ***Aedes aegypti***. The Yellow Fever Mosquito: Its Life History, Bionomics, and Structure. Cambridge. Cambridge Univ. Press. 739 p.

11. Day, J.F., Edman J.D. & Scott, T.W. 1994. Reproductive Fitness and Survivorship of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Maintained on Blood, with Field Observations from Thailand. *J. Med. Entomol.* 31: 611 – 617.
12. Detinova, T. S. 1962. Age Grouping Methods in Diptera of Medical Importance. *W.H.O. Monograph Ser.* 47: 216 p.
- 13.** Dos Santos, I. 1999. Epidemiología del Cáncer: Principios y Métodos. Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer. O.M.S. IARC Press. Lyon, Francia. 471 p.
- 14.** Dye, C. 1986. Vectorial Capacity: Must we Measure all its Components?. *Parasitology Today* 2:203 – 209.
- 15.** Dye, C. 1992. The analysis of Parasite Transmission by Bloodsucking Insects. *Annu. Rev. Entomol.* 37:1 – 19.
- 16.** Feisond, F. M. & Spielman, A. 1980. Nutrient - mediated Juvenile Hormone Secretion in Mosquitoes. *J. Insect Physiol.* 26:113 – 117.
- 17.** Forattini, O.S. 1965. Entomologia Médica. Volumen 2. Culicini: *Culex*, *Aedes* e *Psorophora*. Universidade de São Paulo. Brasil. 506 p.
- 18.** Foster, W.A. 1995. Mosquito Sugar Feeding and Reproductive Energetics. *Annu. Rev. Entomol.* 40:443 – 474.
- 19.** Galun, R. 1967. Feeding Stimuli and Artificial Feeding. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 36:590 – 593.
20. Gast - Galvis, A. 1982. Historia de la Fiebre amarilla en Colombia. Historia de los Vectores. Instituto Nacional de Salud. Santafé de Bogotá. 95 p.
21. Gubler, D.J. 1988. Dengue. Monath TP, ed. The Arboviruses: Epidemiology and Ecology. Volume II. Boca ratón, Fl:CRC press, 223 – 261.
- 22.** Gubler, D.J. & G.C. Clark. 1995. Dengue/dengue hemorrhagic fever: the emergence of a global health problem. *Emerg. Infect. Dis.* 1:55 – 57.



23. Groot, H. 1980. The Reinvasión of Colombia by ***Aedes aegypti***: Aspects to Remember. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 29:330 – 338.
24. Horsfall, W.R. 1972. Mosquitoes. Their bionomics and relation to disease. New York, Hafner Publishing Company, Inc. 723 p.
25. I.G.A.C. 1996. Diccionario Geográfico de Colombia. Tercera Edición. Tomo 2. Corcovada – Lynval and Cove. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Colombia. 1244 p.
26. Klowden, M.J. & Lea A.O. 1978. Blood Meal Size as a Factor Affecting Continued Host – Seeking by ***Aedes aegypti*** (L.). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 27: 827 – 831.
27. Klowden, M. & Briegel H. 1994. Mosquito Gonotrophic Cycle and Multiple Feeding Potential: Contrasts between ***Anopheles*** and ***Aedes*** (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 31:618 - 622.
28. Lea, A.O., Briegel, H. & Lea H.M. 1978. Arrest, resorption, or maturation of oöcytes in ***Aedes aegypti***: dependence on the quantity of blood and the interval between blood meals. *Physiological Entomology* 3:309 – 316.
29. Madhukar B.V. & Jones J.C. 1974. How Many Blood Meals does a Mosquito Take?. *Mosquito News* 34: 332 – 333.
30. Martínez, J.A., Rodríguez, M.H., Arredondo, J.I. & Yuval, B. 1997. Influence of Plant Abundance on Néctar feeding by ***Aedes aegypti*** (Díptera: Culicidae) in Southern México. *J. Med. Entomol.* 34:589 – 593.
31. Mather, T.N. & DeFoliart G.R. 1983. Effect of Host Blood Source on the Gonotrophic Cycle of *Aedes triseriatus*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 32:189 – 193.
32. Mazzacano, C.A., Vargas J.C., A.J. Mackay & J.C. Beier. 1998. *Plasmodium gallinaceum*: Effect of Insect Cells on Ookinete Development in Vitro. *Experiment. Parasitol.* 88:210 – 216
33. Mirsa, A. 1956. Datos experimentales sobre aspectos bioecológicos del ***Aedes aegypti*** (Linn), desarrollados en el laboratorio. *Revista*

*de Sanidad y Asistencia Social*. Instituto Nacional de Higiene. Venezuela. 341 p.

