

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
“GABRIEL RENÉ MORENO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
CARRERA DE BIOLOGÍA**



ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA DEL *Aedes (Stegomyia) aegypti*, (CARLOS LINNAEUS, 1762): INFLUENCIA DE LOS TIPOS DE CRIADEROS SOBRE LA SOBREVIVENCIA Y EL TAMAÑO DEL MOSQUITO ADULTO EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA, 2008.

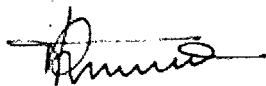
**Tesis de grado para optar el título de:
Licenciada en Ciencias Biológicas por:**

Liliana Asunta Gómez Saavedra

**Santa Cruz – Bolivia
2009**

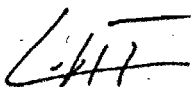
La tesis de grado **“ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA DEL *Aedes (Stegomyia) aegypti* (CARLOS LINNAEUS, 1762): INFLUENCIA DE LOS TIPOS DE CRIADEROS SOBRE LA SOBREVIVENCIA Y EL TAMAÑO DEL MOSQUITO ADULTO EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA, 2008.”**, es presentada por la Universitaria Liliana Asunta Gómez Saavedra como requisito para optar el grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas, en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma “Gabriel Rene Moreno”.

Este trabajo ha sido revisado, corregido y aprobado por el siguiente tribunal:



Dr. Jean Pierre Hervé

Asesor



Dr. Gilbert Le Goff

Asesor



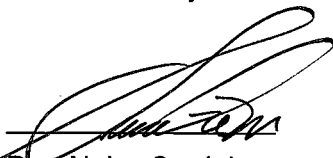
Lic. M.Sc. Mabel Guerra

Asesora



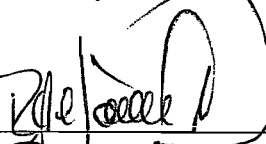
Dra. Zaira Barja Simon

Tribunal



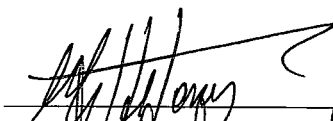
Dra. Neisy Surriabre

Tribunal



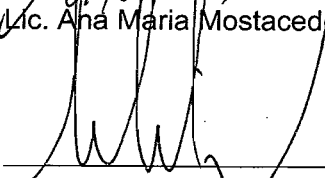
Lic. M.Sc. Raúl Altamirano

Tribunal



Lic. Ana Maria Mostacedo

Jefe de Carrera de Biología



M.Sc. Nelson Rodríguez

Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, sabiduría por ser la luz de cada día.

A mis padres Milton Gómez y Bertila Saavedra por su apoyo e amor incondicional que me brindan todos los días de mi vida.

A mis queridos hermanos Wilfredo, Juanito, Rosario y Milton, por su cariño y apoyo todo este tiempo.

A ese fruto de amor que día a día va creciendo (Julianne), que me da fuerza y valor para seguir adelante.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e institución, que colaboraron e hicieron posible la realización del presente trabajo.

A mis asesores, Doctor Gilbert Le Goff, Doctor Jean Pierre y a la Licenciada M.Sc. Mabel Guerra por su orientación y dedicación al desarrollo de éste trabajo.

Al Doctor Phil Bremond por sus sabios consejos y orientación en la tesis.

Al Laboratorio de Entomología Médica del “Centro Nacional de Enfermedades Tropicales” (CENETROP), al personal que lo conforman Dra. Zaira Varja, Dr. Román Callata, a los técnicos entomólogos María Luisa Huarachi, Sergio Arteaga, Juan Carlos Orellana, Evangelisto Santos, Antonio Arias, por brindarme su apoyo y la infraestructura necesaria para la realización del presente trabajo.

A la Universidad Autónoma “Gabriel René Moreno”, los docentes y administrativos de la carrera de Biología, por haberme brindado la formación académica durante los años de estudios.

A mis compañeros y amigos por su amistad y apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

Y a todas las personas que directa e indirectamente contribuyeron y/o facilitaron a la realización de este trabajo.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

ÍNDICE

HOJA DE APROVACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
TABLA DE FIGURAS Y CUADROS.....	viii
RESUMEN	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE <i>AEDES AEGYPTI</i>	5
3.1. Clasificación taxonómiva	5
3.2. Repartición Geográfica	5
3.3. Ciclo Biológico.....	7
3.4. Biología de los diferentes estadios	8
3.4.1. Huevo.....	8
3.4.2. Larva.....	8
3.4.3. Pupa.....	9
3.4.4. Adulto.....	10
3.5. Morfología de los diferentes estadios.....	12
3.5.1. Huevo.....	12
3.5.2. Larva.....	13
3.5.3. Pupa	14
3.5.4. Adulto	14
3.6. Función Vectorial	18
3.7. Habitat.....	19

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3.7.1. Larval.....	19
3.7.2. Mosquito adulto.....	21
3.8. Longevidad	22
3.9. Talla del mosquito adulto.....	23
4. ÁREA DE ESTUDIO	25
4.1. Ubicación geográfica.....	25
4.2. Estructuración urbana	25
4.3. Clima.....	26
5. METODOLOGÍA	27
5.1. Fase de Campo.....	27
5.1.1. Muestras relacionadas con la encuesta “incidencia”	27
5.1.2. Muestras relacionadas con la encuesta “Hoteles”	29
5.1.3. Características de los diferentes criaderos de la ciudad de Santa Cruz.....	29
• Baldes	30
• Llantas.....	30
• Recipientes pequeños.....	31
• Sumideros.....	32
• Floreros.....	32
• Turriles.....	33
5.2. Fase de laboratorio.....	33
5.2.1. Procesamientos de las muestras biológicas.....	33
5.2.2. Experimento de sobrevivencia.....	34
5.2.3. Montajes y mediciones alares.....	35
5.3. Análisis estadísticos.....	37
6. RESULTADOS	38
6.1. Contexto de vida larval de <i>Aedes aegypti</i>	38
6.1.1. Criterios de evaluación del contexto de vida larval.....	38
6.1.2. Análisis de cuatro tipos de criaderos, por criterio.....	40
6.1.2.1. Material y ubicación de los criaderos.....	40
• Tipo de material por criadero.....	40

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

• Localización de los criadero.....	41
• Movilización de los criaderos.....	41
• Exposición a la luz de los criaderos.....	42
6.1.2.2. Agua de los criaderos.....	42
• Origen del agua.....	42
• Aspecto del agua.....	43
• Materia orgánica en el agua.....	43
• Volumen del agua (litros).....	44
• Temperatura del agua.....	45
• Potencial hidrógeno (pH) del agua.....	46
6.1.2.3. Densidades de <i>Aedes aegypti</i>	47
• Larvaria L3 y L4 por tipo de criadero.....	47
• Pupal por tipo de criadero.....	48
6.1.3. Condiciones de vida en cada tipo de criadero.....	49
6.1.3.1. Criaderos con evaluación.....	49
• Baldes.....	49
• Llantas.....	49
• Recipientes pequeños.....	49
• Sumideros.....	50
6.1.3.2. Otros criaderos.....	50
• Floreros.....	50
• Turriles.....	50
6.2. Condiciones de muestra de los mosquitos.....	51
6.2.1. Sobrevivencia (sin alimentación) en machos y hembras de <i>Aedes aegypti</i>	53
6.2.1.1. Sobrevivencia (sin alimentación) en hembras de <i>Aedes aegypti</i> en función de los diferentes tipos de criadero.....	54
6.2.1.2. Sobrevivencia (sin alimentación) en machos de <i>Aedes aegypti</i> en función de los diferentes tipos de criaderos.....	55
6.2.1.3. Sobrevivencia (sin alimentación) en hembras de <i>Aedes aegypti</i> de acuerdo a las fechas de emergencia.....	56

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.1.4. Sobrevivencia (sin alimentación) de machos <i>Aedes aegypti</i> de acuerdo a las fechas de emergencia.....	57
6.2.2. Longitudes alares en hembras de <i>Aedes aegypti</i>	58
6.2.2.1. Comparación en función de los diferentes tipos de criadero.....	58
6.2.2.2. Relación a la sobrevivencia sin alimentación.....	60
6.2.2.3. Comparación en función a la fecha de emergencia.....	61
7. DISCUSIÓN	62
8. CONCLUSIONES.....	66
9. RECOMENDACIONES	67
10. BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS.....	75
1. Ficha de laboratorio.....	76

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

TABLA DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1. Infestación mundial de <i>Aedes aegypti</i>	6
Figura 2. Ciclo Biológico del <i>Aedes aegypti</i>	7
Figura 3. Huevos de <i>Aedes aegypti</i> (0,8 mm)	12
Figura 4. Vista general de larva de <i>Aedes aegypti</i>	13
Figura 5. Vista general de Pupa de <i>Aedes aegypti</i>	14
Figura 6. Vista General de una hembra de <i>Aedes aegypti</i>	15
Figura 7. Diferencias morfológicas de la cabeza de un macho y una hembra de <i>Aedes aegypti</i>	15
Figura 8. Detalles del torax y abdomen de una hembra de <i>Aedes aegypti</i>	16
Figura 9. Fotografía del ala derecha de una hembra de <i>Aedes aegypti</i>	17
Figura 10. Mapa general de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra.....	25
Figura 11. Imagen Satelital de la Ciudad de Santa Cruz mostrando el conjunto de los puntos de colecta del material biológico.....	28
Figura 12. Imagen satelital de un manzano mostrando la metodología de la encuesta entomológica	28
Figura 13. Baldes y bañadores infestados con <i>Aedes aegypti</i>	30
Figura 14. Llantas infestados con <i>Aedes aegypti</i>	30
Figura 15. Recipientes pequeños infestadas con <i>Aedes aegypti</i>	31
Figura 16. Sumideros infestados con <i>Aedes aegypti</i>	32
Figura 17. Floreros infestados con <i>Aedes aegypti</i>	32
Figura 18. Turriles infestados con <i>Aedes aegypti</i>	33
Figura 19. a) Frascos con larvas y pupas. b) Introducción de las pupas en tubo de ensayos con agua. c) Tubos de ensayo con pupa y tapado con algodón. d) Control de emergencias de pupas.	34

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Figura 20. a) Identificación de <i>Aedes aegypti</i> . b) Seguimiento y control de sobrevivencia de los adultos de <i>Aedes aegypti</i>	34
Figura 21. a) Material de Laboratorio. b) Cortes y montajes de alas c) Placas con alas en su respectiva caja d) Tubos de expendorf con los cuerpos de <i>Aedes aegypti</i> . .	35
Figura 22. a) Foto alar derecho de <i>Aedes aegypti</i> (aumento de 40X-Microscopio optico) b) Foto del micrómetro aumento de 40X-Microscopio optico).	36
Gráfico 1. Repartición de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i> en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.....	38
Gráfico 2. Tipo de material de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	40
Gráfico 3. Localización de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	41
Gráfico 4. Movilización de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	41
Gráfico 5. Exposición a la luz de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	42
Gráfico 6. Origen del agua de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	42
Gráfico 7. Aspecto del agua de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	43
Gráfico 8. Materia de los criaderos positivos para el <i>Aedes aegypti</i>	43
Gráfico 9. Volumen del agua de los criadero de <i>Aedes aegypti</i>	44
Gráfico 10. Temperatura del agua por tipo de criadero de <i>Aedes aegypti</i>	45
Gráfico 11. pH del agua por tipo de criadero de <i>Aedes aegypti</i>	46
Gráfico 12. Densidad larvaria L3 y L4 de <i>Aedes aegypti</i> por tipo de criadero.....	47
Gráfico 13. Densidad de pupas de <i>Aedes aegypti</i> por tipo de criadero.....	48
Gráfico 14. Sobrevivencia sin alimentación (horas) en hembras y machos de <i>Aedes aegypti</i>	53
Gráfico 15. Sobrevivencia sin alimentación de hembras en función de los diferentes tipos de criaderos.....	54
Gráfico 16. Sobrevivencia (sin alimentación) de los machos en función de los diferentes tipos de criaderos.....	55
Gráfico 17. Sobrevivencia (sin alimentación) de las hembras en función de la fecha de emergencia de los individuos.....	56
Gráfico 18. Sobrevivencia (sin alimentación) de machos en función de la fecha de emergencia de los individuos.....	57

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Gráfico 19. Tamaño del ala derecha de hembras de *Aedes aegypti* en (mm) por tipo de criaderos.....59

Gráfico 20. Relación entre la longitud del ala derecha (mm) y la sobrevivencia sin alimentación (horas).....60

Gráfico 21. Longitud del ala derecha (mm) en relación a las fechas de emergencia de las hembras *Aedes aegypti*.....61

Cuadro 1. Número total de hembras y machos de *Aedes aegypti* por tipos de criadero.....51

Cuadro 2. Medias de sobrevivencia y mediciones alares en hembras de *Aedes aegypti* por tipo de criadero.....52

Cuadro 3. Medias de sobrevivencia en machos de *Aedes aegypti* por tipo de criadero.....52

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

RESUMEN

Se estudió la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* observando la influencia de los tipos de criaderos encontrados en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, sobre la sobrevivencia y el tamaño (sin alimentación) del mosquito adulto, con el fin de identificar los criaderos larvales que permiten producir adultos con mayor longevidad.

El material entomológico fue colectado en los meses mayo a junio del 2008, inspeccionándose 79 manzanos donde se encontraban incidencia de casos de dengue y 161 hoteles. Para el estudio se hizo una clasificación de los criaderos caracterizados por el volumen de agua y la funcionalidad de los mismos. Se observó la sobrevivencia sin alimentación de los mosquitos adulto emergido en el laboratorio de Entomología Médica del Centro Nacional de Enfermedades Tropicales (CENETROP) y luego se procedió a las mediciones de las alas de hembras de *Aedes aegypti* de los diferentes criaderos.

En conclusión se observó que existe variación en características físicas y biológicas de los distintos tipos de criadero estudiados. Los mosquitos adultos provenientes de baldes y sumideros mostraron mayor longevidad sin alimentación y fueron de mayor tamaño que los mosquitos provenientes de las llantas y recipientes pequeños.

Los baldes (recipientes de volumen mediano) y sumideros son importantes por la calidad de mosquitos que desarrollan en cambio las llantas y los recipientes pequeños son importantes por la cantidad (hay muchos y producen gran cantidad de mosquitos, aunque sean de menor tamaño).

1. INTRODUCCIÓN

Alrededor de dos tercios de la población del mundo vive en zonas infestadas con vectores del dengue, principalmente *Aedes aegypti*. Los cuatro virus del dengue circulan, a veces simultáneamente, en la mayoría de estas áreas. En las Américas la primera epidemia de dengue hemorrágico fue en 1981 sucediendo casi 30 años después de su aparición en Asia, (Pinheiro *et al.*, 1997).

El dengue es una enfermedad infecciosa aguda de etiología viral que puede producir un cuadro asintomático, Fiebre por Dengue (DF), Fiebre Hemorrágica por Dengue (DHF) o Síndrome de Choque por Dengue (DSS). Las manifestaciones más comunes son desde formas febriles leves hasta fiebre caracterizadas por mialgias, artralgias, cefalea, dolor retroocular, erupción cutánea, manifestaciones hemorrágicas, leucopenia, náuseas y vómitos, (OPS & OMS, 1997).

Los virus del dengue son de origen selvático: Dengue 2 en África (Cordellier *et al.*, 1983) y los cuatro sérotipos en Asia (Simmons *et al.*, 1931). Estos virus son transmitidos de monos a monos por mosquitos del género *Aedes* que pertenece al subgénero *Stegomyia* y *Diceromyia* en África (Roche *et al.*, 1983) y al subgénero *Finlaya* en Asia, (Rudnick, 1965).

Su primera aparición fue por la incursión del hombre en la selva Africana o Asiática. Este virus pertenece a la familia Flaviviridae, género *Flavivirus* presentando cuatro serotipos (*DEN-1*, *DEN-2*, *DEN-3* y *DEN-4*) todos capaces de causar el dengue hemorrágico. Actualmente son cosmotropicales y para su transmisión al hombre requiere de la picadura del mosquito hembra de algunas especies del Subgénero *Stegomyia*. Los dos vectores inter-humanos más importantes son *Aedes*, (*Stegomyia*) *aegypti* y *Aedes (Stegomyia) albopictus*. En Bolivia, por el momento, el único vector capaz de transmitir el dengue es *Aedes (Stegomyia) aegypti*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

En 1981 Cuba notificó el primer brote importante de dengue hemorrágico en las Américas (Pinheiro *et al.*, 1997). En 1982, en el norte de Brasil ocurrió una epidemia causada por los serotipos 1 y 4. Otros cuatro países, sin historia previa de transmisión del dengue o de los cuales no se había observado la enfermedad desde hacia varios decenios, sufrieron extensas epidemias debidas al dengue 1: Bolivia (1987), Paraguay (1988), Ecuador (1988) y Perú (1990). Durante esos mismos años se registró asimismo un aumento notable de la ocurrencia del dengue hemorrágico y síndrome de choque del dengue (DHF/DSS), (Benítez *et al.*, 1995).

La incidencia de dengue y dengue hemorrágico (DF/DH) ha aumentado significativamente durante las últimas décadas. Durante el año 2002, en más de 30 países de América Latina se han registrado 1.000.000 de casos de Dengue y Dengue Hemorrágico ocurrió en 20 países con más de 17.000 casos, incluyendo 225 muertes. La co-circulación de varios serotipos se ha informado en muchos países, (Guzman & Kouri, 2003).

Actualmente, los cuatro serotipos de dengue están circulando en las Américas, lo que aumenta el riesgo de Dengue Hemorrágico en la región. Lo que contribuye a la aparición, reaparición del dengue y fiebre hemorrágica del dengue son diferentes factores como ser cambios ambientales drásticos, crecimiento de la población, aumento de migraciones humanas y viajes aéreos, facilitando la difusión de los virus de dengue, (Pinheiro *et al.*, 1997).

Aedes (Stegomyia) aegypti es un mosquito originario de África que ha sido introducido en América por primera vez a través del tráfico de esclavos. Luego, esta especie ha sido el objeto de introducciones múltiples. Es esencialmente doméstico, aunque solo en África existen formas selváticas, (Rossi & Almirón, 2004). Es una especie tropical y subtropical donde las condiciones del medio ambiente favorecen su desarrollo y ayudan a su proliferación (Rojas *et al.*, 2003).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Los criaderos del *Aedes aegypti* se encuentran con mayor frecuencia en área peridomiciliaria característica común en todos los países de América Latina. Es un mosquito doméstico adaptado a las condiciones de temperatura ambiente, de colecciones de agua frecuentemente creadas por la propia población en utensilios inútiles o descartables que se acumulan en patios y jardines en donde se colecta agua de lluvia, así como en recipientes de plantas ornamentales en el interior de las viviendas que se convierten en lugares de oviposición y consecuentemente en criaderos, (OPS & OMS, 1997).

Existen varios factores asociados a la creciente expansión de *Aedes aegypti* en áreas urbanas como son: el aumento en el número de criaderos generado por la actividad humana diaria, deficiencias en el saneamiento ambiental, deterioro de los programas de control de vectores, así como el escaso conocimiento existente sobre la ecología de este vector porque siempre se ha priorizado su control principalmente por medios químicos sin previos estudios ecológicos básicos de la especie, (Bisset *et al.*, 2008).

La capacidad vectorial del *Aedes aegypti* depende en función de las competencias vectoriales del factor genético como también de la ecología y de la biología de los vectores. En esa condición nuestro objetivo es ver si hay influencia de los diferentes tipos de criaderos sobre la sobrevivencia de los mosquitos adultos nacidos de estos criaderos, lo mismo sobre su tamaño corporal, ya que los mosquitos que tienen mayor longevidad podrán transmitir el virus durante más tiempo.

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo General

- Observar la influencia de la ecología larval en varios tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el desarrollo de los adultos de *Aedes aegypti* en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, con el fin de identificar los criaderos larvales que permiten desarrollar adultos con mayor longevidad.

2.2.- Objetivos Específicos

- Comparar las características físicas y biológicas de los diferentes tipos de criadero de *Aedes aegypti*.
- Evaluar de manera indirecta, a través de la longevidad estudiada sin alimentación, las reservas energéticas del mosquito adulto emergiendo de diferentes tipos de criadero.
- Analizar la relación entre el tipo de criadero y el tamaño corporal del adulto del *Aedes aegypti*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3. REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE *Aedes Aegypti*

3.1. Clasificación taxonómica

Aedes aegypti fue Clasificado por el Taxónomo Carlos Linnaeus (1762), perteneciendo a la siguiente jerarquía:

Reino:	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Diptera
Familia:	Culicidae
Subfamilia:	Culicinae
Tribu:	Aedini
Género:	<i>Aedes</i>
Subgénero:	<i>Stegomyia</i>
Especie:	<i>aegypti</i>
Nombre Científico:	

Aedes (Stegomyia) aegypti.

3.2. Repartición geográfica

Es de interés universal el conocimiento de que el *Aedes aegypti* tiene una distribución muy amplia (figura 1) y estable entre los trópicos y zonas subtropicales; tiene, además, una preferencia doméstica en su ciclo de vida, por lo que su adaptabilidad es muy grande hacia los diferentes escenarios que el hombre hace en sus viviendas; muy difundido en áreas con características urbanas, aunque también se encuentra en áreas rurales, (PAHO, 2002).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

El vector se distribuye en forma permanente entre los 35° de latitud norte y 35° de latitud sur, pero puede extenderse hasta los 45° norte y hasta los 40° sur, donde coinciden con una Sotermia de 10°C en verano, la altitud promedio en donde se encuentra es por debajo de los 1,200 metros, aunque se ha registrado en alturas alrededor de los 2,400 metros sobre el nivel del mar al Monte Bizen en Eritrea en África (Busvine, 1975; Smith, 1973).



Figura 1. Infestación mundial de *Aedes aegypti* y transmisión del dengue

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3.3. Ciclo biológico

El *Aedes aegypti* se caracteriza por presentar tres fases acuáticas (huevo, larva, pupa) y una fase aérea (adulto).

