

ARTÍCULO ORIGINAL

**Modelaje del efecto de las trampas con abate sobre la población de aedes aegypti
Model of the abate traps over the aedes aegypti population**

Autores: Dr. Alfredo Valera Sales*, Dra. Aimara Castillo Escriba**.

* Especialista de II Grado en Medicina General Integral. Máster en Longevidad Satisfactoria. Profesor Asistente. Investigador Agregado. Dirección Municipal de Salud. Las Tunas, Cuba.

** Especialista de II Grado en Medicina General Integral. Máster en Longevidad Satisfactoria. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas. Las Tunas, Cuba.

Correspondencia a:

Dr. Alfredo Valera Sales

Correo electrónico: avsales@ltu.sld.cu

RESUMEN

Se realizó una investigación de modelaje, con el objetivo de estudiar los efectos sobre la población del mosquito aedes aegypti, de la incorporación de recipientes con Temephos (trampas con abate), adicionalmente a los recipientes naturales o artificiales que ellos colonizan en su hábitat; debido a que se conoce que el control del vector del dengue es aún la única medida disponible para disminuir la emergencia y transmisión de esta enfermedad viral. Se utilizó la matemática como ciencia principal para la respuesta científica. Los principales resultados indicaron que la probabilidad de sobrevivir los huevos de aedes aegypti, es inversamente proporcional al número de trampas con Temephos, debido a la letalidad de las mismas. Este porcentaje aumenta si se utilizan como trampas objetos preferidos por este mosquito y se usan colores o químicos que lo atraigan más. Disminuir las posibilidades de la puesta de los huevos en los tanques hogareños, contribuye a minimizar una de las desventajas del empleo de abate, la disminución de su efectividad por el recambio de agua. La incorporación de trampas de Temephos en el hábitat de estos culícidos, disminuye la población de aedes aegypti, propiciando su control o erradicación.

Palabras clave: AEDES AEGYPTI; ABATE; TEMEPHOS.

Descriptores: DENGUE /prevención & control; CONTROL DE VECTORES.

ABSTRACT

Modeling investigation was performed in order to study the effects on the population of the aedes aegypti mosquito, incorporating Temephos containers (Abbe traps), in addition to natural or artificial containers that they colonize their habitat , because which is known to control dengue vector is still the only available measure to reduce the emergence and spread of this viral disease. Mathematics was used as primary science for scientific answer. The main results indicated that the probability of surviving eggs of aedes aegypti, is inversely proportional to the number of traps Temephos due to the lethality of the same. This percentage increases if traps are used as objects by this mosquito and preferred colors or chemicals that are used to attract more. Decrease the chances of egg laying in home tanks, helping to minimize one of the disadvantages of using Abbe, decreasing its effectiveness for water exchange. Incorporating Temephos traps in the habitat of culicids decreases the population of aedes aegypti , promoting their control or eradication .

Key words: AEDES AEGYPTI; ABATE, TEMEPHOS.

Descriptors: DENGUE /prevention & control; VECTOR CONTROL.



INTRODUCCIÓN

El dengue es una enfermedad infecciosa producida por un virus de genoma ARN, al cual se le reconocen cuatro serotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4) que son transmitidos por el mosquito aedes aegypti como principal vector. Se manifiesta clínicamente en dos formas principales: la Fiebre del Dengue (FD) también llamada dengue clásico y la forma hemorrágica: Fiebre Hemorrágica del Dengue (FHD) a veces con síndrome de choque por dengue (FHD/SCD). (1)

En el país se realizan ingentes esfuerzos para dar sostenibilidad a la lucha antivectorial y en particular contra el mosquito transmisor del dengue, el aedes aegypti; no obstante, se presentan emergencias debido a altos índices de infestación del vector que conlleva la movilización amplia de recursos en el orden humano, material y financiero. (2) La intensidad de la transmisión está en relación directa, aunque no exclusiva, con la abundancia de mosquitos aedes aegypti en presencia de los virus del dengue en portadores humanos. (1)

El dengue y la fiebre amarilla son dos importantes enfermedades tropicales transmitidas por el aedes aegypti que tienen en la actualidad una alarmante reemergencia, (1) debido a que no se avizora la desaparición a corto plazo de los factores que favorecen esa situación. Esto, unido a los escasos conocimientos que se disponen *in situ* de la bioecología del vector en el ambiente urbano, (2) ha derivado en el fracaso de múltiples campañas destinadas a eliminar o controlar al mosquito transmisor; el cual ha desarrollado una increíble habilidad de colonizar una gama importante de recipientes naturales y artificiales, generados en muchos casos por la actividad humana, que le garantizan sus necesarios sitios de cría; como son

los tanques bajos, depósitos que resultan ser el "recipiente clave" en Cuba.(3, 4)

