



# Ciclo biológico y Tabla de Vida de *Aedes aegypti*, en laboratorio: Trujillo (Perú), 2014

Biological cycle and Life Table of *Aedes aegypti*, under laboratory conditions: Trujillo (Peru), 2014

Elia Quispe-Pretel, Aida Carbajal-Villaverde, Janeth Gozzer-Fernández y Bertha Moreno-Rodríguez

<sup>1</sup>Tesista Escuela AP de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Trujillo. Perú. <sup>2</sup>Departamento de Entomología (UNT), <sup>3</sup>Laboratorio Referencial de la Gerencia Regional de Salud de La Libertad

## RESUMEN

Se determinó las características del ciclo biológico y se obtuvo la Tabla de Vida de *Aedes aegypti* L., en condiciones de laboratorio, Trujillo (Perú) 2014. La investigación se realizó en el Laboratorio Referencial de la Gerencia Regional de Salud de La Libertad, a una temperatura de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $80\pm 15\%$  de humedad. Las larvas fueron alimentadas con "Super Cat<sup>®</sup>" y los adultos con agua azucarada además a las hembras se les alimentó con sangre humana para la oviposición. Según los resultados obtenidos, se concluyó que el ciclo biológico fue de aproximadamente 18 días y respecto a la tabla de vida se encontró que la tasa de mortalidad fue mayor en adultos de 46 a 55 días, siendo para los padres del 50% y para la F1 del 81%. La esperanza de vida fue aproximadamente de 11 días y ésta fue disminuyendo conforme avanzó en edad. La curva de supervivencia fue del tipo I y la longevidad fue mayor para las hembras con 44 días, mientras que para los machos fue de 29 días.

**Palabras clave:** *Aedes aegypti* L., Ciclo biológico, Tabla de vida. Supervivencia, Mortalidad.

## ABSTRACT

The biological cycle characteristics and Life Table of *Aedes aegypti* L., under laboratory conditions, Trujillo (Peru) 2014 were determined. The research was conducted in the Reference Laboratory of the Regional Health Management-Headquarters of La Libertad, at the temperature of  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  and  $80 \pm 15\%$  humidity. The larvae were fed with "Super Cat<sup>TM</sup>". The adult were fed with sugared water, and the female were also fed with human blood for oviposition. According to the results, it was concluded that the biological cycle was approximately 18 days. And regarding the life table, it was found that the mortality rate was higher in adult aged 46-55 days; that is, 50% for parents and 81% for F1. The life expectancy was about 11 days and it started to decrease as it advanced in age. The survival curve was of type I and the longevity was greater for female 44 days, while for male ones it was only 29 days.

**Keywords:** *Aedes aegypti* L., Biological cycle, Life table, Survival, Mortality.

## INTRODUCCIÓN

Los mosquitos hematófagos son los responsables de la transmisión biológica de varios agentes patógenos causantes de enfermedades como la malaria, bartonellosis, leishmaniasis, dengue y fiebre Chicungunya, entre otros<sup>1,2</sup>. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente ocurre un estimado de 50 millones de infecciones por el virus del dengue y aproximadamente 2,5 mil millones de personas viven en países endémicos debido a que el vector: *Aedes aegypti* L., (Diptera: Culicidae) presenta adaptación al ambiente y al comportamiento urbano<sup>3</sup>.

*Ae. aegypti* es originario de Etiopía (Africa) y se encuentra distribuido y adaptado a las regiones tropicales y subtropicales del mundo<sup>5</sup>. El ciclo de desarrollo abarca siete días o un poco más, dependiendo de la temperatura y de la disponibilidad del alimento. Las fases biológicas son de huevo, larva con cuatro instars, pupa y adulto. El comportamiento del adulto es diurno, sin embargo pueden prolongar su actividad durante la noche si la luz permanece encendida; prefieren criaderos artificiales como cilindros, baldes, floreros así como objetos de desecho que no son eliminados adecuadamente en ambientes domiciliarios o peridomiciliarios<sup>4,6</sup>.

La necesidad de erradicar el dengue ha impulsado el desarrollo de investigaciones que permitan determinar los factores que influyen en el comportamiento del mosquito, como en el caso de las temperaturas elevadas y precipitaciones frecuentes que son determinantes, ya que mejoran la actividad y la proliferación del vector transmisor, siendo esto explicado por la ola epidémica del dengue del verano de 1986-1987 en Río de Janeiro, Brasil<sup>7</sup>. Se sabe que el proceso de colonización, es decir la crianza en laboratorio influye en la duración del ciclo biológico<sup>8</sup>. El desarrollo inmaduro de *Ae. aegypti* así como la oviposición pueden ser influenciado por el tipo y la calidad del agua, éste vector se reproduce en reservorios de agua limpia, aunque puede adaptarse a las nuevas situaciones impuestas por el hombre<sup>9</sup>. Se ha demostrado que la salinidad del agua, y los coliformes fecales y bacterias son factores que afectan la oviposición de este insecto, disminuyendo o aumentando respectivamente<sup>10</sup>.

