

Mosquitos que crían en microambientes artificiales

Marta G. Grech¹

Francisco F. Ludueña-Almeida²

¹Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP), Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, CONICET. Esquel, Chubut.

²Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas (IIByT), Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba (CIEC), FCEFyN. Córdoba, Córdoba.

mgrech@comahue-conicet.gob.ar
francisco.ludueña.almeida@unc.edu.ar

La denominación “microambientes artificiales” se refiere a contenedores manufacturados por el hombre, que son propicios para el desarrollo de estados inmaduros de mosquitos, constituyéndose en importantes hábitats larvales presentes en los ambientes urbanos. Entre los más comúnmente utilizados como sitios de cría se encuentran: latas, frascos, floreros, baldes, tachos, bebederos de animales y cubiertas de autos en desuso. Las características propias de los recipientes, del agua que contienen, así como su ubicación espacial, influyen no solo en la selección de los sitios de cría por parte de las hembras para oviponer, sino también en la eclosión de los huevos, el posterior desarrollo de larvas y pupas, y la emergencia de los adultos. A nivel mundial, *Aedes (Stegomyia) aegypti*, *Aedes (Stegomyia) albopictus* y especies pertenecientes al complejo *Culex pipiens*, son frecuentemente las especies de mosquitos más

abundantes que se desarrollan en estos microambientes. La literatura indica que la dinámica poblacional de especies de mosquitos se encuentra fuertemente afectada por efectos densodependientes, habiendo recibido mayor atención el estudio de la competencia intraespecífica y la mortalidad densodependiente. Respecto al estudio de las interacciones interespecíficas, la competencia en estos ambientes sería asimétrica, pudiendo el contexto ecológico revertir la magnitud y la dirección de la asimetría, afectando su resultado tanto los gradientes bióticos como abióticos. En Argentina, el conocimiento referido a sitios de cría de mosquitos del tipo recipiente artificial deriva en su mayoría del registro de los contenedores utilizados por *Ae. aegypti* desde su reintroducción en el país. Si bien *Ae. aegypti* es frecuentemente la especie más abundante en contenedores artificiales, seguida por especies del complejo *Cx. pipiens*, se conocen 34 especies de mosquitos pertenecientes a 9 géneros que se desarrollan en estos mismos ambientes. Existen numerosos trabajos, principalmente estudios observacionales sobre *Ae. aegypti*, y en menor medida sobre el complejo *Cx. pipiens*, en ambientes urbanos y cementerios donde se detallan los distintos tipos de contenedores utilizados por las especies más abundantes, la relación entre las características de los contenedores y la presencia y/o abundancia de larvas, la distribución espacial a escala local (ciudades) y de microhábitat (distintos sectores dentro de cementerios), y la variación temporal y su relación con variables meteorológicas. Asimismo, aunque en menor medida, fueron realizados estudios experimentales enfocados en evaluar los efectos de la competencia larval bajo distintos contextos ecológicos, y los efectos de la temperatura y procedencia geográfica sobre los estadísticos vitales, principalmente de estados inmaduros.

Revisión y actualización general del tema

La denominación “microambientes artificiales” hace referencia a contenedores manufacturados por el hombre que son propicios para el desarrollo de estados inmaduros de mosquitos, constituyendo uno de los hábitats larvales más importantes en ambientes urbanos. Comprenden un grupo de ambientes acuáticos con características ecológicas

distintivas: 1) son de tamaño pequeño comparados con ambientes naturales tales como charcos y pantanos, o ambientes artificiales como canales de riego, lagunas de retención, piletas de natación y tanques para almacenamiento de agua, 2) soportan un bajo número de especies con tamaños poblacionales pequeños, 3) la producción primaria es casi inexis-

tente y dependen del aporte externo de materia orgánica de origen vegetal y/o animal como fuente de energía, 4) son ambientes temporarios y usualmente la presencia de predadores es menos frecuente, siendo la competencia el principal proceso que regula la estructura de las comunidades de los mosquitos que los habitan (Washburn, 1995).

Los ambientes urbanos ofrecen una amplia variedad de contenedores artificiales factibles como sitios de cría de mosquitos, hallándose en los domicilios y peridomicilios, como así también en espacios públicos. La disponibilidad de recipientes en las ciudades es variable y se encuentra asociada a los hábitos de la población humana. Entre los más comúnmente utilizados como criaderos se encuentran: latas, frascos, floreros, baldes, tachos, bebederos de animales y cubiertas de autos en desuso. Difieren en el uso, ubicación, material de manufactura, color, forma, tamaño, volumen de agua que contienen, y en sus propiedades internas como contenido de materia orgánica (cantidad y calidad), comunidades microbianas y presencia de otras especies (Barrera *et al.*, 2006). Todos estos factores influyen no solo en la selección de los sitios de cría por parte de las hembras para oviponer, sino también sobre la eclosión de los huevos, el posterior desarrollo de larvas y pupas, y la emergencia de los adultos (Vezzani y Schweigmann, 2002).

Dentro de las áreas urbanas, los cementerios son considerados ambientes propicios para el estudio de aspectos ecológicos de mosquitos, debido a que constituyen uno de los principales focos de producción, ofreciendo una elevada disponibilidad de contenedores con agua aptos para la oviposición y desarrollo de los estados inmaduros. Los recipientes de los cementerios son de forma y volumen relativamente homogéneos debido a que su principal uso es el de floreros (Vezzani, 2007). Asimismo, gomerías, desarmaderos de vehículos, basurales a cielo abierto y predios donde se deposita chatarra, constituyen importantes sitios de proliferación de mosquitos dentro de las ciudades, ya que ofrecen una amplia variedad de receptáculos capaces de contener agua.

La presencia de larvas de mosquitos en contenedores es usualmente el resultado de la elección por parte de las hembras al momento de oviponer y de la posterior supervivencia de las larvas. Las hembras de mosquitos utilizan una variedad de señales sensoriales incluyendo señales olfatorias, táctiles y visuales, que les permiten localizar sitios potenciales donde oviponer. En respuesta a dichas señales, las hembras elegirían hábitats de alta calidad para su progenie. Luego de la eclosión, la supervivencia de las larvas depende de la disponibilidad del recurso alimenticio, de la ocurrencia de inte-

racciones intra- e interespecíficas como competencia y depredación, y de la tolerancia por parte de las larvas a variaciones de factores físicos y químicos como pH, temperatura y salinidad entre otros (Yee *et al.*, 2010).

Las especies de mosquitos que se desarrollan frecuentemente en estos microambientes son *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* y las correspondientes al complejo *Cx. pipiens*. Las hembras pertenecientes al género *Aedes* oviponen en recipientes artificiales como así también en huecos de árboles y otras pequeñas cavidades naturales que contengan agua. Estudios experimentales destinados a evaluar la preferencia por parte de las hembras para oviponer en contenedores artificiales, mostraron que las hembras de este género podrían distinguir entre hábitats con y sin presencia de individuos conespecíficos, evitando oviponer en sitios con elevada abundancia de huevos de la misma especie (ej. Chadee *et al.*, 1990; Almiron *et al.*, 1999). Los huevos de *Aedes* son cementados individualmente en el borde del contenedor, por encima de la superficie del agua. El desarrollo embrionario normalmente transcurre en 48 hs, y una vez que éste se completa los huevos pueden resistir largos períodos de sequía (Clements, 1992). Disminuciones en el nivel de oxígeno disuelto en agua, por factores tanto químicos como biológicos, han sido asociadas como estímulo para la eclosión de los huevos del género *Aedes*. Las larvas de las especies de este género remueven activamente partículas adheridas a la superficie ya sea de sedimentos o vegetación, o de las paredes del contenedor, de las que se alimentan (Merritt *et al.*, 1992). La profundidad del agua contenida en el receptáculo podría desempeñar un papel importante en el comportamiento larval. Así, en ambientes de mayor profundidad el gasto energético que deben realizar las larvas de este género se vería incrementado, al tener que buscar activamente partículas de alimento en el fondo del contenedor y regresar luego a la superficie para respirar (Skiff y Yee, 2014).

