



Aedes aegypti. Entre los extremos de las alas el insecto mide unos 1,8cm. Dibujo Amedeo Terzi, Wellcome Trust.

Arnaldo Maciá

Facultad de Ciencias Naturales y
Museo, UNLP

Las ‘tácticas’ de *Aedes aegypti*

A*edes aegypti* es un pequeño mosquito de hábitos crepusculares o diurnos difícil de distinguir de otras especies parecidas. Es originario de África y conocido por la ciencia desde el siglo XVIII. Está hoy presente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, y constituye un riesgo para la salud pública, pues transmite comprobadamente, por lo menos, fiebre amarilla urbana, dengue, zika y chicunguña, enfermedades virales que originaron epidemias en varios países en los últimos años. Entre los mosquitos perniciosos tal vez solo sea superado en los estragos que causa por los del género *Anopheles*, transmisores de malaria. Su adaptación al ambiente urbano y a los domicilios de la gente – es decir, el hecho de que sea un insecto *sinantrópico* (‘que vive con humanos’)– es una de las principales causas de que resulte tan nocivo.

En esta nota trato algunos de los procesos biológicos (los que podrían denominarse ‘tácticas’, o ‘estrategias’) que posibilitan esa asociación, sin entrar en las facetas virológicas, genéticas y sociológicas de la epidemiología de las mencionadas enfermedades, de las que el mosquito no es el causante sino el transmisor o *vector*.

Los rasgos de la especie que favorecen la cohabitación domiciliaria de estos mosquitos se advierten a todo lo largo de sus estados su desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto.

Huevos

Las hembras de *A. aegypti* son *hematófagas*, es decir, se alimentan de sangre. Luego de digerir la que succiona-

¿DE QUÉ SE TRATA?

La entomología puede explicar muchos de los mecanismos biológicos que convierten al mosquito transmisor de dengue, chicunguña, zika y fiebre amarilla en un insecto domiciliario.

ron de personas o de animales, depositan sus huevos en las paredes internas de recipientes con agua, a la altura de su unión con el aire. Floreros de cementerios, neumáticos desechados y baldes son, entre otros, los recipientes más utilizados, aunque también pueden aprovechar receptáculos naturales en plantas como bromelias y bananos, huecos en troncos de árboles, etcétera. Si el agua los cubre, los huevos eclosionan y de cada uno emerge una larva; si no los cubre, permanecen sin eclosionar, pero el embrión sigue vivo por varios meses, es decir, los huevos quedan en *diapausa*.

Los huevos de varias especies de mosquitos poseen estas características, pero los de *A. aegypti* exhiben mayor resistencia a la desecación, como lo demostraron los investigadores japoneses Teiji Sota y Motoyoshi Mogi, respectivamente de las universidades de Kyoto y Saga, quienes sometieron huevos de cinco especies del género *Aedes* —tres que viven en bosques y dos en medio urbano— a diferentes lapsos fuera del agua combinados con distintas humedades relativas ambiente. Constataron que *A. aegypti* fue el que más resistió la ausencia de agua, lo que ayudaría a explicar que la especie se adapte a la vida domiciliaria incluso en zonas áridas. Esa característica permite que los huevos del insecto sobrevivan al invierno en recipientes secos, cuando no podrían eclosionar por las bajas temperaturas, aunque hubiera agua suficiente.

Por eso es muy importante para el control de la especie eliminar recipientes que puedan actuar como cria-

deros, en los cuales puede haber huevos que no se ven —pues miden alrededor de medio milímetro de largo— protegidos por paredes rígidas de baldes, latas o tanques. El comercio internacional de neumáticos usados que contenían huevos diseminó a *A. aegypti* en forma veloz y por gran parte del mundo.

Larvas

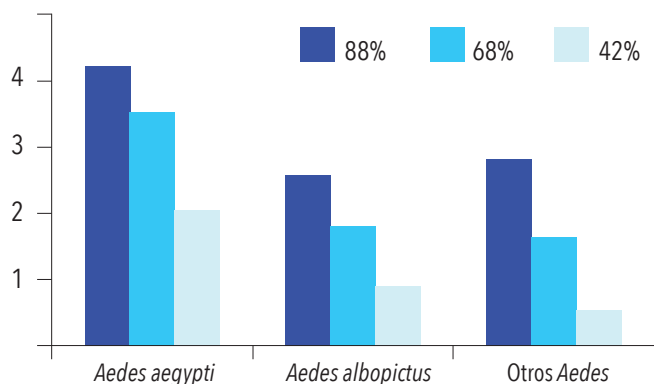
La resistencia de las larvas de *A. aegypti* a la escasez de alimento es mayor que la de otras especies de mosquitos con hábitos similares. Esto las beneficia si crecen en receptáculos artificiales, en que puede haber menos comida que en ambientes naturales como huecos en árboles.