34. Morales, A., Olano, V. A. & Ferro, C. Laboratorio de Entomología, 1934 – 1997. En: 80 Años del INS. Una Historia, Un Compromiso. 1998. INS. Bogotá. 414 p.
35. Morrison, A.C., Costero A., Edman J.D., Clark G.G & Scott T.W. 1999. Increased Fecundity of ***Aedes aegypti*** Fed Human Blood Before Release in a Mark – Recapture Study in Puerto Rico. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 15:98 – 104.
36. Nayar J.K., Sauerma D.M. Jr. 1971. The Effects of Diet on Life-span, Fecundity and Flight Potential of ***Aedes taeniorhynchus*** adults. *J. Med. Entomol.* 8:506 – 513.
37. Nayar, Jk. & Sauerma D.M. Jr. 1975. The Effects of Nutrition on Survival and Fecundity in Florida Mosquitoes. *J. Med. Entomol.* 12: 99 – 103.
38. OPS. 1995. Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: Guías para su prevención y control. Washington, Publicación Científica No. 548. 109 p.
39. Pant C.P. & Yasuno M. 1973. Field Studies on the Gonotrophic cycle of ***Aedes aegypti*** in Bangkok, Thailand. *J. Med. Entomol.* 10: 219 – 223.
40. Restrepo, A., Robledo J., Bedoya V.I., Restrepo M., Botero D., Leiderman E., Betancur J.A., Gómez C.I. & Vélez L.A. 1999. Fundamentos de Medicina: Enfermedades Infecciosas. Quinta Edición. Corporación para Investigaciones Biológicas. Medellín, Colombia. 622 p.
41. Reyes – Villanueva F., Juárez M., Flores A. 1990. Effects of Sublethal Dosages of Abate Upon Adult Fecundity and Longevity of ***Aedes aegypti***. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* 6:739 – 741.
42. Reyes – Villanueva F., Garza H. de la, Flores J.A. 1992. Efecto de Concentraciones Subletales de Abate sobre Algunos Parámetros Biológicos de ***Aedes aegypti***. *Salud Pública de México.* 34:406 – 412.