La oviposición y eclosión de huevos de *Ae. aegypti* se asociaron positivamente con la presencia de microorganismos. Las hembras depositarían un mayor porcentaje de huevos en contenedores enriquecidos con microbios. Asimismo, la presencia de microorganismos podría activar el mecanismo de eclosión independientemente de los niveles de oxígeno (Ponnusamy *et al.*, 2008; 2011). Bajo condiciones de sequía los huevos de *Ae. aegypti* con frecuencia pueden permanecer viables durante más de un año, experimentando una mortalidad menor con respecto a los huevos de *Ae. albopictus* (Costanzo *et al.*, 2005).

Las hembras de las especies del género

Culex depositan los huevos agregados, formando balsas que flotan en la superficie del agua. Las hembras de este género evitarían oviponer en hábitats con presencia de organismos predadores (Blaustein *et al.*, 2005), así como en sitios con elevada abundancia de individuos conespecíficos (Reiskind y Wilson, 2004). Los huevos de *Culex* no resisten la desecación y la eclosión ocurre inmediatamente al completarse el desarrollo embrionario. Los estados inmaduros se desarrollan en una amplia variedad de criaderos, hallándose en recipientes artificiales, charcos de agua en el suelo, como así también cursos de agua con movimiento lento (Forattini, 2002). Respecto a su comportamiento alimentario, las larvas son filtradoras y se alimentan preferentemente de partículas que se encuentran suspendidas en la columna de agua o flotando en la superficie (Merritt *et al.*, 1992).

La literatura indica que la dinámica poblacional de especies de mosquitos que habitan en contenedores artificiales se encuentra fuertemente afectada por efectos densodependientes, habiendo recibido mayor atención el estudio de la competencia intraespecífica y la mortalidad densodependiente. La densodependencia entre larvas de mosquitos es común, y afecta las tasas de crecimiento y desarrollo, resultando aquellos contenedores en donde la competencia larval es elevada, en la emergencia de adultos de menor tamaño, con longevidad y fecundidad disminuidas (Juliano, 2007), pudiendo incluso afectar de manera diferencial la capacidad vectorial de los adultos (Juliano *et al.*, 2014). La importancia del estudio de los procesos densodependientes radica en que, cuando una población es regulada por procesos de esta naturaleza actuando en un estado particular de desarrollo (ej. la mortalidad densodependiente debida a la competencia intraespecífica de las larvas por el alimento), la adición de una fuente externa de mortalidad (ej. adición de organismos predadores o patógenos, o sustancias tóxicas) no siempre producirá el efecto deseado en la mortalidad total y en el tamaño poblacional. Así, la utilización de agentes externos de control para lograr la mortalidad de larvas en contenedores artificiales puede derivar en la ocurrencia de una mortalidad adicional, compensatoria o sobrecompensatoria. Esta última ocurre cuando reducciones en la densidad y reducciones asociadas a la mortalidad densodependiente exceden el incremento en mortalidad causado por la adición de una fuente externa de control; así la mortalidad total disminuye y se traduce en una mayor emergencia de adultos con respecto a contenedores en los que el agente está ausente (Washburn, 1995; Juliano, 2007). Es por ello, y específicamente relacionado al concepto de mortalidad

sobrecompensatoria, que resulta importante determinar bajo qué circunstancias los tamaños poblacionales se incrementan en respuesta a aumentos en la tasa de mortalidad *per cápita*, fenómeno denominado “Efecto Hidra” (Abrams, 2009).

El estudio de las interacciones interespecíficas que ocurren en contenedores artificiales se ha ido incrementando en los últimos años. Sin embargo, su conocimiento deriva en su mayoría de estudios realizados en unas pocas especies del género *Aedes* en condiciones de laboratorio, siendo escasos los estudios a campo (Juliano, 2009), o los referidos a interacciones entre especies pertenecientes a los géneros *Culex* y *Aedes* (Allgood y Yee, 2014). Se ha reportado que *Ae. albopictus* es un competidor superior en su estado larval con respecto tanto a *Ae. aegypti* como a *Cx. pipiens*. Así, una rápida disminución y desplazamiento de las poblaciones residentes de *Ae. aegypti* luego de la introducción de *Ae. albopictus* fueron documentadas en Estados Unidos (O’Meara *et al.*, 1995) y en Bermudas (Kaplan *et al.*, 2010). En líneas generales, el conocimiento derivado del estudio de contenedores artificiales (principalmente involucrando a las especies *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*) mostró que la competencia interespecífica sería asimétrica, pudiendo el contexto ecológico revertir la magnitud y la dirección de la asimetría, afectando su resultado tanto los gradientes bióticos como abióticos. Así, la competencia por el alimento sería uno de los mecanismos probables para dichas interacciones, y el uso diferencial del recurso podría contribuir en una escala local a la coexistencia de competidores (Juliano, 2009). Recientemente y en un intento por explicar el rápido desplazamiento de *Ae. aegypti* por *Ae. albopictus*, sumado al mecanismo de competencia larval, se postuló la interferencia reproductiva (“satirización”) entre adultos de ambas especies como un posible mecanismo implicado en los patrones de coexistencia y exclusión (Bargielowski *et al.*, 2013).

La temperatura es uno de los factores abióticos más importantes que afectan a numerosos parámetros poblacionales de mosquitos. El estudio de su efecto en especies de mosquitos de contenedores artificiales se llevó a cabo principalmente en *Ae. aegypti*, y en menor medida en *Cx. quinquefasciatus*. Incrementos en la temperatura se asociaron con aumentos en la tasa de mortalidad, disminución del tamaño corporal de adultos y con la disminución de la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus* (ej. Bar-Zeev, 1958; Rueda *et al.*, 1990). Asimismo, mediante estudios en laboratorio, campo o de modelización realizados en su mayoría con *Ae. aegypti*, se determinó el efecto de la temperatura sobre la supervivencia de huevos, larvas y pupas,

tiempo de desarrollo larval, longevidad de adultos, duración del ciclo gonadotrófico, y en la dinámica de transmisión viral, evaluando la duración del período extrínseco de incubación (Eisen y Moore, 2013).

En contraste con la abundante literatura de estudios bajo regímenes de temperaturas constantes, son escasos los estudios en condiciones de temperaturas fluctuantes o de temperaturas bajas cercanas a los umbrales de tolerancia térmica de *Ae.*

aegypti, registradas en los extremos del rango de distribución de esta especie. Estudios recientes evaluaron los cambios en los rasgos de historias de vida y competencia vectorial de *Ae. aegypti* bajo temperaturas constantes y fluctuantes, observando un impacto negativo en ambos atributos en condiciones de grandes fluctuaciones diurnas de temperatura (Carrington *et al.*, 2013).

Estado del conocimiento en Argentina

Tipos de contenedores artificiales

En Argentina se registraron 34 especies de mosquitos pertenecientes a nueve géneros que se desarrollan en microambientes artificiales. En la Tabla 1 se detallan las especies encontradas en estos sitios de cría, utilizando como base la lista original presentada por Rossi y Almirón (2004).