El tamaño de los mosquitos es un indicador del lugar donde se cría, así lo demostró un estudio en el que se encontró que los individuos de mayor longitud provinieron de bebederos de animales; mientras que los valores más pequeños, de depósitos artificiales abandonados en los patios, resultado de esperarse porque éstos por lo general presentan bajo volumen de agua y pudiera existir posible competencia interespecífica por espacio y alimento<sup>11</sup>. En Santiago de Cuba, se determinó que las pupas de *Ae. aegypti*, sobrevivieron y emergieron a adultos, a pesar de ser extraídas del agua y colocadas en tierra. Si estos resultados obtenidos en laboratorio sucedieran en la práctica de rutina, entonces una gran cifra de mosquitos adultos estarían emergiendo luego de la supuesta destrucción de focos detectados en estado de pupas, durante el vaciado del agua del depósito a la tierra, de esta manera persistiría la infestación<sup>12</sup>.

En Perú, en el departamento de Ancash, se han realizado estudios de la duración del ciclo biológico de *Ae. taeniorhynchus* y de *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio<sup>13,14</sup>, y en La Libertad se ha investigado el efecto de plantas en el control de larvas y pupas de *Ae. aegypti*<sup>15,16</sup>.

En el desarrollo del ciclo biológico de *Ae. aegypti* se puede determinar también aspectos sobre fecundidad y supervivencia de las poblaciones, que está en función de la edad de los individuos. Los procesos de mortalidad, natalidad, determinan el valor numérico de la población y se representan de manera sinóptica y sintética en tablas de vida<sup>17</sup>. Estos parámetros poblacionales que son obtenidas en condiciones de laboratorio son apropiados para estudiar poblaciones de vida corta como los mosquitos, y permiten estimar lo que está sucediendo en la naturaleza, que unido al conocimiento del ciclo biológico ofrecen información importante sobre aspectos necesarios para su control. Así, se determinó las principales características del desarrollo y tablas de vida de *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio a partir de larvas colectadas en campo y se observó que los machos desarrollan más rápido que las hembras; sin embargo la esperanza de vida en las hembras es mayor que en los machos<sup>18</sup>. Asimismo, se estudió la fluctuación poblacional, patrones de dispersión, además de la esperanza de vida en condiciones de campo y de laboratorio de este mosquito, encontrándose que la población mantenida en laboratorio fue más longeva que la del campo y que los valores de los parámetros de crecimiento poblacional son altos para la población en condiciones de laboratorio<sup>19</sup>. Al mismo tiempo, se estudió a *Culex quinquefasciatus*, en la cual tres cohortes ubicadas en diferentes pisos altitudinales fueron evaluadas teniendo en cuenta diferencias en desarrollo, supervivencia y mortalidad, las que

fueron expresadas en una tabla de vida, cuyos valores permitieron determinar que se ha ido adaptando a zonas más altas con temperaturas menores<sup>20</sup>.

Considerando la falta de referencias en Perú respecto de tablas de vida de *Ae. Aegypti* y que las condiciones ambientales influyen en la duración de su ciclo de vida se propuso una investigación que tuvo el propósito determinar las características del ciclo biológico y obtener de la tabla de vida de *Aedes aegypti*, en condiciones de laboratorio, Trujillo (Perú), 2014.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Lugar de Ejecución:

El trabajo se llevó a cabo en el área de Entomología Médica del Laboratorio Referencial de la Gerencia Regional de Salud de La Libertad (LRGRL), ubicado en el Jr. Ayacucho N° 314 de la ciudad de Trujillo-Perú.

### Procedencia del Material Biológico

El ciclo biológico se realizó a partir de huevos, los que fueron proporcionados por el área de Entomología Médica, producto de la crianza masiva a partir de larvas colectadas en el distrito de Florencia de Mora-Trujillo en los meses de febrero y marzo del 2014, los que fueron conservados a una temperatura de  $22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}$  y humedad relativa en un rango de 75-80%.

### Determinación del ciclo Biológico

- **Huevo:** Se hirvió 500 mL de agua, luego se vertió hacia una bandeja de plástico de 39 x 26 x 6 cm, así mismo se colocó un termómetro para medir la temperatura, ya que a  $30^{\circ}\text{C}$  se tenía que agregar 12g de azúcar. Una vez disuelta el azúcar se procedió a agregar 8mL de la solución preparada en cada una de las 11 divisiones de 5 cajas de “Pandora” N°10. Luego se colocó los huevos individualmente en cada uno de las divisiones de la caja y se llevó los recipientes a la cámara de crianza de *Ae. aegypti*. La temperatura se registró diariamente utilizando un termómetro, que fue colocado en el agua.
- **Larva:** Cuando emergieron las larvas de primer instar, se agregó en cada división 0,05 mg de comida para gatos “Super Cat<sup>R</sup>”, previamente triturada y tamizada. Diariamente se observó en el estereoscopio, la presencia de exuvias las que fueron retiradas con una pipeta de transferencia, anotándose el tiempo correspondiente para cada cambio de instar. El agua y el alimento se cambió, cada dos días para evitar la formación de hongos.
- **Pupa:** Se prepararon vasos colectores de plástico de 250mL y se agregó 50mL de agua potable sedimentada. Cuando se observó en los recipientes la presencia de pupas, se trasladaron con ayuda de una pipeta de transferencia hacia los vasos y luego se colocaron a la cámara de crianza para la emergencia de los adultos. Se controló la temperatura y la humedad con un termohigrómetro “VWR”.
- **Adulto:** En los adultos emergidos se determinó el dimorfismo sexual, teniendo en cuenta el tipo de antenas y se trasladaron en parejas, con ayuda del tubo capturador, hacia otro vaso colector que contenía en la base algodón con papel toalla, el que fue previamente humedecido para la oviposición. Se colocó algodón embebido en agua azucarada en una proporción de 5g de azúcar en 100mL de agua para la alimentación de machos y hembras, luego se llevó a la cámara de crianza. Se cambió el sustrato cada dos días para evitar la formación de hongos y cada 6 días se colocó los dedos de la mano sobre el vaso para la alimentación de las hembras.
- Se realizaron tres repeticiones con 14 parejas. La primera repetición fue con los padres; la segunda repetición, con la primera generación y la tercera repetición con la segunda generación.