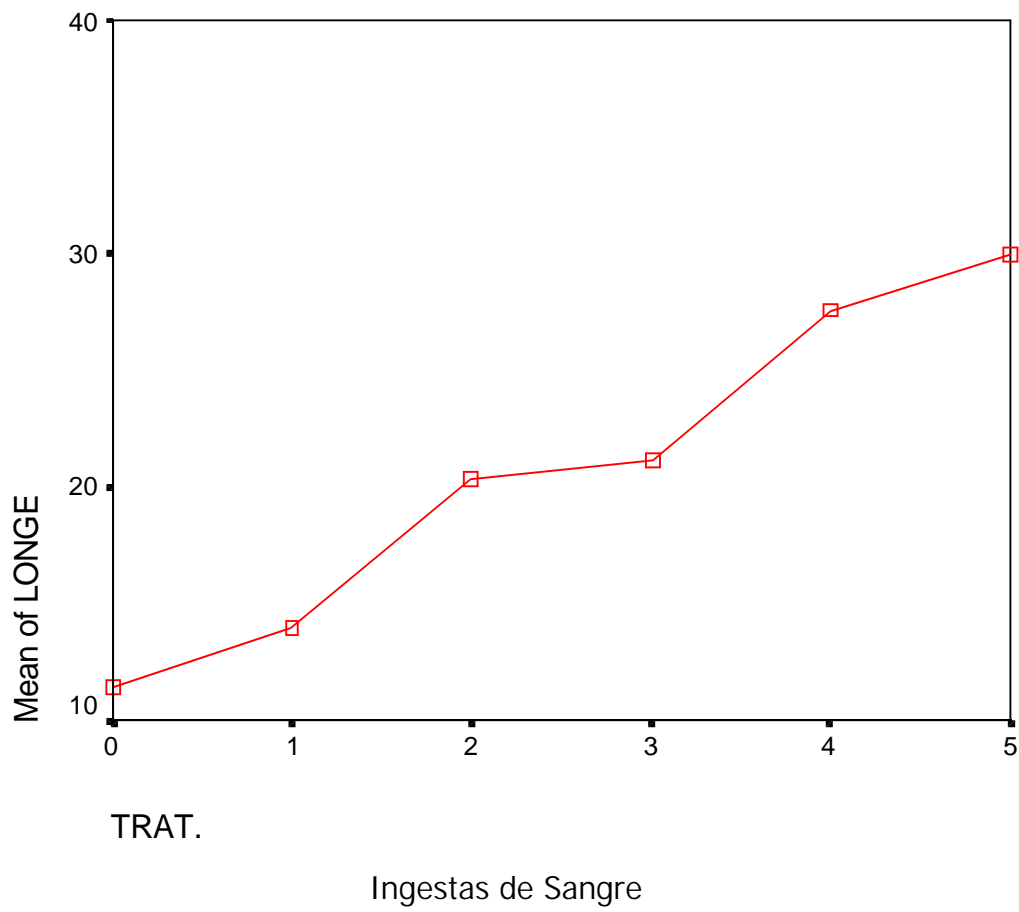
43. Saad, C., Martínez, M., De la Hoz F., Parra, J., Rivas, F., & Boshell, J. 1989. Vigilancia intensificada sobre el dengue y los primeros casos de dengue hemorrágico confirmados en Colombia. *Biomédica*. 6: 99 – 104.
44. Sánchez, J.F., García D.H., Casilimas L.E., Rocha R., Calderón L.S., Boshell J., Olano V.A. & Hoz F. 1996. Dengue y Dengue Hemorrágico en Girardot, Cundinamarca, diciembre de 1995 – enero de 1996. *Inf. Quinc. Epidemiol. Nac.* 1(2):20 – 24.
45. Sánchez, J.F. 2002. Las Jornadas Departamentales una estrategia Fundamental para la Prevención y Control del Dengue. *Boletín Epidemiológico de Cundinamarca*. 3:55 – 65.
46. Scheffler, W.C. 1981. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. México. 267 p.
47. Schoof, H.F. 1967. Mating, Resting Habits and Dispersal of ***Aedes aegypti***. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 36:600 – 601.
48. Scott, T.W., Clark G.G., Lorenz L.H., Amerasinghe P.H., Reiter P. & Edman J.D., 1993. Detection of Multiple Blood Feeding in ***Aedes aegypti*** (Diptera: Culicidae) During a Single Gonotrophic Cycle Using a Histologic Technique. *J. Med. Entomol.* 30:94 – 99.
49. Scott, T.W., Naksathit A., Day J.F., Kittayapong P. & Edman J.D. 1997. A Fitness Advantage for ***Aedes aegypti*** and the Viruses it Transmits when Females Feed only on Human Blood. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 57: 235 – 239.
50. Solomon, E., Martín D., Berg L. & Villet C. A. 1996. Biología de Villet. Tercera Edición. McGraw – Hill. Interamericana. México. 1193 p.
51. Soper, F.L. 1965. The 1964 status of ***Aedes aegypti*** eradication and yellow fever in the Americas. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 14: 887- 891.
52. Stuart, T. 2000. Microbiología. McGraw – Hill Interamericana Editores. México. 532 p.
53. Suárez, O.M. & Bergold G.H. 1968. Investigations of an outbreak of Venezuelan equine encephalitis in towns of eastern Venezuela. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 17: 875 – 880.