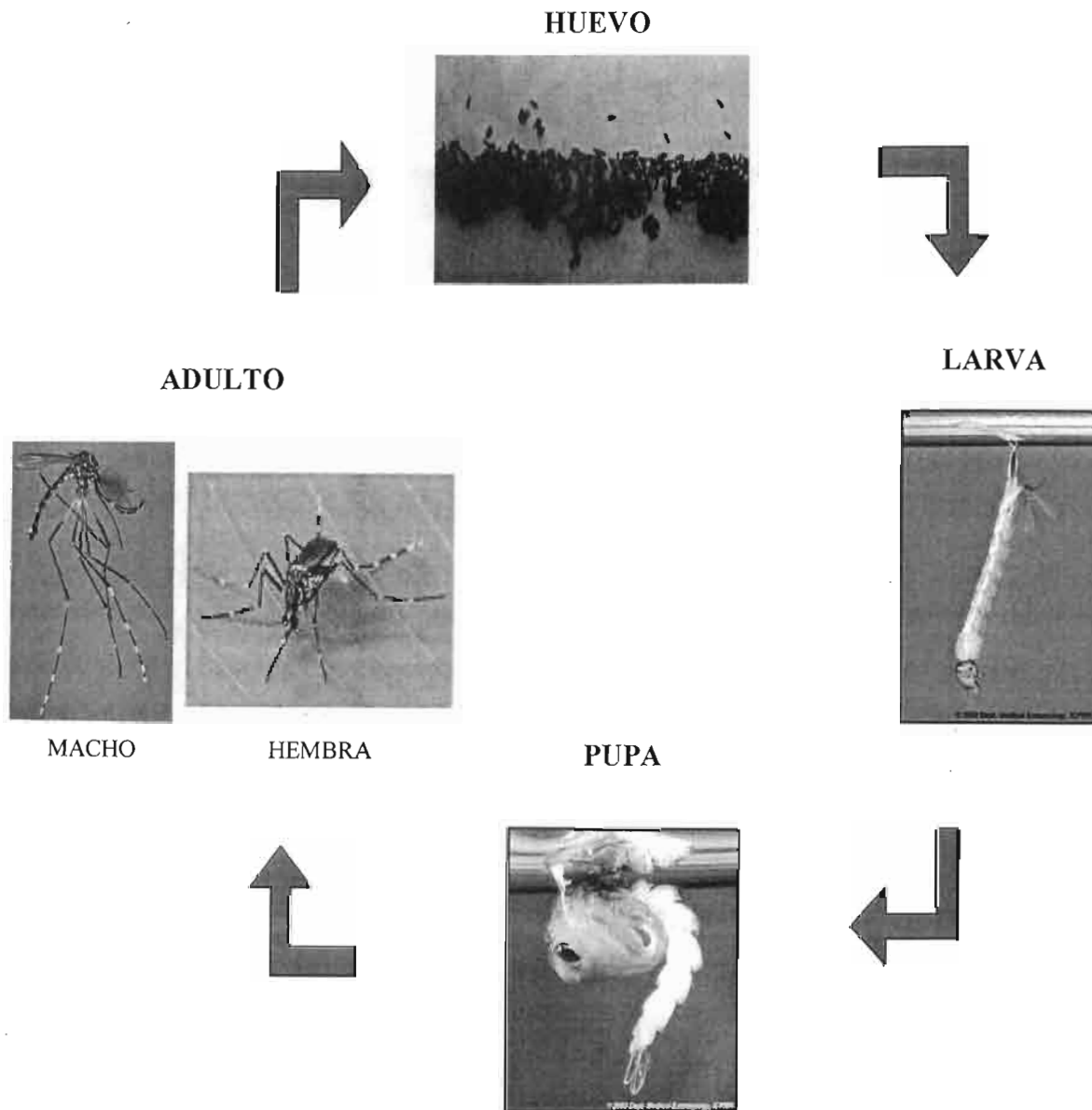


Figura 2. Ciclo biológico del *Aedes aegypti*.

3.4. Biología de los diferentes estadios

3.4.1. Huevo

Las hembras seleccionan los sitios para oviponer detectando diferencias químicas en el agua de los criaderos; ello sería posible mediante receptores ubicados en las antenas o espinas quimiorreceptoras en las patas. Cuando un gran número de hembras ovipone en un mismo sitio, los huevos pueden formar una franja continua de hasta un centímetro de ancho en la pared interna del recipiente. El desarrollo embrionario en óptimas condiciones de temperatura y humedad ocurre en un lapso de dos a cuatro días, manteniéndose viables de siete a doce meses, (Rossi & Almirón, 2004).

Los huevos se adhieren individualmente a la superficie interna de los recipientes en la parte húmeda, apenas por encima del nivel del agua. El desarrollo embrionario normal se completa en 48 horas cuando el ambiente es húmedo y cálido. Una vez que el desarrollo embrionario se completa, los huevos pueden resistir largos periodos de sequedad, a veces durante más de un año. Cuando se vuelven a mojar la mayoría de ellos eclosionan rápidamente, aunque algunos pueden no responder hasta que el agua los cubra varias veces. El desarrollo preimaginal de los machos es de 10 a 13 horas más rápido que las hembras, (Benítez *et al*; 1995).

3.4.2. Larva

Las larvas se mueven activamente con movimiento serpentino muy marcado en el ambiente acuático para buscar alimento, su alimentación se basa en microorganismos (bacterias, hongos, protozoos) y detritos orgánicos (animales y vegetales) que se encuentran en el agua. Son fotofóbicas, es decir, prefieren lugares sombreados, se desarrollan preferentemente en ambientes con agua limpia, pero pueden tolerar ambientes con abundante materia orgánica en descomposición, pudiendo tolerar apreciables variaciones en el pH. En algunos casos se encuentran en aguas salobres. En condiciones óptimas el tiempo de desarrollo larval varía entre 6 y 8 días, (Rossi & Almirón; 2004).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Las larvas siempre requieren alimento de origen animal, además de restos vegetales, (Timmermann & Briegel, 1996); con el fin de satisfacer sus necesidades esenciales para adquirir los ácidos grasos, que aparentemente no se producen en el material vegetal (Dadd 1981, 1983).

Las larvas pasan por cuatro estadios de desarrollo larva1, larva2, larva3 y larva 4. La duración del desarrollo larvario depende de la temperatura, la disponibilidad de alimento y la densidad larvaria del receptáculo. En condiciones optimas el intervalo desde la eclosión hasta la pupación puede ser de tan sólo 5 días; cuando las temperaturas son extremadamente bajas o escasean los alimentos, puede tomar varias semanas, (Benítez *et al*; 1995).

Son programadas para cuatro estadios larvales y principalmente las condiciones del medio ambiente determina su tamaño corporal final, (Briegel, 2002); encontramos un valor absoluto para cada estadio en el diámetro de la cabeza mientras que el tórax indica el diámetro de la biomasa adquirido por la larva, (Timmermann & Briegel 1998); durante el cuarto y último estadio el 80 al 90 % del crecimiento y la biosíntesis se lleva a cabo, si no han acumulado lo suficiente, las larvas pueden esperar de 2 a 3 semanas hasta que finalmente se empupan o mueren. Estas limitaciones se reflejan en el tamaño y las reservas energéticas que a su vez afectan fuertemente a la vida de los adultos, (Briegel, 1990 b).

3.4.3. Pupa

El estado de pupa es un periodo de transición en el que ocurren profundas transformaciones que llevan a la formación del adulto y al cambio del hábitat acuático por el terrestre. Durante este estado el individuo no se alimenta, por lo que los cambios que ocurren son posibles gracias a la energía acumulada durante el estado larval. Los movimientos de la pupa están limitados al abdomen, siendo éstos muy energéticos y activos aunque tienden a permanecer inmóviles, colocando la abertura de las trompetas respiratorias con contacto con la superficie del agua para respirar, (Rossi & Almirón; 2004).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Al final del estado de la pupa y en preparación para la emergencia del adulto, las pupas extienden el abdomen casi paralelo a la superficie del agua. En general la duración del estado pupal es de alrededor de dos días en condiciones favorables, (Rossi & Almirón; 2004); por término medio entre 43 y 53 horas, (Haddow, *et al* 1959).

3.4.4. Adulto

Después de la emergencia, los mosquitos entran en un “periodo de maduración” llamada fase de reservas energéticas, dura aproximadamente un día, es un periodo importante porque muchos efectos se llevan a cabo como ser: diferenciación anatómica, el sistema hormonal, sistema digestivo y endurecimiento de los músculos del vuelo, todos requieren su tiempo antes de la verdadera naturaleza y la manifestación de sus hábitos hematófagos, entre todos estos aspectos, la cantidad de la reserva energética “heredado” de la larva es importante, (Briegel, 1990 ab).

Luego de la emergencia, los mosquitos adultos generalmente procuran estar en lugares húmedos y sin corrientes de aire donde puedan reposar en el transcurso de 24 a 48 horas y una vez maduros, los machos también vuelan cerca del hombre mientras buscan a las hembras para aparearse. Los machos son generalmente de menor tamaño que las hembras. La principal función del estado adulto es la reproducción y la dispersión que es la consecuencia de la búsqueda de un lugar para poner los huevos o de un huésped vertebrado para alimentarse, (Rossi & Almirón; 2004).

La etapa adulta es una fase en la vida del insecto especializada en la alimentación, reproducción y dispersión. Generalmente el apareamiento se realiza cuando la hembra busca alimentarse; se ha observado que el ruido que emite al volar es un mecanismo por el cual el macho es atraído. Una vez copulada e inseminada la hembra, el esperma que lleva es suficiente para fecundar todos los huevecillos que produce durante su existencia, (Baddi *et al.*, 2007).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Cuando un mosquito hembra pica al hospedador buscando una fuente de sangre, primero inyecta saliva en el lugar de la picadura, ésta tiene efecto anestésico, anticoagulante e histamínico, de modo que el hospedador no perciba al mosquito mientras pica, (Rossi & Almirón; 2004).

Los adultos de mayor tamaño persisten con éxito en su toma de sangre, sin embargo la tendencia de hembras pequeñas deben alimentarse con más frecuencia lo que contribuye a incrementar la capacidad vectorial porque hay más oportunidad para infestar al humano, (Bisset *et al.*, 2008).

Luego de ingerir sangre, procuran buscar un refugio donde descansar. Las hembras de *Aedes aegypti* pican en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde, su ataque es muy silencioso picando especialmente en los tobillos, (Rossi & Almirón; 2004).

Schoot (1967), nos indica que el *Aedes aegypti* puede aparearse 24 horas después de haber emergido a adulto y señala que el apareamiento puede tener lugar cuando las hembras están en reposo o volando. La hembra queda fecundada de por vida y cada vez que ovoposite los huevos saldrán fecundados.

Reiter *et al.*, (1995), menciona que las estrategias para el control de *Aedes aegypti* en brotes de dengue o fiebre amarilla en zonas urbanas se debe tomar en cuenta que esta especie tiene un rango máximo de vuelo de 50-100 metros. Por otra parte la acción de la hembra de *Aedes aegypti* de ovopositar en varios sitios propone que la dispersión es impulsada por la búsqueda de sitios de oviposición alcanzado a volar mucho más allá de 50-100 metros para sentar a todos sus huevos, particularmente durante la temporada desfavorable (estación seca y fría por ejemplo).

La dispersión del vuelo de *Aedes aegypti* es muy limitada cuando se la compara con la de otras especies de mosquitos. La hembra pasa a menudo toda su vida cerca del sitio donde ha aparecido, siempre y cuando disponga de huéspedes, lugares de

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

reposo y sitios para la ovipostura. Se considera que la dispersión de vuelo de más de 100 metros es rara. Se ha demostrado, que una hembra grávida puede volar hasta 3 kilómetros en busca de un lugar donde poner sus huevos si no encuentra cerca sitios apropiados. Los machos se dispersan menos que las hembras. La mayor dispersión de *Aedes aegypti* a grandes distancias ocurre cuando los huevos y larvas son transportados en recipientes, (Benítez *et al*; 1995).

3.5. Morfología de los diferentes estadios

Pasan por cuatro estadios bien diferenciados los cuales son:

3.5.1. Huevo

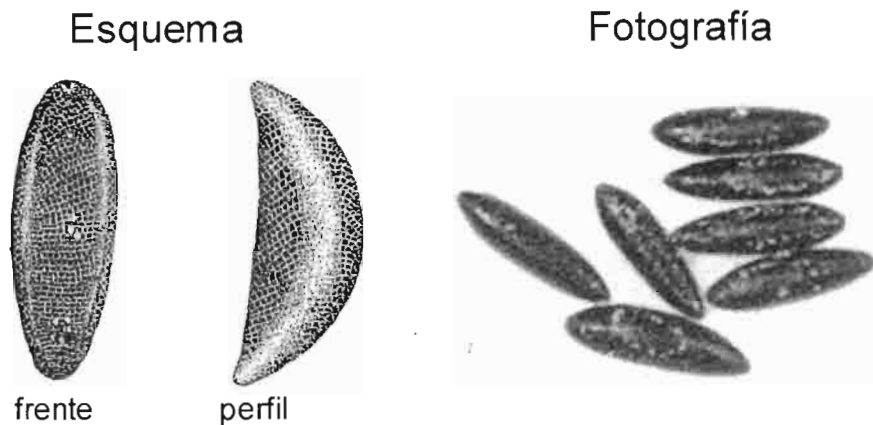


Figura 3. Huevos de *Aedes aegypti* (0,8 mm).

Los huevos (figura 3) tienen más o menos la forma ovoide, tienen menos de 1 mm de longitud y son de color blanco recién hecha la ovopostura, rápidamente comienzan a ponerse grises pasando a ser de color negro a las dos horas, (Mirsa, 1956; C.D.C., 1980).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3.5.2. Larva

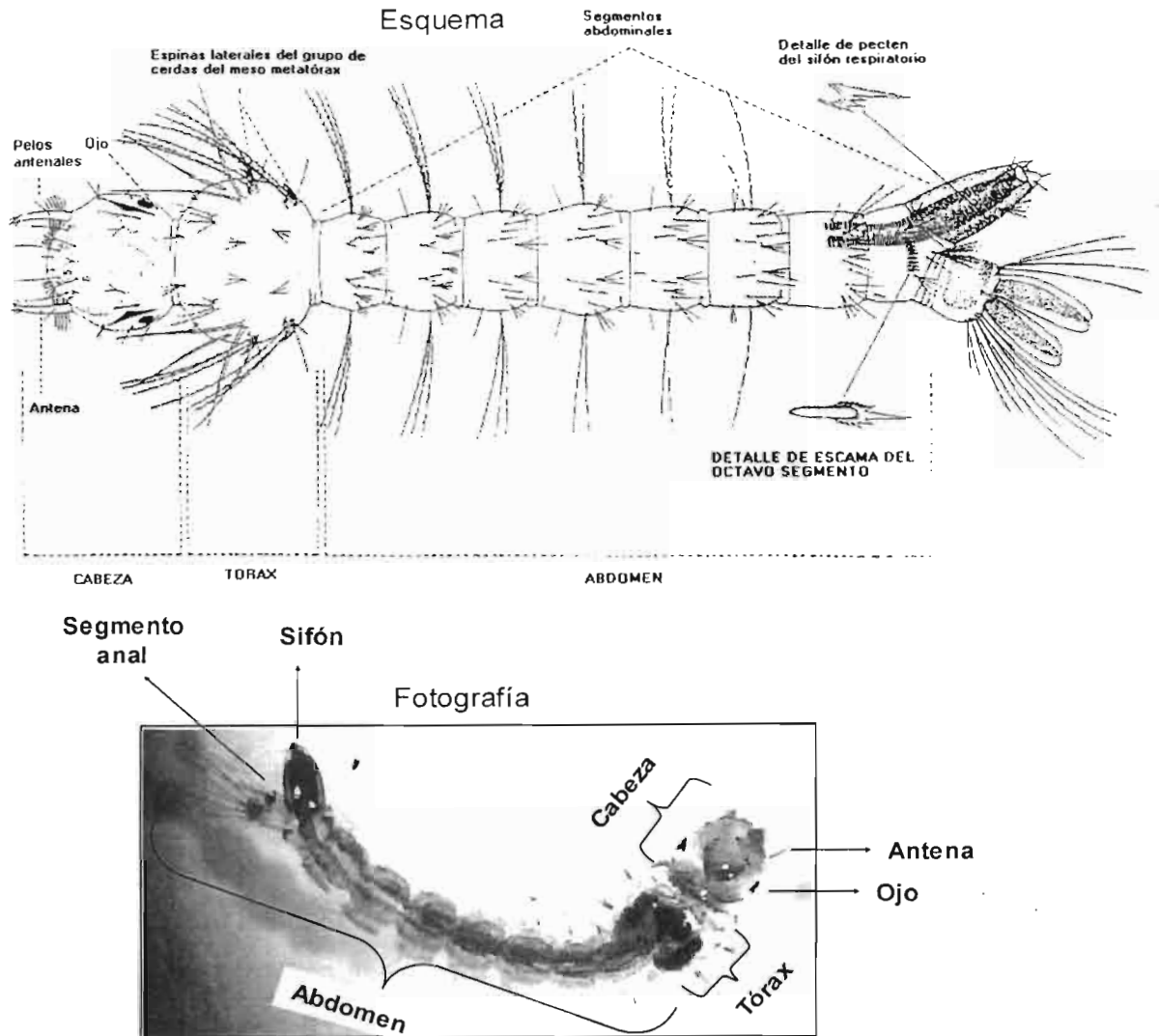


Figura 4. Vista general de larva de *Aedes aegypti* (Fotografía de larva en 4 estadio 6 mm de longitud).

Las larvas (figura 4) se caracterizan por tener en el t6rax en la base de los tub6rculos (base de donde salen los pelos) unas espinass laterales largas y puntiagudas en forma de uña de gato, un sif6n corto en forma de barril con pecten y un par de penachos subventrales compuestos por al menos de tres pelos. El segmento anal no est6 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).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3.5.3. Pupa

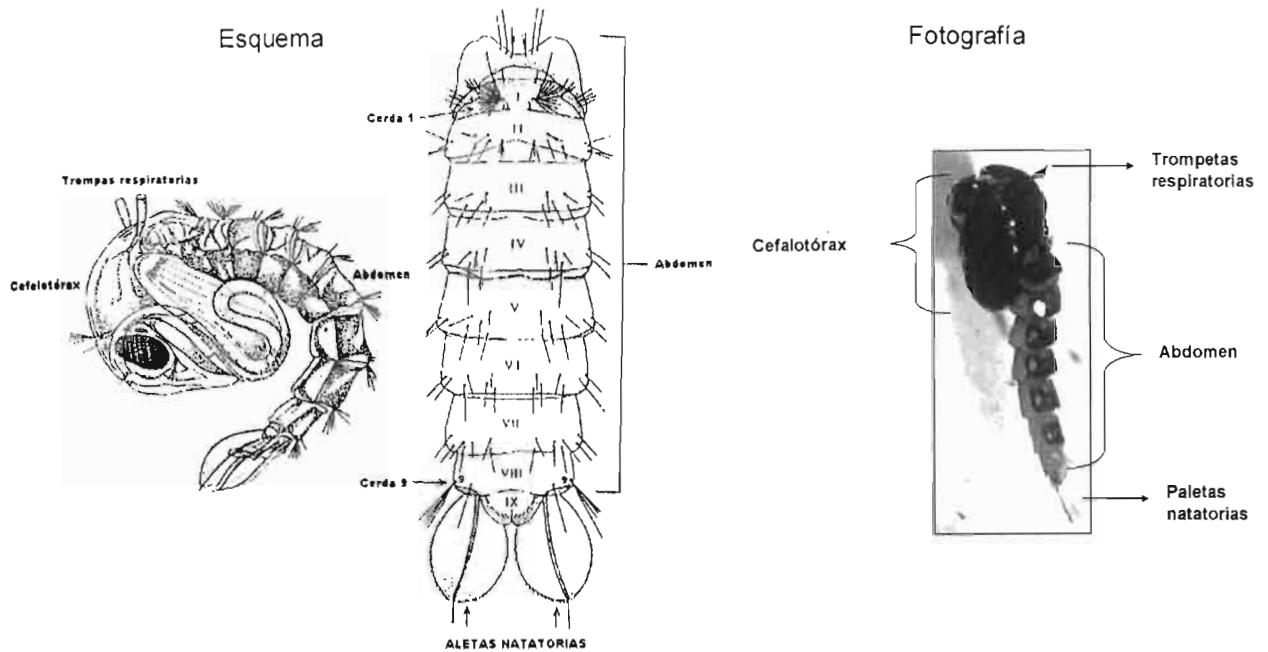


Figura 5. Vista general de pupa de *Aedes aegypti*. (Fotografías de pupa 4 mm de longitud).

Según Christophers (1960), la pupa (figura 5) presenta un extremo anterior globuloso constituido por el cefalotórax, seguido del abdomen segmentado y curvo. Los sífonos respiratorios están localizados en la parte anterior y poseen una trompa respiratoria corta un tanto dilatada. La cabeza y el tórax constituyen una estructura única, llamada cefalotórax, en las que se destacan las trompetas respiratorias.

3.5.4. Adulto

Aedes aegypti (figura 6) se diferencia de las demás especies por presentar un abdomen agudo; mide aproximadamente 5 mm. de longitud es de color oscuro (castaño oscuro o negro) con diseños blanco-plateadas formada por escamas claras que disponen simulando una lira en el dorso y mostrando un anillado característicos en la base de los tarsales de las patas. Este patrón de coloración es igual para el macho como para la hembra.



Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.



Figura 6. Vista general de una hembra de *Aedes aegypti*. (5 mm de longitud).

La cabeza de las hembras del *Aedes aegypti* (figura 7) presentan antenas con pelos cortos y escasos, los palpos son del menos de tercio (el cuarto) de longitud que la proboscis; en cambio, en los machos las antenas son plumosas con pelos largos y abundantes y los palpos son del tamaño de la proboscis.

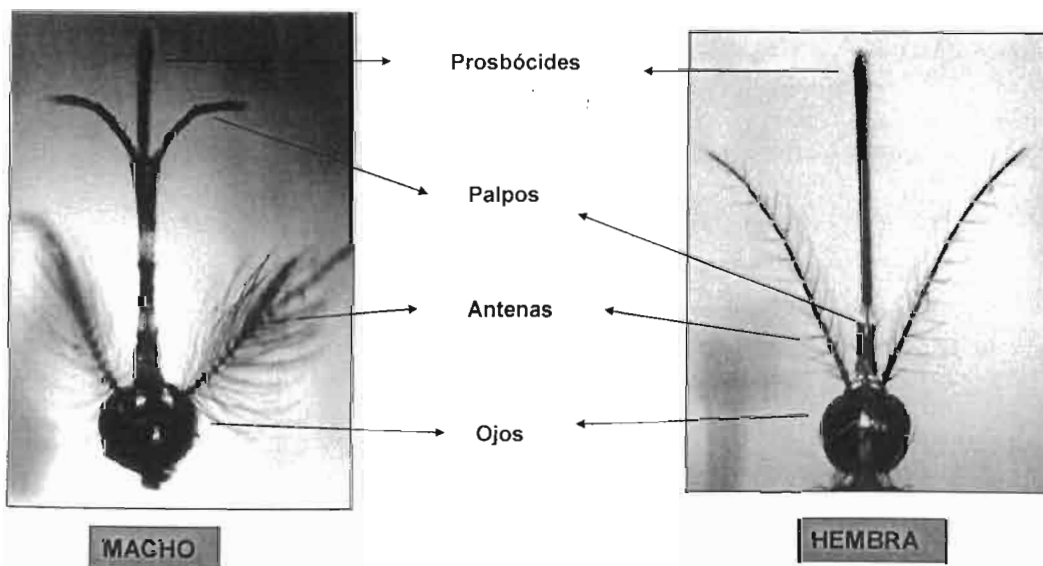


Figura 7. Diferencias morfológicas de la cabeza de un macho y una hembra de *Aedes aegypti*.