### Determinación de la Tabla de Vida

Al igual que en la crianza para el ciclo biológico, se preparó la solución de agua azucarada, sin embargo ya no se trabajó individualmente, por lo que en un bandeja se colocó 100 huevos. Cuando se observó la presencia de larvas I, se agregó 0.09g de comida para gatos. Diariamente se revisó la bandeja y se retiró las exuvias con una pipeta de transferencia. Se cambió el agua y el alimento cada dos días, y cuando emergieron las pupas se trasladaron a un frasco que contenía 50 mL de agua. Luego se colocó dentro de una jaula de 23x23x23 cm, siendo el armazón de madera y las caras laterales cubiertas con tul, en la cara anterior presentó una manga adicional de 30 cm confeccionado del mismo

material. La jaula se colocó en la cámara de crianza para la emergencia de adultos (Anexo 14). Para la alimentación de machos y hembras se colocó algodón embebido con agua azucarada 5g/100mL, así mismo las hembras por su naturaleza hematófaga, necesitan de la ingesta de sangre, por lo que se introdujo el brazo humano cada seis días. Para la obtención de huevos se colocó una bandeja de plástico de 20x10cm, sobre la cual se colocó papel toalla humedecida.

Para determinar la tabla de vida, se trabajó primero con el grupo de los padres, anotando en Excel el número de individuos muertos; a la vez se creó la tabla de vida y en la primera columna “Nx” se anotó el número de sobrevivientes en cada estado biológico. Cuando llegó a adulto se anotó el número de sobrevivientes en un rango de cinco días hasta la muerte del último espécimen. Una vez ingresado todos los datos, se procedió a aplicar las fórmulas para la obtención de los parámetros poblacionales como supervivencia ( $l_x$ ), tasa de mortalidad ( $q_x$ ), y esperanza de vida ( $e_x$ ). Se trabajó también con la primera generación, por lo que se seleccionó al azar las oviposiciones obtenidas por los padres, repitiéndose los pasos anteriormente descrito. De esta manera se realizaron dos repeticiones, describiendo ambos grupos en una sola tabla de vida.

### Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos se empleó el programa Minitab 17.

La tabla de vida se realizó aplicando fórmulas planteadas por Rabinovich (1980), las cuales se muestran a continuación.

$l_x = N_x / N_0$	$dx = (l_x - l_{x+1})$	$q_x = dx / l_x$	$L_x = (l_x + l_{x+1}) / 2$
$T_x = \sum_m^x L_x$	$e_x = T_x / l_x$		

Donde:

$N_x$ : cantidad de individuos de edad ( $x$ ) que se registran.

$N_0$ : Cantidad de individuos de edad inicial.

$l_x$ : Supervivencia específica por edad.

$dx$ : Proporción de la cohorte original que muere durante la edad ( $x$ ).

$q_x$ : Tasa de mortalidad. Mortalidad específica por edades.

$L_x$ : Media de la probabilidad de supervivencia entre dos edades sucesivas.

$T_x$ : Número total de días que quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad ( $x$ ); “ $m$ ” representa la máxima edad alcanzada.

$e_x$ : Esperanza de vida.

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra los resultados obtenidos referente a la duración en días de cada uno de los estados biológicos y en la Fig.1 se observa la morfología de los diferentes estados biológicos de *A. aegypti*: en el estado de larva, el número mayor de días lo presentó la segunda generación con 7.07 días y el menor en los padres con 6.72 días. En el estado de pupa, el mayor valor fue para la primera generación con 3.00 días y el menor para los padres con 2.79 días.

En el ciclo de desarrollo, que comprende desde el estado de huevo hasta la emergencia del adulto, el mayor valor se obtuvo en la segunda generación con 11.00 días y el menor para los padres con 10.51 días. En el ciclo biológico que comprende desde el estado de huevo hasta la primera oviposición de los adultos, de la misma manera, el mayor valor fue para la segunda generación con 17.86 días y el menor valor para los padres con 17.51 días. En el ciclo de vida, que comprende el ciclo de desarrollo más la longevidad, a diferencia de los anteriores, el mayor valor lo presentaron los padres con 73.83 días y el menor valor la segunda generación con 69.29 días. El análisis de significancia se realizó con el programa Minitab 17, no encontrándose diferencias significativas y con un nivel de confianza del 95%.

En la Tabla 2 se muestra los resultados correspondientes a la oviposición. Se trabajó con las hembras por lo que se realizó 14 repeticiones. La ovipostura de *A. aegypti* obtuvo como mayor promedio para la F1 con 37.07 huevos y el menor para los padres con 26.00 huevos. El coeficiente de variación (%) presenta valores no homogéneos; la F1 con un 90.13%, siendo este valor posible, debido a que en dos oviposiciones se obtuvieron valores extremos respecto a los demás y como menor valor a la F2 con 69.86%.