El control del vector del dengue es aún la única medida disponible para disminuir la emergencia y transmisión de esta enfermedad viral. (5)

En la aplicación de larvicidas durante el control focal de aedes aegypti, el producto químico con muy baja toxicidad para mamíferos y otros animales más frecuentemente utilizado es el Temephos (Abate) al 1% en granos de arena, que tiene una persistencia promedio de 100 días. (1)

¿Qué pasará con la población de aedes aegypti si se incorporan recipientes con abate (trampas con abate), independientemente de los recipientes naturales o artificiales que ellos colonizan en su hábitat; teniendo en cuenta que no se reconocen estudios en este tema? Esta interrogante constituyó la base de la investigación que se recoge en el presente artículo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de modelaje utilizando la matemática como ciencia principal para la respuesta científica. (6) Se presentó la siguiente analogía:

1- Si se tiene un depósito con agua limpia en el hogar y se incorporan recipientes con abate (trampas con abate) ¿Qué probabilidad existe de que una mosquita ponga los huevos en el recipiente de agua limpia? ¿Qué probabilidad de sobrevida tendrán los huevos, teniendo en cuenta la probabilidad de puesta de huevos en esos recipientes y la letalidad o efectividad del abate?. Se realizaron los cálculos por cada incorporación de trampas con abate (desde una hasta 20), y para una efectividad o letalidad del abate de un 80% y un 100%.

$$\begin{array}{r}
 \frac{\text{TOTAL DE RECIPIENTES}}{100} = \frac{\text{RECIPIENTE AGUA LIMPIA DEL HOGAR}}{\text{PROBABILIDAD PUESTA AGUA LIMPIA}} \\
 \text{PROBABILIDAD PUESTA AGUA LIMPIA} = \frac{100 \times \text{RECIPIENTE AGUA LIMPIA DEL HOGAR}}{\text{TOTAL DE RECIPIENTES}} \\
 \frac{\text{TOTAL DE RECIPIENTES}}{100} = \frac{\text{RECIPIENTE ABATE (TRAMPAS)}}{\text{PROBABILIDAD PUESTA RECIPIENTES ABATE (PPRA)}} \\
 \text{PPRA} = \frac{100 \times \text{RECIPIENTE ABATE (TRAMPAS)}}{\text{TOTAL DE RECIPIENTES}} \\
 \frac{\text{PPRA}}{100} = \frac{\% \text{ LETALIDAD ABATE PPRA}}{\% \text{ LETALIDAD ABATE}}
 \end{array}$$

$$\% \text{ LETALIDAD ABATE PPRA} = \frac{\% \text{LETALIDAD ABATE} \times \text{PPRA}}{100}$$

$$\text{PROBABILIDAD DE SOBREVIDA HUEVOS} = 100 - \% \text{ LETALIDAD ABATE PPRA}$$

2 - Si se tiene un depósito con agua del hogar ya abatizado y se incorporan otros recipientes con abate (trampas con abate) ¿Qué probabilidad existe de que una mosquita ponga los huevos en el recipiente del hogar ya abatizado? ¿Qué probabilidad de sobrevida tendrán los huevos, teniendo en cuenta

la probabilidad de puesta de huevos en esos recipientes y la letalidad o efectividad del abate? Se realizaron los cálculos por cada incorporación de trampas con abate (de 1 hasta 20), y para una efectividad o letalidad del abate de 80% y 100%.

$$\text{PROBABILIDAD DE SOBREVIDA HUEVOS} = 100 - \% \text{ LETALIDAD ABATE ESTUDIADA}$$

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el estudio de modelaje se obtuvo que la probabilidad de la puesta de huevos en un recipiente con agua limpia en el hogar, disminuye en relación con el aumento del número de trampas con abate (**tabla 1**).