Una forma de procurar la reducción de poblaciones de mosquitos es recurrir a sus enemigos naturales, sean predadores, patógenos o parásitos. Tal *control biológico* no suele tener los efectos ambientales adversos de muchos insecticidas químicos. Así, los peces son predadores eficientes de larvas y pueden reducir o eliminar sus poblaciones. Hay virus, bacterias, hongos, protozoos y gusanos nemátodos que perjudican o matan mosquitos. Pero, a pesar de las numerosas búsquedas realizadas, se encontraron pocos organismos que tengan ese efecto sobre *A. aegypti* en el medio urbano. Probablemente, los recipientes artificiales en que se desarrollan sus larvas en ese medio constituyan un entorno hostil para potenciales parásitos o patógenos.



Izquierda. *Aedes aegypti*. Foto Muhammad Mahdi Karim, Wikimedia Commons.

Derecha. Huevos de *Aedes aegypti*. La barra que da la escala mide 1 mm.



Tiempo de supervivencia fuera del agua (en meses, en el eje vertical) de los huevos de mosquitos del género *Aedes* en tres condiciones de humedad relativa ambiente. Adaptado de Sota T y Mogi M, 'Interspecific variation in desiccation survival time of *Aedes* mosquito eggs is correlated with habitat and egg size', *Oecologia*, 90, 3: 353-358, 1992.

Existen en el extranjero, sin embargo, antecedentes de control biológico exitoso, principalmente con peces, que son adecuados en grandes depósitos de agua, con crustáceos capaces de devorar larvas pequeñas, y con bacterias, sobre todo *Bacillus thuringiensis israelensis*, que libera una toxina letal solo para larvas de mosquitos y otros dípteros. En la Argentina el control biológico de *A. aegypti* se encuentra en etapa experimental o se aplicó en pequeña escala; solo se ensayó en forma sistemática la mencionada bacteria como profilaxis del dengue.

Un proceso natural al cual están sometidos los seres vivos es la competencia por los recursos que necesitan para vivir, por ejemplo, espacio, agua o comida. Puede suceder que en determinado medio un recurso dado sea insuficiente para cubrir las necesidades de los organismos allí presentes. Imaginemos un frasco con agua de lluvia colonizado por *A. aegypti*, en el que el alimento disponible para cada larva, compuesto sobre todo por microorganismos y algo de materia orgánica, sea escaso y lleve a las larvas a competir entre ellas. Esa competencia intraespecífica es interesante porque puede alterar las características de los mosquitos adultos resultantes, incluyendo su capacidad de diseminar una enfermedad. Las larvas que triunfan en la competencia por la comida podrían generar adultos más longevos, con mayor fecundidad o capacidad de vuelo.

Hace unos años realicé un experimento para saber cómo reaccionaba *A. aegypti* cuando sus larvas estaban hacinadas en un criadero y cómo esa competencia influía en los rasgos vitales de los insectos una vez llegados a adultos. Usé neumáticos y floreros similares a los frecuentes en cementerios como recipientes, y sembré en ellos larvas en densidades variables. En los neumáticos el crecimiento de las larvas resultó más lento que en los floreros, las pupas resultantes fueron más grandes y las hembras que

emergieron de ellas exhibieron mayor fecundidad porque pusieron más huevos. Pero también hubo más mortandad en las larvas de los neumáticos que en las de los floreros. En conclusión, la mayor cantidad de larvas muertas en los neumáticos se compensó con una mayor fecundidad de las hembras que originaron las supervivientes.

El experimento probó que las consecuencias de vivir con mayor o menor hacinamiento dependen del ambiente. Un segundo experimento reveló que el grado de hacinamiento tiene un efecto drástico en la biología de *A. aegypti*. Comprobé que, a mayor hacinamiento de las larvas, más pequeñas resultaron las pupas, las que originaron hembras también pequeñas y menos fecundas; además, las larvas tardaron más en transformarse en pupas y muchas murieron en el trayecto. Pero algunos individuos se desarrollaron más rápidamente que los otros, y fueron así capaces de evadir la competencia con los de su misma generación, al costo de que sus pupas fuesen más pequeñas.