En la Tabla 3 se presenta la población padre en la que la emergencia a larva I fue total, manteniéndose hasta larva II. A partir de Larva III empezó con la pérdida de individuos por lo que al estado de adulto llegaron 93 especímenes entre machos y hembras. Para la población de primera generación no hubo una emergencia total a larva I, se continuó con los estados llegando a adulto con 82 mosquitos, menor cantidad que la población padre. En ambas poblaciones se continuó hasta la muerte del último individuo. Respecto a la tasa de mortalidad (qx) en los primeros estados se encuentra la menor cantidad de muertes para ambas poblaciones en estudio, en los padres la tasa de mortalidad osciló del 0 al 4% y en la F1 del 0 al 9% pero a partir de los adultos de 16 días en adelante la mortalidad va en aumento llegando incluso al 50% para los padres y a 81% en la F1. En la esperanza de vida (ex) se observa que en ambas poblaciones va disminuyendo conforme avanza en edad. Del estado de huevo a adulto la esperanza de vida fue mayor para la población padre con 11.84 días a diferencia de la F1 que fue de 10.39 días.

En la Fig. 2, se observa la curva de supervivencia de *Ae. aegypti* de la población padre y F1. Según el número de individuos sobrevivientes en cada estado biológico se va formando la curva de supervivencia, obteniéndose al término del estudio una curva del tipo I para las dos poblaciones, en donde la mortalidad actúa fuertemente en los individuos viejos. En las curvas se puede observar que en los primeros estados biológicos no hay una pérdida considerable pero a medida que van aumentando en edad la supervivencia disminuye. En la curva de la población padre la supervivencia se hace nula en los adultos de 66 a 70 días y en la de la primera generación termina en los adultos de 61 a 65 días.

**Tabla 1.** Duración promedio en días y error de estimación de los estados de desarrollo de *Aedes aegypti* en Padres, F1 y F2 bajo condiciones controladas de laboratorio a una temperatura de 25±3°C y 80±15% de humedad, Trujillo (Perú) 2014.

Estados Biológicos	Duración en días		
	Padres	F1	F2
Huevo	1.00 ± 0.00	1.04 ± 0.08	1.00 ± 0.00
Larva I	1.18 ± 0.16	1.11 ± 0.13	1.21 ± 0.17
Larva II	1.36 ± 0.23	1.46 ± 0.21	1.50 ± 0.21
Larva III	1.29 ± 0.19	1.39 ± 0.20	1.43 ± 0.21
Larva IV	2.89 ± 0.20	2.86 ± 0.21	2.93 ± 0.27
<b>Total en Larva</b>	<b>6.72 ± 0.2</b>	<b>6.82 ± 0.21</b>	<b>7.07 ± 0.22</b>
<b>Pupa</b>	<b>2.79 ± 0.17</b>	<b>3.00 ± 0.11</b>	<b>2.93 ± 0.15</b>
<b>Total del Ciclo de Desarrollo</b>	<b>10.51 ± 0.46</b>	<b>10.93 ± 0.45</b>	<b>11.00 ± 0.46</b>
<b>Total del Ciclo Biológico</b>	<b>17.51 ± 0.51</b>	<b>17.57 ± 0.45</b>	<b>17.86 ± 0.49</b>
<b>Total Ciclo de Vida</b>	<b>73.83 ± 2.82</b>	<b>71.29 ± 1.14</b>	<b>69.29 ± 1.21</b>

P<0,05; F1=primera generación; F2=segunda generación

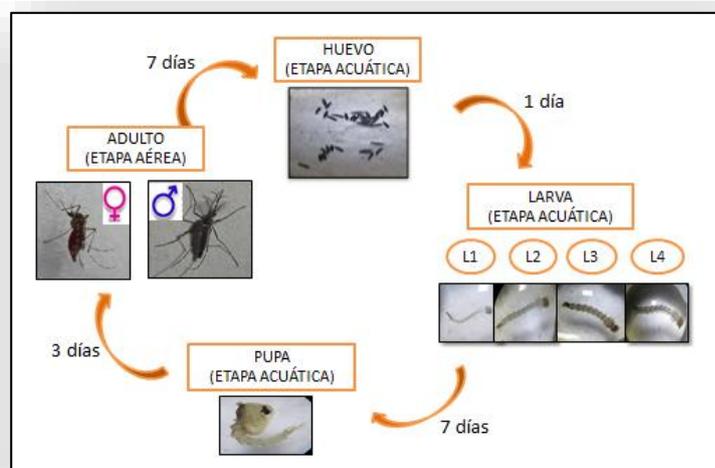


Fig. 1. Ciclo Biológico de *Aedes aegypti*

Tabla 2. Promedio del Número de huevos de *Aedes aegypti* con error estándar, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación, bajo condiciones controladas de laboratorio a una temperatura de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $80\pm 15\%$  de humedad, Trujillo (Perú), 2014.

Variable	Nº de hembras	Promedio del Nº de huevos/hembra	ES	DS	Varianza	CV (%)
Padres	14	26.00	5.12	19.17	367.54	73.74
F1	14	37.07	8.93	33.41	1116.38	90.13
F2	14	27.93	5.21	19.51	90.13	69.86

F1=primera generación; F2=segunda generación; ES= error estándar; DS= desviación estándar; CV= coeficiente de variación

**Cuadro 3.** Tabla de vida de una población de padres y primera generación de *Aedes aegypti* bajo condiciones controladas de laboratorio a una temperatura de 25±3°C y 80±15% de humedad, Trujillo (Perú), 2014.