TABLA 1. Probabilidad de la puesta de huevos de la mosquita aedes en un recipiente con agua limpia en el hogar, en relación con el número de trampas con abate

No. de trampas con abate	%
1	50
2	33,3
3	25
4	20
5	16,6
6	14,2
7	12,5
8	11,1
9	10
10	9,09
11	8,3
12	7,6
13	7,14
14	6,6
15	6,25
16	5,8
17	5,55
18	5,26
19	5
20	4,7

Es significativo que sólo usando una trampa se disminuya la probabilidad en un 50%, lo que significa en la práctica que, si colocamos una trampa de abate por cada depósito de agua limpia en el hogar, hay un 50% de probabilidad de que la mosquita ponga en recipientes con abate. Este porcentaje debe aumentar si son objetos preferidos por este mosquito, (3) colores o químicos que lo atraigan más. (1)

Podrían utilizarse otros larvicidas (químicos o biológicos), (1, 5) hay que tener en cuenta que especies de peces larvivoros han sido capaces de reducir hasta en un 80% las larvas; según se demuestra en estudios realizados con más de 6000 recipientes con agua, en 2400 familias chinas, habiendo precisado los investigadores que cada pez podía ingerir 31,33 larvas de aedes aegypti por cada 0,4 g de peso. (1)

Si se tiene un depósito con agua limpia en el hogar y se incorporan cuatro trampas con abate, la probabilidad de sobrevida de los huevos es de un 36% (**tabla 2**). Colocando la trampa número 20 la probabilidad de sobrevida de los huevos es de un 23.76%. Para poner en práctica ésta analogía, habrá que poner por cada depósito de agua sin abatizar en el hogar, un número de trampas con abate. La efectividad del abate en este caso fue calculada al 80%. Para mantener una efectividad del abate en tanques o depósitos con agua removible en el hogar, debe gastarse mucho más producto y una atención óptima por personal especializado, aun así pierde efectividad según el número de recambio de agua. (7) Si se mantienen recipientes estables con abate (trampas) el gasto sería mucho menor y con una efectividad superior que en los recipientes con recambio de agua.

Respecto al cálculo de la efectividad del abate al 80% (**tabla 2**) y al 100 % (**tabla 3**), se propuso así teniendo en cuenta varios reportes que definen que en el país existen cepas resistentes y sensibles. (7, 8)

TABLA 2. Probabilidad de sobrevida de los huevos teniendo en cuenta: el número de trampas con abate, la probabilidad de puesta de huevos en recipientes de agua limpia del hogar o con abate (trampas) y la letalidad del abate al 80%

No. de trampas con abate	PPRA (%)	Probabilidad de sobrevida (%)
1	50	60
2	72.7	41.84
3	75	40
4	80	36
5	83.4	33.28
6	85.8	31.36
7	87.5	30
8	88.9	28.88
9	90	28
10	90.91	27.18
11	91.7	26.64
12	92.4	26.08
13	92.86	25.72
14	93.4	25.18
15	93.75	25
16	94.2	24.64
17	94.45	24.44
18	94.74	24.21
19	95	24
20	95.3	23.76

Fuente: Aplicación matemática

En la **tabla 3** el cálculo fue realizado para una efectividad del abate de un 100%; y con el uso de cuatro trampas de abate se llegó a una sobrevida de un 20%. Si a esto se añade lo comentado anteriormente, los resultados serían muy superiores.

Cuando se tiene un depósito con agua del hogar ya abatizado y se incorporan otros recipientes con abate (trampas con abate), calculando la letalidad del abate al 80%, no importa el número de trampas con abate incorporadas, la sobrevida de los huevos será de un 20%. Si se varía la efectividad del abate al 100%, independientemente del número de trampas con abate incorporadas, la sobrevida de los huevos será de un cero por ciento.

Para llevar a la práctica los resultados del estudio, se debe aplicar abate a los recipientes de las casas e incorporar un número de trampas con Temephos; lo que es oportuno utilizar cuando exista epidemia o para erradicar el vector totalmente, ya que al aumentar el número de trampas con abate, aumenta la posibilidad de puesta de huevos en las mismas y

disminuye la de su puesta en los tanques y, con ello, las desventajas que provoca el recambio de agua de los tanques sobre la efectividad del abate.