Larva de *Aedes aegypti*. Las larvas de los mosquitos son acuáticas y por lo general se distinguen de las de otros insectos por poseer una cabeza evidente, un tórax globoso más ancho que el resto del cuerpo y un abdomen segmentado en cuyo extremo hay dos estructuras: una dorsal, en forma de tubo para respirar, y otra ventral, con papilas anales. La barra que da la escala mide 5mm.



Aedes aegypti hembra picando a una persona. Adviértase el color del abdomen, que delata la presencia de sangre. Foto Center for Disease Control and Prevention

No siempre *A. aegypti* es el único mosquito que comienza su ciclo de vida en el agua de recipientes domiciliarios: a veces comparte ese hábitat con otra especie llamada *Culex pipiens*, el mosquito nocturno que suele importunarnos en el dormitorio con su zumbido. La pregunta inevitable que surge de su presencia es si sus larvas compiten con las de *A. aegypti* en el agua de recipientes caseros. Para responder a ella, con Analía Francia, de la Universidad Nacional de La Plata, diseñamos un ensayo por el cual sembramos juntas y en distintas proporciones larvas de *A. aegypti* y de *C. pipiens* en neumáticos, y también las sembramos separadas en el mismo tipo de recipientes. Constatamos la existencia de *asimetría competitiva*, pues *C. pipiens* resultó más afectada por *A. aegypti* que por sus congéneres, sea por una desigualdad en el reparto de los recursos entre ambas especies, o porque *A. aegypti* es más eficiente en el aprovechamiento de esos recursos. *A. aegypti*, en cambio, se perjudicó por la competencia intraespecífica y la competencia interespecífica casi no la afectó.

Adultos

Cada pupa de *A. aegypti* se transforma en un mosquito. Las hembras se caracterizan por su tamaño pequeño, su color oscuro y las manchas blancas que llevan en las patas. Como la mayoría de las especies de mosquitos, se



Aedes aegypti sobre piel humana. La barra que da la escala mide 5mm.

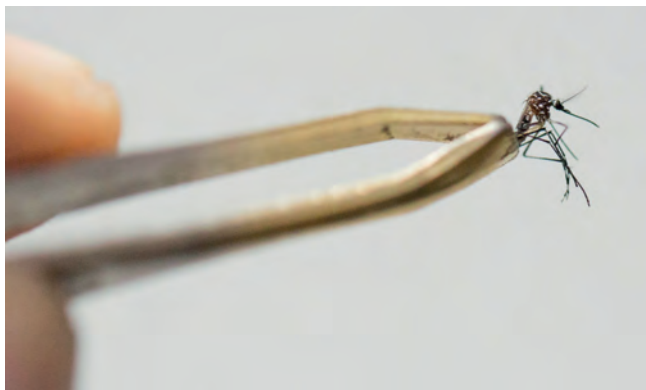
alimentan de sangre de un vertebrado y de soluciones ricas en azúcares del néctar de flores o de frutos. Los machos, en cambio, no son hematófagos: solo consumen esas soluciones azucaradas. Para reproducirse, sin embargo, las hembras no necesitan consumir azúcares, por lo que no requieren tener a su alcance una fuente que la ofrezca, como plantas: la sangre humana les es suficiente, y en su ausencia pueden mantenerse saludables recurriendo a animales domésticos, que no se enferman de dengue, zika ni chicunguña. Por otra parte, estudios de laboratorio evidenciaron un desempeño más eficiente de las hembras de *A. aegypti* alimentadas solo con sangre, que el de las nutridas con esta y además con soluciones azucaradas.

Para facilitar su hematofagia, la evolución dotó a *A. aegypti* de varias características que incrementan su contacto con humanos y que las llevan a preferirlos a otros mamíferos. Pero como la sangre humana es pobre en isoleucina, un aminoácido esencial para la producción de huevos en los ovarios de los mosquitos, disponen de mecanismos que compensan esa desventaja, por los que construyen reservas de energía —en forma de tejidos grasos— con más eficiencia si succionan sangre humana que sangre de animales como ratones o gallinas.