El tórax (figura 8) caracterizado por presentar un diseño en forma de lira en el escudo, de ahí salen un par de alas bien desarrolladas, un par de alas atrofiadas

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

llamadas halterios o balancines y tres pares de patas anilladas de color blanco-plateadas. El abdomen es de color negro presentando escamas blancas plateadas en las divisiones de los segmentos. Compuesto por diez segmentos abdominales presentando en el último segmento el aparato genital.

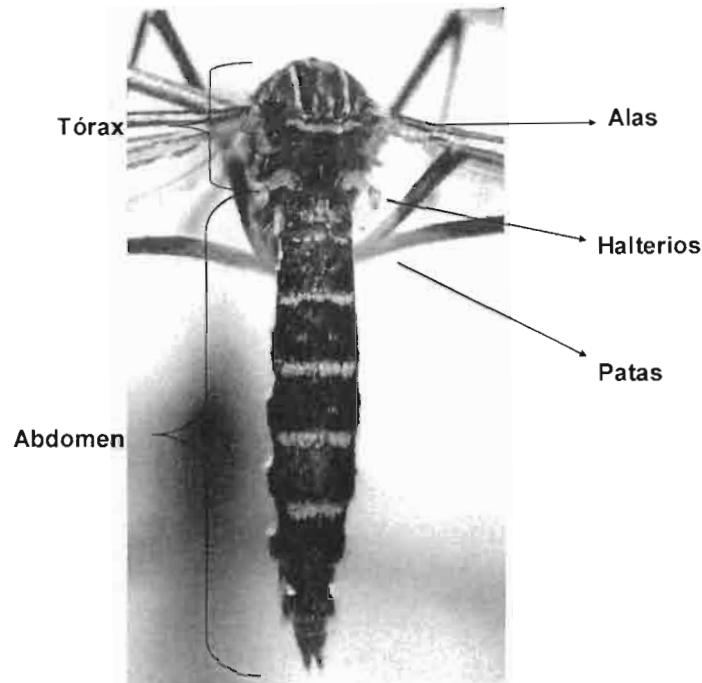


Figura 8. Detalles del tórax y abdomen de una hembra de *Aedes aegypti*.

El mosquito *Aedes aegypti* presenta alas membranosas (figura 9) con escamas oscuras. La ornamentación de las escamas claras y oscuras nos permite observar

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

las nervaduras que forman celdas. Las características que presentan las alas de los Culicidae son de gran importancia, ya que gracias a ellas se puede llegar a identificar a individuos de algunas especies, por ejemplo como en el caso de los *Anopheles*.

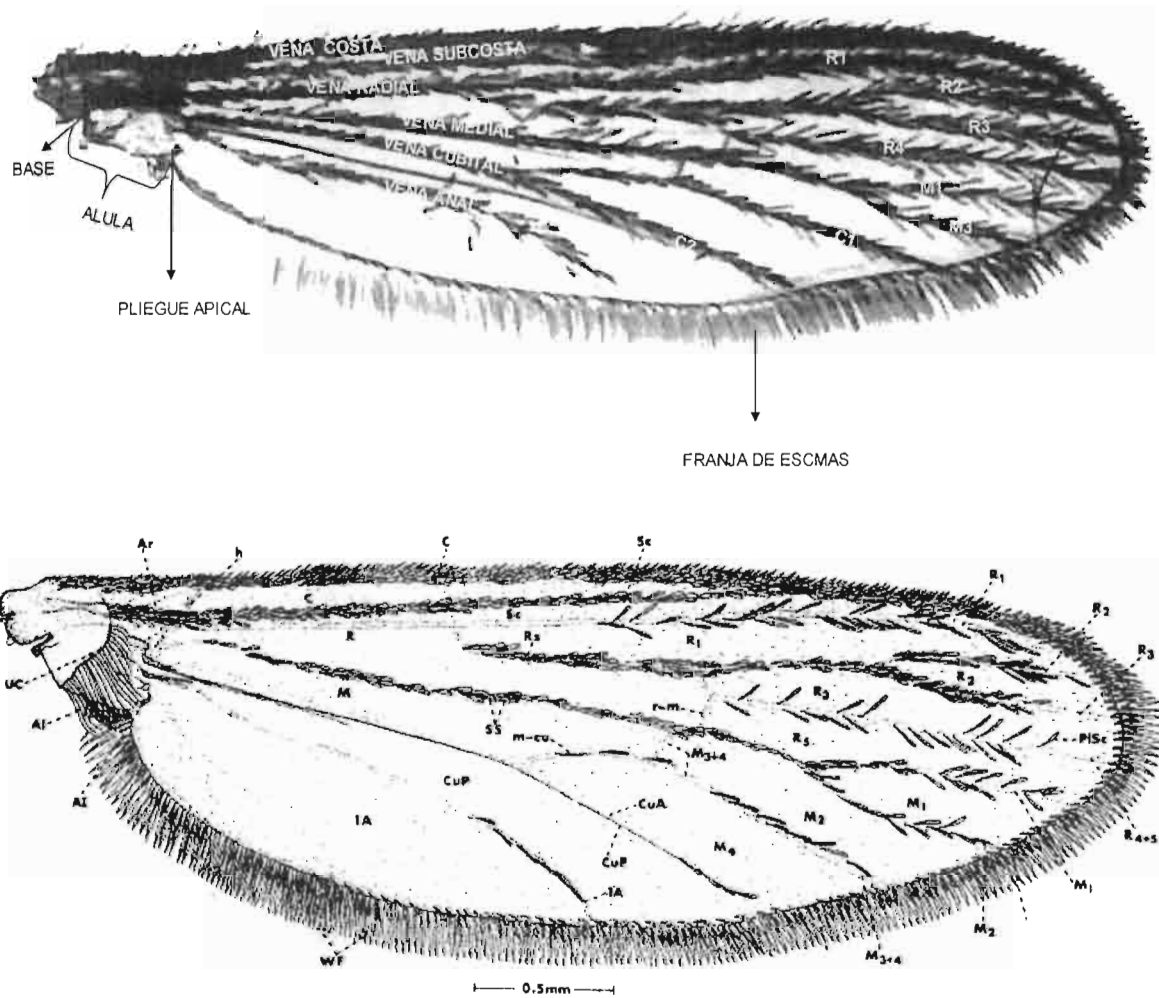


Figura 9. Fotografía del ala derecha de una hembra de *Aedes aegypti* (aumento de 40X-Microscopio optico). Esquema de una vista ventral (Knight et al., 1970).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3.6. Función vectorial

Los mosquitos fueron reconocidos como vectores de enfermedades a finales del siglo XIX. Estos juegan un papel importante en la transmisión de más de 200 arbovirosis que afectan al hombre y a los animales, (Lehane MJ. 1991).

Las enfermedades transmitidas por mosquitos están floreciendo en todo el mundo. Con un efecto desproporcionado sobre los niños, niñas y adolescentes, estas condiciones son responsables de gran morbilidad y mortalidad mundial. La malaria mata a más de 1 millón de niños cada año, principalmente en el África. El virus del dengue ha ampliado su gama durante los últimos decenios, a raíz de su principal vector, *Aedes aegypti*. El virus del Nilo Occidental se ha convertido endémico en las Américas en los últimos 10 años. Filariasis, se encuentra en el tema de una campaña de erradicación mundial. Los esfuerzos para limitar el efecto de las enfermedades transmitidas por mosquitos en zonas endémicas se enfrentan al doble desafío de controlar las poblaciones de mosquitos y las intervenciones de salud pública, (Tolle, 2009).

Las enfermedades transmitidas por vectores están fuertemente influenciados por la abundancia, la longevidad, el contacto con el humano, la alimentación y la frecuencia de los vectores competentes (Dye, 1992). El tamaño de los mosquitos adultos puede ser un factor determinante de estos factores, contribuyendo así la eficacia de transmitir los virus patógenos, (Schneider *et al.*, 2004).

Lemus *et al.*, (2002), el virus del Dengue es transmitida por mosquitos del Género *Aedes*, su principal vector es el *Aedes aegypti*, se conocen que otros representante del género son capaces de transmitirla, como el *Aedes albopictus* de gran importancia en Asia y progresivo incremento en algunos países de América. También el *polynesiensis* y el *scutellaris*, aunque por el momento estos dos últimos tienen menor significación epidemiológica por su baja efectividad como vectores.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Soper (1965), menciona que el *Aedes aegypti* inicialmente se conoció como el mosquito de la fiebre amarilla, porque durante siglos ésta especie ha transmitido la fiebre amarilla urbana convirtiéndose en un grave problema de salud pública en África y en las Américas. Degallier *et al.*, (1988) indica que el *Aedes aegypti* ha jugado un papel importante como transportador de virus y otros agentes etiológicos, además del dengue. Tinker (1993), menciona que el mosquito doméstico *Aedes aegypti* es considerado en las Américas como el principal transmisor de los virus del dengue y un vector potencial de la fiebre amarilla urbana.

Christophers (1960), mencionó que el *Aedes 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 *Aedes aegypti* no es un eficiente vector de *Wuchereria bancrofti* (nematodo filiforme). Asimismo se ha comprobado que el *Aedes aegypti* es un vector del *Plasmodium gallinaceum*, parásito natural del pollo doméstico, 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.

3.7. Hábitat

Presentan dos hábitats bien diferenciados como ser el acuático (huevo-larva) y el aéreo (adulto-huevo).

3.7.1. Larval

El *Aedes aegypti* es un mosquito que se desarrolla en su fase larvaria en diversos recipientes con capacidad de almacenar agua donde la hembra grávida preferencialmente busca para depositar sus huevos adheridos en las paredes sobre el nivel del agua. Estos depósitos pueden ser de diversa naturaleza y clasificados como recipientes artificiales o naturales. Dentro de los artificiales tenemos tanques, barriles, tinajas, llantas, latas de bebidas, botellas, floreros, canalones del tejado y depósitos de agua de los inodoros. Como recipientes naturales tenemos los huecos

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

de árboles y las axilas de las hojas de ciertas plantas (Ministerio de Prevención Social y Salud Pública Bolivia, 1988).

Marquetti *et al.*, (2005), nos indican que una de las características que distingue a *Aedes aegypti* de otras especies de mosquitos es su habilidad de completar su desarrollo preadulto en una gran variedad de recipientes naturales y artificiales. Esto unido al aumento acelerado en el número de criaderos larvales generados por la actividad humana como consecuencia de patrones culturales y tradicionales, garantiza una permanente disponibilidad de criaderos potenciales para esta especie.

Se entiende por criadero a todo cuerpo de agua que puede ser colonizado por la hembra *Aedes aegypti* para la oviposición, eclosión, desarrollo de larva, pupas y emergencias de adulto, (Benavides *et al.*, 1997). Usualmente los recipientes artificiales tan abundantes proporcionados por la moderna sociedad industrial son en medida el más importante lugar de oviposición y de cría, además de ser esenciales para la producción y la conservación de las grandes poblaciones del *Aedes aegypti*. Algunos recipientes son más atractivos para los mosquitos que otros, como los neumáticos, albercas, inservibles, bebederos de los animales domésticos, latas, floreros, etc. Las hembras de *Aedes aegypti* son atraídas por los 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 los depósitos de agua de los lavaderos de ropa y los tanques elevados de almacenamiento de agua para consumo.

Guzmán *et al.*, (2008) nos propone una clasificación de los criaderos en la Ciudad de Santa Cruz de Sierra agrupando en varias categorías como ser recipientes para almacenar agua (tanque elevado, aljibe, fuente, noria, piscinas, sumideros, bañadores, baldes); recipientes anteriormente utilizados (objetos de uso doméstico: ollas, licuadoras, charolas, conservadoras, tazas, vasos, jarras, desechables); los

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

envases (bidones, tarros, botellas); recipientes utilizados como objetos de decoración (floreros, macetas, cerámicas); recipientes vegetales (plátano, bromelias, tutuma, coco); repuestos de objetos grandes (andadores, sillas, baterías, llantas, utensilios sanitarios); recipientes ocasionales formados por materiales (bolsas plásticas, calaminas, chatarra); otros objetos (bacines, mangueras, pelotas y calzado).

3.7.2. Mosquito adulto

Descansan en lugares sombreados como alcobas, baños, patios o cocinas; cerca de las habitaciones humanas o en peri domicilio, posado en lugares oscuros y protegidos, relativamente cerca del suelo, (BADII, M. H., *et al.* 2007). Se les captura sobre ropas colgadas, debajo de muebles, toallas, cortinas y mosquiteros, (CABEZAS, C. 2005).

Las hembras se alimentan de la mayoría de vertebrados, pero prefieren a los humanos, vuelan en sentido contrario al viento y son atraídas por los olores y gases del hombre. La sangre sirve para el desarrollo de los huevos. Los machos se alimentan de jugos vegetales y azúcares al igual que las hembras, (CABEZAS, C. 2005).

A diferencia de otras especies de mosquitos, el *Aedes aegypti*, se alimenta más de una vez entre cada ovipostura, especialmente si se le perturba; esta particularidad aumenta las probabilidades de que ingiera y transmita el virus. El intervalo entre la ingestión de sangre y la ovipostura puede ser de sólo 3 días, en condiciones óptimas de temperatura y disponibilidad de huéspedes. La hembra puede volver alimentarse el mismo día de la ovipostura, (BADII, M. H., *et al.* 2007).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

3.8. Longevidad

Generalmente el macho tiene una longevidad menor comparados con las hembras. La longevidad de un organismo está estrechamente relacionado con las condiciones del ambiente, temperatura, humedad, alimentación, etc., (Mirsa, 1956; Horsfall, 1972).

La nutrición inadecuada en el desarrollo de las larvas de los mosquitos pueden estar asociadas con los adultos de tamaños reducido, menor longevidad (Hawley 1985; Nasci & Mitchell 1994; Tun-Lin *et al.*, 2000; Braks *et al.*, 2004; Alto *et al.*, 2005).

Schneider *et al.*, (2004), Indica que los mosquitos de menor tamaño tienden a vivir menos tiempo y menos probable sobrevivir el periodo de incubación intrínseca, su capacidad de transmitir el virus es casi nula.

Conde A. (2003), nos indica que en un trabajo de longevidad nos indica que el *Aedes aegypti* con alimentación "azucarada" tuvo una variación de 4 a 33 días presentando una media de 11.51 días y que la longevidad de hembras en los diferentes tratamientos "ingesta de sangre humana" presenta una variación entre 3 a 48 días observando una media de 16.32 días, la media tiende a aumentar cuando aumentan las ingestas de sangre en los tratamientos, es decir que la longevidad aumenta cuando aumenta el número de ingesta de sangre.

El periodo de vida del mosquito adulto se ve afectada por las características climáticas, principalmente la humedad y la temperatura, pues condicionan sus actividades de alimentación, reproducción y reposo. A una temperatura inferior a 4°C o superior a los 40°C generalmente no sobreviven. El *Aedes aegypti* en condiciones naturales sobrevive en promedio de 15 a 30 días, alimentándose aproximadamente cada tres días. La variación de temperatura y humedad, así como la latitud pueden hacer variar estos rangos del ciclo de vida de las cepas de mosquitos. Dichas condicionantes también influyen en su *Aedes aegypti* reposo, suele encontrarse

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

cerca de las habitaciones humanas o en la periferia del domicilio, posado en lugares oscuros y protegidos, relativamente cerca del suelo, (Baddi, 2007).

La tasa de supervivencia es un parámetro clave en la transmisión del dengue (Luz *et al.*, 2003), los vectores deben sobrevivir al periodo de alimentación y al periodo de incubación extrínseca, a fin de ser capaces de infectar a otro ser humano. Para la transmisión del dengue generalmente significa a partir de 12 días, dada que las que se alimentan a los dos días con sangre y el periodo de incubación extrínseca del virus del dengue es mayor a 10 días (Kuno, 1995; Salazar *et al.*, 2007).

El efecto del tamaño corporal en la supervivencia y desplazamiento de hembras y machos de *Aedes aegypti* en el campo, se encontró que las hembras viven más que los machos, el tamaño es un factor determinante estadísticamente significativa. En general las hembras de menor tamaño han sido capturadas más lejos que las hembras grandes y los machos más grande fueron capturados en distancias similares, mientras que los machos de menor tamaño tuvieron un recorrido muchos menos que cualquier otro grupo, (freitas *et al.*, 2007).

3.9. Talla del mosquito adulto

Según Bisset., *et al* (2008), nos indica que existe una variabilidad en su talla lo que pudiera estar influenciado por factores como: disponibilidad del recipiente (dada por la presencia del agua), volumen; cantidad de alimento que garantiza el estado nutricional de las larvas y no por la densidad larval en estos sitios de cría.

Esta ligada directamente a la alimentación en los estadios larvales y principalmente las condiciones del medio ambiente determina su tamaño corporal final por lo tanto a las condiciones del criadero donde se desarrollo, (Briegel 2002).

Las hembras más pequeñas tienden alimentarse con más frecuencia que la más grande, (Scott *et al.*, 2000); posiblemente debido a que surgen con las reservas de lípidos que a menudo son insuficientes para desarrollar sus ovarios, (Macdonald

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

1956); estudios en terreno demostraron que el *Aedes aegypti* de menor tamaño no eran abundantes entre las hembras alimentadas con sangre, lo que sugiere que hay mayor tasa de supervivencia en hembras grandes, (Nasci, 1986 a).

Gleiser et al., (2000) ha demostrado que las dos alas de *Aedes aegypti* son del mismo tamaño. Schneider et al., (2004), en su estudio nos indica que el tamaño de las alas de las hembras recogidas como pupas varió de 1.67 a 3.83 mm (media 2.60 mm), indicando que la competencia se produce entre las larvas, pero no pupas, lo cual es coherente con nuestra comprensión de el comportamiento de las dos etapas de *Aedes aegypti*, (Lounibos, 2003).

La naturaleza del sitio de cría influye en las tallas de los mosquitos emergidos. En su estudio de "distribución y talla del adulto asociados con los sitios de cría" mencionan que el promedio de las alas de las hembras oscila entre 2.77-3.31 mm, mientras que otros autores encontraron valores entre 2.2-2.7 mm en Tailandia y un promedio entre 1.67-3.83 mm en Perú. Los mosquitos de mayor talla en el presente estudio provienen de bebederos de animales (3.07 mm), y gomas (3.31 mm), mientras que los valores más pequeños (2.77mm) provinieron de la categoría de depósitos artificiales abandonados en los patios, resultados por esperarse porque estos presentan bajo volumen de agua y pudiera existir posible competencia interespecífica por espacio y alimento. Los depósitos de almacenamiento de agua produjeron adultos con medidas intermedias (2.88 mm) y presentaron escaso contenido de materia orgánica aspecto señalado como un factor limitante, sin embargo son los de mayor producción pupal, (Bisset et al., 2008).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. Ubicación geográfica

La ciudad de Santa Cruz de la Sierra está ubicada a una altura entre los 400 y 450 m.s.n.m., con latitud sur 17° 48' 02" y longitud oeste 63° 10' 41", con una superficie de 363 km².

4.2. Estructuración urbana

El municipio de la ciudad de Santa Cruz cuenta con una superficie de 350 kilómetros cuadrados y cuenta con 12 distritos municipales urbanos. La topografía de la ciudad es plana y presenta una densidad promedio de 50 habitantes por hectárea, (figura 10).



Figura 10. Mapa general de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, con sus 12 distritos municipales.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

4.3. Clima

Tiene un clima húmedo tropical, con una temperatura media anual de 26°C. En invierno las temperaturas caen hasta 10°C, entre los meses de junio a agosto; en verano las temperaturas se elevan hasta 38°C en los meses de diciembre a agosto. Su humedad relativa media anual es de 68% y los meses de mayor precipitación pluvial son enero y febrero, (Gran Atlas de Bolivia, 2007).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

5. METODOLOGÍA

5.1. Fase de campo

El material entomológico ha sido colectado durante dos encuestas realizadas respectivamente en mayo y junio de 2008. Las encuestas se realizaron en diferentes unidades vecinales (figura 12) de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

Fueron realizadas por el Proyecto EPI-DENGUE con la participación de los técnicos del Laboratorio de Entomología del “Centro Nacional de Enfermedades Tropicales” (CENETROP) y de Investigadores Científicos del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD, Francia).

5.1.1. Muestra relacionada con la encuesta incidencia

En la encuesta entomológica “serológica”, se inspeccionaron 79 manzanos en toda la ciudad (encuesta 1), donde había incidencia de casos de dengue. El pinchete (figura 11), nos indica un manzano, del cual se visitaron un promedio de cinco casas (figura 12), donde se observaban los depósitos de agua con presencia o ausencia de larvas y pupas de *Aedes aegypti*. Después de haber inspeccionados 79 racimos (grupos de casas) en toda la ciudad un 85% salió positivo con presencia de larvas y pupas de *Aedes aegypti*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

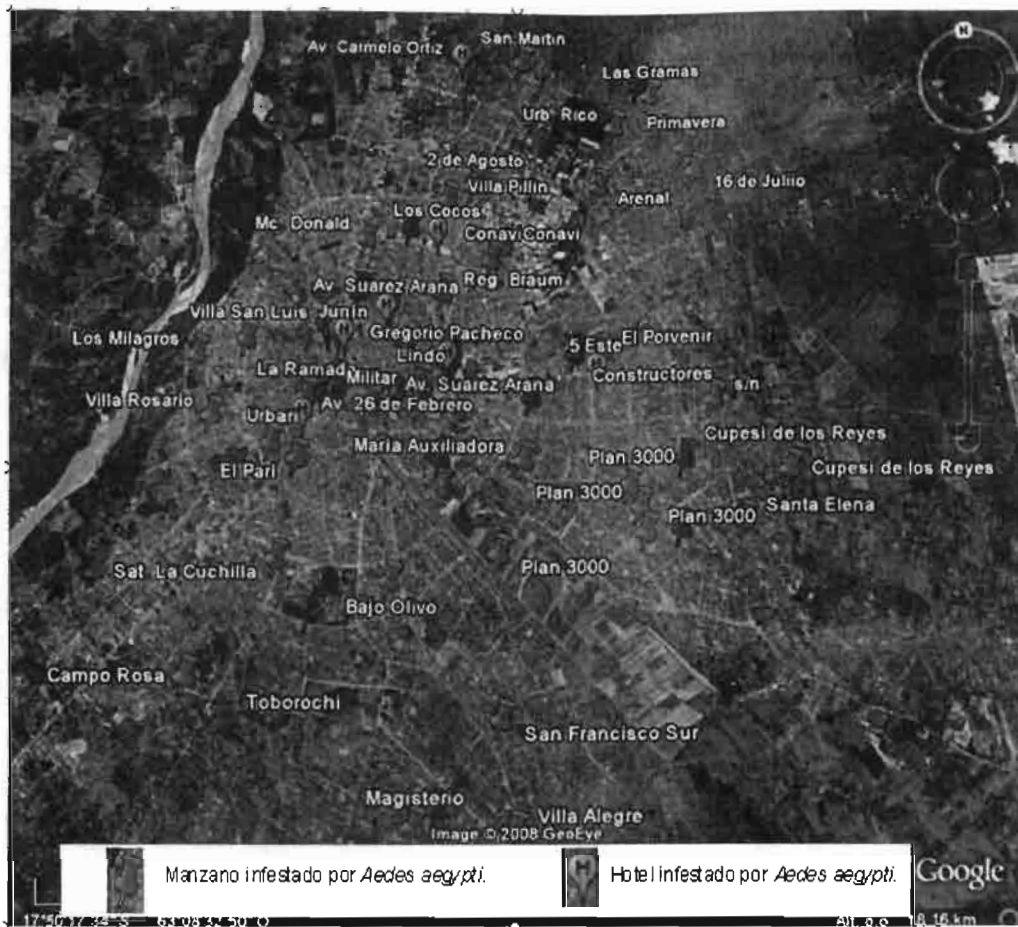


Figura 11. Imagen Satelital de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra mostrando el conjunto de los puntos de colecta del material biológico.



