

Aplicación de la predicción meteorológica para el pronóstico de la abundancia potencial del *Aedes aegypti* en Buenos Aires

R. Bejarán

Dpto. de Cs. de la Atmósfera, Universidad de Buenos Aires, Argentina
Correio eletrônico: bejaran@at.fcen.uba.ar

A. de Garín

Dpto. de Cs. de la Atmósfera, Universidad de Buenos Aires, Argentina
Correio eletrônico: aliciadegarín@yahoo.com.ar

N. Schweigmann

Dpto. de Cs. Biológicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina
Correio eletrônico: nicolas@bg.fcen.uba.ar

Resumo

O mosquito *Aedes aegypti* é o mesmo vetor urbano da dengue e da febre amarela. A cidade de Buenos Aires foi afetada pela epidemia de febre amarela durante a segunda metade do século XIX e começo do XX. Entre as décadas de 1920 e 1950, o monitoramento foi descontínuo, mas quando vindo de fora, a abundância desse mosquito na cidade foi muito baixa e em 1967 ele foi declarado erradicado. Em 1995, ele foi detectado na cidade e tardio monitoramento do mosquito produziu uma importante elevação de sua abundância. Por outro lado, a preferência de muitos turistas argentinos pelo Brasil, América Central e as ilhas do Caribe (em muitos casos, zonas endêmicas de dengue), tem intensificado o risco de entrada do vírus em Buenos Aires. Devido a isto, um método de detecção da abundância potencial ovos de *Ae. aegypti* foi desenvolvido. O método é baseado nas condições de atmosfera limitantes para a sobrevivência do adulto e também considera o impacto meteorológico sobre os dados de desenvolvimento do ciclo gonotrópico. Neste texto, predições climáticas e meteorológicas são usadas como *input* no desenvolvimento do método. A comparação com dados permitirá avaliar a performance do modelo. Os resultados mostram que o modelo permite detectar o início do período de atividade desta espécie e também inferir, com algumas semanas de antecipação, momentos estratégicos para a aplicação de métodos de controle.

Palavras-chave

Aedes aegypti – abundância populacional – prognóstico meteorológico – prognóstico climático.

Terra Livre	São Paulo	Ano 19 - vol. I - n. 20	p. 171-178	jan/jul. 2003
-------------	-----------	-------------------------	------------	---------------

Introducción

La presencia del mosquito *Aedes aegypti* representa un riesgo para la salud humana, pues es el vector de la fiebre amarilla y del dengue.

En Buenos Aires los brotes epidémicos de la fiebre amarilla que ocurrieron durante la segunda mitad del siglo XIX y los primeros años del XX confirman que el ambiente de la ciudad ha sido adecuado para el *Ae. aegypti*. En las distintas campañas realizadas en las décadas del 50 y 60, su detección fue rara y fue declarado erradicado en el continente americano en 1967. Sin embargo, en 1991 fue detectado en áreas urbanas cercanas a Buenos Aires, y en 1995 fue detectado dentro de la ciudad. El crecimiento de la población de esta especie durante los años siguientes fue explosivo.

La posible entrada del virus del dengue en la ciudad representa un serio riesgo sanitario, teniendo en cuenta el aumento en el intercambio comercial entre los países del Mercosur y a la preferencia de muchos turistas de Argentina por las playas del Brasil, de América Central y de las islas del Caribe, zonas que son consideradas epidémicas. Está clara la necesidad de diseñar estrategias preventivas haciendo campañas para persuadir a la población a que reduzcan al mínimo el número de los criaderos potenciales (recipientes del uso doméstico que pudiesen contener agua), y optimizar el uso de los métodos de control del vector. El previo conocimiento de la favorabilidad ambiental para crecimiento de la población de la especie permite intensificar, de manera oportuna, las campañas de control y toma de conciencia por parte de la población.

Bejarán et al. (2000) han desarrollado un índice biometeorológico (NOPs) que permite deducir el control potencial de la población del *Ae. aegypti* y, por otra parte, determinar el número de las oviposiciones potenciales semanales en hembras cuya esperanza de vida es de 17 días.

Los datos necesarios para el cómputo del índice son los extremos diarios de temperatura y el déficit diario de vapor de agua para la estimación de la supervivencia de hembras, y la temperatura media diaria para los índices diarios del desarrollo del ciclo gonadotróficos.