TABLA 3. Probabilidad de sobrevida de los huevos teniendo en cuenta: el número de trampas con abate, la probabilidad de puesta de huevos en recipientes de agua limpia del hogar o con abate (trampas) y la letalidad del abate al 100%

No. de trampas con abate	PPRA (%)	Probabilidad de sobrevida (%)
1	50	50
2	72.7	33,3
3	75	25
4	80	20
5	83.4	16,6
6	85.8	14,2
7	87.5	12,5
8	88.9	11,1
9	90	10
10	90.91	9,09
11	91.7	8,3
12	92.4	7,6
13	92.86	7,14
14	93.4	6,6
15	93.75	6,25
16	94.2	5,8
17	94.45	5,55
18	94.74	5,26
19	95	5
20	95.3	4,7

Fuente: Aplicación matemática

Otra ventaja de tratar los depósitos hogareños a no tratarlos, es que gran cifra de mosquitos adultos estaría emergiendo durante el vertimiento del agua del depósito a la tierra, alcantarillado u otra fuente de disposición final de residuales líquidos, por acción antropogénica. Las pupas de aedes aegypti extraídas de su medio acuático pueden permanecer con vida varias horas en tierra, completar su metamorfosis y emerger hasta mosquitos adultos. (9) No obstante, también tiene ventajas que ya fueron comentadas, poner solo las trampas de abate sin tratar los depósitos del hogar.

En un estudio de Chang Camero en La Habana refiere que, los depósitos no útiles eliminables, resultaron los preferidos por el culicido para la

puesta (43,95 %), con elevada diversidad entre ellos (54,28 %), las larvitrampas ocuparon 15,15 % de positividad, (10) lo que constituye una propuesta atractiva para la confección de trampas con abate, y una ventaja documentada para los resultados de este estudio, deduciendo que sean superiores las probabilidades de puesta en las trampas con abate.

Los factores de mayor importancia para la extensión e incremento de las epidemias de dengue, están relacionados con cambios en la ecología humana, los cuales propician un mayor contacto con el aedes aegypti. En esta compleja interacción participan factores del virus, del huésped, del vector, del ambiente y del clima; de los cuales varios estudios informan ampliamente (11-20) y han complementado elementos de juicio para esta investigación, que concluye afirmando que la incorporación de trampas de abate en el hábitat de estos culícidos, disminuye la población de aedes aegypti, propiciando su control o erradicación; pudiéndose utilizar también otros larvicidas y peces larvívoros en trampas.

CONCLUSIONES

La incorporación de trampas con abate en el hábitat de estos culícidos, disminuye la población de aedes aegypti, propiciando su control o erradicación. Sin aplicar abate al recipiente de la casa e incorporando un número de trampas con abate, la probabilidad de sobrevivencia de los huevos de aedes aegypti, es inversamente proporcional al número de trampas con Temephos y su letalidad. Al aplicar abate al recipiente del hogar e incorporar un número de trampas con abate, la probabilidad de sobrevivencia de los huevos de aedes aegypti es de un 20% (cuando la letalidad del abate es del 80%) y de un cero por ciento (cuando la letalidad del abate es del 100%); no importando el número de trampas con abate. Los resultados mejoran si las trampas son objetos preferidos por este mosquito y si se usan colores o químicos que lo atraigan más. Además, al disminuir las posibilidades de puesta en los tanques hogareños, se evita la disminución de la efectividad del abate por el recambio de agua en los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Dengue [monografía en CD-ROM]. Martínez Torres Eric. CDS, Ediciones digitales ISBN 959-7158-07-8. Informática para la salud. La Habana, 2003.
2. Noriega Bravo Vivian de las Mercedes. Procedimiento para evaluar procesos en los grupos de control de vectores. Rev Cubana Hig Epidemiol [revista en la Internet]. 2011 Abr [citado 2014 Ene 23]; 49(1): 84-92. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000100014&lng=es
3. Diéguez Fernández Lorenzo, Sosa Cabrera Irismarys, Pérez Arruti Adolfo Eusebio. La impostergable participación comunitaria en la lucha contra el dengue. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2013 Jun [citado 2014 Ene 23]; 65(2): 272-276. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602013000200015&lng=es.
4. Diéguez Fernández Lorenzo, Cabrera Fernández Sonia María, Prada Noy Yasnaya, Cruz Pineda Carlos, Rodríguez de la Vega Ricardo. Aedes (St.) aegypti en tanques bajos y sus implicaciones para el control del dengue en Camagüey. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2010 Ago [citado 2014 Ene 23]; 62(2): 93-97. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000200002&lng=es.
5. Ricardo Leyva Yanelys, Rodríguez Coto María Magdalena, Bisset Lazcano Juan A., Pérez Insueta Omayda, Sánchez Valdés Lizet. Eficacia del pyriproxifeno para el control de Aedes (S) aegypti (Diptera: Culicidae) en cepas con diferentes niveles de resistencia a temefos. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2010 Dic [citado 2014 Ene 23]; 62(3): 224-229. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000300010&lng=es.
6. Alemán Rodríguez Rafael, Yera Carbonell Gisela del Carmen. La interdisciplinariedad en ciencias médicas y la matemática. Rev Cubana Hig Epidemiol [revista en la Internet]. 2011 Dic [citado 2014 Ene 23]; 49(3): 490-498. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000300016&lng=es.
7. Rodríguez María Magdalena, Bisset Juan A., Pérez Omayda, Montada Domingo, Moya Mayra, Ricardo Yanelys et al. Estado de la resistencia a insecticidas y sus mecanismos en Aedes aegypti en el municipio Boyeros. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2009 Ago [citado 2014 Ene 23]; 61(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602009000200010&lng=es
8. Rodríguez María Magdalena, Bisset Juan A., Pérez Omayda, Ramos Francisco, Risco Grisel E.. Modo de herencia de la resistencia a temefos (abate) en Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) de Cuba. Rev Cubana