Estado Biológico y rango de longevidad de adultos (días)	Nx		lx		dx		qx		Lx		Tx		ex	
	P	F1	P	F1	P	F1	P	F1	P	F1	P	F1	P	F1
Huevo	100	100	1.00	1.00	0.00	0.08	0.00	0.08	1.00	0.96	11.84	10.39	11.84	10.39
Larva I	100	92	1.00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.92	10.84	9.43	10.84	10.25
Larva II	100	92	1.00	0.92	0.04	0.02	0.04	0.02	0.98	0.91	9.84	8.51	9.84	9.25
Larva III	96	90	0.96	0.90	0.01	0.08	0.01	0.09	0.96	0.86	8.86	7.60	9.23	8.44
Larva IV	95	82	0.95	0.82	0.02	0.00	0.02	0.00	0.94	0.82	7.90	6.74	8.32	8.22
Pupa	93	82	0.93	0.82	0.02	0.04	0.02	0.05	0.92	0.80	6.96	5.92	7.48	7.22
Adulto (1-5)	91	78	0.91	0.78	0.04	0.04	0.04	0.05	0.89	0.76	6.04	5.12	6.64	6.56
Adulto (6-10)	87	74	0.87	0.74	0.02	0.06	0.02	0.08	0.86	0.71	5.15	4.36	5.92	5.89
Adulto (11-15)	85	68	0.85	0.68	0.02	0.00	0.02	0.00	0.84	0.68	4.29	3.65	5.05	5.37
Adulto (16-20)	83	68	0.83	0.68	0.16	0.01	0.19	0.01	0.75	0.68	3.45	2.97	4.16	4.37
Adulto (21-25)	67	67	0.67	0.67	0.12	0.11	0.18	0.16	0.61	0.62	2.70	2.29	4.03	3.42
Adulto (26-30)	55	56	0.55	0.56	0.05	0.07	0.09	0.13	0.53	0.53	2.09	1.67	3.80	2.98
Adulto (31-35)	50	49	0.50	0.49	0.05	0.10	0.10	0.20	0.48	0.44	1.56	1.14	3.12	2.33
Adulto (36-40)	45	39	0.45	0.39	0.10	0.11	0.22	0.28	0.40	0.34	1.08	0.70	2.40	1.79
Adulto (41-45)	35	28	0.35	0.28	0.11	0.12	0.31	0.43	0.30	0.22	0.68	0.36	1.94	1.29
Adulto (46-50)	24	16	0.24	0.16	0.12	0.13	0.50	0.81	0.18	0.10	0.38	0.14	1.58	0.88
Adulto (51-55)	12	3	0.12	0.03	0.04	0.01	0.33	0.33	0.10	0.03	0.20	0.04	1.67	1.33
Adulto (56-60)	8	2	0.08	0.02	0.03	0.02	0.38	1.00	0.07	0.01	0.10		1.25	0
Adulto (61-65)	5	0	0.05	0.00	0.05		1.00		0.03					0
Adulto (66-70)	0		0.00											

Nx= número de individuos en cada edad; lx = proporción de sobrevivientes en la edad x; dx = proporción de individuos que mueren entre las edades; qx = Tasa de mortalidad; Lx = media de la probabilidad de supervivencia; Tx= días por vivir en cada edad; ex = esperanza de vida para cada edad

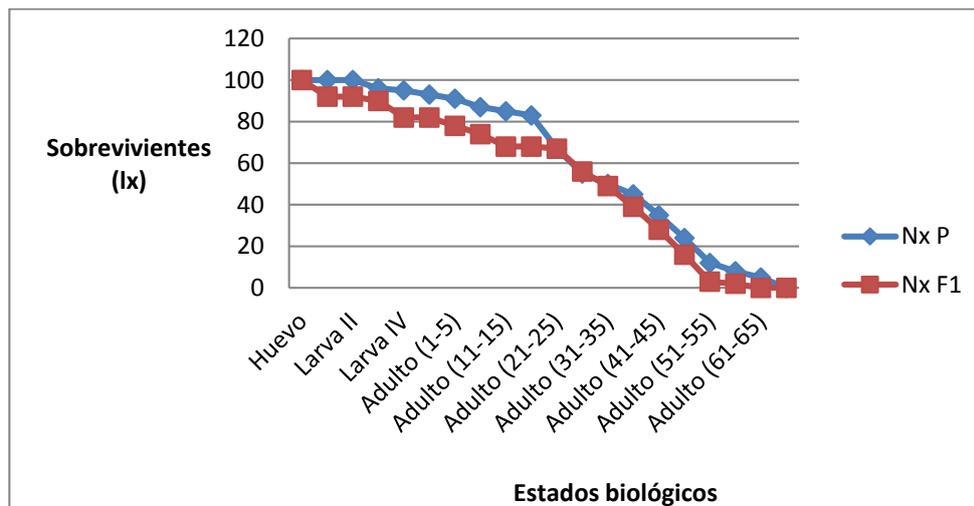


Fig. 2. Curva de supervivencia de los estados biológicos de *Aedes aegypti* bajo condiciones controladas de laboratorio a una temperatura de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $80\pm 15\%$  de humedad, Trujillo (Perú), 2014.