El uso de pronósticos meteorológicos para determinar este índice puede ser una herramienta eficaz para una adecuada anticipación de la abundancia potencial del mosquito (Carbajo et al., 2001), contribuyendo al proceso de toma de decisión dentro del marco de la salud pública.

Por otra parte, los pronósticos climáticos que durante la década pasada experimentaron un avance notorio permiten realizar predicciones de la favorabilidad atmosférica para el desarrollo de esta especie. Considerando la previsibilidad de los eventos EL Niño y La Niña, y teniendo en cuenta la significancia de las señales entre estos eventos y el índice biometeorológico que de Garín et al. (2002) han estudiado para diversos lugares de Argentina.

Para Buenos Aires, se encontró una señal significativa con el evento EL Niño / La Niña que favorecería el crecimiento de la población del mosquito, aunque el impacto no es tan pronunciado como para otros lugares del país.

En este trabajo, los pronósticos climatológicos y meteorológicos son aplicados para predecir la abundancia de *Ae. aegypti*, usando el índice NOPs.

Las predicciones se comparan con los valores de la abundancia de los huevos del mosquito, obtenidos en campo con las ovitrampas (Garín et al., 2002). Los resultados muestran una buena capacidad predictiva con ambos métodos de pronóstico.

Métodos

Índice biometeorológico

La estimación del índice NOPs implica la determinación de los días letales para las hembras de *Ae. aegypti*, dentro de la esperanza de vida media, de acuerdo a las siguientes situaciones (Bejarán et al., 2000):

- . temperatura máxima diaria mayor o igual a 40°C;
- . temperatura mínima diaria menor o igual a 0°C;
- . persistencia durante 10 días de un déficit de vapor de agua medio mayor a 15mb;
- . persistencia durante 5 días de un déficit de vapor de agua medio mayor a 20mb;
- . persistencia durante 3 días de un déficit de vapor de agua medio mayor a 25mb;
- . persistencia durante 2 días de un déficit de vapor de agua medio mayor a 30mb;
- . temperatura máxima diaria menor a 15°C durante más de 5 días.

Los días de posible oviposición son determinados para las hembras que emergen dentro de días no-letales mediante el cálculo de las tasas diarias de desarrollo del ciclo gonadotrófico, según el modelo de cinética enzimática (Sharpe; DeMichele, 1977), ajustado por Focks et al. (1993), usando la expresión:

$$T_g = 7.23 \times 10^4 T \exp[26.55 - (7914 / T)] / \{1 + \exp[1976.84 - (883986 / T)]\} \quad (1)$$

donde T es la temperatura media diaria.

La primera oviposición ocurrirá el día para el cual la tasa de acumulación alcanza el valor 1, y para los siguientes días cuando alcanza 0,58.

En una serie temporal, considerando una esperanza media de vida de 17 días y tomando para cada día una nueva hembra emergente, el número diario de oviposiciones potenciales (NOPd) variará entre 0 y 17. Para el período de siete días, el número de las oviposiciones potenciales para un día i se define como:

$$NOPs_i = \sum_j NOPd_j, \quad \text{con } i - 7 < j \leq i$$

Pronóstico biometeorológico

Los valores de NOPs se asocian significativamente a la detección de los huevos de *Ae. aegypti* en campo, y su relación con la abundancia de huevos se puede expresar como (Carbajo et al., 2001):

- Detección de mosquitos adultos en campo : primera semana con NOPs > 15
- Comienzo de las oviposiciones: segunda semana con NOPs > 15

- $\ln [n + 1] = 0,218 \text{ NOPs} - 0,896$, si $\text{NOPs} > 15$

donde n es el número de huevos.

Por otra parte, una significativa correlación positiva se ha observado entre NOPs y la abundancia de adultos con un lag de aproximadamente 3 semanas (Carbajo et al., 2001).

Para predecir la abundancia potencial de huevos, se generó una serie de valores climatológicos de las variables atmosféricas, incorporando los valores de los pronósticos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) a 24, 48 y 72 horas, para el período que va entre septiembre de 1998 y abril de 1999. Las condiciones meteorológicas anteriores a cada predicción también fueron tomadas de la información proporcionada por el SMN.