Figura 12. Imagen satelital de un manzano mostrando la metodología de la encuesta entomológica.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

5.1.2. Muestra relacionada con la encuesta a hoteles

Para la encuesta de los hoteles, primero se obtuvo una lista de la cámara hotelera (encuesta 2) de todos los hoteles de la Ciudad, la elección de los hoteles fue 1 cada 2 hoteles haciéndose un total de 161 hoteles inspeccionados (figura 11) donde se realizaron encuestas larvales. De todos los hoteles inspeccionados un 38,4% de ellos salieron positivos con presencia de larvas y pupas de *Aedes aegypti*.

Las colectas de larvas y pupas las introducían en frascos de plásticos, con su respectiva etiqueta que llevaba la fecha, el tipo de criadero y la unidad de investigación (código de la casa), los cuales eran llevados al Laboratorio de Entomología. Después de coleccionar las larvas y pupas de sus criaderos originales, éstos fueron destruidos.

5.1.3. Característica de los diferentes criaderos de la ciudad de Santa Cruz

Se encontraron un sin número de tipos de criaderos para el *Aedes aegypti* en la ciudad de Santa Cruz de Sierra, como ser tanques elevados, aljibes, fuentes, norias, piscinas, sumideros, bañadores, baldes, ollas, licuadoras, charolas, conservadoras, tazas, vasos, jarras, desechables, bidon, tarros, botellas, floreros, macetas, ceramicas, llantas, utensilios sanitarios, bolsas plásticas, calaminas, chatarras, etc., también se encontraron criaderos naturales como ser las bromelias.

Para el estudio, la clasificación de los criaderos se basó en la abundancia de estos recipientes en las diferentes unidades vecinales de ciudad de Santa Cruz de la Sierra, las muestras positivas de la ciudad se clasificaron en seis categorías de criadero, caracterizados por el volumen de agua y la funcionalidad:

1. Baldes
2. Llantas
3. Recipientes Pequeños
4. Sumideros
5. Floreros
6. Turriles

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- Baldes

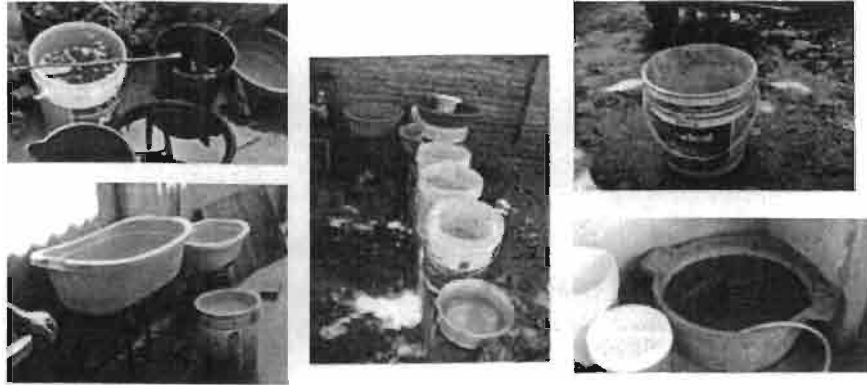


Figura 13. Baldes y bañadores infestados con *Aedes aegypti*

Son recipientes medianos generalmente de 2 a 20 litros (figura 13), puede haber de plásticos y aluminio, se caracteriza por almacenar agua generalmente de lluvias. Los baldes o bañadores pueden ser pando o hondo son de un uso ocasional donde se vacía el agua que usamos para lavar o remojar la ropa. Se caracteriza para transportar agua.

- Llantas



Figura 14. Llantas infestadas con *Aedes aegypti*

Conocidos en algunos países como cauchos o cubiertas (figura 14), son los recipientes más comunes en el medio urbano poseen un interior oscuro y fresco; su configuración limita la cantidad de evaporación y dificulta el vaciado del agua; son difíciles de destruir. Hay una variación en tamaño y pueden almacenar desde 2 hasta

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

10 litros de agua caracterizados por almacenar agua de lluvia con bastante materia orgánica.

- **Recipientes pequeños**

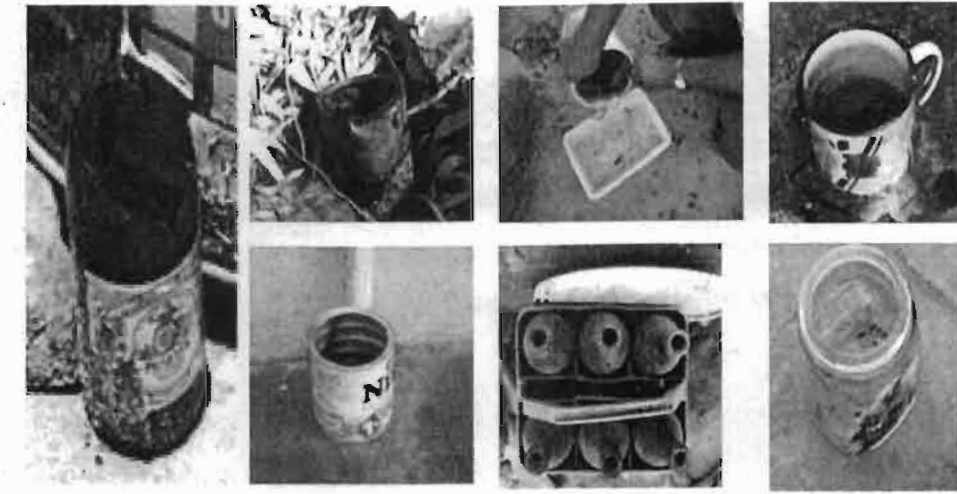


Figura 15. Recipientes pequeños infestados con *Aedes aegypti*

En esta categoría entran todos los recipientes que se hayan encontrado con volúmenes menor a 2 litros (figura 15), estos mismos pueden ser de plástico, aluminio, porcelana, cemento, vidrio, etc. Generalmente son aguas oscuras "vieja". Entre los innumerables recipientes que se han encontrado con larvas de *Aedes aegypti*, se pueden mencionar: cubos, tazas, tapas de barriles, tubos conductores, botas, zapatos, botellas, conchas de caracoles, cáscaras de coco y de huevos, botes, toldos de plástico, etc.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Sumideros**

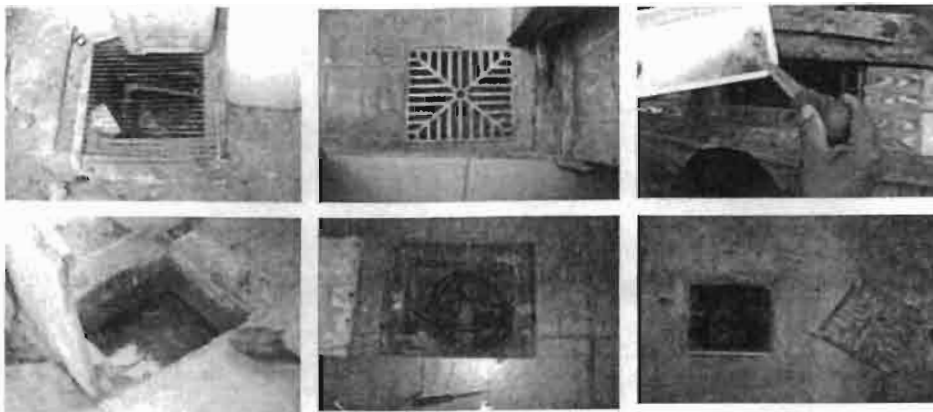


Figura 16. Sumideros infestados con *Aedes aegypti*

Espacio hueco entre dos paredes (figura 16) sirva de aislamiento. Es un hueco que sirve para que el agua salga de la casa hacia un canal o a la calle. La estructura de las miradas de canalización varía en función del tamaño, la profundidad, la situación interior o exterior a la casa. Son cerrados por una rejilla removible o fija. Se caracterizan por ser agua estancada.

- **Floreros**



Figura 17. Floreros infestados con *Aedes aegypti*

Presentan una variación (figura 17) desde plantas acuáticas encontradas en baldes plásticos, botellas plásticas cortadas, objetos de vidrios, platos de las macetas, etc., son una fuente de importancia dentro de las viviendas o en los cementerios. El agua

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

es generalmente verdosa y se puede encontrar volúmenes desde 500cc hasta 2 litros de agua.

- **Turriles**



Figura 18. Turriles infestados con *Aedes aegypti*

Son Receptáculos grandes (figura 18), fijos, cilíndricos o cúbicos, generalmente de concreto, que pueden almacenar varios miles o cientos de litros de agua. Por lo general son recipientes de metal, de cemento o plástico, (aproximadamente 200 Lts.), se caracterizan por almacenar agua clara.

5.2.- Fase de laboratorio

El área de trabajo en esta fase fue en el Laboratorio de Entomología Médica del "Centro Nacional de Enfermedades Tropicales" (CENETROP), ubicado en la avenida 26 de febrero (segundo anillo) y avenida Centenario de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

5.2.1.- Procesamiento del material biológico

Nuestra unidad de estudio fueron las pupas de *Aedes aegypti*, ya que nuestro interés es observar la sobrevivencia de los individuos adultos, valiéndose sólo de las reservas energéticas que ellos acumularon durante su desarrollo larvario en los criaderos de origen, por ese motivo sólo se tomaron en cuenta las pupas.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

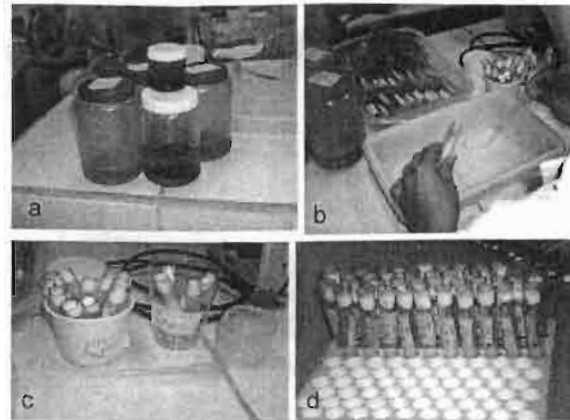


Figura 19. a) Frascos con larvas y pupas. b) Introducción de las pupas en tubo de ensayos con agua. c) Tubos de ensayo con pupa y tapado con algodón. d) Control de emergencias de pupas.

En laboratorio se observó cada frasco (figura 19), se cuantificaron las larvas y pupas para ser registradas en la ficha de laboratorio (anexo 1), de cada frasco se eligió 10 pupas al azar, esto para observar la emergencia de los individuos. Cada pupa fue colocada en un tubo de ensayo con su respectiva etiqueta (código, número de la unidad de investigación "UI", tipo de criadero, la cantidad de agua, fecha de colecta y la hora), con 2 ml de agua y selladas con algodón. Se observó cada 12 horas la emergencia de los adultos de *Aedes aegypti*.

5.2.2.- Experimento de sobrevivencia

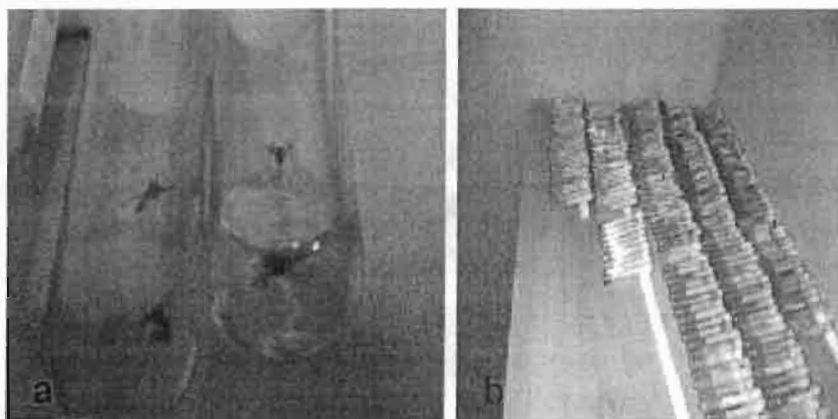


Figura 20. a) Identificación de *Aedes aegypti*. b) Seguimiento y control de sobrevivencia de los adultos de *Aedes aegypti*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Una vez emergido el mosquito adulto (figura 20) se identificó al *Aedes aegypti*, registrando el sexo, la fecha y hora de emergencia; también se asignó un código a cada individuo. Luego se inclinó el tubo de ensayo en un ángulo de 30°, para evitar que el mosquito caiga al agua. Paralelamente utilizando una planilla de control de sobrevivencia (código, fecha de emergencia, hora de emergencia, fecha y hora de muerte) (anexo 1); se observó a los individuos cada 12 horas, registrando las emergencias y las muertes.

5.2.3.- Montajes y mediciones alares

Una vez muertos los especímenes, todos los machos fueron colocados en tubos de Eppendorf con sus respectivos códigos y guardados en el refrigerador. A todas las hembras se les hizo cortes y montajes de las dos alas. Ambas alas fueron cortadas a la altura de la inserción y montadas entre lámina y laminilla.

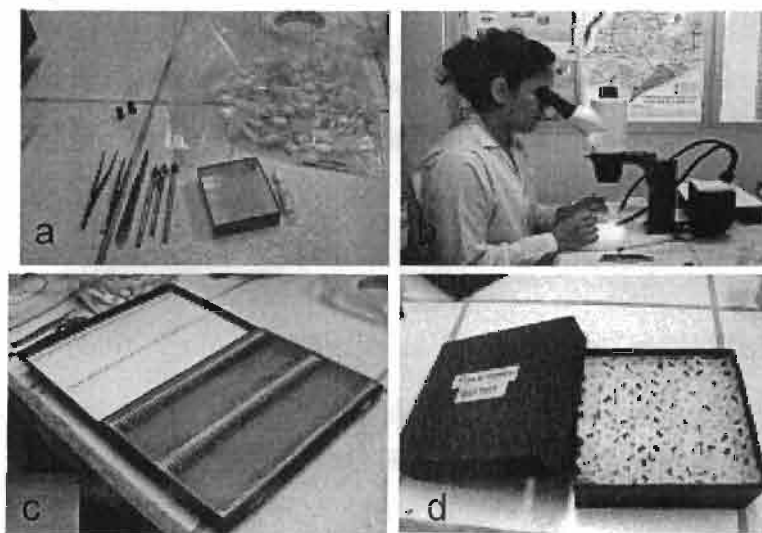


Figura 21. a) Material de laboratorio. b) Cortes y montajes de alas. c) Placas con alas en su respectiva caja. d) Tubos de eppendorf con los cuerpos de *Aedes aegypti*.

Todas las alas montadas (figura 21) de las hembras fueron guardadas en las cajas y sus respectivos cuerpos se los colocó en tubos de Eppendorf con su código correspondiente y conservado a 4°C.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Luego se procedió al tomado de fotos digitales de todas las alas de las hembras, con una cámara Digital PC Camera "W-099-D", adosada a un microscopio óptico con un objetivo de 4x y un ocular de 10x (aumento de 40x). Se tomó también una foto a un micrómetro con el mismo aumento, de modo de tener un patrón de medida.

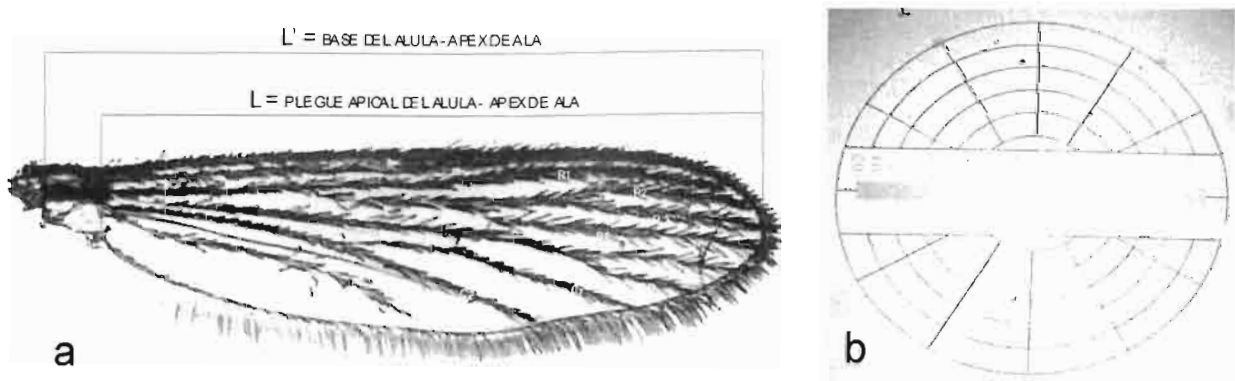


Figura 22. a) Foto alar derecho de *Aedes aegypti* (aumento de 40X-Microscopio optico) b) Foto del micrómetro aumento de 40X-Microscopio optico).

Para las medidas alares se utilizó el programa **TPs**, Dig © James Rohlf Ecology & Evolution, SUNY at Stony Brook, version 2.12. (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>), este programa permite trazar líneas sobre las imágenes digitales y obtener sus medidas en pixeles.

En la (figura 22) se muestra las medidas de longitud tomada sobre un ala derecha de *Aedes aegypti* se midió dos líneas, ambas trazadas desde un punto cercano a la inserción del ala hasta el apex de la misma: (i) la línea "L", desde el pliegue del álula hasta el apex, y (ii) la línea "L1", desde la base del álula hasta el apex.

Los cálculos mostrados en esta tesis se hicieron considerando la línea "L", ya que no siempre fue posible hacer la medida desde la base de álula.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

5.3.- Análisis estadísticos

Para medir la sobrevivencia se calculó la diferencia de tiempo (cada 12 horas) entre el momento registrado de la emergencia y el de la muerte, para cada individuo. Este cálculo fue realizado utilizando Microsoft® Office Excel 2003.

Los análisis estadísticos y los gráficos fueron realizados con el programa R © (The R Foundation for Statistical Computing, version 2.6.2).

Para ver el efecto del tipo de criadero se realizaron “ANOVA de 1 vía” y se realizaron “Test a posteriori (t-test)” para observar si hay diferencias entre las categorías. Para observar si hay diferencias entre las alas derechas e izquierdas se realizó un “Test de t de datos apareados de Pearson”.

Para observar la correlación entre la sobrevivencia-tamaño alar y entre la longitud del ala-fecha emergencia de las hembras *Aedes aegypti* se hizo un Test de correlación de Pearson.

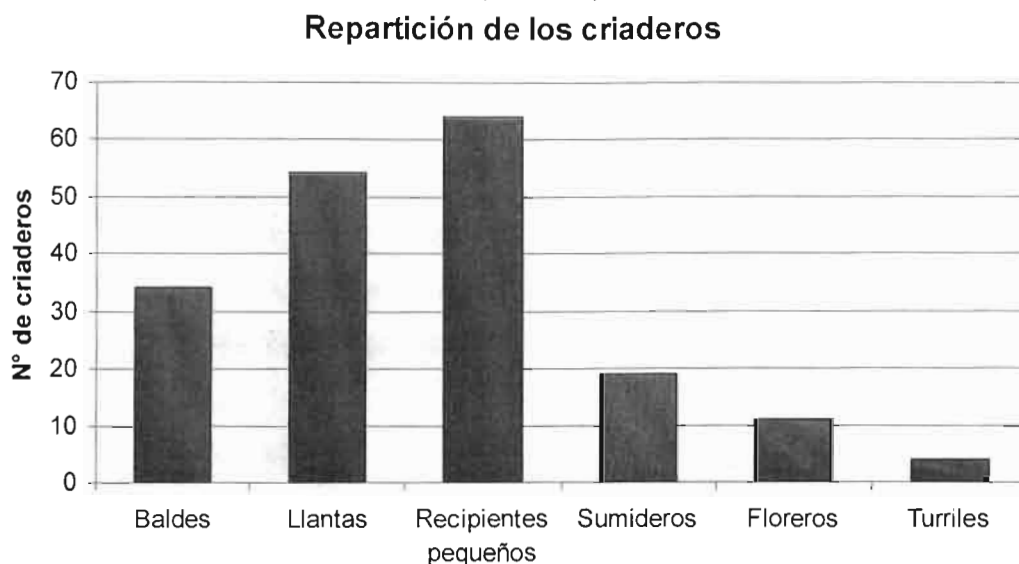
Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6. RESULTADOS

6.1.- Contexto de vida larval de *Aedes aegypti*

Para el estudio se clasificó a los criaderos positivos para el *Aedes* en seis categorías (gráfico 1), teniendo un total de 186 criaderos artificiales, distribuidos en 64 (34 %) criaderos de recipientes pequeños, 54 (29 %) de llantas, 34 (18 %) de baldes, 19 (10 %) de sumideros, 11 (6 %) de floreros y 4 (2%) de turriles.

Gráfico 1. Repartición de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti* en la ciudad



Debido al bajo efectivo de criaderos encontrados, las categorías de floreros y turriles no serán tomadas en cuenta para los análisis explicados a continuación. Las condiciones de éstos criaderos serán descritos en la sección correspondientes (Sección 6.1.3.2, pagina 50).

6.1.1.- Criterios de evaluación del contexto de vida larval

Para conocer la producción del *Aedes aegypti*, hemos estudiado las diferentes características que presentan estos criaderos, utilizando algunos criterios de las encuestas entomológicas que permiten describir las condiciones del criadero, como ser:

- **Tipo de material de los criaderos:** plástico, metal, vidrio, goma, cemento y otros (cerámica, madera, porcelana).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Localización de los criaderos:** si están ubicados adentro de la casa, como ser en las habitaciones (intradomiciliario) o si están ubicados en los alrededores como ser terrazas o jardines (peridomiciliario).
- **Movilización de los criaderos:** si tienen la capacidad de ser transportados de un lugar a otro o si son netamente fijos.
- **Exposición a la luz:** si están ubicados bajo sombra (techo, árbol, etc.), o si están expuestos directamente al sol.
- **Origen del agua:** agua de lluvias o del grifo.
- **Aspecto del agua:** si los criaderos presentan agua clara o no clara (fangosa-negrucza).
- **Materia orgánica en el agua:** se refiere a la presencia de restos vegetales o animales que puede contener el criadero para la alimentación de las larvas.
- **Volumen del agua:** es la cantidad de agua que se encuentra presente en los criaderos.
- **Temperatura del agua:** se tomó la temperatura del agua de los diferentes criaderos porque a mayor temperatura acelera el ciclo biológico de los individuos.
- **pH:** un pH muy alto o muy bajo resulta ser bastante tóxico en los insectos.
- **Densidad larvaria L3 y L4:** cuando hay demasiadas larvas en un criadero, comienza la competencia entre ellas por los alimentos.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Densidad Pupal:** la densidad pupal nos indica la calidad de los criaderos, en cuanto a materia orgánica y temperatura. Son los individuos que han competido para llegar a ésta fase dependiendo de la densidad larval.