El conocimiento referido a sitios de cría de mosquitos del tipo contenedor artificial en Argentina deriva en su mayoría del registro de los contenedores utilizados por *Ae. aegypti* desde su reintroducción en el país en el año 1986. Existen numerosos trabajos, principalmente estudios a campo en las zonas centro y norte de Argentina que detallan los distintos tipos de contenedores en los que se ha encontrado esta especie. Sin embargo, no en todos los trabajos se brinda información sobre la disponibilidad total y la productividad asociada a cada tipo de contenedor, dificultando así la interpretación del uso del recurso, o la identificación de preferencias por un determinado tipo de recipiente, necesaria para llevar a cabo medidas de control (Vezzani y Carbajo, 2008).

Se identificaron los microambientes utilizados por *Ae. aegypti* en distintas localidades, siendo los más frecuentes recipientes de formas cilíndricas, con boca ancha y poco profundos, de plástico, vidrio, metal, cerámica o caucho, tales como floreros, latas, frascos, baldes y neumáticos en desuso. Asimismo, se registró esta especie en recipientes artificiales de mayor tamaño como tanques de almacenamiento de agua y cisternas (Tabla 1) (Rossi y Almirón, 2004). En ambientes acuáticos del tipo charcos, zanjas, lagunas o ríos, *Ae. aegypti* no se cría naturalmente.

Los registros de *Ae. albopictus* se encuentran acotados al noreste de Argentina en la provincia de Misiones. Esta especie se registró en contenedores de hasta 5 litros de capacidad del tipo jarras, frascos, latas, cacerolas, baldes y botellas plásticas cortadas, como así también en neumáticos en desuso (Tabla 1) (Rossi y Almirón, 2004). Contrariamente a lo ocurrido en Estados Unidos y Bermudas, a la fecha no se documentaron cambios en la distribu-

ción de *Ae. albopictus* en Argentina desde su primer registro en el año 1999, como así tampoco disminución o desplazamiento de las poblaciones residentes de *Ae. aegypti* por *Ae. albopictus*.

Las especies del género *Culex* más frecuentemente reportadas en la literatura como halladas en microambientes artificiales son las pertenecientes al complejo *Cx. pipiens*, junto a *Culex maxi*. *Cx. pipiens* y *Cx. quinquefasciatus* estuvieron presentes en recipientes de cemento, vidrio, metal, cerámica, caucho o mármol, poco profundos hasta 18 cm, del tipo floreros, baldes y neumáticos en desuso, como también en desagües, piscinas y tanques de agua potable. *Culex maxi* se registró habitando microambientes de caucho, cemento, metal y vidrio, como floreros, ovitrampas, larvitrapas, piscinas y embarcaciones. Por su parte, dos especies depredadoras del género *Toxorhynchites* fueron halladas en recipientes de caucho, plástico y vidrio, del tipo ovitrampa, larvitrapa, neumáticos y cámaras sépticas en desuso (Tabla 1) (Rossi y Almirón, 2004).

Las restantes 27 especies presentes en Argentina halladas en recipientes artificiales como sitios de cría son 12 especies del género *Culex*, seis de *Anopheles*, cuatro de *Aedes* y una de cada uno de los géneros *Limatus*, *Lutzia*, *Orthopodomyia*, *Psorophora* y *Uranotaenia*. Estas especies se hallaron principalmente en recipientes de caucho (a excepción de los géneros *Orthopodomyia* y *Psorophora*), seguidos por recipientes de metal, vidrio y plástico. En las provincias de Córdoba, Buenos Aires, Corrientes, Misiones y Chaco se ha registrado el mayor número de especies de este grupo en contenedores artificiales (entre ocho y cuatro especies) (Tabla 1).

Las características más frecuentemente mencionadas en la literatura referida a los recipientes artificiales hallados en Argentina, hacen alusión al tipo de recipiente y material de manufactura, y en menor medida al tamaño de los mismos (Tabla 1). Los materiales constituyentes de los recipientes detectados como sitios de cría fueron caucho,

cemento, cerámica, mármol, metal, plástico y vidrio. Recipientes de caucho (neumáticos en desuso) fueron los más utilizados por los mosquitos, registrándose un total de 22 especies en ellos, seguidos por contenedores de vidrio, metal y plástico, ocupados por 13, 12 y 10 especies respectivamente. Recipientes de cerámica (dos especies) y mármol (una especie) fueron los menos habitados. Respecto al tamaño de los recipientes, la información recabada muestra variaciones que comprenden recipientes de tamaños pequeños hasta 100 litros de capacidad. Sin embargo, existe una baja frecuencia de registros para esta variable, dándose a conocer dicha información sólo para cinco especies (Tabla 1).

Respecto a la información detallada por provincia, se observan descripciones de microambientes artificiales efectuadas en 10 provincias, principalmente de las zonas norte y centro del país, alcanzando al sur la provincia de Neuquén. Las

provincias con mayor cantidad de registros de especies habitando microambientes artificiales son Córdoba y Misiones (11 especies cada una), Buenos Aires (10 especies), Corrientes (nueve especies) y Chaco (siete especies). Para las regiones noroeste y sur de Argentina la cantidad de registros es menor, con dos especies en la provincia de Salta y una en Neuquén.

La bibliografía recabada muestra también que para tan solo cuatro especies se detallan con mayor frecuencia los sitios de cría utilizados, observándose un total de 47 artículos en los que se mencionan los microambientes artificiales utilizados por *Ae. aegypti*, seguida por *Cx. quinquefasciatus* y *Cx. pipiens*, citadas en 14 y 11 artículos respectivamente, y por *Cx. maxi* en 10 artículos. Los microambientes utilizados por las restantes especies se detallan escasamente, variando la cantidad de artículos entre uno y seis, dependiendo de la especie (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de mosquitos que se desarrollan en recipientes artificiales en Argentina. Se incluyen los detalles publicados referidos a las características de los recipientes, provincia donde fueron halladas y las citas bibliográficas correspondientes. Provincia: BA: Buenos Aires, CH: Chaco, CO: Córdoba, COR: Corrientes; ER: Entre Ríos, FO: Formosa, LP: La Pampa, MI: Misiones, NE: Neuquén, SA: Salta, s/d: sin datos.