Esta fuente fue elegida para evaluar operativamente la aplicación del método en una red de salud pública.

Pronósticos bioclimatológicos

Las series meteorológicas históricas han permitido construir los correspondientes valores de abundancia potencial de huevos de *Ae. aegypti* para Buenos Aires, estableciendo diferencias significativas entre los períodos EL Niño o La Niña con situaciones neutrales (Garín et al., 2002). Los pronósticos de ocurrencia de eventos El Niño/ La Niña son provistos por varias organizaciones meteorológicas, y estos son usados para hacer una predicción a largo plazo de la abundancia potencial de los huevos de *Ae. aegypti* para el período estudiado.

Resultados

Pronósticos biometeorológicos

Distintos ejemplos de la evolución pronosticada de la abundancia potencial de huevos de *Ae. aegypti* para Buenos Aires y de la abundancia observada con los ovitrampas para diversos días dentro del período analizado se muestran en la Figura 1.

Pronóstico bioclimatológicos

Las series pronosticadas y observadas de abundancia de los huevos de *Ae. aegypti* para el evento La Niña se muestran en la Figura 2. En ella se puede apreciar que la predicción es buena al principio de la actividad reproductiva de la especie, y que esta buena concordancia es observada hasta que se alcanza una “meseta” debido a que la población de hembras se mantiene constante de acuerdo al método utilizado.

El modelo de pronóstico propuesto explica el 56% de la variación de la abundancia observada.

Sin embargo, la alta correlación que se obtiene cuando se utiliza un lag de 3 semanas entre los NOPs y la abundancia de hembras sugiere un crecimiento de la población y en consecuencia de oviposiciones hasta 3 semanas después de alcanzar el valor de la “meseta”.

Figura 1
Evolución temporal de la abundancia potencial de huevos de *Ae. Aegypti* pronosticada y observada para Buenos Aires para diversos días dentro del período analizado