6.1.2.- Análisis de 4 tipos de criadero, por criterio

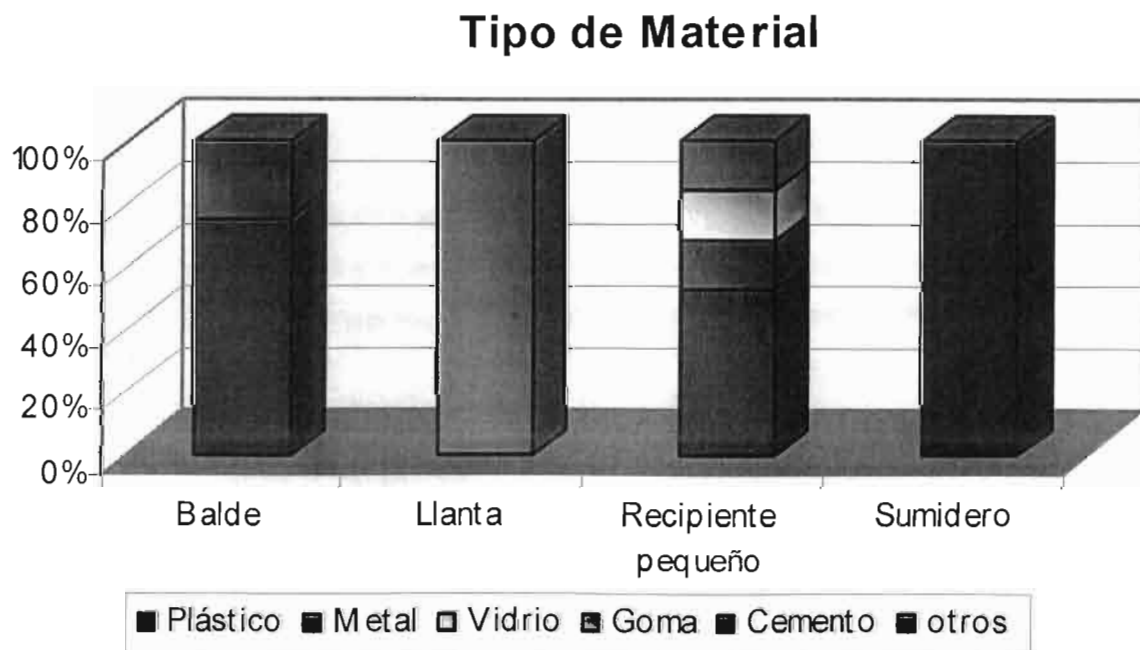
No serán tomados en cuenta los criaderos de floreros y turriles debido a la baja cantidad de recipientes encontrados con muestras de investigación (pupas).

6.1.2.1. Material y ubicación de los criaderos

- **Tipo de material por criadero**

En el gráfico 2, se observa que las llantas son de goma y que los sumideros son de cemento; los baldes se caracterizan por ser la mayoría de plástico y encontrándose una gran variabilidad de materiales en los recipientes pequeños.

Gráfico 2. Tipo de material de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.

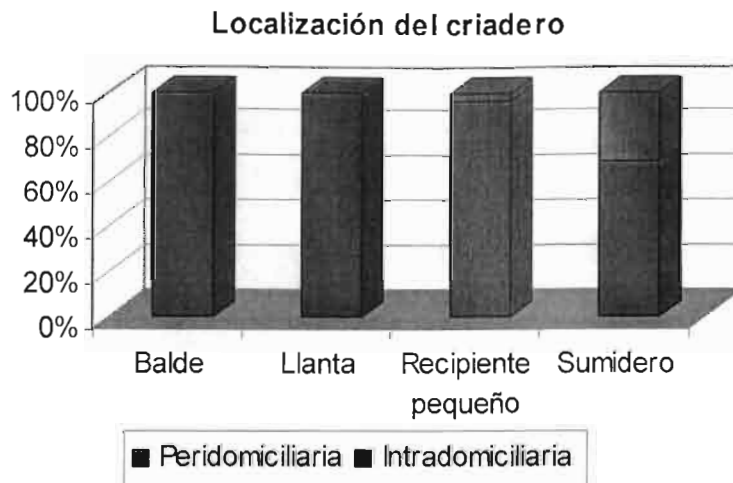


Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Localización de los criaderos**

Se observa (gráfico 3) que generalmente todos los criaderos fueron encontrados en un área peridomiciliaria, a excepción de los sumideros, encontrándose un 46 % de ellos en un área intradomiciliaria.

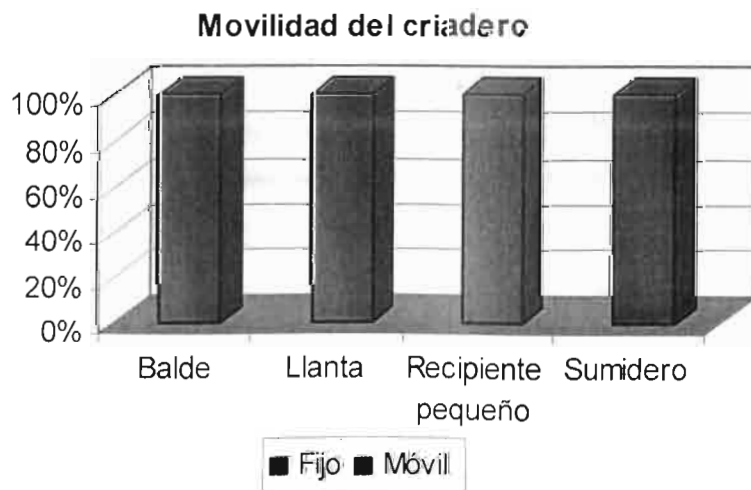
Gráfico 3. Localización de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.



- **Movilización de los criaderos**

En el gráfico 4, muestra que generalmente todos los criaderos son móviles, excepto los sumideros que son netamente fijos.

Gráfico 4. Movilización de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.

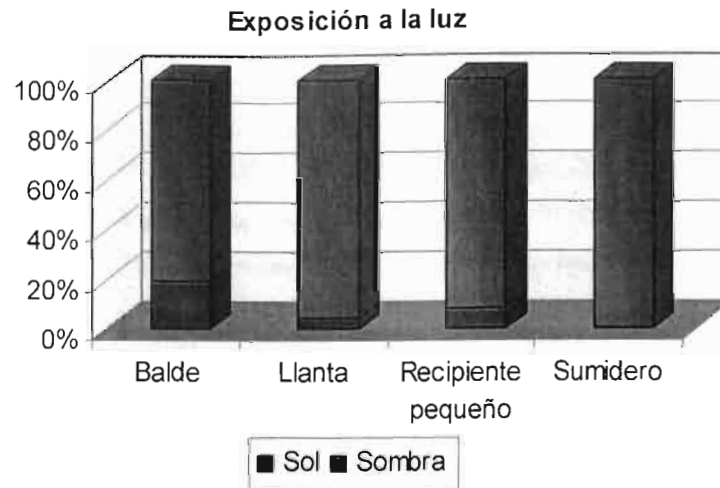


Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Exposición a la luz de los criaderos**

En el gráfico 5, se observa que generalmente todos los criaderos estaban expuestos a la sombra y pocos de ellos al sol.

Gráfico 5. Exposición a la luz de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.

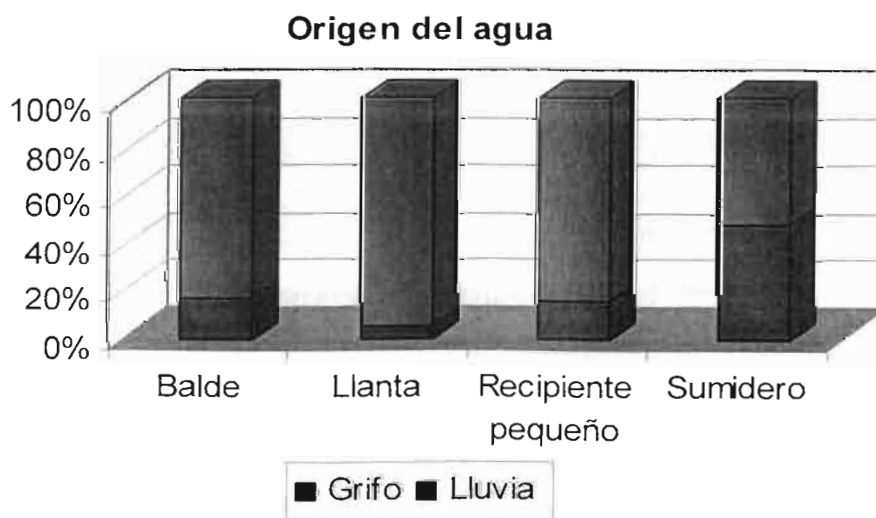


6.1.2.2. Agua de los criaderos

- **Origen del agua**

Generalmente todos los criaderos tenían agua proveniente de lluvias y pocos de ellos presentaban agua de grifo, (gráfico 6).

Gráfico 6. Origen del agua de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.



Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Aspecto del agua**

En el gráfico 7, se observa que en la mayoría de los criaderos se puede encontrar una igualdad del estado del agua, siendo agua clara y no clara (Fangosa-negruczca).

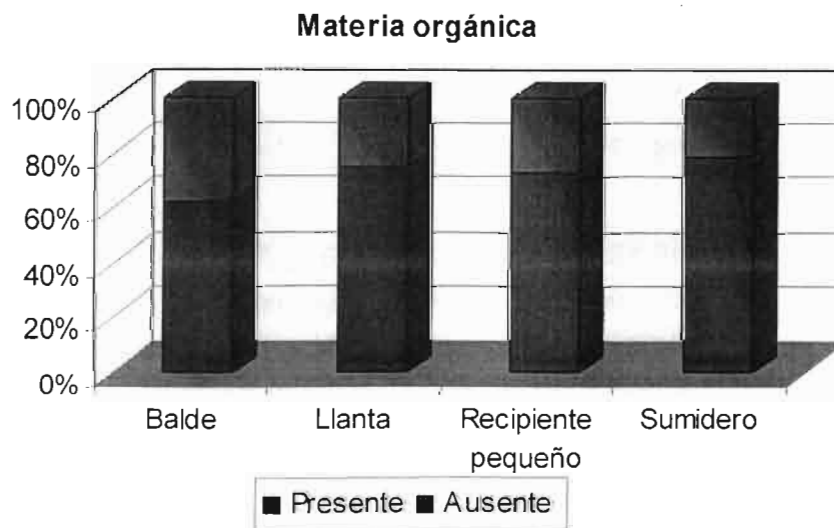
Gráfico 7. Aspecto del agua de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.



- **Materia orgánica en el agua**

En la mayoría de los criaderos predominó la presencia de materia orgánica, (gráfico 8).

Gráfico 8. Materia orgánica de los criaderos positivos para el *Aedes aegypti*.



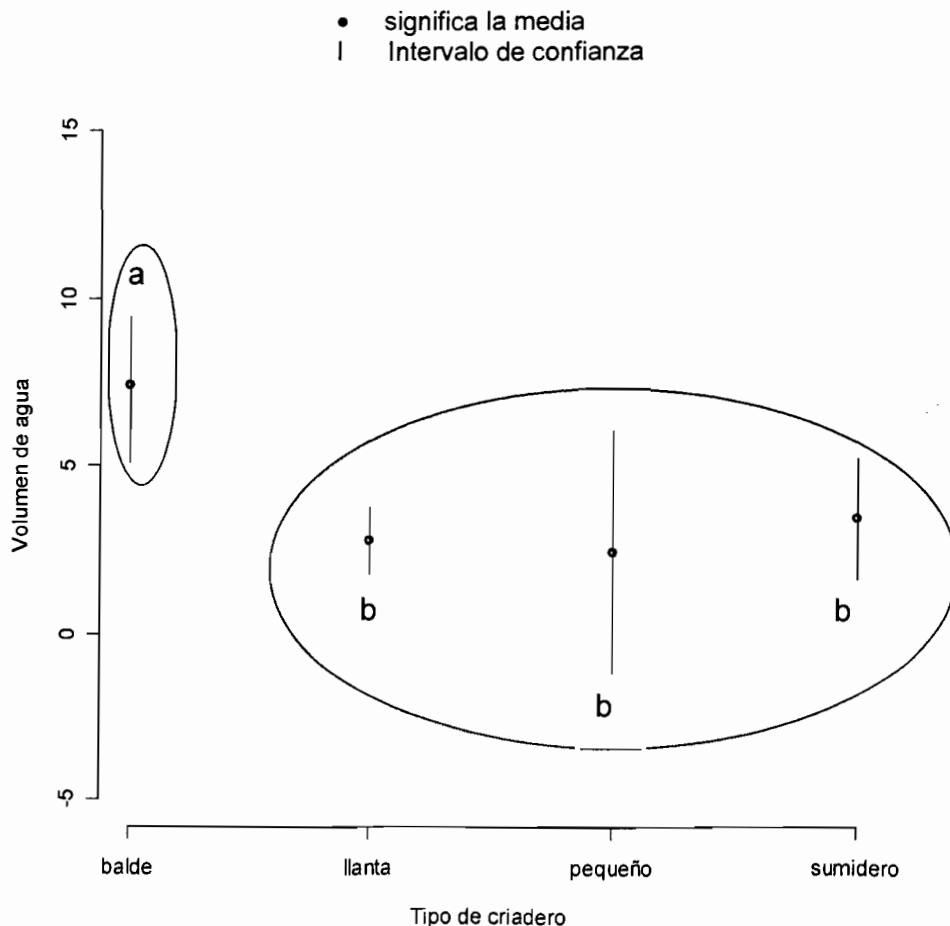
Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Volumen del agua (litros)**

Se encontró que no hay efecto en volumen del agua por tipo de criadero (ANOVA de 1 vía, $F= 14549$; $gl= -3$; $p= 0.1118$). En la gráfico 9, se observa que los recipientes de los baldes son los que han tenido mayor cantidad de agua con 7.3 litros y siguiendo con los sumideros presentando un promedio de 3.4 litros, las llantas con un promedio 2.7 litros y los recipientes pequeños con 2.4 litros.

Realizando tests *a posteriori* (Tests de t), en el gráfico n° 9 se aprecia que los baldes se diferencian de los demás criaderos presentando mayor cantidad de volumen de agua, observando que hay una diferencia significativa entre los criaderos balde-llanta ($t= 3.5813$; $gl= 41.4681$; $p= 0.0008897$); balde-pequeño ($t= 2.2222$; $gl= 85.597$; $p= 0.02891$); balde-sumidero ($t= 2.6133$; $gl= 45.737$; $p= 0.01210$).

Gráfico 9. Volumen del agua de los criadero de *Aedes aegypti*.



Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de t *a posteriori*.

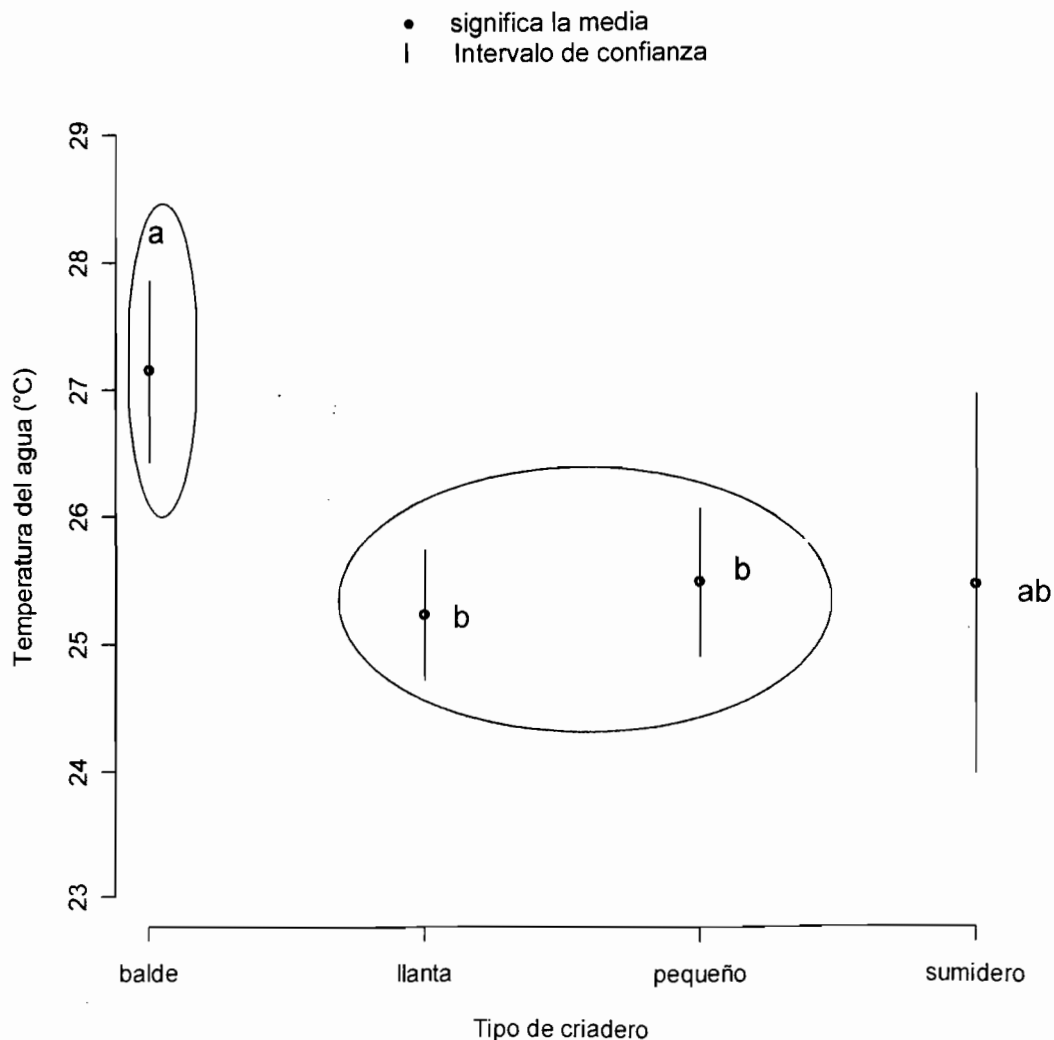
Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Temperatura del agua**

Se encontró un efecto significativo de la temperatura del agua por tipo de criadero (ANOVA de 1 vía, $F= 455.18$; $gl= -3$; $p= 0.02312$). En la gráfica 10 se observa que los criaderos de baldes presentaron una media de 27°C ; mientras que las llantas, recipientes pequeños y sumideros presentan una media de 25°C .

Realizando tests *a posteriori* (Tests de t), en el gráfico n° 10 se observa que hay diferencia significativa en cuanto a la temperatura del agua entre los criaderos de balde-pequeño ($t= 2.5687$; $gl= 41.081$; $p= 0.0394$); balde-llanta ($t=3.3286$; $gl= 34.471$; $p= 0.002086$).

Gráfico 10. Temperatura del agua por tipo de criadero de *Aedes aegypti*.



Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de t *a posteriori*.

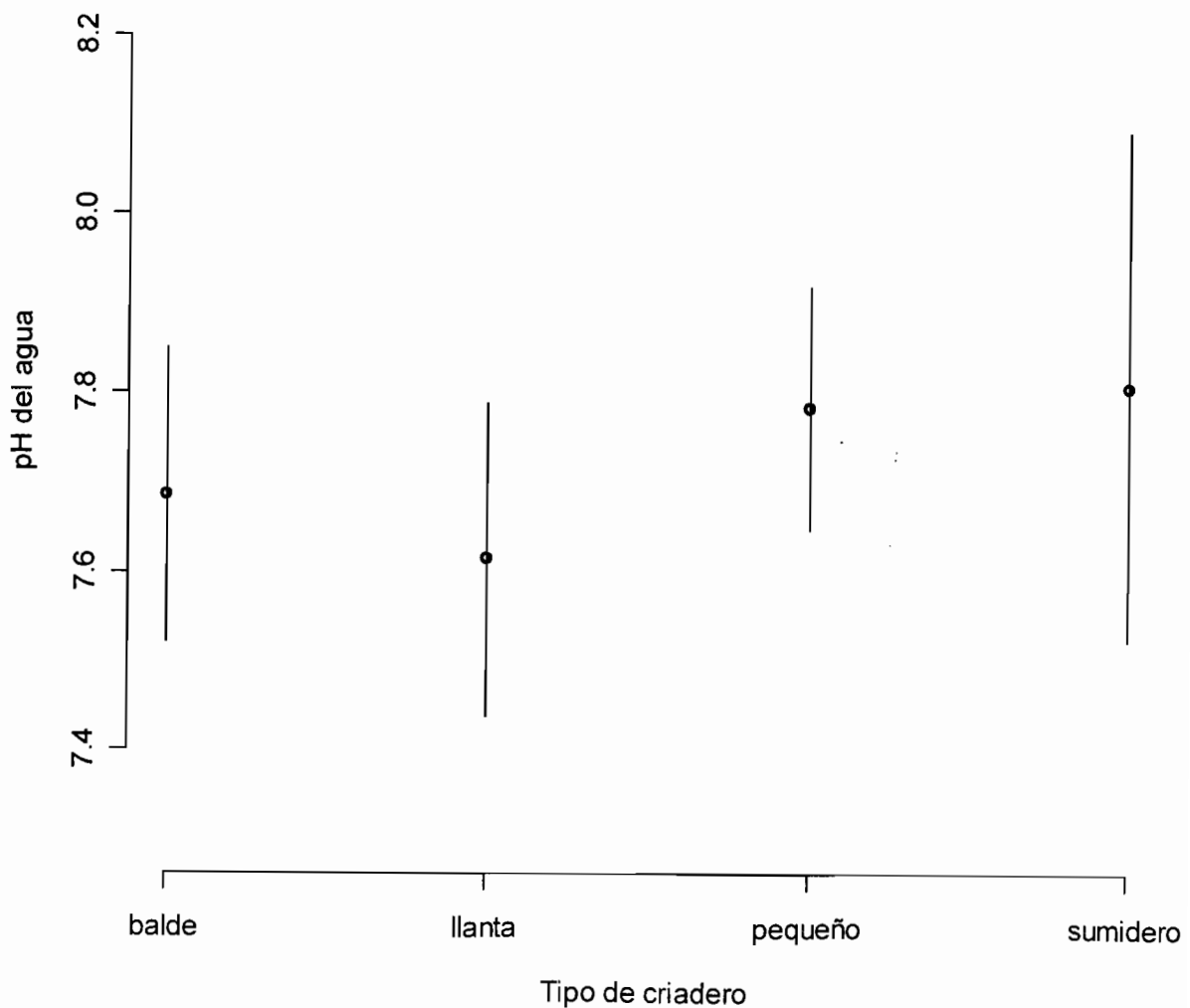
Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- Potencial hidrogeno (pH) del agua

Se observa que no hay efecto del pH del agua por tipo de criadero (ANOVA de 1 vía, $F= 30.0486$; $gl= -3$; $p= 0.6498$) encontrándose una variabilidad en todos los criaderos. En el gráfico 11, se observa que los sumideros y recipientes pequeños son los que presentaron un pH mayor, presentando una media de 7.8, seguido por los baldes, que presentan una media de 7.7 y encontrándose en las llantas un pH de 7.6.

