

EFFECTO DEL CRIADERO SOBRE LA DURACIÓN DEL CICLO DE VIDA Y PRODUCTIVIDAD DE *Anopheles albimanus* WIEDEMANN (DIPTERA: CULICIDAE)

Ranulfo González Obando

Universidad del Valle. Departamento de Biología. Grupo de Investigaciones Entomológicas (GIE). Cali, Colombia; correo electrónico: ranulfo@univalle.edu.co

RESUMEN

Se evaluó el efecto de factores inherentes al criadero en la reducción o abundancia de *An. albimanus*. Para esto se determinó el ciclo de desarrollo preimagal en dos estanques de cría de peces, la tabla de vida horizontal así como la producción de adultos por tipo de criadero. En laboratorio, en promedio, el desarrollo desde larvas de primer estadio hasta adulto fue de 11.5 días en promedio, diferente al obtenido en las condiciones de campo, 13 y 15 días en los estanques 1 y 2, respectivamente. Los datos de campo indicaron que entre los dos estanques hubo diferencias con respecto a la tasa de supervivencia y al tiempo total de desarrollo.

Palabras claves: Criaderos, *Anopheles*, depredadores, Tablas de vida.

SUMMARY

The effect of factors related to the breeding site, in terms of decreases and increases of *An. albimanus* was evaluated. In order to pursue this, the following information was collected: the preimagal developing cycle in two fish breeding ponds (I and II), the horizontal life table and the production of adults per breeding type. Under laboratory conditions, the development from first stage larvae to adult, took in average 11.5 days average, yet, in field conditions it was 13 and 15 days in the breeding ponds I and II respectively. Field data showed that there were differences in terms of survival rate and total development time, between the two ponds.

Key words: Breeding, *Anopheles*, depredator, Table of life.

INTRODUCCIÓN

Anopheles albimanus es considerado como un vector primario de malaria en las Américas (Fleming 1986). Dada su importancia médica ha sido necesario profundizar en el conocimiento de su bionomía, en especial sobre la ecología de sus criaderos, para detectar factores vulnerables que permitan utilizar esta información en la planificación de medidas de control.

Esta especie se reproduce en una gran diversidad de hábitats acuáticos (Faran 1980). La calidad del agua va desde clara a moderadamente turbia, puede ser salobre o fresca, relativamente limpia o con moderada polución. La vegetación en sus criaderos es diversa (Faran 1980; Frederickson 1993; Zetek 1920; Kumm y Zuñiga 1942; Arnett 1947; Savage et al. 1990; Mekuria et al. 1990).

En el estudio de la dinámica poblacional de una especie es importante la realización de tablas de vida, ya que ellas representan en forma numérica

las principales características de la mortalidad específica por edades y es punto de partida para establecer parámetros poblacionales y así evaluar las características de la población en estudio (Rabinovich 1978). Para la elaboración de por lo menos una tabla de vida temporal o vertical de una especie, es importante el conocimiento de la duración de los diferentes estadios de desarrollo.

La duración del ciclo en *An. albimanus* bajo condiciones naturales es poco conocida. Henderson (1948) estimó que en las condiciones de Puerto Rico el desarrollo de los estados preimagales tiene un rango de 7-9 días en verano y 21 días en invierno. Shelton (1973) en laboratorio, encontró que los estados de larva y pupa a temperaturas entre 20-29 °C se desarrollan en 7 a 15 días, mientras que entre 12-15 °C no se desarrollan. Salas et al. (1993) determinaron que independientemente de la temperatura, la calidad del alimento influye tanto en la supervivencia como en el tiempo de desarrollo. A partir de 19 tipos de alimentos probados se encontró

que la duración promedio del estado larval podía variar entre 8.62 y 16.66 días.