54. Suárez, M.F. & Nelson, M.J. 1981. Registro de Altitud del ***Aedes aegypti***. *Biomédica*. 1: 225.
55. Surtees, G. 1967. Factors Affecting the Oviposition of ***Aedes aegypti***. *Bull. Wld. Hlth. Org.* 36:594 – 596.
56. Tinker M. E. & Olano, V. A. 1993. Ecología del ***Aedes aegypti*** en un pueblo de Colombia, Sur América. *Biomédica*. 13: 5 – 14.
57. Velandia, M.P. 2002. Dengue en Colombia. *Biomédica*. 22(1):32.
58. W.H.O. 1975. Manual on Practical Entomology in Malaria. Part II Methods and Techniques. W.H.O. Switzerland. 191 p.
59. Woke, P.A. 1937. Comparative Effects of the Blood of Different Species of Vertebrates on Egg – Production of ***Aedes aegypti*** Linn. *Amer. J. Trop. Med.* 17:729 – 745.
60. Yee, W.L. & Foster. W.A. 1992. Diel Sugar – Feeding and Host – Seeking Rhythms in Mosquitoes (Diptera:Culicidae) Under Laboratory Conditions. *J. Med. Entomol.* 29:784 – 791.
61. Zuluaga, J.S. & Olano, V.A. Inédito. Nivelación y actualización sobre taxonomía, biología y ecología de ***Aedes aegypti*** y vigilancia entomológica de ***Aedes albopictus***. Ministerio de Salud. Corporación para Investigaciones Biológicas. Instituto Nacional de Salud.