Gráfico 11. pH del agua por tipo de criadero de *Aedes aegypti*.

- significa la media
- | Intervalo de confianza



Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

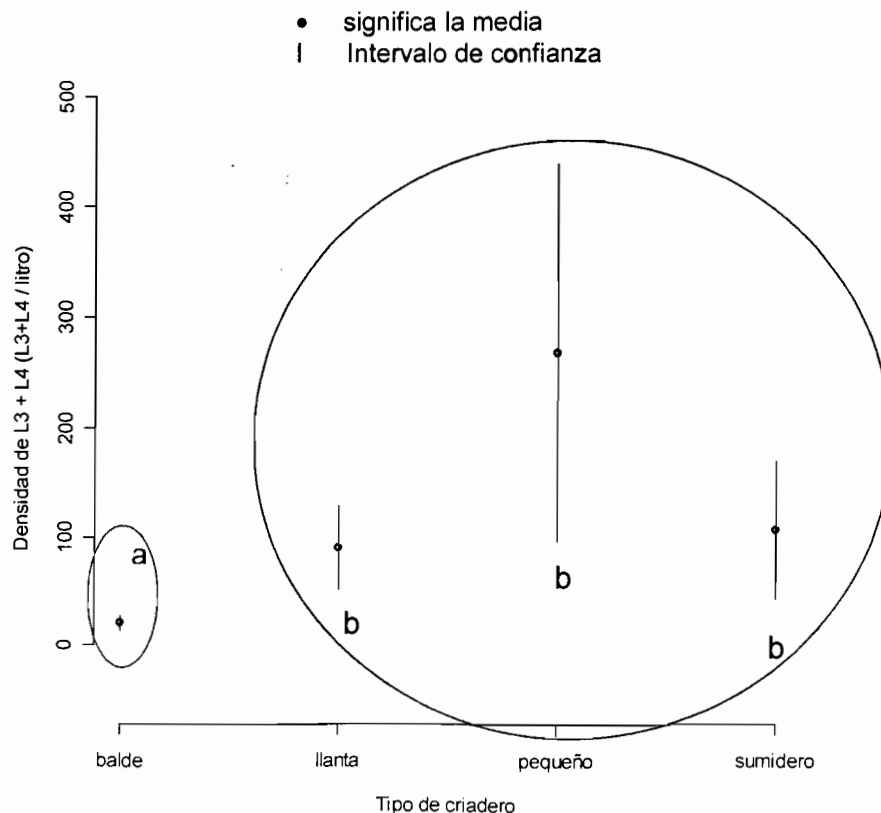
6.1.2.3. Densidades de *Aedes aegypti*

- Densidad larvaria L3 y L4 por tipo de criadero

Se encontró un efecto marginalmente significativo en la densidad larvaria por tipo de criadero (ANOVA de 1 vía, $F = 29597731$; $gl = -3$; $p = 0.04888$). El gráfico 12 nos muestra que hubo mayor variabilidad de la densidad larvaria en los recipientes pequeños encontrándose una media de 267 individuos, seguidos por los sumideros con una media de 107 individuos, presentando en las llantas una media de 90 individuos y observando que en los baldes no hubo mucha diferencia, presentando una media de 20 individuos.

Realizando tests *a posteriori* (Tests de t), en el gráfico n° 12 se puede apreciar que los baldes se diferencian por presentar baja densidad de larvas, encontrándose una diferencia significativa entre balde-llanta ($t = 3.3505$; $gl = 51.179$; $p = 0.001521$); balde-sumidero ($t = 2.5627$; $gl = 16.399$; $p = 0.02058$) y balde-pequeño ($t = 2.7389$; $gl = 57.195$; $p = 0.008206$).

Gráfico 12. Densidad larvaria L3 y L4 de *Aedes aegypti* por tipo de criadero.



Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de t *a posteriori*.

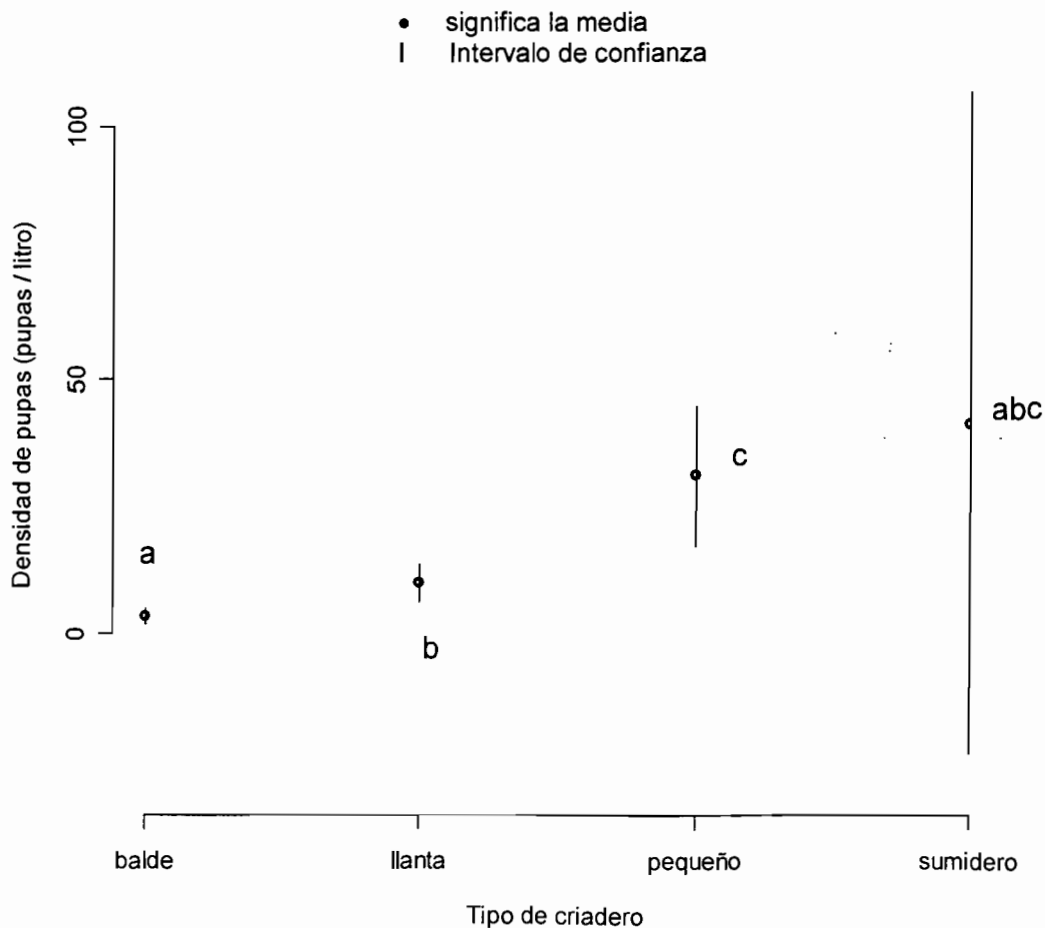
Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- **Densidad pupal por tipo de criadero**

Se encontró un efecto marginalmente significativo en la densidad pupal por tipo de criadero (ANOVA de 1 vía, $F= 532663$; $gl= -3$; $p= 0.0414$). El gráfico 13 nos muestra que hubo mayor variabilidad en la densidad de pupas en los criaderos de los sumideros presentando una media de 41 individuos, seguido por los recipientes pequeño con una media de 31 individuos; mientras que los demás criaderos el número de pupas fue más estable observando en las llantas una media de 10 individuos y en los baldes una media de 3 individuos.

Realizando tests *a posteriori* (Tests de t), en el gráfico n°13 se encontró una diferencia significativa entre los criaderos pequeño-balde ($t= 3.8269$; $gl= 58.648$; $p= 0.0003175$) y pequeño-llanta ($t= 2.8429$; $gl= 65.444$; $p= 0.005957$).

Gráfico 13. Densidad de pupas de *Aedes aegypti* por tipo de criadero.



Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de t *a posteriori*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.1.3.- Condiciones de vida en cada tipo de criadero

A continuación se hará una descripción detallada por tipo de criadero de acuerdo a los criterios de evaluación de las condiciones de los criaderos en la vida larval.

6.1.3.1. Criaderos con evaluación

- **Baldes**

Los baldes se caracterizan por ser 76 % de plástico y un 24 % de metal, todos ubicados en un área peridomociliaria, todos siendo móviles, un 81 % de estos estaban expuestos a la sombra, un 84 % tenían agua de lluvias, un 59 % presentaban agua clara y un 63 % con presencia de materia orgánica. Los baldes presentaron una media en volumen del agua de 7 litros, con una temperatura más elevada que los otros criaderos oscilando la media entre 27°C, con una media de pH 7.7, encontrándose con una media de densidad larvaria de 20 individuos por litro de agua y una media de densidad pupal de 3 individuos por litro de agua.

- **Llantas**

Las llantas son de goma, ubicadas en un área peridomociliaria, todas siendo móviles, donde un 96 % estaban a la sombra, 96 % contenían agua de lluvia, un 68 % presentaban agua no clara (fangosa-negrucza), 75 % con presencia de materia orgánica. Las llantas presentan una media en volumen de agua de 3 litros, con una temperatura media de 25°C, con una media de pH del agua de 7.6, presentando una media en densidad larvaria de 90 individuos por litro de agua y una media en densidad pupal de 10 individuos por litro de agua.

- **Recipientes pequeños**

En los recipientes pequeños se observa una gran variabilidad de tipo de material presentando un 53 % de plástico seguidos por un 15.6 % metal, 15.6 % vidrio y un 15.6 % de otros (porcelana, cerámica, cemento y madera); encontrándose un 97 % en una área peridomociliaria, todos siendo móviles, un 92 % expuestos a la sombra, 84 % contenían agua de lluvia, 60% presenta agua clara y un 73 % con presencia de materia orgánica. Los recipientes pequeños presentaron una media en volumen del

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

agua de 2 litros, con una media en temperatura de 25°C, con una media en pH del agua de 7.8, encontrándose una media en densidad larvaria de 267 individuos por litro de agua y una media en densidad pupal de 31 individuos por litro de agua.

- **Sumideros**

Los sumideros son todos de cemento, ubicados un 68 % en un área peridomiciliaria, son netamente fijos y todos a la sombra. El 53 % tenían agua de lluvia, 53 % presentaban agua clara, y 79% con presencia de materia orgánica. Los sumideros presentan una media en volumen de 3 litros de agua, con una temperatura media de 25°C, con una media en pH del agua de 7.8, encontrándose una media en densidad larvaria 107 individuos por litro de agua y una media de densidad pupal de 41 individuos por litro de agua.

6.1.3.2. Otros criaderos

- **Floreros**

Los floreros son una gran variabilidad en cuanto al tipo de material encontrándose un 36 % de cerámica, 36 % de plásticos, un 18 % de porcelana y un 9 % de vidrio; el 55 % de ellos ubicados en un área peridomiciliaria, un 82 % son móviles, todos expuestos a la sombra, 73 % presentaban agua de procedencia de grifo, un 55 % de ellos contenían agua clara y 82 % con presencia de materia orgánica. Los floreros presentaron una media en volumen de agua de 1 litro, con una temperatura media de 25°C, con una media en pH del agua 8.4, encontrándose una media en densidad larvaria de 700 individuos por litro de agua y una media de densidad pupal 11 individuos por litro de agua.

- **Turriles**

Los turriles son 50% de metal y el otro 50 % de plástico, todos ubicados en un área peridomiciliaria, un 50 % de ellos siendo móviles, un 75 % ubicados en un lugar sombreado, todos contenían agua de lluvia, un 75 % presentaba agua no clara y un 75 % con presencia de materia orgánica. Los turriles presentaron una media en volumen de agua de 150 litros, con una temperatura media de 21°C, con una media

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

del pH del agua de 7.8, encontrándose una media en densidad larvaria de mas o menos 20 individuos por litro de agua y una media de densidad pupal de 2 individuos por litro de agua.

6.2.- Condiciones de muestra de los mosquitos

Este estudio fue realizado con la emergencia de 1082 individuos adultos (Cuadro 1) de *Aedes aegypti* incluyendo a hembras y machos. De ellos, 356 (33%) provenían de recipientes pequeños, 249 (23%) de baldes, 257 (24%) de llantas, 154 (14%) de sumideros, 45 (4%) de Floreros y 21 (2%) de Turriles.

Cuadro 1. Número total de hembras y machos de *Aedes aegypti* por tipos de criadero.

Tipos de criadero	Hembras emergidas	Machos emergidos
Baldes	131	118
Llantas	124	133
Recipientes pequeños	185	171
Sumideros	88	66
Floreros	17	28
Turriles	13	8
Total	558	524

Para las siguientes estadísticas no se tomarán en cuenta a los individuos de los floreros y turriles, por el motivo que son muy pocos y no son significativos para hacer una comparación con los demás criaderos.

Con las hembras de *Aedes aegypti* se hizo la sobrevivencia con un total de 528 individuos y para las mediciones alares se trabajó con un total de 368 hembras, de las cuales se sacaron medias por tipo de criadero (cuadro 2)

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Cuadro 2. Medias de sobrevivencia y mediciones alares en hembras de *Aedes aegypti* por tipo de criadero.

Criaderos	Sobrevivencia			Mediciones alares		
	N° individuos	Media (días)	Desviación estándar	N° individuos	Media (mm)	Desviación estándar
Baldes	131	5.5	72.989	99	2.74	0.382
Llantas	124	4.2	46.770	93	2.64	0.283
Recipientes pequeños	185	5.3	72.545	110	2.61	0.365
Sumideros	88	6.2	54.997	66	2.81	0.265

Con los machos de *Aedes aegypti* sólo se trabajó con 488 individuos a los cuales se observó la sobrevivencia por tipo de criadero (cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de sobrevivencia en machos de *Aedes aegypti* por tipo de criadero.

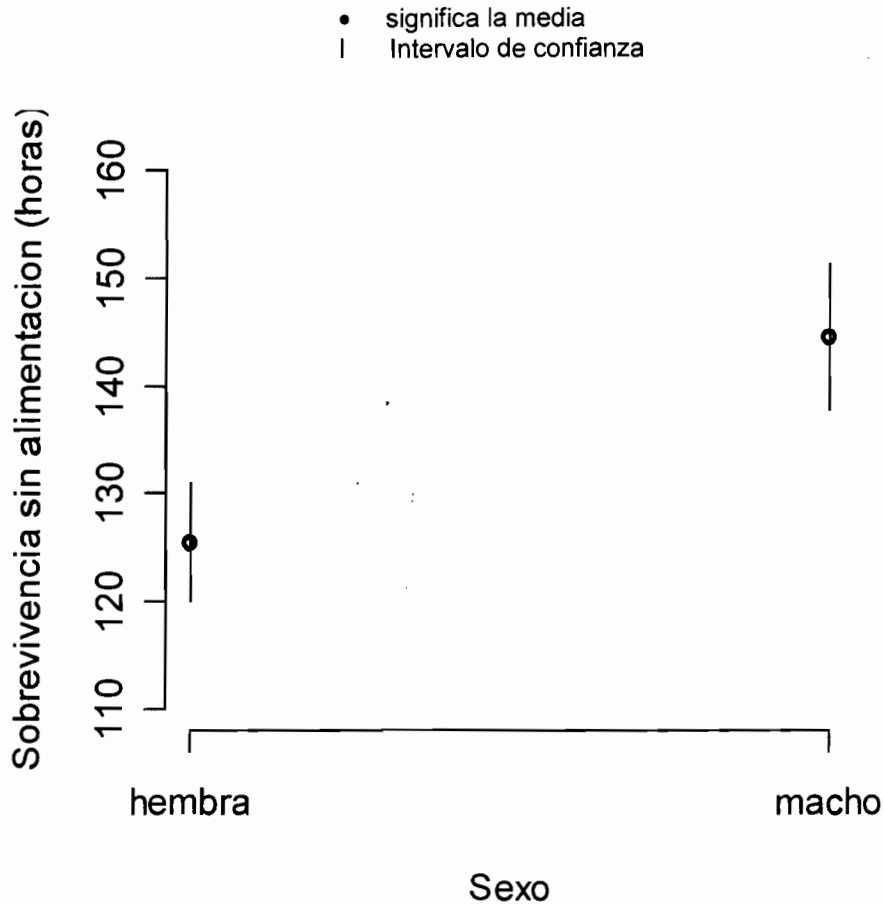
Criaderos	Sobrevivencia		
	N° de individuos	Media (días)	Desviación estándar
Baldes	118	6.8	88.122
Llantas	133	4.5	58.695
Recipientes pequeños	171	6.6	83.359
Sumideros	66	6.5	62.036

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.1.- Sobrevivencia (sin alimentación) en machos y hembras de *Aedes aegypti*:

Se pudo observar una diferencia significativa en la sobrevivencia sin alimentación entre machos y hembras (Test de t de Pearson, $t = -4.2677$, $gl = 1018.58$ $p = 2.159 \times 10^{-5}$), los machos han tenido un mínimo de 12 horas y un máximo de 408 horas presentando así una media de 144.6 horas (6.02 días). Las hembras con un mínimo de 24 horas y un máximo de 348 horas presentando una media de 125.7 horas (5.22 días), (gráfico 14).

Gráfico 14. Sobrevivencia sin alimentación (horas) en hembras y machos de *Aedes aegypti*.

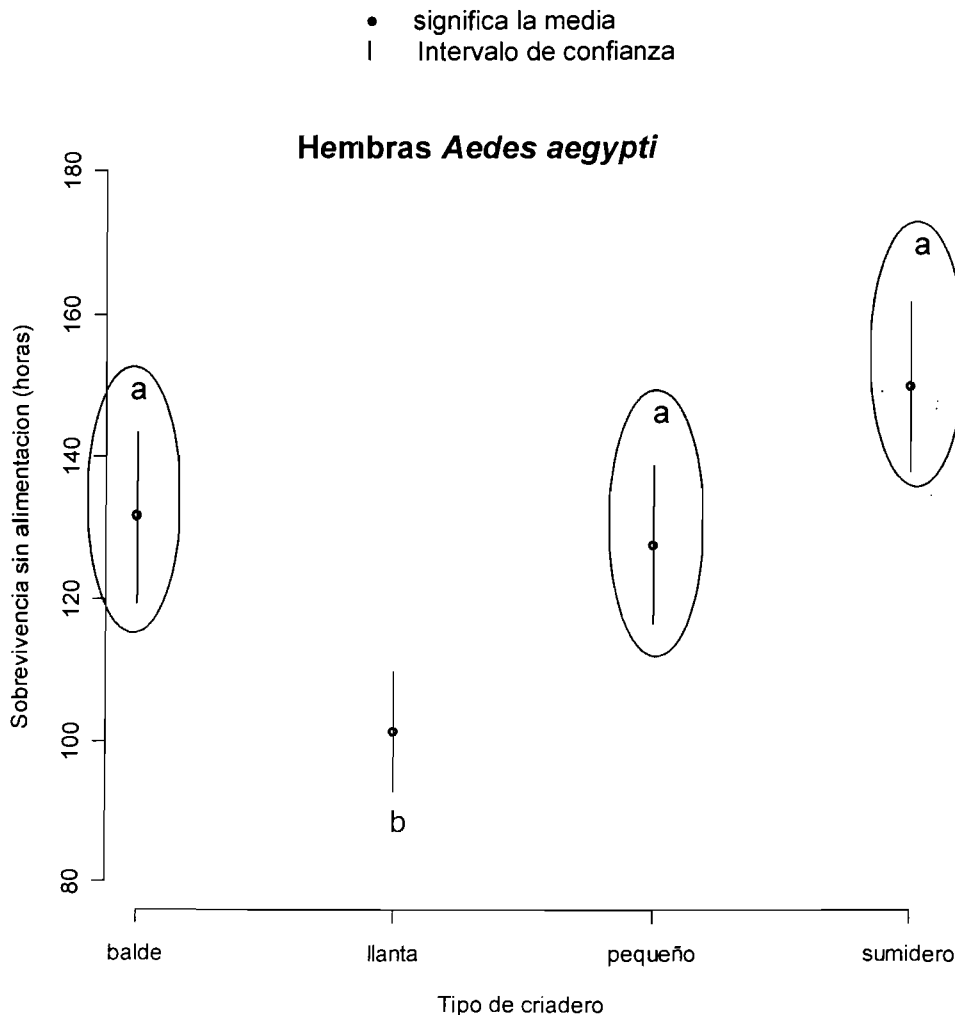


Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.1.1.- Sobrevivencia (sin alimentación) en hembras de *Aedes aegypti* en función de los diferentes tipos de criadero:

Se encontró un efecto del tipo de criadero sobre la sobrevivencia de las hembras *Aedes aegypti* (ANOVA de 1 vía, $F= 2323945$; $gl= -3$; $p= 1.555 \times 10^{-6}$). Realizando tests *a posteriori* (Tests de t) podemos encontrar diferencias significativas entre las categorías de los criaderos (gráfico 15). El primer grupo, compuesto por hembras de baldes, recipientes pequeños y sumideros tiene una media de sobrevivencia de 136.22 horas (5.68 días); seguido por el segundo grupo que son las llantas con una media menor de sobrevivencia de 101.23 horas (4.22 días).

Gráfico 15. Sobrevivencia sin alimentación de hembras en función de los diferentes tipos de criaderos.