El efecto de factores inherentes al criadero, puede reflejarse en la reducción o abundancia de una especie de mosquito. Estos factores, en las condiciones de ciertos criaderos pueden verse limitados a temperatura, disponibilidad de alimento, relación con patógenos y depredadores y características de la vegetación litoral. Con el fin de determinar si el tipo de criadero (campo) influye en el tiempo de desarrollo y la mortalidad de este vector de malaria, se evaluó su ciclo de desarrollo en dos estanques, la tabla de vida horizontal así como la producción de adultos por tipo de criadero (estanque).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en dos estanques, ubicados en la provincia de Colón, corregimiento de María Chiquita de la República de Panamá, durante el primer semestre de 1989. Según los datos de la estación meteorológica de Portobelo, esta área tiene una precipitación promedio anual de 4.041 mm y una temperatura promedio de 26 °C y se clasifica en una zona de vida de Bosque muy húmedo tropical (Tosi 1971). Los estanques tenían una dimensión aproximada de 25x55 m y 30x60 m (Estanques 1 y 2, respectivamente) y eran propiedad de la Escuela Vocacional Basilio D. Lakas. Estos estanques recibían agua permanente de la quebrada Merceditas y estaban destinados a la cría de tilapia (*Oreochromis mossambicus*) y carpa común (*Cyprinus carpio*) pero en el momento del experimento estaban en relativo abandono y con poco o ningún pez. La duración del ciclo y mortalidad fue comparada con datos obtenidos bajo condiciones del insectario (28 °C y 80% de H R) de la Universidad de Panamá.

Los huevos para todos experimentos, fueron obtenidos de una colonia de *An. albimanus* del Laboratorio Conmemorativo Gorgas. El ciclo de desarrollo en laboratorio fue observado a partir de 150 larvas con pocas horas de nacidas, distribuidas en tres repeticiones. En cada repetición se utilizó un recipiente plástico de 16 cm de diámetro y 12 cm de altura. Las larvas fueron alimentadas con una mezcla de galleta de ratón y levadura, diluida en agua destilada. La duración de cada ínstar fue considerada cuando el 80% o más de los ejemplares cambiaron de piel.

Para establecer la comparación con los datos obtenidos por Shelton (1973) estos fueron analizados numéricamente para determinar la constante térmica de desarrollo y el umbral mínimo de desarrollo.

La tabla de vida horizontal en condiciones de campo se construyó a partir de datos obtenidos en dos recipientes plásticos de 70 cm de altura por 45 cm de diámetro, colocados en dos estanques diferentes (dos por estanque). La base y parte de los lados fue reemplazada por tela organdis la cual evitaba la entrada de depredadores; la tapa fue modificada para facilitar la captura de los adultos emergidos y evitar la oviposición de otros mosquitos. Cada recipiente fue sumergido en la zona litoral del estanque y sujetado con alambres en un poste de madera, dejando aproximadamente 10 cm sobre la superficie del agua. Para facilitar la alimentación de las larvas se adicionó gramíneas y algas propias de cada estanque. En cada ensayo se utilizaron 100 larvas por repetición, de aproximadamente tres horas de nacidas. A partir del siguiente día se hicieron observaciones diarias sobre la supervivencia y duración de cada ínstar, para esto se retiraban provisionalmente todas las larvas en otro recipiente.

Los datos obtenidos fueron comparados mediante a un análisis de varianza y cálculos de supervivencia diaria, duración del ciclo y expectativa de vida por edad. Para el cálculo de la duración de cada ínstar se ajustaron los datos según la probabilidad de que larvas de edad X sobrevivan hasta la siguiente (X+1). Para la tabla de vida se siguió el método de Dublin et al. descrito por Rabinovich (1978).

El experimento de productividad de adultos se realizó en el mismo tipo de recipiente anteriormente descrito, pero con el fondo totalmente abierto para facilitar su colocación directa en el fondo de la zona litoral, sin considerar la eliminación de posibles depredadores que se encontraran en ese momento en el sitio seleccionado. En cada estanque se escogieron cuatro sitios, A, B, C y D (uno por cada lado del estanque) y en cada recipiente se colocaron 200 larvas de primer estadio. Las observaciones fueron realizadas solamente al momento de formación de pupas o emergencia de adultos. Concluida toda la emergencia se realizaron 25 cucharoneadas (de 250 cc) por cada recipiente para determinar la presencia de depredadores en la fauna asociada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Duración del ciclo de desarrollo preimagal.