En la Tabla 4 se muestra la relación de sexos y longevidad de las dos poblaciones en estudio. En la población de padres emergieron 50 machos y 41 hembras, sin embargo para la F1 la cantidad de machos es de 37 y para las hembras 41. Respecto a la longevidad, se observa que en la población de padres, la duración promedio del tiempo de vida como adultos para las hembras es de 46.39 días, y para los machos de 29.98 días. En la F1 la duración promedio del tiempo de vida como adultos para las hembras es de 40.74 días, y para los machos de 28.80 días.

Tabla 4. Número de individuos machos y hembras y longevidad promedio en días de *Aedes aegypti* bajo condiciones controladas de laboratorio a una temperatura de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $80\pm 15\%$  de humedad, Trujillo (Perú), 2014.

Variable	hembras		machos	
	N° de individuos	Longevidad (días)	N° de individuos	Longevidad (días)
Padres	41	$46.39 \pm 5.46$	50	$29.98 \pm 3.55$
F1	41	$40.74 \pm 5.54$	37	$28.80 \pm 5.72$
Promedio	41	$44 \pm 5.50$	43.5	$29 \pm 4.64$

## DISCUSIÓN

Se realizó la crianza de *Aedes aegypti* bajo condiciones de laboratorio, desarrollándose para padres, F1 y F2; en el estado de larva se necesitó en 6.72, 6.82 y 7.07 días respectivamente sin diferencias significativas, lo que en promedio fue 7 días. Este tiempo está dentro del rango que menciona Vargas (1998), quién cita que el estado larval con frecuencia comprende de 4 a 10 días, en condiciones favorables de temperatura entre  $25-29^{\circ}\text{C}$ <sup>21</sup>. Así mismo otros autores, citan el tiempo en estado de larva, en función del alimento y la temperatura encontrando que las larvas criadas en aguas residuales no tratadas a  $25.7^{\circ}\text{C}$  necesitaron 6.3 días; agua de lluvia a  $25^{\circ}\text{C}$ , 9.5 días y en agua no clorada a  $25.8^{\circ}\text{C}$ , 9.7 días<sup>22</sup>. Así mismo Thirion (2003) menciona que el tiempo que permanece cada individuo en este estado depende en gran medida de la disponibilidad de alimento, temperatura y de la densidad larvaria del criadero<sup>23</sup>. En el presente estudio, se observó que el cuarto instar demora un día más que los tres primeros, ya que la continua y constante alimentación es fundamental para acumular las reservas de energía, las que no son obtenidas en el estado de pupa, porque ya no se alimenta, y de esta

manera se asegura la transformación de una forma acuática a una terrestre y voladora que es el adulto<sup>21</sup>.

El ciclo de desarrollo para los padres tuvo una duración promedio de 11 días, sin embargo para Lucero y col (2002), el tiempo del ciclo de desarrollo fue de 14 días a una temperatura de 28°C<sup>14</sup>. El número de días va a depender de factores externos como temperatura, humedad, tipo de alimentación en el estado larval, entre otros<sup>23</sup>; siendo la temperatura uno de los factores que más influye en el crecimiento y desarrollo, puesto que tiene acción directa sobre la tasa metabólica, que es la velocidad a la cual el organismo utiliza la energía disponible. Cuando la temperatura aumenta, la tasa metabólica incrementa y disminuye cuando la temperatura desciende. Por lo que los procesos bioquímicos se van a acelerar o disminuir respectivamente<sup>24</sup>.

Como se mencionó anteriormente, el ciclo de desarrollo necesitó en promedio 11 días, a lo cual se le sumó el tiempo de 6 a 8 días que transcurrió desde la ingesta de sangre (una sola ingesta), digestión de la misma y hasta la primera ovipostura, obteniéndose un promedio de 18 días para el desarrollo del ciclo biológico; sin embargo en condiciones naturales se desarrolla en un lapso de 15 días, siendo probable que haya realizado más de una ingesta de sangre<sup>25,26</sup>. Este periodo suele estar en función de la temperatura, humedad, y del número de veces de ingestas de sangre.

El ciclo de vida se desarrolló en un promedio 71 días ya que bajo condiciones de laboratorio se mantiene en un rango de temperatura y humedad óptima, así mismo no va a existir competencia por alimento, lo que permite que el desarrollo se de en un ambiente favorable; sin embargo en condiciones naturales sobrevive en un promedio de entre 15 y 30 días puesto que las condiciones ambientales varían constantemente<sup>27</sup>.

El número promedio de huevos en las oviposturas de *Ae. aegypti* fue de 30; sin embargo se observó que los padres, F1 y F2 presentaron alta variabilidad respecto a sus medias, sobre todo para la F1, debido a la existencia de valores extremos (Anexo 5). Thirion (1993), afirma que la cantidad de huevos que producen las hembras por cada ovipostura está directamente en relación con el volumen de sangre ingerida<sup>23</sup>. En la presente investigación, todas las hembras ingirieron sangre hasta tener el abdomen distendido, sin embargo la producción de huevos fue diferente entre ellas a pesar que los especímenes se mantuvieron en las mismas condiciones, por lo que la variabilidad debe ser por las características genéticas de la especie, puesto que las poblaciones de la variante costera presenta un elevado flujo genético<sup>28,29</sup>.