Especie	Características de los recipientes							Hasta 500 mL	10 a 100 L	Provincia	Bibliografía
	Material de construcción										
	Caucho	Cemento	Cerámica	Mármol	Metal	Plástico	Vidrio				
<i>Ae. fluviatilis</i>	x	x			x	x				CO,COR,ER,MI	3, 59, 60, 80, 82, 87
<i>Ae. milleri</i>		x								CO	3, 80
<i>Ae. scapularis</i>	x				x	x				CH	80, 95
<i>Ae. aegypti</i>	x		x		x	x	x	x		BA,CH,CO,COR,FO,LP,MI,NE,SA	2, 5, 6, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 43, 46, 47, 48, 50, 54, 59, 60, 64, 66, 67, 73, 80, 82, 83, 87, 88, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 103, 106, 109, 110
<i>Ae. albopictus</i>	x						x	x		MI	60, 80, 81, 82, 87
<i>Ae. terreus</i>	x									s/d	80
<i>An. albitarsis</i>	x	x								CH,CO	3, 80, 92
<i>An. argyritarsis</i>										s/d	80
<i>An. braziliensis</i>	x									s/d	80
<i>An. darlingi</i>										s/d	80
<i>An. deaneorum</i>										s/d	80
<i>An. galvaoi</i>										s/d	80
<i>Cx. acharistus</i>	x				x	x	x		x	CO	3, 80
<i>Cx. apicinus</i>	x	x			x	x	x			BA,CO	3, 43, 80
<i>Cx. bidens</i>					x		x		x	BA,CH,CO,COR	3, 22, 71, 80, 93
<i>Cx. brethesi</i>	x				x					s/d	80
<i>Cx. coronator</i>					x		x			MI	59, 60, 80
<i>Cx. dolosus</i>					x		x			BA,CO	3, 22, 43, 80
<i>Cx. eduardoi</i>	x									BA,COR,MI	60, 70, 85, 100, 106
<i>Cx. maxi</i>	x	x			x		x			BA,CH,CO,COR,MI	3, 22, 43, 60, 71, 73, 80, 92, 95, 100
<i>Cx. mollis</i>	x				x					BA,COR	70, 80, 106
<i>Cx. pipiens</i>	x	x	x	x	x	x	x			BA,LP	22, 33, 43, 67, 80, 83, 84, 85, 98, 100, 106
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	x	x				x	x	x		CH,CO,COR,FO,LP,MI	3, 4, 29, 48, 50, 59, 70, 71, 73, 80, 92, 93, 95
<i>Cx. saltanensis</i>										CH,CO,COR	3, 70, 95
<i>Cx. tatoii</i>	x									BA,COR,MI	22, 43, 60, 100
<i>Cx. intricatus</i>										s/d	80
<i>Cx. corniger</i>	x									s/d	80
<i>Li. durhamii</i>	x									MI	59, 80, 87
<i>Lt. bigoti</i>	x					x	x			MI	60, 80
<i>Or. sampaoi</i>							x			s/d	80
<i>Ps. cingulata</i>						x				s/d	80
<i>Tx. haemorrhoidales separatus</i>	x									MI,SA	60, 82
<i>Tx. theobaldi</i>	x					x	x			BA	80, 85
<i>Ur. nataliae</i>	x									s/d	80

Asociación entre especies

Aedes aegypti es la especie más frecuente y abundante en contenedores artificiales, y se la encontró conviviendo con especies de los géneros *Aedes*, *Culex*, *Limatus* y *Toxorhynchites*. Por otra parte, las especies del complejo *Cx. pipiens*, también abundantes en los microambientes, estuvieron asociadas a otras especies del mismo género y a la especie *Ae. aegypti* (Tabla 2). De las especies de mosquitos halladas en contenedores artificiales, las únicas depredadoras pertenecen al género *Toxorhynchites*, las cuales se registraron asociadas a las especies del género *Aedes* en las provincias de Salta y Misiones, respectivamente.

La presencia de más de dos especies conviviendo en un mismo contenedor se registró oca-

sionalmente, reportándose a *Ae. aegypti*, *Cx. quinquefasciatus* y *Cx. apicinus* (Grech, 2013), así como también a especies del complejo *Cx. pipiens*, *Ae. aegypti*, *Culex coronator* y *Limatus durhamii* (Lestani et al., 2002). Una elevada frecuencia de especies coexistiendo podría indicar que determinadas condiciones del hábitat larval (ej. características propias del recipiente, del agua que contiene, o su ubicación espacial) serían aptas para la oviposición de esas especies (Vezzani y Albicocco, 2009); sin embargo, interacciones interespecíficas más complejas podrían estructurar las comunidades de mosquitos que habitan dichos microambientes, siendo necesaria la realización de ensayos experimentales que profundicen el estudio de estas relaciones.

Tabla 2. Pares de especies de Culicidae que se hallaron conviviendo en un mismo microambiente en Argentina. Se indican las publicaciones en las cuales fueron mencionadas las asociaciones entre las especies.

Especie	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Cx. apicinus</i>	<i>Cx. maxi</i>
<i>Ae. aegypti</i>	-			
<i>Ae. albopictus</i>	87	-		
<i>Ae. fluviatilis</i>		87		
<i>Cx. apicinus</i>			-	
<i>Cx. maxi</i>				-
<i>Cx. pipiens</i>	67,100			
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	50,95		50	71
<i>Culex</i> sp.	66	87		
<i>Li. durhamii</i>	59	87		
<i>Toxorhynchites</i> sp.	66	87		

Relación entre las características de los contenedores y la presencia de culícidos

Los estudios referidos a la relación entre las características de los contenedores y la presencia y/o abundancia de larvas de las especies más abundantes, han sido en su mayoría de tipo observacional, por lo tanto sería de gran utilidad la realización de ensayos en campo y laboratorio que ayuden a determinar tal preferencia. Se han reportado observaciones en distintas localidades, arribando a conclusiones disímiles respecto a los patrones de ocupación. Estudios llevados a cabo en cementerios de Buenos Aires evaluaron la aptitud como hábitat larval para *Ae. aegypti* de contenedores de distintos materiales de manufactura (plástico, vidrio, cerámica y metal) (Vezzani y Schweigmann, 2002) y volúme-

nes de agua (0-0,5; 0,5-1; 1-3; >3 litros) (Vezzani et al., 2004a). La ocupación de recipientes de distintos materiales por *Ae. aegypti* varió dependiendo de las condiciones microambientales. Así, en áreas con sombra el uso del recurso fue proporcional a su disponibilidad en el ambiente, mientras que en áreas con exposición al sol, esta especie ocupó con mayor frecuencia recipientes plásticos y con menor frecuencia recipientes metálicos. Respecto al volumen de agua, si bien *Ae. aegypti* estuvo presente en contenedores de distintos volúmenes, no mostró preferencia por ninguna clase en particular en el rango de volúmenes analizado. Un patrón de oviposición similar, dependiente de las condiciones micro-

ambientales, fue detectado para esta especie en la provincia de Salta. El número de huevos depositado varió en recipientes de distintos colores, dependiendo de las condiciones del ambiente lumínico en el que se encontraban las ovitrampas. En condiciones de sombra, las hembras depositaron huevos de manera indistinta en recipientes de color negro, rojo o blanco; en tanto que, bajo luz solar directa el número de huevos fue mayor en los recipientes negros y rojos (Badano y Regidor, 2002).

En las provincias de Misiones y Corrientes el porcentaje de infestación de *Ae. aegypti* fue mayor en neumáticos de tamaño pequeño, en tanto que en especies del complejo *Cx. pipiens* se observó lo contrario. Es importante destacar que *Ae. aegypti* fue hallado tanto en recipientes con agua limpia, así como en recipientes conteniendo agua con distintos grados de turbidez (Lizuain *et al.*, 2014). En el área

insular del partido de Tigre, provincia de Buenos Aires, Cardo *et al.* (2015) evaluaron la comunidad de mosquitos que habitan en contenedores artificiales. *Culex dolosus* y *Cx. pipiens* fueron las especies más abundantes y ocuparon con mayor frecuencia recipientes con volúmenes de agua entre 10-1.000 litros, en tanto que *Ae. aegypti* estuvo presente en menor cantidad en contenedores pequeños con volúmenes de agua menores a 1 litro. Los modelos desarrollados mostraron que, recipientes ubicados en áreas recreacionales o de disposición de residuos, de materiales resina/fibra de vidrio, con volúmenes de agua intermedios (1,1-50 litros), y en desuso (localizados en áreas con sombra parcial o total) o en uso (en áreas expuestas al sol), fueron aquellos con mayor probabilidad de contener estados inmaduros de mosquitos.