En las condiciones de laboratorio el desarrollo desde larvas de primer estadio hasta adulto fue de 11.4 días, las de primero, segundo y tercer ínstar se desarrollaron en un promedio de dos días cada uno, mientras que las de cuarto duraron casi tres (Tabla 1). En este experimento no se observó mortalidad, posiblemente debido a la gran adaptación de la especie a las condiciones de laboratorio.

de desarrollo total, 13 días en el estanque 1 y 15 días en estanque 2 (Tablas 1 y 3). Esta diferencia es explicada fundamentalmente por el tiempo de desarrollo de las larvas de cuarto estadio el cual fue de aproximadamente cuatro días en el estanque 1 y de 6 en estanque 2. Hasta el día octavo las larvas de ambos estanques mostraban una mortalidad similar, pero a partir del día noveno se incrementó en el estanque 2 (Tabla 2).

Los trabajos en campo indicaron que entre los dos estanques hubo diferencias con respecto al tiempo

Tabla 1. Ciclo de vida y porcentaje de supervivencia de *An. albimanus* en dos estanques para cría de peces (28.8 °C y 29.2 °C) del corregimiento de Maria Chiquita, Colón, Panamá y bajo condiciones de laboratorio (27 °C y 80% HR).

| INSTAR | TIEMPO (Días) | | | | | |
|-------------------|---------------|------|-------------|------|---------------|------|
| | Estanque 1* | | Estanque 2* | | Laboratorio** | |
| | \bar{X} | DS | \bar{X} | DS | \bar{X} | DS |
| I | 2.6 | 0.48 | 2.7 | 0.49 | 1.8 | 0.35 |
| II | 2.2 | 0.41 | 2.0 | 0.00 | 2.3 | 0.46 |
| III | 2.0 | 0.20 | 2.1 | 0.29 | 2.3 | 0.23 |
| IV | 4.1 | 0.75 | 6.1 | 0.75 | 2.9 | 0.85 |
| PUPA | 2.1 | 0.33 | 2.0 | 0.33 | 2.1 | 0.34 |
| TOTAL | 13.0 | | 14.9 | | 11.4 | |
| Supervivencia (%) | 29.7 | | 17.7 | | 100.0 | |

* N inicial = 300 L1

** N inicial = 150 L1

Tabla 2. Tabla de vida por edad específica de larvas y pupas de *An. albimanus* en dos estanques, en ausencia de depredadores.

| EDAD x(días) | ESTANQUE 1 | | | ESTANQUE 2 | | |
|--------------|------------|------|-------------------------|------------|------|-------------------------|
| | Lx | px | Mortalidad acumulada(%) | Lx | px | Mortalidad acumulada(%) |
| 0 | 1000 | 0.84 | 10.0 | 1000 | 0.92 | 0.0 |
| 1 | 843 | 0.91 | 15.7 | 917 | 0.94 | 8.3 |
| 2 | 767 | 0.76 | 23.3 | 863 | 0.85 | 13.7 |
| 3 | 583 | 0.82 | 48.3 | 733 | 0.94 | 26.7 |
| 4 | 480 | 0.94 | 52.0 | 690 | 0.89 | 31 |
| 5 | 453 | 0.97 | 54.7 | 617 | 0.90 | 38.3 |
| 6 | 440 | 0.97 | 56.0 | 553 | 0.83 | 44.7 |
| 7 | 427 | 0.91 | 57.3 | 460 | 0.96 | 54.0 |
| 8 | 390 | 0.95 | 61.0 | 443 | 0.69 | 55.7 |
| 9 | 370 | 0.96 | 63.0 | 307 | 0.87 | 69.3 |
| 10 | 357 | 0.91 | 64.3 | 267 | 0.92 | 73.3 |
| 11 | 323 | 0.97 | 67.7 | 247 | 0.81 | 75.3 |
| 12 | 313 | 0.96 | 68.7 | 200 | 0.97 | 80.0 |
| 13 | 300 | 0.99 | 70.0 | 193 | 0.95 | 80.7 |
| 14 | 297 | - | 70.3 | 183 | 0.97 | 81.7 |
| 15 | - | - | - | 177 | - | 82.3 |