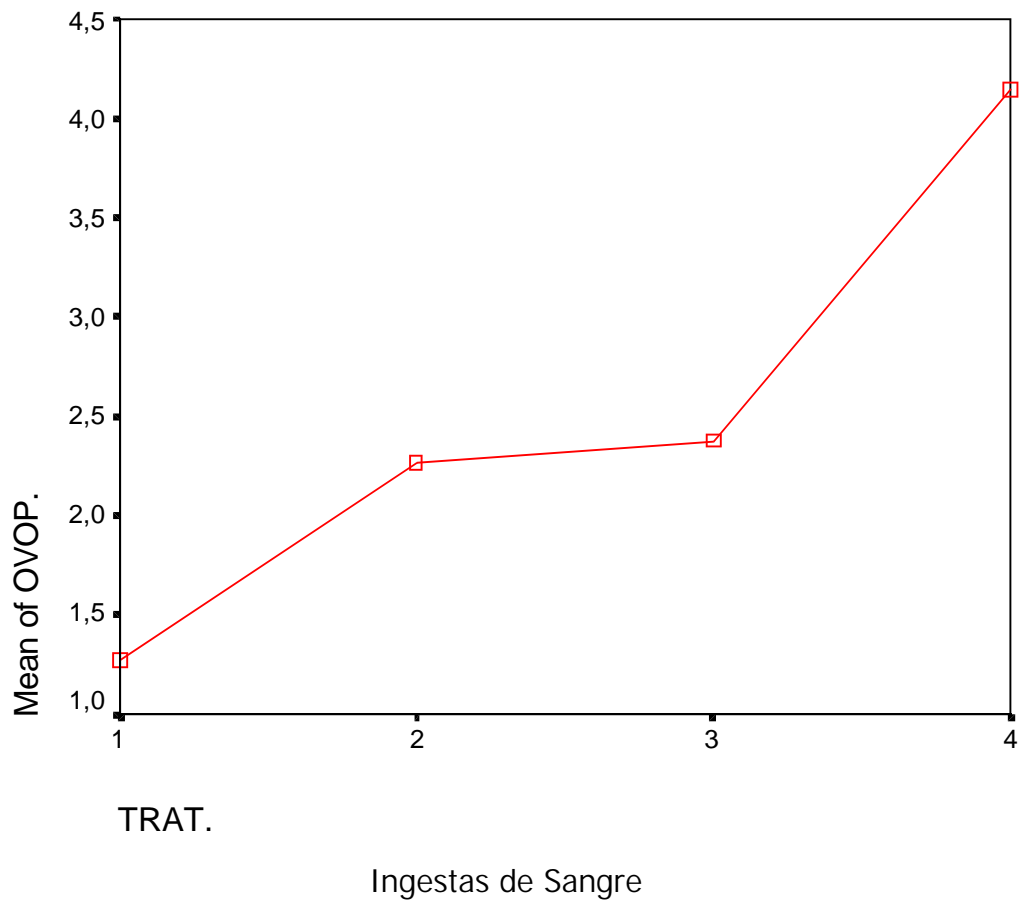
## 10. 1 RECURSOS ELECTRÓNICOS

62. C.D.C. Sección de Enfermedades Infecciosas Transmitidas por Vectores. Dengue: Aspectos Clínicos y de salud pública. Distribución mundial del dengue 2000. [en línea]. Revisado el 13 de febrero de 2002. [Fort Collins, Colorado]. <<http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/slideset/spanish/set1/iv/slide02.htm>> [Consulta: 9 mayo 2003].
63. C.D.C. Sección de Enfermedades Infecciosas Transmitidas por Vectores. Dengue: Aspectos Clínicos y de salud pública. Reinfestación por *Aedes aegypti*. [en línea]. Revisado el 13 de febrero de 2002. [Fort Collins, Colorado]. <<http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/slideset/spanish/set1/viii/slide03.htm>> [Consulta: 9 mayo 2003].
64. C.D.C. Sección de Enfermedades Infecciosas Transmitidas por Vectores. Virus, vector y transmisión. Dengue: Aspectos Clínicos y de salud pública. [en línea]. Revisado el 13 de febrero de 2002. [Fort Collins, Colorado]. <<http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/dengue/slideset/spanish/set1/i/slide05.htm>> [Consulta: 9 mayo 2003].
65. O Ciclo do Mosquito *Aedes aegypti*. [en línea]. <<http://www.soaresoliveira.br/combateadengue/doreito.htm>> [Consulta: 9 mayo 2003].

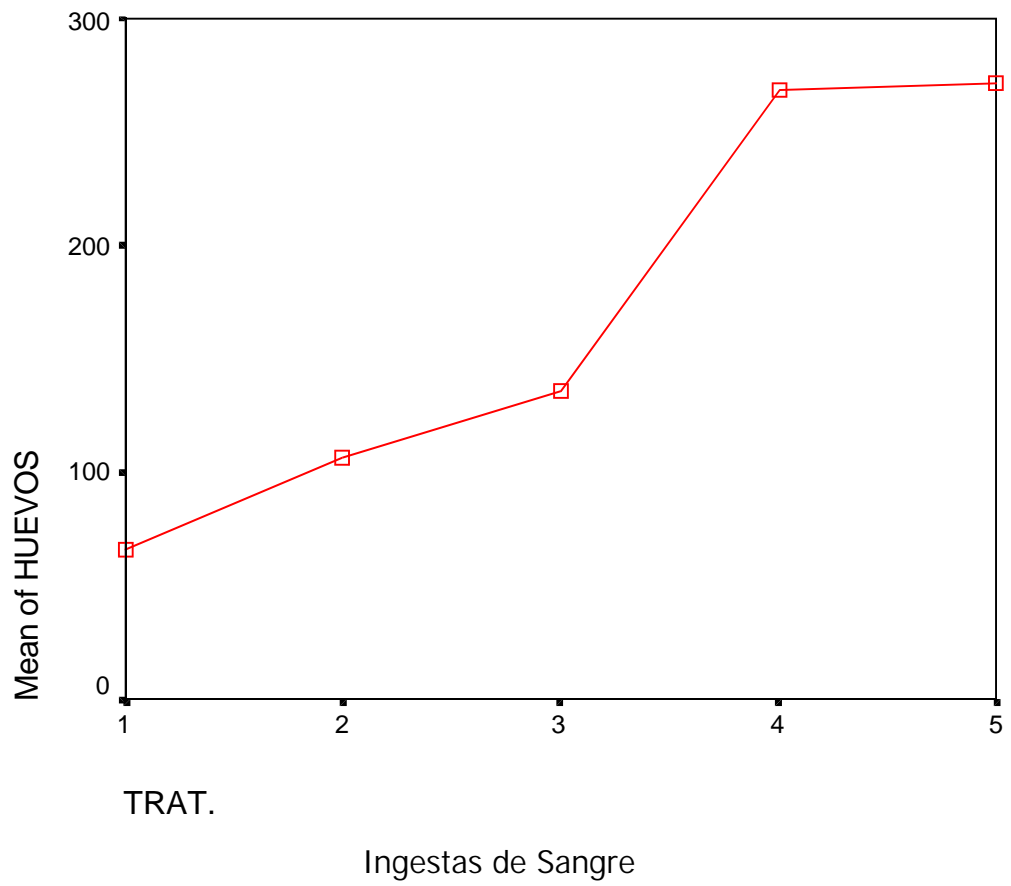
ANEXO 1. Relación entre las diferentes ingestas de sangre y la longevidad