Respecto a la tabla de vida se muestran los parámetros poblacionales en el Cuadro 3, dando inicio con el estado de huevo, el cual emerge a larva siempre y cuando se hayan formado completamente el embrión<sup>23</sup>, en el estudio solo en la población de padres emergieron en su totalidad. En los siguientes estados se mantiene casi constante una proporción baja de individuos muertos (dx) por lo que la tasa de mortalidad (qx) es relativamente baja en las etapas inmaduras, hasta que en los adultos de 16 días en adelante empieza a aumentar la mortalidad debido al avance en edad. Todo lo contrario sucedió en condiciones naturales de *Ae. cantans*, especie que fue estudiada por tres años en Inglaterra, lo que mostró que la pérdida sustancial de la población se produjo en los dos primeros instar larvales, puesto que en el campo las variaciones ambientales, ya sea de temperatura, humedad y alimentación, entre otros factores externos, son constantes por lo que no logran sobrevivir en su totalidad hasta el estado adulto<sup>30</sup>.

En cuanto a la esperanza de vida (ex) la cual representa el número de días que le queda a los individuos de la edad (x), la tabla muestra que los valores van disminuyendo a medida que avanza en crecimiento y desarrollo biológico. La esperanza de vida máxima para *Ae. aegypti* en el estado de huevo (edad 0), fue de 11 días; por otro lado en Arabia Saudita se encontró en laboratorio que la esperanza de vida fue de 13.37 días<sup>18</sup>, este valor está cercano al encontrado en México en una población de campo a una temperatura que osciló de 27.5 a 5°C en donde en el estado de larva (edad 7) tuvo 15.3 días y a partir de los adultos (edad 13) baja gradualmente mientras que para la población en laboratorio a 20 ± 2°C en el estado de huevo fue de 60 días, por lo que es evidente que la temperatura es el factor que más influye en la esperanza de vida<sup>19</sup>.

Una manera de presentar gráficamente los datos de la tabla de vida es la curva de supervivencia en base a la columna "lx" y tiene su utilidad porque permite describir un patrón de mortalidad a la cual está sujeta una población. En el presente trabajo en la Fig. 2 se observa que ambas poblaciones presentaron una curva de supervivencia de tipo I, en la cual la mortalidad actúa fuertemente en individuos viejos. Este tipo de curva se ha dado debido a que la crianza se ha realizado bajo condiciones controladas de laboratorio; sin embargo Treviño (1992), obtuvo una curva entre el tipo I y

II trabajando a una temperatura de  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , mientras que la curva para la población estudiada en campo fue del tipo III, en la cual la mortalidad es mayor para los estados inmaduros<sup>19</sup>. Todo lo contrario encontró Manrique y col. (1998), quién en condiciones de campo obtuvo una curva del tipo II, en la cual la tasa de mortalidad es casi constante con forme transcurre el tiempo<sup>31</sup>.

La longevidad promedio de hembras fue de 40 días, a diferencia de los machos que fue de 29 días. La última hembra en morir vivió un promedio de 65 días, mientras que el macho 55. Tal como lo indica Conde (2003), la hembra tiene una longevidad mayor que el macho y esto se debe al tipo de alimentación, si bien es cierto los machos y hembras suelen alimentarse del néctar de las plantas, pero en el caso de las hembras también son hematófagas, por lo que reciben mayor cantidad de nutrientes que los machos favoreciendo directamente en su longevidad<sup>32</sup>. Así mismo Harrington y col (2001), menciona que la hembra al alimentarse de sangre humana ingiere el aminoácido isoleucina, el cual en concentraciones altas junto con los azúcares obtenidos de las plantas, permiten la síntesis y la acumulación de energía, por lo que aumenta la supervivencia específica por edad, el rendimiento reproductivo, y por ende la longevidad<sup>33</sup>.

## CONCLUSIONES

- El ciclo biológico de *Aedes aegypti* fue de aproximadamente 18 días, bajo condiciones de laboratorio a una temperatura de  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $80 \pm 15\%$  de humedad.
- La tasa de mortalidad mayor fue en los adultos de 46 a 55 días, siendo para los padres de 50% y para la F1 de 81%.
- La esperanza de vida fue de aproximadamente 11 días y fue disminuyendo conforme avanza en edad.
- La curva de supervivencia de *Aedes aegypti* fue del tipo I, bajo condiciones de laboratorio, a una temperatura de  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y  $80 \pm 15\%$  de humedad.
- Las hembras tuvieron una longevidad mayor que los machos, en un promedio de 44 y 29 días respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Villaseca EP, León CW, Palomino SM, Mostorino ER, Lecca GL. Validación de sustratos atractivos a oviposición para la detección de *Aedes aegypti*. Rev peru med exp y salud pública 2001; 19 (3-4): 171-180.
2. Cabezas C. Dengue en el Perú: Aportes para su diagnóstico y control. Rev peru med exp y salud pública 2005; 22 (3): 212-228.
3. Badii M, Garza V, Landeros J, H. Quiroz. Diversidad y Relevancia de los Mosquitos. Cultura Científica y Tecnológica 2006; 3 (13).
4. MINSA. Plan Nacional de Preparación y Respuesta frente a la Fiebre de Chikungunya – Perú. 2014.
5. Carranza M, Marquetti M, Vásquez A, Montes J. Dinámica Estacional y Temporal de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en el Municipio Cienfuegos. Rev Cubana Med Trop 2010; 62 (2): 98-106.
6. Ogusuku E, Pérez J. Manual de Campo para la vigilancia Entomológica. Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Perú. 2002.
7. Narro J, Gómez H. El dengue en México: un problema prioritario de Salud Pública. Salud Pública de México 1995; 37 (1): 12-20.
8. Hernández C, Bello F, Duran F, Olano V, Ferro F. Estudios comparativos del ciclo de vida del mosquito *Aedes taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) de dos colonias de la costa atlántica colombiana. Rev Biomédica 1996; 16: 303-306.
9. Malta J, Biral C, Ricas H, Carlos L, Falqueto A. Criadouros de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) em bromélias nativas na Cidade de Vitória, ES. Rev Soc Brasileira Med Trop 2005; 38 (3): 238-240.
10. Navarro D, Oliveira P, Potting R, Brito A, Fital S. The potential attract or repellent effects of different water types on oviposition in *Aedes aegypti* L. (Diptera, Culicidae). J Appl Entomol 2003; 127(1): 46-50.
11. Bisset J, Marquetti M, Leyva M, Rodríguez M. Distribución y talla del adulto de *Aedes aegypti* asociado con los sitios de cría. Rev Cubana Med Trop 2008; 60 (1): 68-73.
12. Popa J, Castillo R, Pérez M, Figueredo D, Montada D. Metamorfosis y emergencia de *Aedes aegypti* fuera del medio acuático y nuevo reporte de importancia entomológica y epidemiológica en Santiago de Cuba. Rev Cubana Hig Epidemiol 2011; 49 (2): 173-182.