Lx = Número de larvas sobreviviendo la edad x

px = Probabilidad de que la larva de edad x sobreviva hasta la edad x+1

El promedio de duración del ciclo de desarrollo en el campo fue mayor que el obtenido en laboratorio, lo cual pudo obedecer a un efecto combinado de la temperatura, disponibilidad y calidad del alimento. Los datos obtenidos por Shelton (1973) indicaron que por arriba de los 29 °C se produce una disminución de la velocidad de desarrollo de esta especie. Si se considera este factor, la temperatura en las condiciones de los estanques fue siempre mayor que 29 °C, llegando en algunos casos hasta 32, aunque su promedio estuvo cerca de los 29°C.

La mortalidad observada fue mayor en el estanque 2; en éste fue aproximadamente constante en todas las edades y se corresponde con una curva de supervivencia tipo II (Slobodkin 1962), mientras que en el estanque 1 fue de tipo III es decir que disminuyó con la edad (Tabla 2). La mayor mortalidad en el estanque 1 se presentó entre los días 2 y 3 lo cual determinó una mayor proporción de muertes en el estadio IV (Tabla 3);

mientras que en el estanque 2 la mayor mortalidad ocurrió en los estadios III y IV. Sin embargo, la mortalidad en el último estadio fue principalmente influenciada por la disminución en la velocidad de desarrollo y esto posiblemente como efecto de su deficiencia nutricional. La calidad y cantidad del alimento influye sobre el desarrollo de las larvas (Salas et al. 1993). En Culicidae se reconocen cinco tipos de alimento larval, pero las de *Anopheles* característicamente son filtradoras de superficie sobre fitoplancton y zooplancton. Según Laird (1988) las bacterias presentes en un medio acuático natural favorecen la proliferación de zooflagelados y ciliados que facilitan a su vez la descomposición bacterial, liberando nutrientes en la zona fotosintética y por ende la producción simultánea de algas y precipitación de la anaerobiosis. Por otro lado, las proteínas son el componente básico que las larvas de mosquitos metabolizan para su crecimiento y desarrollo y las larvas de Anophelinae son incapaces de acumular a plenitud reservas alimenticias, aunque el alimento sea abundante (Briegel 1990).

Tabla 3. Mortalidad por instar de *An. albimanus* en dos estanques, con ausencia de depredadores (E = Estanque)

| Instar i | Edad al inicio del instar (días) t i-1 | | No. que entran al instar Sti-1 | | No. muertes en el instar Di | | Proporción de muertes en el instar Di/Sti-1 | |
|----------|--|------|--------------------------------|-----|-----------------------------|-----|---|------|
| | E 1 | E 2 | E1 | E 2 | E 1 | E 2 | E1 | E 2 |
| I | 0.0 | 0.0 | 300 | 300 | 130 | 83 | 0.43 | 0.28 |
| II | 2.6 | 2.7 | 170 | 217 | 47 | 36 | 0.17 | 0.17 |
| III | 4.8 | 4.7 | 123 | 181 | 6 | 57 | 0.05 | 0.31 |
| IV | 6.8 | 6.8 | 117 | 124 | 13 | 69 | 0.11 | 0.56 |
| PUPA | 10.9 | 12.9 | 104 | 55 | 15 | 2 | 0.14 | 0.04 |
| Adulto | 13.0 | 14.9 | 89 | 53 | | | | |

En este estudio, dos efectos de una posible deficiencia nutricional fueron la disminución en la velocidad de desarrollo y la alta tasa de mortalidad. Aparentemente la riqueza de nutrientes del estanque 2 fue menor, ya que el agua era más clara y con menor presencia de algas. Además, los datos obtenidos en el muestreo final mostraron que en el estanque 1 se

encontraban Cladóceros y una mayor densidad de Chironomidae, lo cual podría ser indicador de un índice biótico menor en el estanque 1. El experimento de producción de adultos, sin limitaciones de depredadores, confirmó la relación inversa entre la riqueza de los estanques y la duración del ciclo, contribuyendo aparentemente a la baja producción de adultos (Tabla 4).