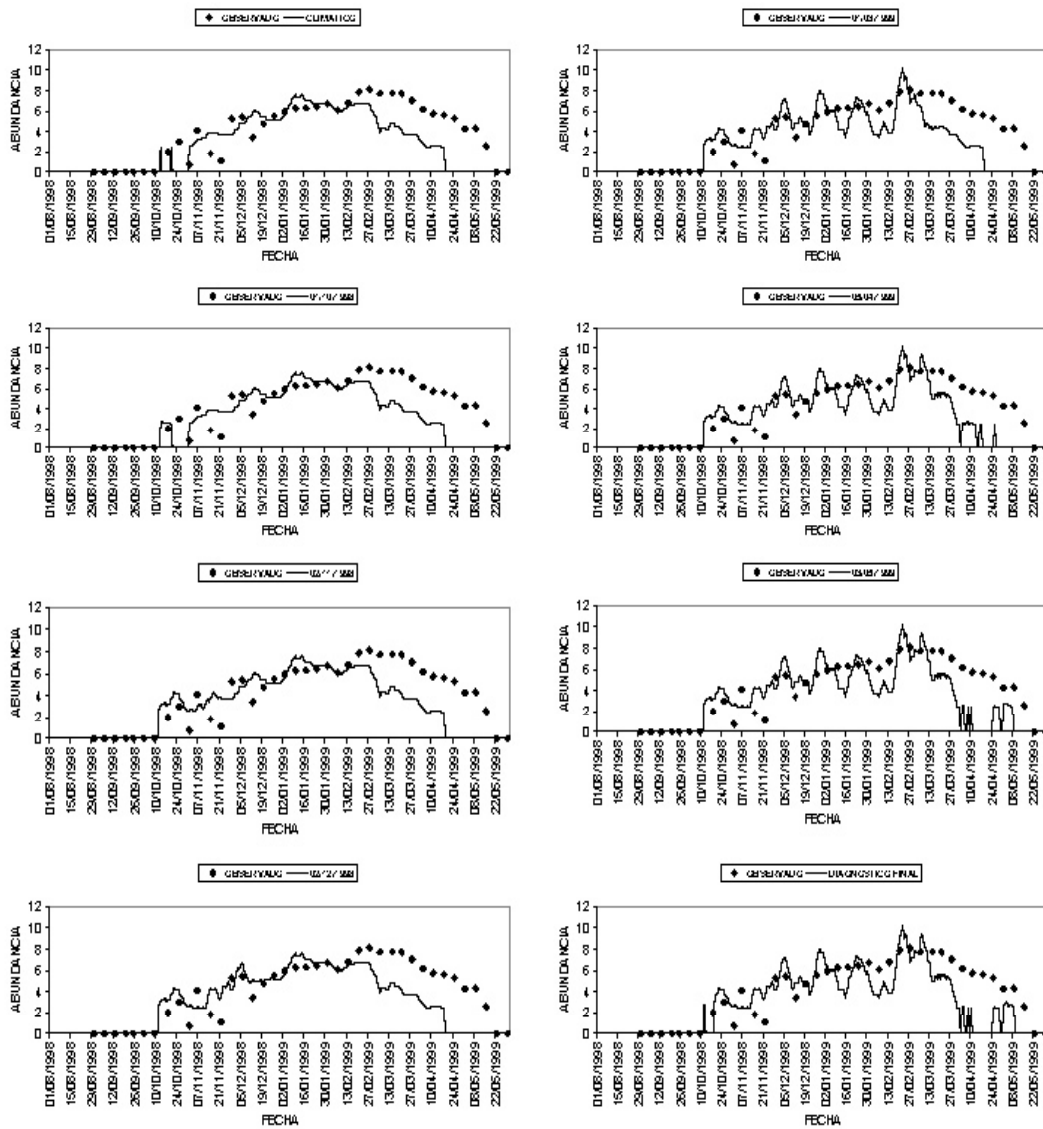
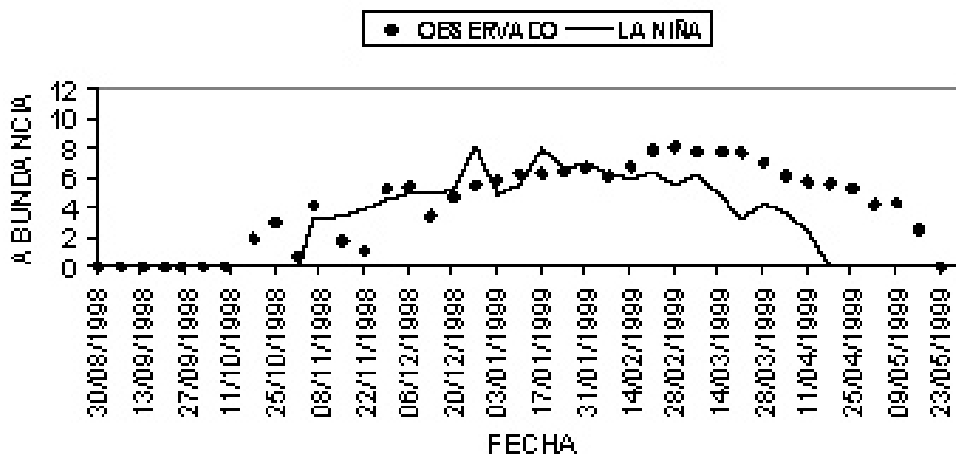


Figura 2
Evolución temporal de la abundancia de *Aedes aegypti* pronosticada y observada



Discusión

Puede ser deducido del análisis realizado que la predicción a largo plazo, usando pronósticos de eventos La Niña, permitiría hacer una valoración adecuada de los niveles de abundancia de *Ae. aegypti*, aunque no al comienzo y al final del período reproductivo del especie.

Asimismo, las diferencias entre la abundancia observada y pronosticada desde mediados de febrero podrían estar asociadas a la restricción metodológica de mantener una población de hembras constante.

Por otra parte, usando una serie de variables atmosféricas a nivel diario, la predicción a corto plazo resulta muy alentadora a partir del mes de agosto, detectando la fecha de comienzo de las oviposiciones.

Además, los niveles de abundancia predichos muestran un comportamiento similar a los observados en campo, hasta mediados de febrero. La finalización del periodo de actividad de la especie se detecta con una anticipación de dos meses.

Agradecimientos

El presente estudio ha sido realizado dentro del marco del proyecto UBACYT IX 01.