13. Lucero J, Jaramillo K, Hernández C, Hernández M, Rodríguez J, Lucientes J. Ciclo biológico de *Aedes aegypti* en condiciones naturales del laboratorio de entomología de la ONGD “ANAWIM”, Casma-Ancash. 2002.
14. Bobadilla M. Evaluación de recursos vegetales biocidas en el control de estadios inmaduros de *Aedes aegypti* L. Trujillo, La Libertad Perú, 2006-2007. Tesis de Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 2007.
15. Vidal J, Carbajal A, Sisniegas M, Bobadilla M. Efecto tóxico de *Argemone subfusiformis* Ownb. y *Tagetes patula* Link sobre larvas del IV estadio y pupas de *Aedes aegypti* L. Rev Peru Biol 2009; 15 (2): 103-109.
16. Rabinovich J. Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales. (2a. ed). México, DF: Continental S.A.1980.
17. Sowilem M, Kamal H, Khater I. Características de la Tabla de vida de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Arabia Saudita. Trop Biomed 2013; 30 (2):301-314.
18. Treviño N. Distribución y abundancia de poblaciones de huevecillos y tablas de vida de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) en Monterrey, Nuevo León. Tesis de Maestro en Ciencias, especialidad en Entomología Médica. Universidad de Nuevo León, México. 1992.
19. García C, Escovar J, Londoño Y, Moncada L. Altitud y tablas de vida de poblaciones de *Culex quinquefasciatus* (Diptera Culicidae). Rev Colombiana de Entomol 2010; 36 (1): 62-67.
20. Vargas M. El mosquito un enemigo peligroso. Universidad de Costa Rica. 1998.
21. Beserra E, Fernandes C, Sousa J, Freitas E, Santos K. Efeito da Qualidade da Água no Ciclo de Vida e na Atração para Oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Neotrop Entomol 2010; 39(6): 1016-1023.
22. Thirion J. El mosquito *Aedes aegypti* y el dengue en México. Bayer Environ Sci. México. 2003.
23. Curtis H, Barnes N, Schnek A, Massarini A. Biología. (7a.ed). España: Médica Panamericana. 2008.
24. Salas M. Ciclo gonotrófico, tasa de supervivencia y estructura de edades de *Aedes aegypti* L. en la zona metropolitana de Monterrey, Nueva León, México. Tesis de Maestro en Ciencias, con especialidad en Entomología Médica. Universidad de Nuevo León. México.1993.
25. Centro Nacional de Programas Preventivos y control de enfermedades (CENAPRECE). Enfermedades transmitidas por vector. [www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/dengue/vector.html](http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/dengue/vector.html). 2012.
26. Ministerio de Salud (MSAL). Ciclo de vida de *Aedes aegypti*. Catamarca. Argentina. 2012.
27. Leiva N, Cáceres O. Variabilidad Genética de *Aedes aegypti* en algunas áreas del Perú usando single stranded conformational Polymorphism (Sscp). Rev Peru Med Exp y Salud Pública 2004; 21(3): 157-166.
28. Cáceres O, León W. Variantes genéticas de *Aedes aegypti* y su asociación con el serotipo del virus dengue en una área endémica del Perú. Ministerio de Salud-Instituto Nacional de Salud. Serie informes técnicos N° 96. 2007.
29. Lakahani K, Service M. Estimated mortalities of the immature stages of *Aedes cantans* (Mg.) (Diptera, Culicidae) in a natural habitat. Bull Ent Res 1974; 64:265-276.
30. Manrique P, Delfin H, Parra V, Ibáñez S. Desarrollo, mortalidad y sobrevivencia de las etapas inmaduras de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en neumáticos. Rev Biomedica 1998; 9:84-91.
31. Conde A. Estudio de la longevidad y el ciclo Gonotrófico del *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762), cepa Girardot (Cundinamarca) en condiciones de Laboratorio. Tesis de Biólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 2003.
32. Harrington L, Edman J, Scott T. Why do female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) feed preferentially and frequently on human blood? J Med Entomol 2001; 38 (3): 411-22.