Dichas reservas son provechosas para la reproducción en la medida en que no se desvíen a alguna otra actividad, como el vuelo. Así, se constata que, efectivamente, *A. aegypti* es bastante sedentario: vuela cortas distancias y permanece cerca de donde empezó la vida como larva. De hecho, los vuelos de una hembra son del orden de las decenas de metros, por lo que la rápida colonización de las ciudades a partir de una pequeña población se explica por la gran oferta de criaderos, o porque transportamos esos criaderos de un lugar a otro, incluso sin agua ni larvas, pero con huevos del mosquito pegados. La capacidad de vuelo del insecto no es el factor clave de esa dispersión.



Culex pipiens, el mosquito nocturno que suele importunarnos en el dormitorio con su zumbido. Foto Stephen Doggett



Aedes aegypti atrapado en una pinza de cejas.

Otra característica de *A. aegypti* que le facilita alimentarse con sangre humana es que puede hacerlo dentro o fuera de las casas, a diferencia de mosquitos de otras especies que no ingresan en los domicilios. Además, la picadura de estos es más dolorosa, por lo cual en muchos casos genera una reacción que suele terminar con el aplastamiento de la hembra. *A. aegypti* pica en forma repetida y, comúnmente, interrumpe la succión antes de completar la carga de sangre. Esto aumenta la probabilidad de que pique a varias personas y, en consecuencia, resulta más eficiente en la transmisión de patógenos.

Después de completar la succión de sangre, los mosquitos hembras buscan un refugio, por ejemplo, un lugar sombrío de la casa, donde digerirla y poner en marcha la producción de vitelo, nombre que se da al conjunto de sustancias que proveerán nutrientes al embrión. Una vez que tienen los huevos formados en su abdomen, detectan los posibles criaderos con agua y los depositan dispersos en varios de estos, lo cual dará a las larvas que

eclosionen la máxima posibilidad de subsistencia. En la literatura científica en inglés esa conducta se llama skip oviposition, o postura de huevos por saltos.

Un grupo de investigadores del Brasil encabezados por Felipe Santos de Abreu, de la Universidad Federal de Minas Gerais, confinó en jaulas a hembras llenas de huevos de mosquitos transmisores de dengue y puso a su alcance un número variado de criaderos. La mayoría colocó los huevos en entre cuatro a seis de ellos y una lo hizo en once. Como se aprecia, cuantos más objetos que puedan contener agua acumulamos en nuestros domicilios, más favorecemos a *A. aegypti*, que ha adquirido la capacidad de explotar esa situación en su beneficio.

Final

La capacidad adaptativa que la evolución confirió al pequeño mosquito de la especie *A. aegypti* le permitió invadir el hábitat urbano y obtener la sangre de las personas con más eficiencia que otras especies de mosquitos. Su asociación íntima con los seres humanos facilitó la emergencia y reemergencia de las enfermedades que transmite, y lo convirtió en una de las plagas más importantes que nos acosan. Los esfuerzos de la ciencia por cortar la cadena que conduce del virus a la enfermedad pasando por el insecto solo han arrojado resultados modestos. Por eso, uno de los mejores recursos contra *A. aegypti* sigue siendo la prevención: evitar que queden a su disposición los recipientes en que deposita sus huevos. **CH**

El autor agradece a Aníbal Maciá y a Ana M Marino de Remes Lenicov su lectura crítica del manuscrito.

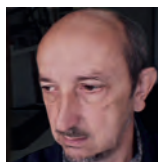
LECTURAS SUGERIDAS

APARICIO JP et al., 2016, *Dengueinfoar*, accesible en <https://dengueinfoar.wordpress.com>.

BERON CM et al. (eds.), 2016, *Investigaciones sobre mosquitos de la Argentina*, UN de Mar del Plata, accesible en <http://archivo.inbiotec-conicet.gob.ar/publicaciones/libros/2016/Investigaciones-sobre-mosquitos-de-Argentina.pdf>.

HARBACH RE, 2013, *Mosquito taxonomic inventory*, accesible en <http://mosquito-taxonomic-inventory.info>.

MACIÁ A, 2016, 'Cómo reconocer a *Aedes aegypti*, el mosquito transmisor de dengue, zika y chikungunya', *Boletín de la Sociedad Entomológica Argentina*, 27, 2, accesible en <http://seargentina.myspecies.info>.



Arnaldo Maciá

Doctor en ciencias naturales, UNLP.
Profesional de apoyo de la Comisión Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires en la División Entomología, FCNYM, UNLP.
arnaldo_macia@fcnym.unlp.edu.ar