Tabla 4. Productividad de imagos de *An. albimanus* en dos estanques para cría de peces en el corregimiento de Maria Chiquita, Colón, Panamá. DS: Desviación Stándard.

| CRIADERO | PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE IMAGOS | |
|----------|------------------------------------|------------|
| | Estanque 1 | Estanque 2 |
| A | 16.00 | 1.00 |
| B | 15.50 | 2.00 |
| C | 7.00 | 2.00 |
| D | 18.50 | 1.00 |
| MEDIA * | 14.25 | 1.25 |
| D.S | 5.00 | 0.57 |

*Las medias del porcentaje de adultos de estos dos estanques fueron significativamente diferentes ($P=0.023$ y $F=25.6$).

La fauna asociada observada en cada uno de los recipientes para producción de adultos correspondió a Insecta y Crustacea (Tabla 5). Los primeros casi todos considerados como depredadores de larvas de Culicidae. En los recipientes del estanque 1 no se observaron naiadas de Odonata ni Notonectidae, los cuales si estuvieron presentes en el estanque 2; esta característica junto con la posible mayor disponibilidad de nutrientes en el estanque uno pudo ser favorable para la mayor producción de adultos observada en este estanque, por lo tanto se podría decir, que en este caso, la sobrevivencia final fue influenciada principalmente por el efecto combinado de nutrientes y depredadores. Según Service (1971) cuando se evaluaron poblaciones

de *An. gambiae* en el África, la depredación fue probablemente el factor limitante más importante. La mortalidad denso-dependiente puede regular las poblaciones de mosquitos (Service 1985). En el caso particular de *An. albimanus*, la variación de las características biológicas de cada estanque, tales como la disponibilidad de alimento y enemigos naturales, pudo haber causado que la competencia intraespecífica y la intensidad de la depredación también variara, expresándose en la variación de la curva de sobrevivencia de *An. albimanus* en los dos estanques. Sin embargo, dado que algunas variables no fueron medidas como para poder realizar un análisis de correspondencia múltiple, se puede concluir solamente que el tipo de criadero puede afectar seriamente su tasa neta reproductiva.

Tabla 5. Número de especímenes por criadero en cada uno de los estanques, contados en 25 cucharoneadas cuando se completó la totalidad de la emergencia de *An. albimanus*.

| TAXA | ESTANQUE 1 | | | | | ESTANQUE 2 | | | | |
|---------------------|------------|----|---|---|-----------|------------|----|----|----|-----------|
| | Criadero | | | | | Criadero | | | | |
| | A | B | C | D | Total | A | B | C | D | Total |
| Gerridae* | 3 | 4 | 0 | 6 | 13 | 2 | 4 | 0 | 0 | 6 |
| Mesoveliidae* | 8 | 1 | 2 | 0 | 11 | 0 | 3 | 0 | 1 | 4 |
| Veliidae* | 3 | 3 | 1 | 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| PLEIDAE ** | 0 | 3 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Notonectidae** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 6 |
| Corixidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Odonata (N)** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 5 |
| Ephemeroptera (N)** | 5 | 0 | 2 | 2 | 9 | 4 | 2 | 1 | 1 | 8 |
| Chironomidae | 6 | 10 | 2 | 3 | 21 | 0 | 3 | 2 | 2 | 7 |
| Copepoda | 0 | 13 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cladóceros | 0 | 17 | 5 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ostracoda | 5 | 0 | 2 | 2 | 9 | 23 | 15 | 21 | 18 | 77 |

* Algunas especies son depredadoras, pero fundamentalmente son carroñeros.