Distribución espacial de las especies de culícidos

El conocimiento de la distribución espacial de especies que habitan en contenedores artificiales en los ambientes urbanos proviene en su mayoría de estudios sobre *Ae. aegypti*, y en menor frecuencia sobre especies del complejo *Cx. pipiens*. Mediante la detección de la actividad de oviposición con ovitrampas y a través de la identificación de sitios de cría mediante el relevamiento de índices aélicos, se evaluaron los patrones de distribución espacial de *Ae. aegypti* a escala de microhábitat (distintos sectores dentro de cementerios), y a escala local (distintos sectores dentro de ciudades). A escala de microhábitat, la presencia de inmaduros de esta especie en cementerios de Buenos Aires se asoció positivamente a sitios de cría rodeados por vegetación, y de baja exposición al sol (Vezzani *et al.*, 2005; Vezzani y Albicocco, 2009), así como también con una proporción menor de superficie edificada (Rubio *et al.*, 2013).

A escala local los patrones de infestación observados para *Ae. aegypti* en distintas localidades estarían relacionados inversamente con el grado de urbanización. Así, en la ciudad de Buenos Aires, se observó un mayor nivel de infestación por *Ae. aegypti* en zonas periféricas, con edificaciones de baja altura, disponibilidad de recipientes para el desarrollo de inmaduros, y presencia de vegetación para resguardo de los adultos. Por el contrario, en zonas comerciales, con elevada densidad de edificios y abundante población humana, el nivel de infestación por el vector fue menor (Carbajo *et al.*, 2004a, 2006). Resultados similares fueron obtenidos en la ciudad

de Córdoba donde sectores con un elevado número de huevos de *Ae. aegypti* correspondieron a barrios residenciales con construcciones bajas y con amplias extensiones de espacios verdes (Grech, 2013). En la ciudad de Orán (Salta), una elevada concentración de huevos de *Ae. aegypti* fue detectada en las zonas sur y centro-este, próximas a plantaciones de bananeros, gomerías, como así también al cementerio municipal (Estallo *et al.*, 2013).

Respecto a la relación entre temperatura y el patrón espacial de oviposición, De Majo *et al.* (2013) observaron en la ciudad de Buenos Aires que la actividad de oviposición fue mayor en sitios con elevada temperatura y baja mortalidad de huevos, siendo la temperatura no solo la variable con más influencia sobre la abundancia del vector a nivel poblacional, sino también la que mejor explicó la heterogeneidad espacial de esta especie registrada previamente por Fischer *et al.* (2011). Estos últimos autores observaron una mortalidad diferencial de huevos de *Ae. aegypti* siguiendo un gradiente noreste-suroeste, siendo mayor el porcentaje de mortalidad (30,6 %) en el sitio noreste en cercanías al Río de la Plata. Respecto a la mortalidad de huevos durante el periodo invernal, resultados opuestos a los observados en Buenos Aires fueron obtenidos en la ciudad subtropical de Resistencia, donde el porcentaje de mortalidad fue mayor (48,6 %), sin detectarse diferencias espaciales desde la zona centro hacia la periferia de la ciudad (Giménez *et al.*, 2015).

A una escala mayor (distintos municipios dentro de la provincia de Buenos Aires), Rubio *et al.* (2011) evaluaron el efecto de la urbanización en la distribución espacial no solo de *Ae. aegypti*, sino también de *Cx. pipiens*. Analizando los niveles de infestación en neumáticos en municipios con niveles de urbanización alto, medio y bajo, observaron para ambas especies una relación inversa siendo mayores los niveles de infestación en municipios con niveles de urbanización bajos. Cardo *et al.* (2014), empleando los datos de Rubio *et al.* (2011), propusieron un

modelo de zonación que combina el gradiente de urbanización con la temperatura. Con dicho modelo estos autores predicen que la probabilidad de encontrar mosquitos es mayor en sitios poco urbanizados con temperaturas altas o bajas, así como en sitios muy urbanizados con temperaturas bajas. Por el contrario en sitios con urbanización y temperatura elevadas la ocurrencia de mosquitos sería menor. En todas las posibles combinaciones, condiciones de sombra favorecerían la presencia de mosquitos por sobre las condiciones de luz solar directa.

Distribución temporal de las especies de culícidos

La actividad de oviposición de *Ae. aegypti* se ha estudiado mediante ovitrampas en regiones subtropicales y templadas del país, mostrando diferentes patrones estacionales asociados a las fluctuaciones de las variables meteorológicas de temperatura y precipitación. En la provincia subtropical del Chaco, la actividad de oviposición se detectó entre los meses de noviembre y junio, con picos de máxima abundancia a principios de diciembre y en el mes de abril (Stein *et al.*, 2005b). A diferencia de ello, en la provincia de Salta se colectaron huevos de *Ae. aegypti* durante todos los meses del año, con picos de abundancia en febrero y marzo (Micieli y Campos, 2003; Estallo *et al.*, 2011a). En la región metropolitana de Buenos Aires, el patrón de oviposición fue discontinuo, registrándose entre los meses de octubre y mayo (ej. Campos y Maciá, 1996; Carbajo *et al.*, 2004b). En tanto que, en la ciudad de La Plata, Micieli *et al.* (2006) observaron la presencia de huevos de *Ae. aegypti* durante el periodo diciembre-junio. En la provincia de Córdoba, luego de notificada la presencia de *Ae. aegypti* en el año 1995, Avilés *et al.* (1997) registraron su actividad de oviposición entre los meses de diciembre y junio en dos localidades del interior. Posteriormente, en Córdoba Capital el inicio de la oviposición de esta especie se registró a fines de noviembre, y se extendió hasta mediados de mayo, con máximos de abundancia en febrero y marzo (Domínguez *et al.*, 2000; Grech, 2013). En la provincia de La Pampa, se detectó actividad en los meses de verano, correspondientes a febrero y marzo (Diez *et al.*, 2014). En cuanto al patrón diario de oviposición de *Ae. aegypti*, existen registros sólo de la ciudad de Orán, siendo mayor la cantidad de oviposiciones entre las 16 y 20 hs (Estallo *et al.*, 2011b).

Al parecer, las bajas temperaturas invernales impiden el desarrollo de los estados inmaduros y detienen la oviposición de *Ae. aegypti*, registrándose su cese a una temperatura cercana a los 17 °C (ej. Campos y Maciá, 1996; Vezzani *et al.*, 2004b). La

ciudad de Orán mostró un patrón particular, en el que las bajas temperaturas del mes de julio de 2006 (mínima media mensual aproximada de 10 °C) no detuvieron la oviposición, observándose un patrón continuo durante todo el año. Sin embargo, en el periodo invernal de 2007 en el que se registraron temperaturas menores a 10 °C, la actividad de oviposición cesó durante 9 semanas consecutivas entre julio y agosto (Estallo *et al.*, 2015).

Un modelo desarrollado para la dinámica poblacional de *Ae. aegypti* de la ciudad de Buenos Aires, sugiere que la persistencia de poblaciones locales depende de la temperatura anual media, de las variaciones estacionales de la temperatura y de la disponibilidad de los sitios de cría (Otero *et al.*, 2006). Romeo Aznar *et al.* (2013) trabajaron sobre dicho modelo reformulando el proceso de eclosión de los huevos (incorporando precipitaciones diarias). La actividad de oviposición estimada por el modelo fue comparada con la registrada en campo, indicando ambas que la oviposición ocurriría durante periodos de sequía y que se recuperaría luego cuando las condiciones del tiempo se restablecen.