- Med Trop [revista en la Internet]. 2006 Ago [citado 2014 Ene 23]; 58(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602006000200008&lng=es.
9. Popa Rosales Julio César, Castillo Quesada Rosa María, Pérez Menzies Mirtha Gladys, Figueredo Sánchez Daisy, Montada Dorta Domingo. 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 [revista en la Internet]. 2011 Ago [citado 2014 Ene 23]; 49(2): 173-182. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000200004&lng=es.
 10. Chang Camero Yalina, Lugo Mendosa Jorge, Barceló Rodríguez Greta, Martínez García Jaime, Chao Sautie María Isabel. Depósitos observados con larvas de Aedes aegypti durante el uso operacional del biolarvicida Bactivec. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2013 Abr [citado 2014 Ene 23]; 65(1): 90-98. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602013000100010&lng=es.
 11. WHO. Dengue y dengue hemorrágico. Nota descriptiva N-117. Revisión de mayo, 2008. Geneva: WHO media centre; 2009. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
 12. Kyle JL, Harris E. Global spread and persistence of dengue. Annual. Review. Microbiology. 2008;62:71-92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18429680>
 13. Dehecq JS, Baville M, Marqueron T, Mussard R, Filleul L. The reemergence of the chikungunya virus in Reunion Island on 2010. Evaluation of the mosquito control practices. Bull Soc Pathol Exot. 2011; 2: 153-60.
 14. Valdés Miró Vivian, Reyes Arencibia Mayra, Marquetti Fernández María del Carmen, González Broche Raúl. Riqueza de especies de mosquitos, distribución y sitios de cría en el municipio Boyeros. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2013 Abr [citado 2014 Ene 23]; 65(1): 131-136. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602013000100015&lng=es.
 15. Eisen L, Bolling BG, Blair CD, Beaty BJ, Moore CG. Mosquito species richness, composition and abundance along habitat-climate-elevation gradients in the northern Colorado front range. J Med Entomol. 2008; 45(4): 800-11.
 16. Marquetti Fernández María del Carmen, Leyva Silva Maureen, Bisset Lazcano Juan, García Sol Aimara. Recipientes asociados a la infestación por Aedes aegypti en el municipio Lisa. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2009 Dic [citado 2014 Ene 23]; 61(3): 232-238. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602009000300005&lng=es.
 17. Diéguez Fernández Lorenzo, Cabrera Fernández Sonia María, Prada Noy Yasnaya, Cruz Pineda Carlos, Rodríguez de la Vega Ricardo. Aedes (St.) aegypti en tanques bajos y sus implicaciones para el control del dengue en Camagüey. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2010 Ago [citado 2014 Ene 23]; 62(2): 93-97. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000200002&lng=es.
 18. Diéguez Fernández Lorenzo, Cabrera Fernández Sonia María, Prada Noy Yasnaya, González Larrinaga Eddy, Rodríguez de la Vega Ricardo. Estudios bioecológicos de Aedes (St.) aegypti en un área urbana de Camagüey con baja densidad del vector. Rev Cubana Med Trop [revista en la Internet]. 2011 Abr [citado 2014 Ene 23]; 63(1): 64-69. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602011000100010&lng=es.
 19. Diéguez Fernández Lorenzo, Prada Noy Yasnaya, Guerra Murgas Niester, Cabrera Fernández Sonia María. Relevancia epidemiológica de vectores presentes en un Área de Salud de Camagüey. AMC [revista en la Internet]. 2011 Feb [citado 2014 Ene 23]; 15(1): 1-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552011000100008&lng=es.