ANEXO 2. Relación entre las diferentes ingestas de sangre y las ovoposturas

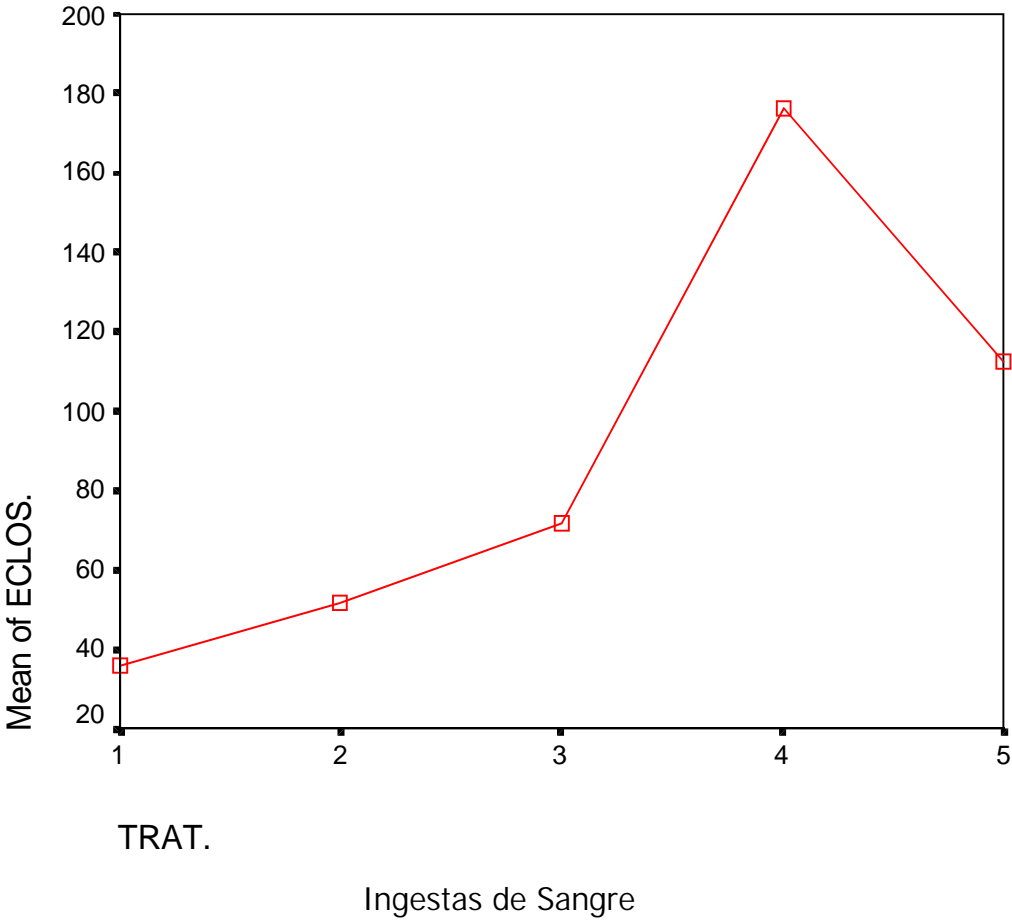


ANEXO 3. Relación entre las diferentes ingestas de sangre y el número de huevos