Byttebier *et al.* (2014) evaluaron la respuesta de eclosión de huevos de *Ae. aegypti* a bajas temperaturas correspondientes a los periodos de invierno tardío y primavera en Buenos Aires (rango: 12-20 °C), los cuales fueron sometidos a diferentes condiciones de almacenamiento y del medio de eclosión proporcionado (estímulo de eclosión débil o fuerte). Los resultados obtenidos por estos autores mostraron en líneas generales, una menor respuesta de eclosión en huevos sometidos a bajas temperaturas y en condiciones con un estímulo débil, así como también en huevos más viejos colectados a mediados del verano. Las condiciones que desencadenaron una menor respuesta de eclosión condujeron a una mayor proporción de huevos remanentes, lo que permitiría a la población mantener un banco de huevos para oportunidades futuras favorables. Por

su parte, empleando modelos matriciales de simulación y datos publicados sobre la biología de la especie, Simoy *et al.* (2015) hallaron que la pupación en *Ae. aegypti* no se produciría a temperaturas inferiores a 8 °C. Por otro lado, calcularon la tasa de crecimiento de la población a temperaturas entre 11 y 30 °C, obteniendo una función creciente que muestra que temperaturas mayores a 12 °C son suficientes para el crecimiento poblacional. Estos autores concluyeron que el estado de huevo regularía la dinámica poblacional en todas las estaciones.

Respecto a la asociación entre la actividad de oviposición y el régimen de precipitaciones, esta varía entre localidades, y no siempre representa un buen predictor de la abundancia de huevos luego de iniciada la temporada de actividad. Debido a que los recipientes se ubican en su mayoría en los domicilios, la fuente principal de agua para su llenado podría ser otra distinta al aporte de las lluvias, ligada a los hábitos humanos. De esta manera, variaciones en los patrones de precipitación no necesariamente se verían reflejados en cambios en la abundancia del mosquito.

Los patrones de fluctuación temporal de larvas de especies pertenecientes al complejo *Cx. pipiens*

mostraron en líneas generales la presencia de estas especies en los sectores norte y centro de Argentina a lo largo de todo el año, con un máximo de abundancia en los meses de verano, sugiriendo que las temperaturas extremas invernales no serían suficientes para interrumpir su desarrollo. En la provincia subtropical del Chaco, *Cx. quinquefasciatus* fue una de las especies más abundantes en muestreos realizados en criaderos artificiales durante la época cálida y lluviosa, disminuyendo luego su abundancia cuando las temperaturas fueron bajas y las precipitaciones escasas (Stein *et al.*, 2002). Resultados similares fueron obtenidos en la ciudad de Córdoba, donde estados inmaduros y adultos de *Cx. quinquefasciatus* fueron colectados durante las cuatro estaciones climáticas, registrando un pico de abundancia en primavera y otro en los meses de verano (ej. Grech *et al.*, 2013; Batallán *et al.*, 2015). En tanto que, en la provincia de Buenos Aires la presencia de *Cx. pipiens* fue reportada a lo largo de todo el año (Fischer *et al.*, 2000; Fischer y Schweigmann, 2010), siendo los estados inmaduros de esta especie más abundantes en el verano durante el mes de febrero (Fischer y Schweigmann, 2004).

Relaciones intra e interespecíficas

El estudio de las interacciones intra- e interespecíficas en las comunidades de mosquitos que habitan microambientes artificiales en Argentina ha sido enfocado principalmente en *Ae. aegypti* y especies del complejo *Cx. pipiens* provenientes de Buenos Aires. Bajo distintos contextos ecológicos, se evaluó el efecto de la competencia sobre estadísticos vitales de los estados inmaduros. Las distintas condiciones experimentales abarcaron variaciones en el tamaño y forma de los recipientes, variaciones en la densidad de alimento suministrada, variaciones en la densidad larval y en la abundancia relativa de especies, así como también el efecto letal de predadores. Sin embargo, resta aún realizar estudios que evalúen el efecto de estas condiciones sobre los estadísticos vitales de adultos tanto en laboratorio como en campo, fundamentalmente fecundidad y longevidad, ambos relacionados positivamente con el riesgo de transmisión de enfermedades. Asimismo, son necesarios ensayos que contemplen el efecto de fuentes de alimento de distinta calidad, y el efecto no letal de predadores y parásitos que pudiera inducir cambios y modificar el comportamiento, desarrollo y crecimiento de las larvas.

Maciá (2006) registró la dependencia de los estadísticos vitales de *Ae. aegypti* proveniente de Buenos Aires en función del tipo de contenedor (neu-

máticos y ovitrampas). El tamaño de los recipientes tuvo un efecto significativo sobre el tiempo de desarrollo de esta especie, siendo menor en contenedores grandes con un litro de agua en su interior. Por su parte, Romeo Aznar *et al.* (2015) desarrollaron un modelo en el cual los individuos inmaduros de *Ae. aegypti* avanzan a través de estados sucesivos, de acuerdo a tasas de transición tanto dependientes como independientes del alimento. Así, a partir del modelo y de ensayos realizados en laboratorio, estos autores postularon que el desarrollo de las larvas transcurre a través de una secuencia de pasos (donde cada paso implica el movimiento desde un estado al siguiente en la secuencia de desarrollo), algunos de los cuales dependen del alimento disponible. Mientras el alimento es abundante, se puede considerar que todos los pasos tienen la misma duración. Cuando el alimento escasea (manteniéndose en niveles que aún permiten la subsistencia de los individuos), aquellos pasos que dependen del alimento toman tiempos considerablemente mayores. En tanto que, a niveles extremos de escasez de alimento, se produciría un aumento marcado en la mortalidad de larvas. Asimismo, estos autores reexaminaron los tiempos de desarrollo de *Ae. aegypti* obtenidos en condiciones experimentales de campo (Southwood *et al.*, 1972) y laboratorio (Rueda *et al.*,

1990), concluyendo que la emergencia sincrónica de los miembros de las cohortes depende de las condiciones ambientales de cría.

Estudios realizados en contenedores de pequeño volumen en la provincia de Buenos Aires, probaron la existencia de competencia intraespecífica en poblaciones de *Ae. aegypti* (Maciá, 2009), e interespecífica entre poblaciones de *Ae. aegypti* y *Cx. pipiens*, siendo más afectada esta última especie (Francia y Maciá, 2011). En tanto que, estudios llevados a cabo en la ciudad de Córdoba mostraron un patrón de competencia asimétrica opuesto al observado en Buenos Aires, donde el tiempo de desarrollo y la supervivencia de *Ae. aegypti* fueron afectados significativamente por la presencia de individuos de *Cx. quinquefasciatus* en el recipiente, y

no de manera contraria (Grech, 2013).

La presencia de predadores fue registrada en su mayoría en ambientes acuáticos permanentes y semipermanentes, no así en contenedores artificiales. Sin embargo, estudios experimentales en los que se evaluó el efecto letal de predadores, llevados a cabo por Micieli *et al.* (2002), Marti *et al.* (2004) y Tranchida *et al.* (2009), sugieren que las especies *Mesocyclops annulatus* (Wierzejski) (copépodo) y *Girardia anceps* (Kenk) (planaria) podrían ser potenciales agentes de control en microambientes artificiales. Por otro lado, Marti *et al.* (2004) registraron una mayor cantidad de huevos de *Ae. aegypti* en contenedores con *M. annulatus*, indicando que las hembras de este mosquito no evitarían oviponer en sitios con presencia de dicho predador.