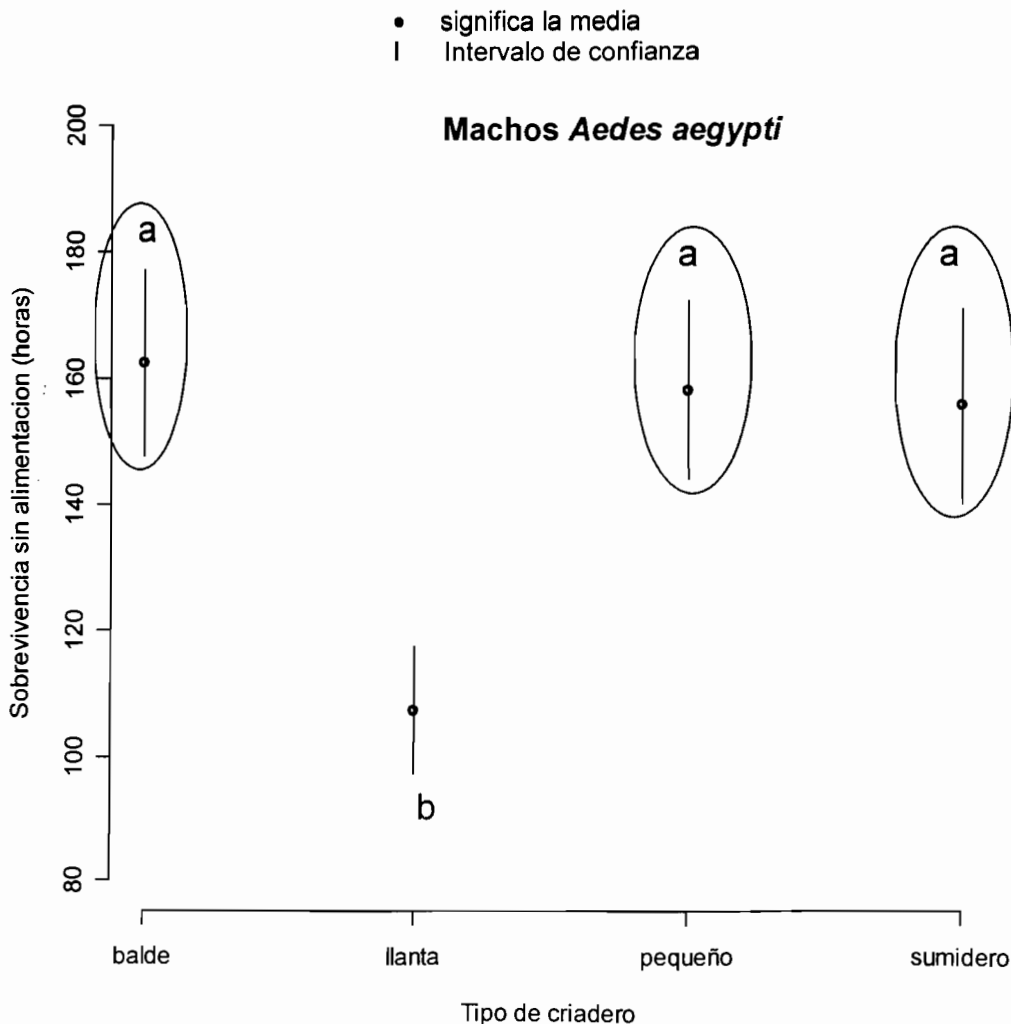
Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de t *a posteriori*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.1.2.- Sobrevivencia (sin alimentación) en machos de *Aedes aegypti* en función de los diferentes tipos de criadero:

Se encontró un efecto del tipo de criadero sobre la sobrevivencia de los machos de este estudio (ANOVA de 1 vía, $F = 3068917$, $gl = -3$, $p = 1.736 \times 10^{-9}$). Realizando tests *a posteriori* (Tests de t) podemos encontrar diferencia significativa entre las categorías de los criaderos (gráfico 16). Observamos un primer grupo compuesto por individuos de los baldes, recipientes pequeños y sumideros, con una media de sobrevivencia de 158.75 horas (6.61 días); seguido por el segundo grupo que son las llantas con una media menor de sobrevivencia de 107.27 horas (4.46 días).

Gráfico 16. Sobrevivencia (sin alimentación) de los machos en función de los diferentes tipos de criaderos.



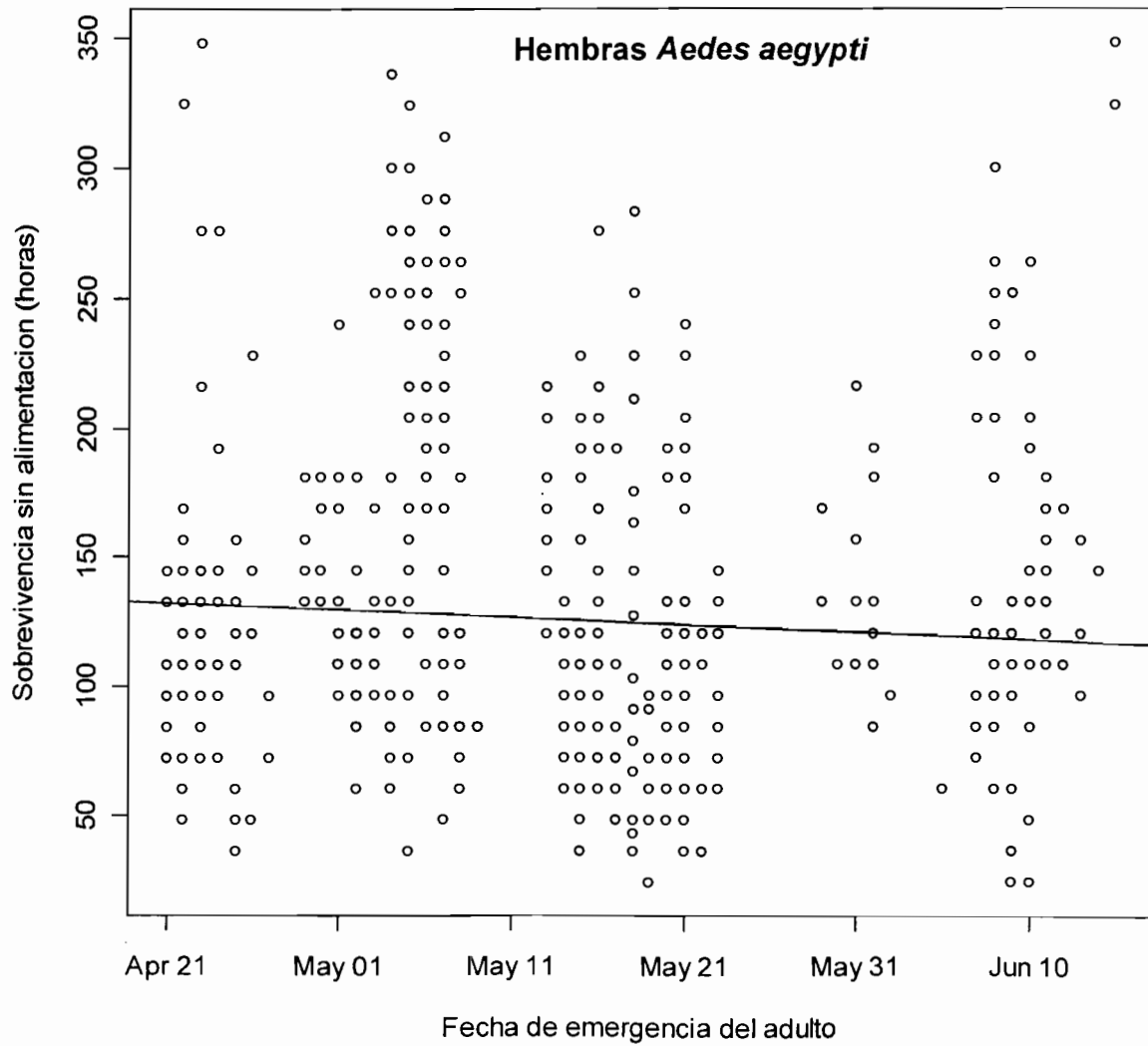
Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de t *a posteriori*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.1.3.- Sobrevivencia (sin alimentación) en hembras de *Aedes aegypti* de acuerdo a las fechas de emergencia:

Se observa (gráfico 17) que no hay relación entre la sobrevivencia sin alimentación y la fecha de emergencia en las hembras *Aedes aegypti* (Test de correlación de Pearson, $t = -1.1474$, $gl = 556$, $p = 0.2517$). La sobrevivencia varía entre 1 y 15 días de longevidad, teniendo una media de 5 días.

Gráfico 17. Sobrevivencia (sin alimentación) de las hembras en función de la fecha de emergencia de los individuos.

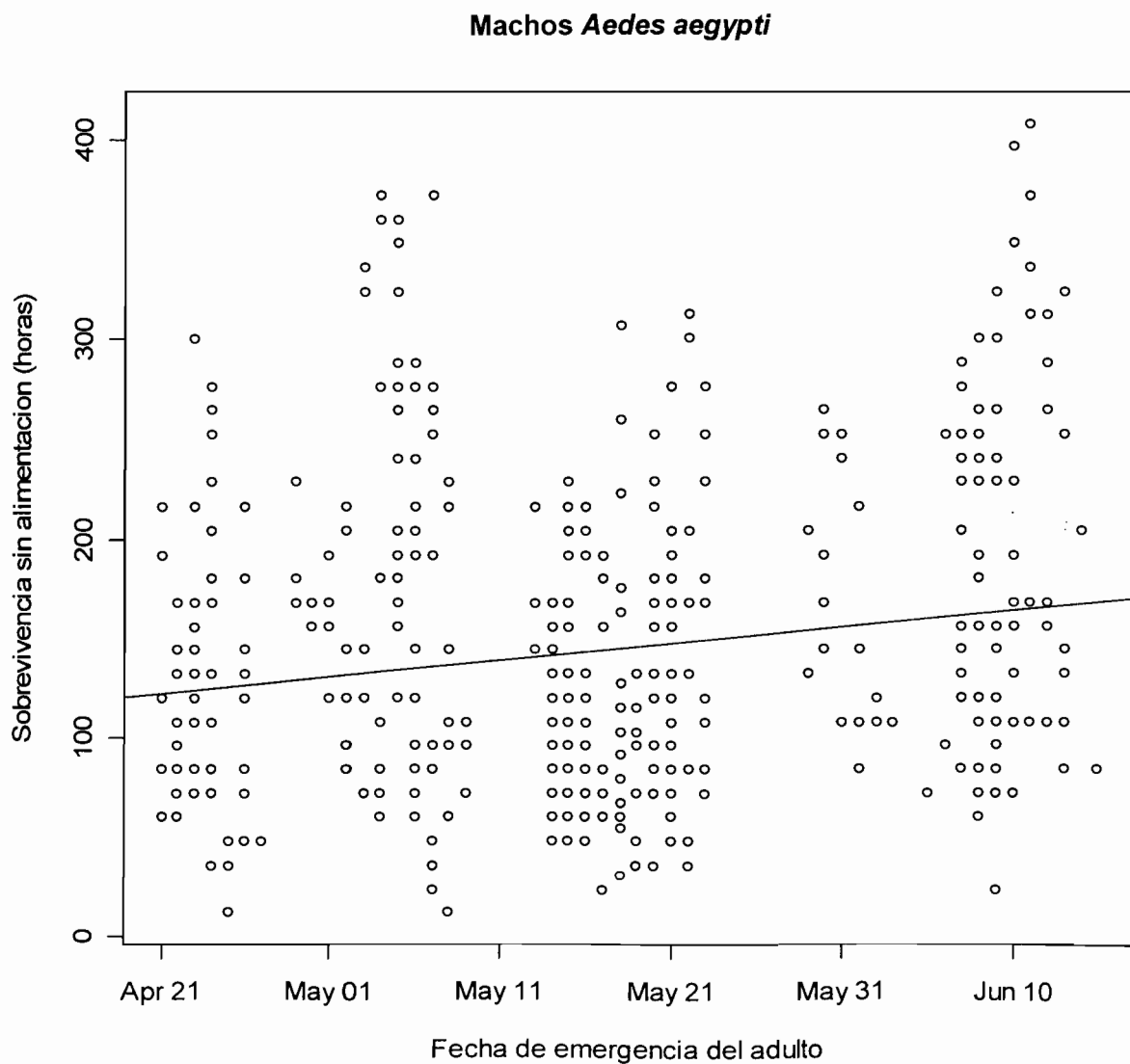


Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.1.4.- Sobrevivencia (sin alimentación) en machos *Aedes aegypti* de acuerdo a las fechas de emergencia:

Se observa (gráfico 18) que hay una relación significativa entre las fechas de emergencia con las horas de sobrevivencia (Test de correlación de Pearson, $t=3.6598$, $gl=522$, $p=0.0002781$). Existe una variación en la longevidad de los individuos entre 1 – 17 días, presentando una media de 6 días.

Gráfico 18. Sobrevivencia (sin alimentación) de machos en función de la fecha de emergencia de los individuos.



Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.2.- Longitudes alares en hembras de *Aedes aegypti*

En longitud alar no se encontró diferencia entre las ala derecha e izquierda de las hembras de *Aedes aegypti* del estudio (test de t de datos apareados de Pearson, $t=0.234$, $gl=353$, $p=0.815$). En consecuencia, se tomará en cuenta las medidas del ala derecha para los siguientes análisis.

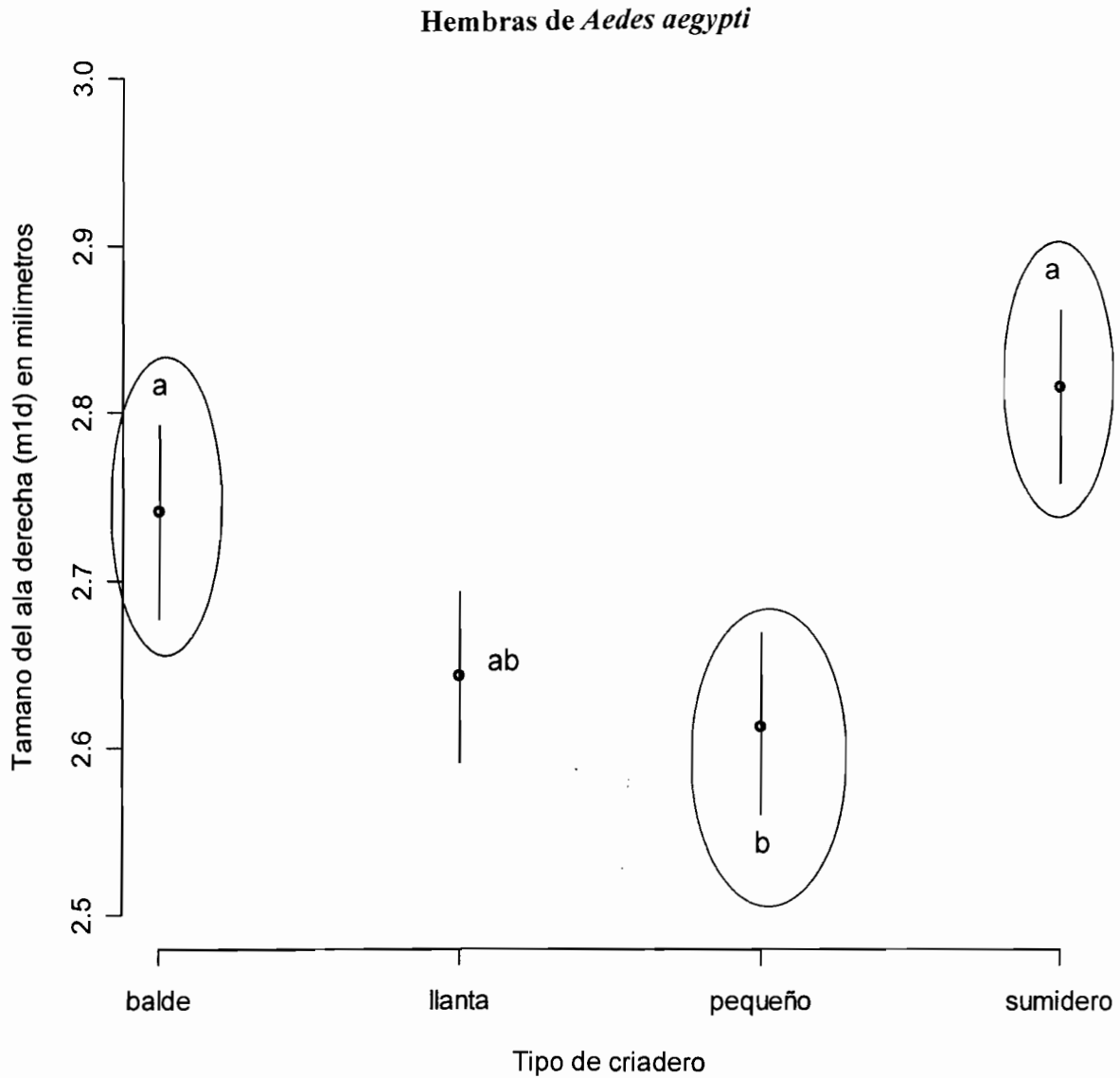
6.2.2.1.- Comparación en función de los diferentes tipos de criadero

Se encontró un efecto del tipo de criadero para el tamaño de alas de las hembras de este estudio (ANOVA de 1 vía, $F=41.805$; $gl=3$; $p=1.359 \times 10^{-6}$). Realizando tests *a posteriori*, (test de t) podemos encontrar diferencias entre los tipos de criadero (gráfico 19). Tenemos un primer grupo compuesto por hembras de baldes con una media de 2.7 mm y sumideros media 2.8 mm (desviaciones estándares para balde 0.387 y sumideros 0.26). Un segundo grupo estaría compuesto por las hembras provenientes recipientes pequeños presentando una media de 2.6 mm, (desviación estándar 0.37). Las hembras de llantas presentan mayor variabilidad con una media de 2.6 mm, (desviación estándar de 0.28) y no se diferencian de los grupos mencionados.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Gráfico 19. Tamaño del ala derecha de hembras de *Aedes aegypti* en (mm) por tipo de criaderos.

- significa la media
- | Intervalo de confianza



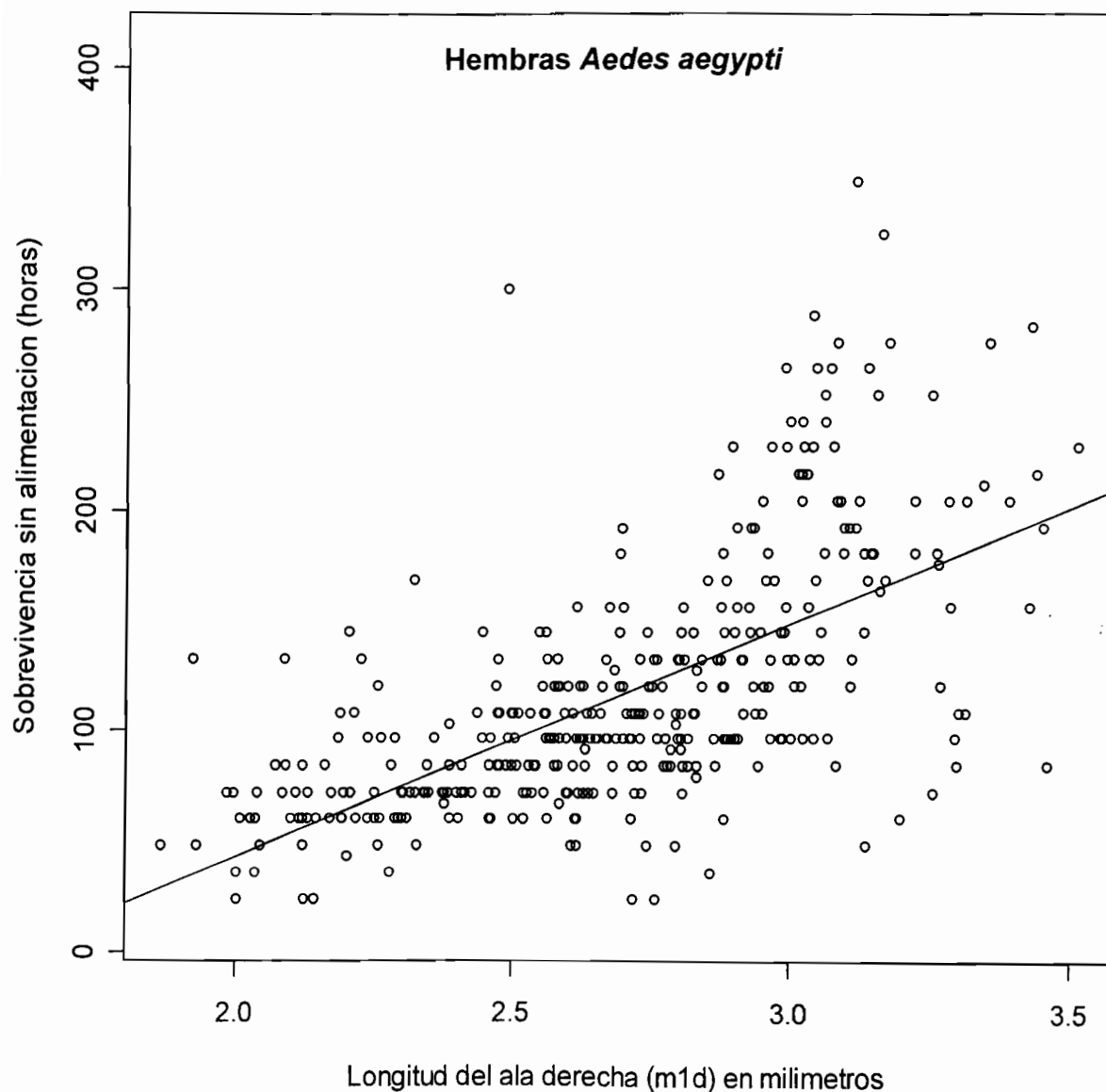
Los índices diferentes (a, b) indican diferencia significativa ($p < 0.05$) en tests de *t a posteriori*.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.2.2. Relación a la sobrevivencia sin alimentación

En el gráfico 20, se aprecia que hay una correlación entre la sobrevivencia y el tamaño alar (test de correlación de Pearson $t = 16.2888$, $gl = 381$, $p = 2.2 \times 10^{-16}$). Los individuos de mayor tamaño mostraron mayor longevidad en ayuna.

Gráfico 20. Relación entre la longitud del ala derecha (mm) y la sobrevivencia sin alimentación (horas).