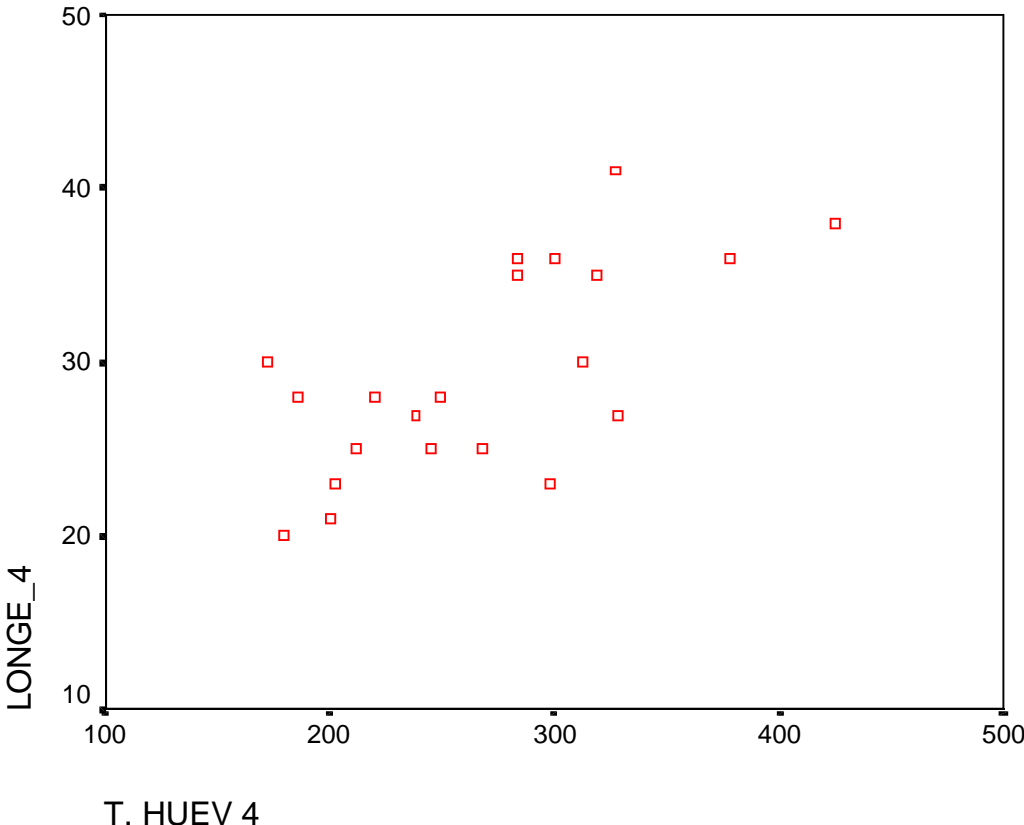




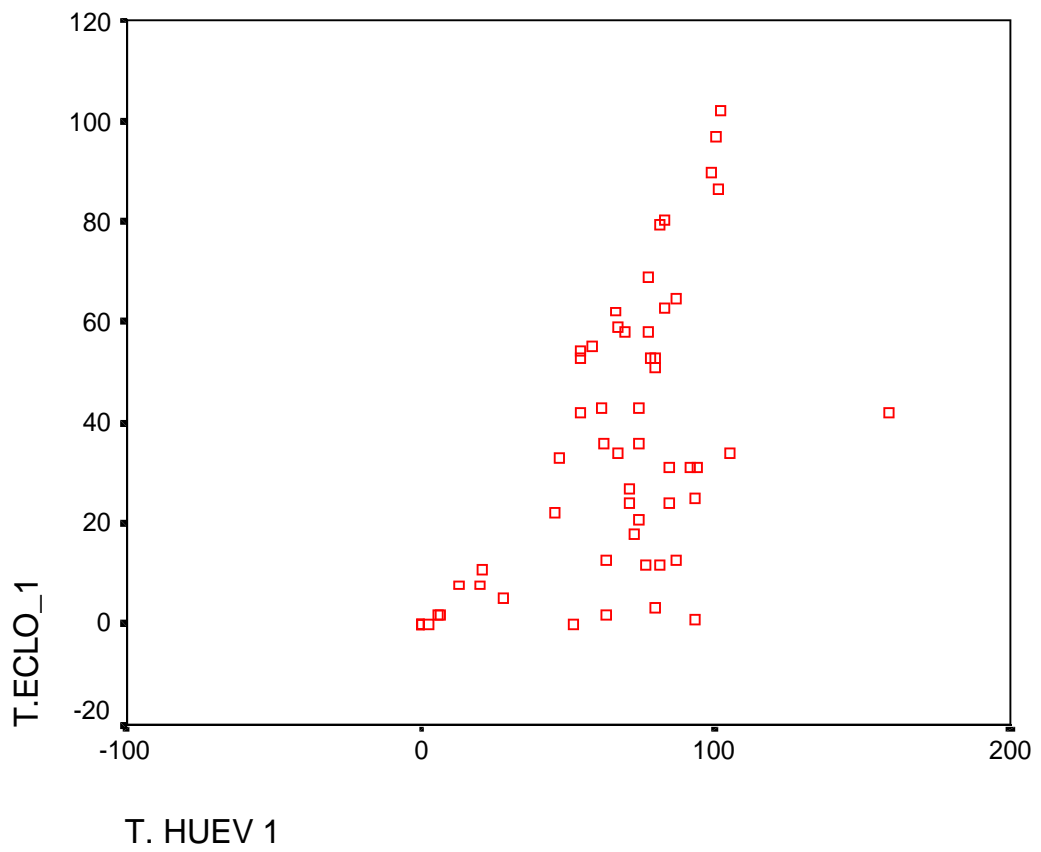
ANEXO 4. Relación entre las ingestas de sangre y el número de huevos eclosionados