Estadísticos vitales

El conocimiento del tiempo de desarrollo, supervivencia y fecundidad de poblaciones de mosquitos en Argentina ha sido abordado no sólo bajo distintos escenarios de competencia intra- o interespecífica, sino también ante distintas condiciones de temperatura y procedencia geográfica. Relaciones entre temperatura y estadísticos vitales de *Ae. aegypti*, *Cx. pipiens* y *Cx. quinquefasciatus* fueron reportadas bajo distintas condiciones de cría en temperaturas constantes de laboratorio (Loetti *et al.*, 2011), y temperaturas fluctuantes de campo (Almirón y Brewer, 1996b; Domínguez *et al.*, 2000) y de laboratorio (Grech *et al.*, 2015). En líneas generales, los tiempos de desarrollo de larvas y pupas estuvieron afectados por las distintas condiciones térmicas de cría, disminuyendo con incrementos en la temperatura. Así, los tiempos de desarrollo medios de los estados inmaduros reportados para poblaciones de *Ae. aegypti* provenientes de Córdoba variaron entre 21,9 y 8,6 días en un rango de temperaturas de 15,2-25,3 °C (Grech *et al.*, 2015), y entre 19,9 y 11,8 días a 18,9-22,1 °C (Domínguez *et al.*, 2000); en tanto que los tiempos de desarrollo de poblaciones de *Cx. pipiens* y *Cx. quinquefasciatus* variaron entre 39,8 y 8 días en un rango de 10-30 °C (Loetti *et al.*, 2011), y 23,5 y 9,2 días a 16,6-25,2 °C (Grech *et al.*, 2015), respectivamente. Los patrones de supervivencia de los estados inmaduros observados en estas especies mostraron una relación opuesta a los tiempos de desarrollo, aumentando con incrementos en la temperatura. Los porcentajes de supervivencia de *Ae. aegypti* reportados variaron entre 26 % a 15,2 °C y 92 % a 21,6 °C, y de *Cx. quinquefasciatus* entre 32-88 % a 16,6-25,2 °C, respectivamente (Grech *et al.*, 2015). En un rango de temperaturas más amplio,

Loetti *et al.* (2011) observaron para *Cx. pipiens* un valor máximo de supervivencia de 76 % a 25 °C; en tanto que a temperaturas extremas de 7 y 33 °C los porcentajes de supervivencia de inmaduros fueron casi nulos (0-1,6 %).

Las relaciones de la temperatura con el tiempo de desarrollo fueron abordadas en Argentina mediante la estimación del umbral térmico de desarrollo (UTD) y tiempo fisiológico, ambos parámetros de importancia ecológica en el estudio de organismos ectotermos. El UTD es el valor de temperatura por debajo del cual no se desarrollan los estados inmaduros; en tanto que el tiempo fisiológico es el producto de la temperatura media por encima del UTD multiplicada por el número de días que tarda en completarse el desarrollo, y se expresa en grados-día (Clements, 1992). En poblaciones de *Ae. aegypti* los valores de UTD obtenidos fueron de 12,8 °C (Domínguez *et al.*, 2000), y 11,1 °C (Grech *et al.*, 2015). El UTD obtenido para *Cx. quinquefasciatus* fue de 9,5 °C (Almirón y Brewer, 1996b) y 10,9 °C (Grech *et al.*, 2015), y para *Cx. pipiens* 5 °C (Loetti *et al.*, 2011). Los valores de este parámetro registrados previamente para las poblaciones de *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus* provenientes de Córdoba (Domínguez *et al.*, 2000; Almirón y Brewer, 1996b), fueron similares a los obtenidos luego de transcurrida más de una década, con diferencias de aproximadamente 1,6 °C (Grech *et al.*, 2015). Respecto al tiempo fisiológico de estas especies, se registraron valores de 97,3 grados-día para *Ae. aegypti* y 136,9 grados-días para *Cx. quinquefasciatus* (Grech *et al.*, 2015). En poblaciones de *Cx. pipiens* los valores observados fueron de 186,5 y 199,5 grados-día, para machos y hembras, respectivamente (Loetti *et al.*, 2011).

Poblaciones de *Ae. aegypti* provenientes de distintas localidades de la provincia de Misiones manifestaron diferencias en los estadísticos vitales (Tejerina *et al.*, 2009), como así también entre poblaciones de distintas provincias del norte y centro del país criadas bajo condiciones templadas de la provincia de Córdoba (Grech *et al.*, 2010). Tejerina *et al.* (2009) evaluaron los tiempos de desarrollo y supervivencia de los estados inmaduros, así como la longevidad y fecundidad de adultos de poblaciones provenientes de los sectores este y oeste de la provincia de Misiones. Los estadísticos vitales estimados para los estados inmaduros no presentaron diferencias entre poblaciones de distintas regiones. Sin embargo, la longevidad y fecundidad de las hembras difirieron, siendo mayores en la localidad de Posadas (zona oeste de Misiones), registrando una longevidad de 58 días y fecundidad promedio de 307,44 huevos/hembra.

Respecto a poblaciones de *Ae. aegypti* provenientes de las provincias de Misiones, Salta y Córdoba, criadas simultáneamente bajo condiciones de laboratorio, Grech *et al.* (2010) observaron diferencias en los tiempos de desarrollo y supervivencia de larvas. Así, el tiempo de desarrollo varió entre 6,9-7,9 días para las poblaciones de Córdoba y Salta, en tanto que los porcentajes de supervivencia fueron mayores para poblaciones de Misiones (85,8 %), y difirieron de los registrados para el sector noroeste del país, de la provincia de Salta (59,2 %). Las diferencias obtenidas para dichos estadísticos entre poblaciones de diferente origen geográfico, podrían

responder a diferencias en la componente genética (no evaluada por estos autores) producto de colonizaciones desde distintas regiones de Sudamérica. Rondan Dueñas *et al.* (2009) postuló que el acervo genético actual de *Ae. aegypti* de la región noroeste del país sería el resultado de relictos poblacionales que subsistieron luego de la campaña de erradicación iniciada en la década de 1940, sumado a una nueva corriente colonizadora proveniente de Bolivia. Por otro lado, la similitud genética entre las poblaciones del noreste de Argentina, Sur de Brasil, Paraguay y Uruguay, sería un reflejo de los altos niveles de dispersión pasiva, producto de la actividad comercial terrestre que se mantiene entre las regiones. Sin embargo, cabe destacar que la población de *Ae. aegypti* proveniente de la provincia de Misiones mostró distintos valores de supervivencia de los estados inmaduros cuando fue criada en diferentes ambientes, tanto en Misiones (100 %) (Tejerina *et al.*, 2009), como en Córdoba (86 %) (Grech *et al.*, 2010). Si bien ambos trabajos fueron realizados en condiciones semicontroladas de laboratorio, estas diferencias podrían indicar, entre otros, variaciones en la condiciones de cría. Resultados obtenidos por Romeo Aznar *et al.* (2013) para Argentina sugieren la de presencia de plasticidad genética en *Ae. aegypti*, puesto en evidencia por diferentes performances halladas en mosquitos provenientes de laboratorio y de campo, indicando además la necesidad de tener en consideración dichas variaciones locales en el desarrollo de nuevos modelos.