** Reconocidos como depredadores.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a: la Universidad del Valle, por el espacio académico ofrecido para la escritura de este trabajo, a Michael Nelson de la Oficina Panamericana de la Salud, por su apoyo intelectual, al programa TDR de la Organización Mundial de la Salud, así como también a la Universidad de Panamá por haberme facilitado la posibilidad de realizar estas observaciones. A Nancy Carrejo, compañera incondicional de muestreos y labores de campo y a Inge Armbrecht por la lectura crítica del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Arnett, R. H. 1947. Notes on the distribution, habits, and habitats of some Panama mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of the New York Entomological Society*. 55: 185-200.
- Breeland, S. G. 1972. Studies on the ecology of *A. albimanus*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 21:751-754.
- Briegel, H. 1990. Fecundity, metabolism and body size in *Anopheles* (Dip.: Culicidae) vectors of malaria. *Journal of Medical Entomology*. 27(5):839-850.
- Faran, M. E. 1980. A revision of the *Albimanus* Section of the sub-genus *Nyssorhynchus* of *Anopheles*. *Contributions of the American Entomological Institute*. 15: 214.
- Fleming, G. 1986. *Biología y ecología de los vectores de la Malaria en las Américas*. OPS/OMS, Washington, D. C.
- Frederikson, E. C. 1993. *Bionomics and control of Anopheles albimanus*. Washington, D. C.: Panamerican Health Organization. 76. (Technical Paper No. 34).
- Henderson, J. M. 1948. The eradication of *Anopheles albimanus* in Puerto Rico. An ecology discussion. Part I. *Mosquitos. News*. 43: 456-459.
- Kumm, H. & H. Zuñiga. 1942. The mosquitoes of El Salvador. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 22: 399-415.
- Laird, M. 1988. *The Natural history of larval mosquito habitats*. Academic Press. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher. N. Y. 555.
- Mekuria, Y., M. A. Tidwell; D. C. Williams & J. D. Mandeville. 1990. Bionomic studies of the *Anopheles* mosquitoes from Dajabon, Dominican Republic. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 6: 651-657.
- Rabinovich, J. E. 1978. Mortalidad y Tablas de vida. *Ecología de Poblaciones Animales. Monografía. OPS* (21): 39-60.
- Salas, M. L., R. González & S. Herrera. 1993. Tabla de vida horizontal de *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) cepa Cartagena y evaluación de su capacidad infectiva bajo condiciones de laboratorio. V Seminario Entomológico. Grupo Entomófilo - Sección de Entomología, U. del Valle. 32-39
- Savage, H. M., E. Rejmankova, J. Y. Arredondo-Jiménez, D. R. Roberts & M. H. Rodríguez. 1990. Limnological and botanical characterization of larval habitats for two primary malarial vectors, *Anopheles albimanus* and *Anopheles pseudopunctipennis*, in coastal areas of Chiapas State, Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 6: 612-620.
- Service, M. W. 1971. Studies on sampling larval populations of the *Anopheles gambiae* Complex. *Bulletin of the World Health Organization*. 45: 169-180.
- Service, M. W. 1985. Population dynamics and mortalities of mosquito pre- adults. En: *Ecology of Mosquitoes*, 1st. de. L. Lounibos, J. Rey, J. Frank. paginas 185-201.
- Shelton, R. M. 1973. The effect of temperatures on development of eight mosquito species. *Mosquito News*. 33 (1): 1-12
- Slobodkin, L. B. 1962. Growth and regulation of animal populations. *Ecology* 51: 823-828.
- Tosi, J. A. 1971. Zonas de vida, una base ecológica para investigaciones silvícolas e inventariación forestal en la República de Panamá. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, Roma, Italia.
- Zetek, J. 1920. *Anopheles* larvae in salt water. *Science*. 52 (1331): 1.