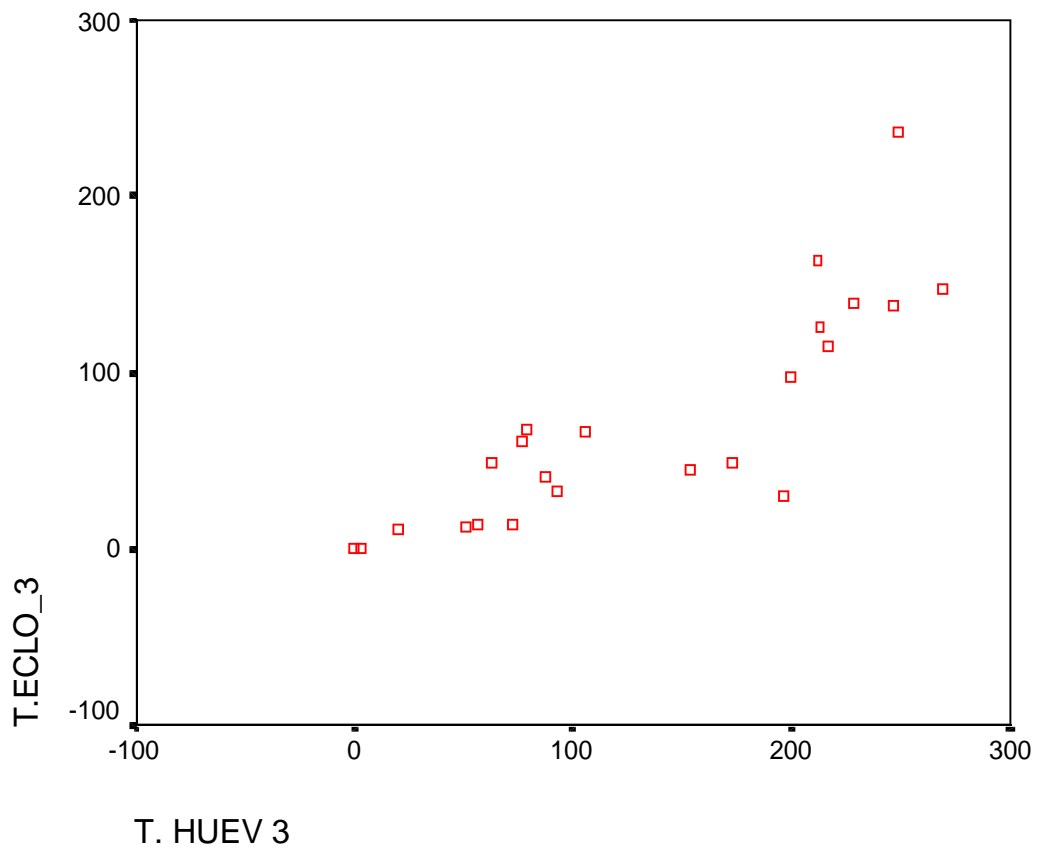
ANEXO 5. Relación entre el número de huevos y la longevidad con cuatro tomas de sangre



ANEXO 6. Relación entre el número de huevos y número de huevos eclosionados con una ingesta de sangre



ANEXO 7. Relación entre el número de huevos y número de huevos eclosionados con tres ingestas de sangre



ANEXO 8. Relación entre el número de huevos y número de huevos eclosionados con cuatro ingestas de sangre