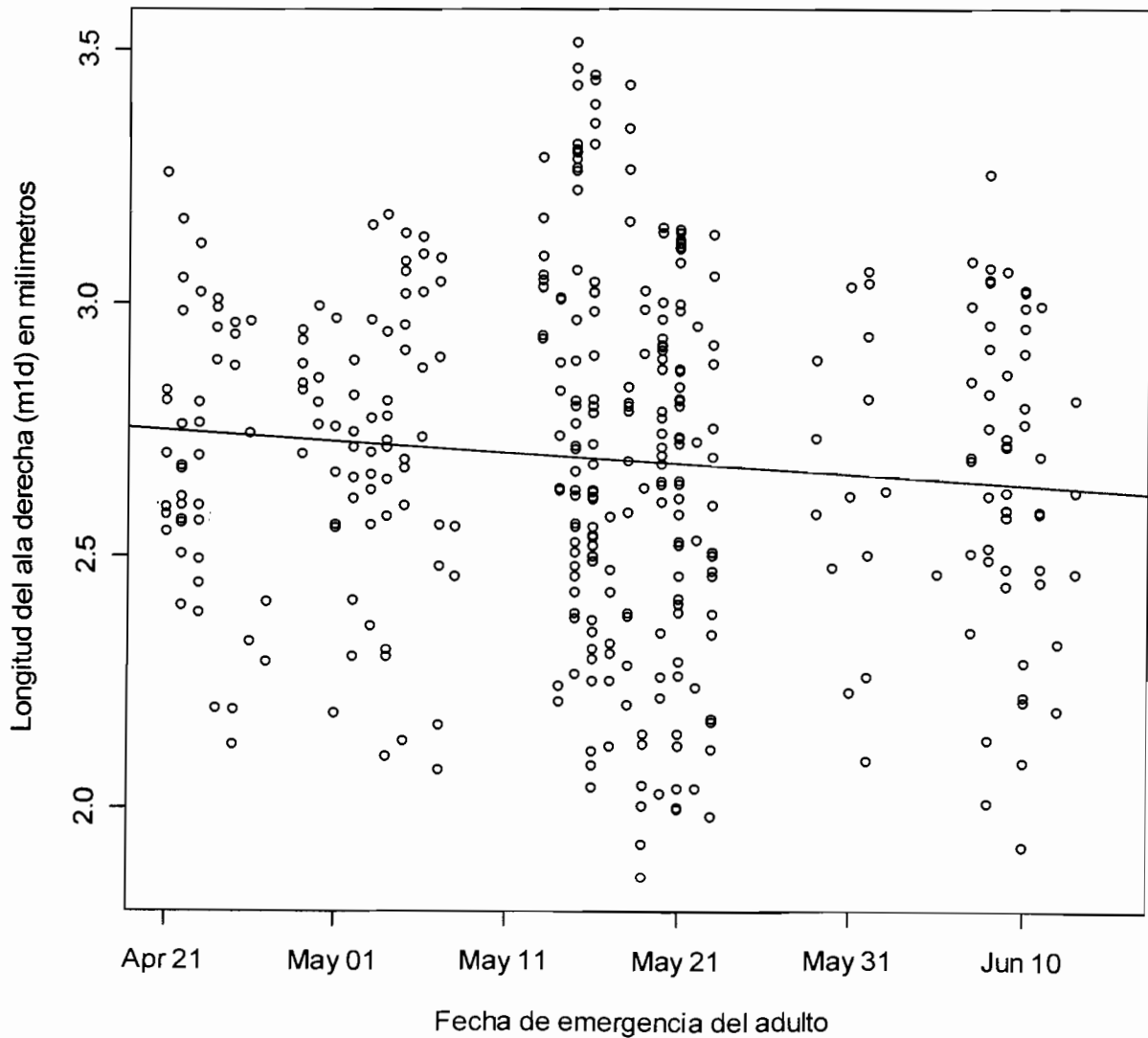
Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

6.2.2.3.- Comparación en función a la fecha de emergencia

Se observa (gráfico 21) que no hay correlación entre la longitud del ala y la fecha emergencia de hembras *Aedes aegypti* de este estudio (Test de correlación de Pearson, $t = -1.7521$, $gl = 375$, $p = 0.08057$).

Hay una variación en tamaños alares desde 1.7 hasta 3.5 mm de longitud presentando una media de 2.7 mm.

Gráfico 21. Longitud del ala derecha (mm) en relación a las fechas de emergencia de las hembras *Aedes aegypti*.



7. DISCUSIÓN

La tasa de supervivencia del mosquito vector es un parámetro clave en la transmisión del dengue (Luz *et al.*, 2003). Estudios en terreno demostraron que el *Aedes aegypti* de menor tamaño no eran abundantes entre las hembras alimentadas con sangre, lo que sugiere que hay mayor tasa de supervivencia de hembras grandes (Nasci, 1986 a). Los vectores deben sobrevivir al periodo de alimentación y al periodo de incubación extrínseca (el virus, pasa del huésped al vector, va a entrar en un ciclo de desarrollo interno, en el cual va a desplazarse, luego a multiplicarse, del estómago a las glándulas salivales donde va a permanecer hasta la muerte del mosquito. La temperatura del aire tiene una gran influencia sobre la rapidez de este ciclo y también sobre la supervivencia de las hembras), a fin de ser capaces de infectar a otro ser humano. Para la transmisión del dengue generalmente significa a partir de 12 días, dada que las que se alimentan con sangre a los dos días de la emergencia del adulto y el periodo de incubación extrínseca del virus del dengue es mayor a 10 días, (Kuno, 1995; Salazar *et al.*, 2007).

La longevidad de los individuos varía y podría deberse a las condiciones que presentan los diferentes criaderos para el desarrollo en estado larval en su criadero de origen (terreno). En este trabajo hemos encontrado que los distintos tipos de criadero muestran diferencias en condiciones susceptibles de afectar al desarrollo larval. Asimismo, se ha encontrado diferencias en el tamaño y la capacidad de sobrevivencia sin alimentación en los adultos *Aedes aegypti* provenientes de estos distintos criaderos.

Los criaderos de los baldes se diferencian de los demás por presentar mayor cantidad de volumen de agua, por tener la temperatura más elevada y por tener baja densidad tanto de larvas como pupas. Los sumideros presentan gran variabilidad en temperatura, pH y densidad de pupas. En cambio las llantas y los recipientes pequeños se caracterizan por estar dentro del mismo rango de volumen de agua, temperatura, pH, densidad de larvas y densidad de pupas.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

En cuanto a longitud alar no se encontró diferencia entre las ala derecha e izquierda de las hembras de *Aedes aegypti*, dichos resultados se encuentran relacionados con los obtenidos en un estudio realizado por Gleiser *et al.*, (2000) quien demostró que las dos alas de *Aedes aegypti* son del mismo tamaño.

La nutrición inadecuada en el desarrollo de las larvas de los mosquitos puede estar asociada con el tamaño reducido y la menor longevidad de los adultos (Hawley 1985; Nasci & Mitchell 1994; Tun-Lin *et al.*, 2000; Braks *et al.*, 2004; Alto *et al.*, 2005). En nuestro estudio se observó que los individuos de mayor tamaño mostraron mayor longevidad. Estos resultados coinciden con las observaciones de Schneider *et al.*, (2004), indicando que los mosquitos de menor tamaño tienden a vivir menos tiempo y su capacidad de transmitir el virus es casi nula. En cuanto al efecto del tamaño corporal sobre la supervivencia y desplazamiento de hembras y machos de *Aedes aegypti* en el campo, se encontró que las hembras viven más que los machos y el tamaño es un factor determinante estadísticamente significativa (Freitas *et al.*, 2007). En el presente trabajo se midió la sobrevivencia sin alimentación, a manera de indicador de las reservas energéticas con las que el mosquito adulto emerge. Esto está ligado directamente a la alimentación en los estadios larvales y principalmente las condiciones del medio ambiente determina su tamaño corporal final por lo tanto a las condiciones del criadero donde se desarrolló (Briegel 2002). Nuestros resultados indican que el *Aedes aegypti* en laboratorio sin alimentación (solo con las reservas que el adulto emerge) hay una gran variación de longevidad entre 1 y 17 días, presentando una media de 5.62 días. Comparamos estos resultados con un trabajo realizado por Conde A. (2003), que nos indica que la longevidad del *Aedes aegypti* con alimentación "azucarada" tuvo una variación de 4 a 33 días, presentando una media de 11.51 días y que la longevidad de hembras en los diferentes tratamientos "ingesta de sangre" presenta una variación entre 3 a 48 días observando una media de 16.32 días, indica que la longevidad aumenta cuando aumenta el número de ingesta de sangre.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

En la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, se encontró un efecto del tipo de criadero sobre la longevidad tanto en machos como hembras de *Aedes aegypti*, observando una longevidad mayor en los individuos de sumidero (media 6.35 días), podría deberse a que éstos criaderos se encuentran dentro de la casa y son netamente fijos además de presentar mayor cantidad de materia orgánica que los demás. Seguidos por los baldes (media 6.15 días), podría deberse porque presentan la temperatura del agua más alta pero con baja cantidad de materia orgánica en relación con los demás criaderos, además de presentar baja densidad de larvas y pupas, por lo cual hay menor competencia de los alimentos. Los recipientes pequeños (media 5.95 días) tal vez por ser fáciles de transportarlos (móviles) por ser los recipientes más pequeños de la categorización; encontrándose una longevidad menor en los individuos de llantas (media 4.35 días) esto podría deberse a que éstos recipientes se encontraron con la más baja cantidad de agua en relación a la cantidad de materia orgánica que presentaban.

Los baldes y sumideros son menos frecuentes pero son los criaderos que obtuvieron individuos más grandes y con mayores reservas energéticas. En cambio las llantas y los recipientes pequeños son los criaderos más abundantes de la ciudad desarrollando mosquitos adultos que son de menor tamaño y menor tiempo de vida sin alimentación.

En tamaños alares se trabajó con 368 hembras de *Aedes aegypti*, donde observamos que hay una variación en promedios que van desde 1.7 mm hasta 3,5 mm de longitud, presentando una media 2.7 mm. Esto podría deberse a un factor importante como es la alimentación en el estado larval en la naturaleza del sitio de cría ya que en la fase de pupa no se alimentan y sufren la metamorfosis para la transformación del adulto. Compartimos este resultado con Schneider *et al.*, (2004), que en su estudio indica que el tamaño de las alas de las hembras recogidas como pupas varió de 1.67 a 3.83 mm presentando una media 2.60 mm (Perú). Bisset., *et al* (2008) menciona que el promedio de las alas de hembras osciló entre 2,77 a 3,31 mm (Cuba).

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

En nuestro estudio las hembras de *Aedes aegypti* de los criaderos baldes (99 hembras) y sumideros (66 hembras), presentaron mayor tamaño oscilando la media entre 2.75 mm, podría deberse a que éstos criaderos fueron los que presentaron las mejores condiciones en temperatura y cantidad de materia orgánica para el desarrollo del *Aedes* en terreno.

En nuestro estudio los individuos de llantas (93 hembras) y recipientes pequeños que presentaron mayor variabilidad en tamaño (110 hembras) son de menor tamaño con una media 2.6 mm, esto podría deberse a que estos recipientes presentaron bajo volumen de agua y pudiera existir posible competencia intraespecífica por espacio y alimento. Relacionando el estudio de Bisset., *et al* (2008) indica que los mosquitos de tamaño alar má pequeño (2,77mm) provinieron de la categoría de depósitos artificiales abandonados en los patios, Mientras que la de mayor talla proviene de bebederos de animales (3,07 mm) y gomas (3,31 mm).

8. CONCLUSIONES

- Existe variación en características físicas y biológicas de los distintos tipos de criadero estudiados. En particular, los baldes se diferencian de los demás por presentar mayor cantidad de volumen de agua, por tener la temperatura más elevada y por tener baja densidad tanto de larvas como pupas. Los sumideros presentan gran variabilidad en temperatura, pH y densidad de pupas. En cambio las llantas y los recipientes pequeños se caracterizan por estar dentro del mismo rango de volumen de agua, temperatura, pH, densidad de larvas y densidad de pupas.
- Los mosquitos adultos provenientes de baldes y sumideros mostraron mayor longevidad sin alimentación que los mosquitos de los demás tipos de criadero.
- Las hembras *Aedes aegypti* provenientes de baldes y de sumideros fueron más grandes que las de los demás tipos de criadero.
- Los criaderos que desarrollaron mosquitos adultos con mayor longevidad fueron los baldes y sumideros, siendo los mismos criaderos los que obtuvieron individuos de mayor talla.

9. RECOMENDACIONES

- Hacer estudios de investigación en relación a la longevidad del vector con respecto a las reservas energéticas del vector haciendo una comparación entre época seca y lluviosa.
- Buscar alternativas de control y/o eliminación de los criaderos del *Aedes aegypti*.
- Los baldes (recipientes de volumen mediano) y sumideros son importantes por la calidad de mosquitos que producen: más grandes y con mayor capacidad de sobrevivencia sin alimentación. Deberían ser tomados en cuenta en las campañas antivectoriales en periodos epidémicos e incluso interepidémicos.
- Las llantas y los recipientes pequeños son importantes por la cantidad (hay muchos y producen gran cantidad de mosquitos, aunque sean de menor tamaño). Su importancia sería mayor en periodos epidémicos, cuando el virus está circulando.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

10. BIBLIOGRAFIA

- Alto B., Lounibos L., Higgs., & Juliano S., (2005) Larval competition differentially affects arbovirus infection in *Aedes* mosquitoes. *Ecology*. 86:3279-3288.
- Badii, M.H., et al. 2007. Ecología e Historia del Dengue en las Américas. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 2(2):309-333.
- Badii M., Landeros J., Cerna E., Abreu j. (2007) Ecología e historia del dengue en las Americas.
- Benavides M., Realpe L., & Fajardo P., (1997) Evaluación del tiempo en que *Aedes aegypti* coloniza y desarrolla su fase acuática en los lavaderos de ropa de los barrios suborientales de Neiva. *Biomedica*.
- Benítez A., Bolis M., Capote R., Castillo C., Lóp F., Nathan M., Nelson M., Ocegüerra R., Pincheiro F., Sáenz R., Schmunis G., (1995) Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para su prevención y control. Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica n. 548.
- Bisset J., Marquetti M., Leyva M., Rodriguez M., (2008) Distribución y talla del adulto de *Aedes aegypti* asociados con los sitios de cría. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. Ciudad de la Habana. V.60 n.1.
- Busvine J., (1975) *Arthropod vectors of disease*. Edward arnold & company, London.
- Braks M., Honório N., Lounibos L., Lourenco de Oliveira R., Juliano S., (2004) Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. *Annals of the Entomological Society of América*. 97:130-139.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Briegel H., (1990a) Metabolic relationship Between female body size, reserves, and fecundity in *Aedes aegypti*. J. Insect Physiol. 36:165-172.

Briegel H., (1990b) Fecundity, metabolism, and body size in Anopheles (Diptera: Culicidae), vectors of malaria. J. Med. Entomol. 27:839-850.

Briegel H., (2002) Physiological bases of mosquito ecology. Institute of Zoology. University of Zurich Winterthurerstr. Journal of Vector Ecology. 28 (1):1-11.

Cabezas, C. 2005. Dengue en el Perú: Aportes para su diagnóstico y control. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. 22(3). pp. 212-228.

Center for disease control (C.D.C.), (1980) Biología y control del *Aedes aegypti*. Bureau of tropical diseases. Vector topic s. n°4. Atlanta Georgia.

Cordellier et al., (1983) Circulation sylvatique du virus dengue 2 en 1980, dans les savannes sub-soudanienne de côte d'ivoire. cah. orstom, sér. entomol. méd. parasitol. 21:165-173.

Conde A., (2003) Estudio de la longevidad y el ciclo gonotrófico del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus 1762), cepa Girardot (Cundinamarca) en condiciones de laboratorio. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Christophers R., (1960) *Aedes aegypti*. The yellow fever mosquito: Its life history, bionomics and structure. Cambridge. University Press. London 739 pp.

Dadd R., (1981) Essential fatty acids for mosquitoes, other insects and vertebrates. In: G. Bhaskaran, S. Friedman, and J.G. Rodriguez (eds.) Current Topics in Insect Endocrinology and nutrition. Plenum Press, New York. 189-214 pp.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Dadd R., (1983) Essential fatty acids: Insects and vertebrates compared. In: T.E. Mittler and R.H. Dadd (eds.) Metabolic Aspects of Lipid Nutrition in Insects. Westview Press, Boulder, Colorado.

Degallier N., Herve J., Travassos da Rosa A., (1988) *Aedes aegypti* (L.): importance de la bioécologie dans la transmission de la dengue et des autres arbovirus. bulletin de la société de pathologie exotique, 81(1):97-110.

Dye C., (1992) The analysis of parasite transmission by blood-sucking insects. Annu. Rev. Entomol. 37:1-19.

Forattini O., (1965) Culicini: Culex, Aedes e Psorophora. Entomología médica Universidad de Sao Pablo, Brasil.

Freitas R, Codeco C, Oliveira L. (2007) Body size-associated survival and dispersal rates of *Aedes aegypti* in Rio de Janeiro. Medical and Veterinary Entomology. 21: 284-292.

Guzman A., Guerra M., Soria T., Walter A. (2008) "El nombre de los recipientes observados en las viviendas de Santa Cruz de la Sierra, Inventario y Clasificación" Programa Epidengue, Santa Cruz, Bolivia.

Guzmán M., Kouri G., (2003) Departamento de virología, la OPS/OMS para enfermedades virales. Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri. LA Habana, Cuba. 27 (1):1-13.

Gleiser R., Urrutia J., Gorla D., (2000) Body size variation of the floodwater mosquito *Aedes albifasciatus* in central Argentina. Med. Vet. Entomol. 14:38-43.

Gran Atlas de Bolivia, (2007). Cbba-Bolivia. Editorial Panamericana Books.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- Haddow A., Gillett J. & Corbet P. (1959) Laboratory observations on pupation and emergence in the mosquito *aedes (stegomyia) aegypti* (Linnaeus). *ann. trop. med. parasitol.*, 53, 123-131. cf esquema de una vista ventral de una ala de mosquito *in* a mosquito taxonomic glossary. iv : adult thoracic appendages (knight k.l. & laffoon j.l., *mosq. syst.*, 1970, 22(4):165-177.
- Hawley W., (1985) The effect of larval density on adult longevity of a mosquito, *Aedes sierrensis*: epidemiological consequences. *Journal of Animal Ecology*. 54:955-964.
- Horsfall W., (1972) *Mosquitoes. Their bionomics and relation to disease*. New York, Hafner publishing company.
- INBio. *Especies de Costa Rica Aedes aegypti*. 1-7 pp
- Kuno G., (1995) Review of the factors modulating dengue transmission. *Epidemiological Review*. 17: 321-335.
- Lemus E., Estévez G., & Velásquez J. (2002) *Campaña por la esperanza la lucha contra el dengue*. Editora política. La Habana-Cuba.
- Lounibos L., 2003. Genetic-control trials and the ecology of *Aedes aegypti* at the Kenya coast. 33-43 pp.
- Luz P., Codeco C., Massad E., & Struchiner C., (2003) Uncertainties regarding dengue modelling in Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 97:871-878.
- Macdonald W., (1956) *Aedes aegypti* in Malaya. II. Larval and adult biology. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 50:399-414.
- Marquetti M., Suárez S., Bisset J., Leyva M., (2005) Reporte de hábitats utilizados por *Aedes aegypti* en Ciudad de la Habana, Cuba. Instituto de medicina tropical "Pedro kourí". Departamento control de vectores, *Rev. Cubana. Med. Trop.* v.57 n.2.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Mazzacano C., Vargas J., Mackay A., & Beier J., (1998) Plasmodium gallinaceum: Effect of insect cells on ookinete development in vitro. Experiment. Parasitol.

Mirsa A., (1956) Datos experimentales sobre aspectos bioecológicos del *Aedes* (Linn), desarrollados en laboratorio. Revista de sanidad y asistencia social. Instituto nacional de higiene. Venezuela.

Ministerio de Prevención Social y de Salud Pública de Bolivia (1988) Material de referencias y apuntes curso de Entomología Médica. Proyecto de Biología y control de Vectores (VBC-Arlington, Virginia). USAID-BOLIVIA. 1-27 pp.

Nasci R., (1986a) The size of emerging and host-seeking *Aedes aegypti* and the relation of size to blood-feeding success in the field. Journal of the American Mosquito Control Association. 2(1): 61-62.

Nasci R., & Mitchell C., (1994) Larval diet, adult size, and susceptibility of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to infection With Ross River virus. Journal of Medical Entomology. 31(1):123-126.

OPS- OMS. (1997) Normas técnicas y operativas para la prevención del dengue y el control del *Aedes aegypti* en Venezuela. Republica de venezuela Ministerio de Sanidad y Asistencia Social

PAHO. (2002) Paho home page □ diseases: Control and prevention □ dengue.

Pinheiro F., Corber S., (1997) World health stat. 50(3-4):161-9.

Salazar M., Richardson J., Sánchez-Vargas I., Olson K., & Beaty B., (2007) Dengue virus type 2: replication and tropisms in orally infected *Aedes aegypti* mosquitoes. BCM Microbiology. 7-9 pp.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

Suaréz o., & Bergold G., (1968) Investigations of an outbreak of Venezuelan equine encephalitis in towns of eastern Venezuela. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*

Scott T., Amerasinghe P., Morrison A., Lorenz L., Clark G., Strickman D., Kittayapong P., & Edman J., (2000) Longitudinal studies of *Aedes aegypti* in Thailand and Puerto Rico: blood-feeding frequency. *Journal of Medical Entomology.* 37:89-101.

Simmons J, John J, Reynolds F. (1931) Experimental studies of dengue, *philipp. j. sci.*, 44:1-6.

Soper F., (1965) The 1964 status of *Aedes aegypti* eradication and yellow fever in the Americas.

Smith k., (1973) Insects and other arthropods of medical importance. British museum (natural history), London.

Schneider J., Morrison A., Astete H., Scott T., Wilson M., (2004) Tamaño y distribución de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) asociadas con hábitat de las larvas en Iquitos, Perú. *J. Med. Entomol.* 41 (4):634-642.

Schoof H., (1967) Mating, resting habits and dispersal of *Aedes aegypti*. *Bul. Wld. Hlth.Org.*

Roche J, Cordellier R, Hervy J, Digoutte. (1983) Isolement de 96 souches de virus dengue 2 à partir de moustiques capturés en côte d'ivoire et haute volta. *ann. virol. intitut pasteur*, 134e, 233-238.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

- Rossi G. & Almirón W. (2004) Culicidae-Mosquitos. Artrópodos de interés médico en Argentina. Centro Nacional de Diagnóstico e Investigación en Endenoepidemias-CeNDIE,ANLIS. Ministerio de Salud y Medio ambiente de la Nación. Fundación Mundo Sano.
- Rudnick A., (1965) Studies of the ecology of dengue in malaysia: a preliminary report, *j. med. entomol.*
- Reiter P., M. Amador., (1995) Short report: dispersal of *aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *am.j trop.med.hyg.* 52(2):177-179.
- Reiter P., (1996) Oviposition et dispersion *Aedes aegypti* dans l'environnement urbain. *bulletin de la société de pathologie exotique* : 89(2):120-122.
- Timmermann S., and Briegel H., (1996) Effect of plant, fungal, and animal diets on mosquito development. *Entomol. Exp. Appl.* 80:173-176.
- Timmermann S., and Briegel H., (1998) Molting and metamorphosis in mosquito larvae: a morphometric analysis. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.* 71:373-387.
- Tinker M, Olano V. (1993) Ecología del *Aedes aegypti* en un pueblo de Colombia, Sur América". *Biomed* 5-14 pp.
- Tolle M., (2009) *Curr probl pediatr adolesc health care.* Apr., 39(4):97-140.
- Tun-Lin W., Burkot T., & Kay B., (2000) Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology.* 14:31-37.

Estudio de la ecología del *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Carlos Linnaeus, 1762): Influencia de los tipos de criaderos sobre la sobrevivencia y el tamaño del mosquito adulto.

SOXIMZA