Bibliografía

- BEJARÁN, R. et al. Control atmosférico del estado adulto de *Aedes aegypti* y la posibilidad de transmisión del virus del dengue en Argentina. *Meteorologica*, v. 25 , n 1-2, p. 57-66, 2000.
- CARBAJO, A. et al. Dengue transmission risk maps of Argentina. *Tropical Medicine & International Health*, v. 6, n. 3, p. 170-183, 2001.
- DE GARÍN, A. BEJARÁN, R. SCHWEIGMANN, N. Eventos El Niño y La Niña y su relación con la abundancia potencial del vector del dengue en Argentina. In: *TEMAS de Actualización en Artropodología Sanitaria Argentina*. Buenos Aires, 2002 (Serie Enfermedades Transmisibles, Publicación Monográfica 2), p 139-147.
- DE GARÍN A. et al. Atmospheric control on populations of *Aedes aegypti* in Buenos Aires (Argentina). *International Journal of Biometeorology*, v. 44, n. 3, p. 148-156, 2000.
- FOCKS, D.; HAILE, D. MOUNT, G. Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Analysis of the literature and model development. *J. Med. Entomol.*, n. 30, p. 1003-1017, 1993.
- SHARPE, P. DEMICHELE, D. Reaction kinetics of poikilotherm development. *J. Theor. Biol.*, n. 64, p. 649-670, 1977.

RESUMEN

El mosquito *Aedes aegypti* es el vector urbano, tanto del dengue como de la fiebre amarilla. La ciudad de Buenos Aires fue afectada por una epidemia de fiebre amarilla durante la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del XX. Entre las décadas de 1920 a 1950 el control fue discontinuo pero, cuando el mosquito vino de fuera, su proliferación en la ciudad fue muy baja, y en 1967 fue declarado erradicado. En 1995 fue nuevamente detectado en la ciudad y un control tardío aumentó mucho su abundancia. Por otra parte, la preferencia de muchos turistas argentinos por Brasil, América Central y las islas del Caribe (en muchos casos zonas endémicas del dengue) intensificó el riesgo de la entrada del virus a Buenos Aires y, debido a eso, se desarrolló un método de determinación de la abundancia potencial de huevos de *Ae. Aegypti*. El mismo se basa en las condiciones atmosféricas que limitan la supervivencia del adulto y también considera el impacto meteorológico sobre los datos del desarrollo del ciclo gonotrópico. En ese texto, los pronósticos climáticos y meteorológicos se usan como aporte para desarrollar el método, mientras que la comparación con los datos permite evaluar el

ABSTRACT

The mosquito *Aedes aegypti* is the same urban vector for the dengue and the yellow fever. The city of Buenos Aires was affected by epidemic outbreaks of yellow fever during the second half of the 19th century and beginning of the 20th. Between the decades of 1920 and 1950, the monitoring had been discontinuous but, when properly carried out, the abundance of this mosquito in the city was very low, and in 1967 it was declared eradicated. In 1995, it came to be detected in the city; later a mosquito surveillance showed an important growth in its abundance. Besides, the preference of many Argentine tourists for Brazil, Central America and the Caribbean islands (in many cases endemic zones of dengue), has increased the risk of this virus' entrance in Buenos Aires. Due to this, a forecast method of potential abundance of *Ae. aegypti* eggs has been developed. Method is based on the limiting atmospheric conditions for the survival of adults, also considering the meteorological impact on development rates of the gonotrophic cycle. In this paper, climatic and meteorological predictions are used as input of the developed method. Comparison with ovitraps field data allows to evaluate the performance of the model.

desempeño del modelo. Los resultados muestran que el modelo permite detectar el comienzo del período de actividad de la especie y también determinar, con algunas semanas de anticipación, los momentos estratégicos para la aplicación de los métodos de control.

PALABRAS-CLAVE

Aedes aegypti – proliferación de la población – pronóstico meteorológico – pronóstico climático.

Results show that the model suitably detects the beginning of the species' period of activity, and allows to infer strategic moments for the application of control methods several weeks in advance.

KEY WORDS

Aedes aegypti – Buenos Aires – metological predictions – climatic predictions.

Recebido para publicação em 6 de dezembro de 2002.