Consideraciones finales

En la presente sección se abordó el conocimiento de aspectos ecológicos referidos a las especies de mosquitos cuyos sitios de cría son del tipo microambientes artificiales. En Argentina, el estudio de la ecología y biología de estas especies se ha incrementado, registrándose en la literatura numerosos trabajos destinados al estudio de los contenedores utilizados principalmente por *Ae. aegypti*, y por especies pertenecientes al complejo *Cx. pipiens*. Sin embargo, resta aún profundizar el estudio de las restantes especies, de las cuales en su mayoría existen registros sólo del tipo de recipiente utilizado como sitio de cría. Dichos trabajos fueron en su mayoría estudios del tipo observacional en las regiones centro y norte del país, que contemplaron los distintos tipos de contenedores utilizados como sitios de cría, las asociaciones entre la presencia y/o abundancia de especies con las características de los contenedores, y los patrones de distribución tem-

poral y espacial. En menor medida, fueron realizados estudios experimentales enfocados en evaluar los efectos de la competencia larval bajo distintos contextos ecológicos, y los efectos de la temperatura y procedencia geográfica sobre los estadísticos vitales principalmente de estados inmaduros. El conocimiento generado sobre estos sistemas permite sentar líneas de base para futuros estudios ecológicos, en los que se profundice la componente experimental, y permitan obtener una visión más completa de los patrones observados y los posibles mecanismos involucrados. El uso de la teoría ecológica aplicada en mosquitos, permitirá mejorar nuestro conocimiento sobre estos sistemas, además de contribuir al conocimiento de las especies vectores en general. Asimismo, la realización de estudios experimentales es de importancia para continuar con el desarrollo de modelos que permitan inferir la ocurrencia de cambios en los tamaños poblacionales

de los vectores y su relación con el riesgo de transmisión de enfermedades. Estos modelos serán especialmente útiles en las regiones del país afectadas históricamente por la ocurrencia de brotes y epidemias. La información recabada es de utilidad no solo para comprender las condiciones ambientales que

favorecen la proliferación de mosquitos en los ambientes urbanos, sino también para el diseño de planes más eficientes de prevención y control de vectores en las distintas regiones del país, en el marco de políticas públicas de salud, medio ambiente y educación.

Bibliografía

- Abrams PA. 2009. When does greater mortality increase population size? The long history and diverse mechanisms underlying the hydra effect. *Ecol Lett*. 12: 462-474.
- Almirón WR, Asís R. 2003. Índices de abundancia de larvas y pupas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Córdoba. *Rev Fac Ciencias Méd*. 60: 37-41.
- Almirón WR, Brewer ME. 1996a. Classification of immature stage habitats of Culicidae (Diptera) collected in Córdoba, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 91: 1-9.
- Almirón WR, Brewer ME. 1996b. Winter biology of *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, (Diptera: Culicidae) from Córdoba, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 91: 649-654.
- Almirón WR, Ludueña-Almeida FF. 1998. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Córdoba, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent*. 57: 27-28.
- Almirón WR, Ludueña-Almeida FF, Domínguez MC. 1999. Preferencia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) por sitios para oviposición con diferentes niveles de precolonización y exposición al sol. *Rev Soc Entomol Argent*. 58: 159-164.
- Allgood DW, Yee DA. 2014. Influence of resource levels, organic compounds and laboratory colonization on interspecific competition between the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (*Stegomyia albopicta*) and the southern house mosquito *Culex quinquefasciatus*. *Med Vet Entomol*. 28: 273-286.
- Avilés G, Cecchini R, Harrington ME, Cichero J, Asís R, Ríos C. 1997. *Aedes aegypti* in Córdoba province, Argentina. *J Am Mosq Control Assoc*. 13: 255-258.
- Badano EI, Regidor HA. 2002. Selección de hábitat de oviposición en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mediante estímulos físicos. *Ecol Austral*. 12: 129-134.
- Bar-Zeev M. 1958. The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of *Aedes aegypti*. *Bull Entomol Res*. 49: 157-163.
- Bargielowski IE, Lounibos LP, Carrasquilla MC. 2013. Evolution of resistance to satyrization through reproductive character displacement in populations of invasive dengue vectors. *Proc Natl Acad Sci USA*. 110: 2888-2892.
- Barrera R, Amador M, Clark GG. 2006. Ecological factors influencing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in artificial containers in Salinas, Puerto Rico. *J Med Entomol*. 43: 484-492.
- Batallán GP, Estallo EL, Flores FS, Sartor P, Contigiani MS, Almirón WR. 2015. St. Louis Encephalitis virus mosquito vectors dynamics in three different environments in relation to remotely sensed environmental conditions. *Acta Trop*. 146: 53-59.
- Blaustein L, Blaustein J, Chase J. 2005. Chemical detection of the predator *Notonecta irrorata* by ovipositing *Culex* mosquitoes. *J Vector Ecol*. 30: 299-301.
- Borda CE, Rea MFJ, Rosa JR, Mosqueda LA, Sario H. 1999. Vector de la fiebre amarilla urbana y el dengue en la ciudad de Corrientes, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/cyt2000.htm>.
- Burroni N, Loetti V, Prunella P, Schweigmann N. 2013. Ovitrap placed in dwellings and on public paved areas for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) monitoring. *Rev Colomb Entomol*. 39: 56-60.
- Byttebier B, De Majo MS, Fischer S. 2014. Hatching response of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs at low temperatures: effects of hatching media and storage conditions. *J Med Entomol*. 51: 97-103.
- Campos RE, Maciá A. 1996. Observaciones biológicas de una población natural de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent*. 55: 67-72.
- Carbajo AE, Curto SI, Schweigmann N. 2006. Spatial distribution pattern of oviposition in the mosquito *Aedes aegypti* in relation to urbanization in Buenos Aires: southern fringe bionomics of an introduced vector. *Med Vet Entomol*. 20: 209-218.
- Carbajo AE, Gómez SM, Curto SI, Schweigmann N. 2004b. Variación espacio-temporal del riesgo de transmisión de dengue en la Ciudad de Buenos Aires. *Medicina (B Aires)*. 64: 231-234.
- Carbajo AE, Vezzani D, Curto SI. 2004a. Asociación entre los niveles de infestación del mosquito *Aedes aegypti* y las categorías de edificación según el código de planeamiento urbano en Buenos Aires. Disponible en: http://www.epidemiologia.anm.edu.ar/pdf/publicaciones_cie/2004/A_sociacion_Niveles_Infeccion_Mosquito_2004.pdf
- Cardo MV, Rosín P, Carbajo AE, Vezzani D. 2015. Artificial container mosquitoes and first record of *Aedes aegypti* in the islands of the Paraná Lower Delta, Argentina. *J Asia Pac Entomol*. 18: 727-733.
- Cardo MV, Vezzani D, Rubio A, Carbajo AE. 2014. Integrating demographic and meteorological data in urban ecology: a case study of container-breeding mosquitoes in temperate Argentina. *Area*. 46: 18-26.
- Carrington LB, Seifert SN, Willits NH, Lambrechts L, Scott TW. 2013. Large diurnal temperature fluctuations negatively influence *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) life-history traits. *J Med Entomol*. 50: 43-51.
- Chadee DD, Corbet PS, Greenwood JJD. 1990. Egg-laying yellow fever mosquitoes avoid sites containing eggs laid by themselves or by conspecifics. *Entomol Exp Appl*. 57: 295-298.
- Clements AN. 1992. The biology of mosquitoes. Vol. I. Development, nutrition and reproduction. London: Chapman & Hall Press.
- Costa F, Fattore G, Abril M. 2012. Diversity of containers and buildings infested with *Aedes aegypti* in Puerto Iguazú, Argentina. *Cad Saúde Pública*. 28: 1802-1806.
- Costanzo KS, Kesavaraju B, Juliano SA. 2005. Condition specific competition in container mosquitoes: the role of non-competing life-history stages. *Ecology*. 86: 3289-3295.
- Darsie RF jr, Becnel JJ, Hazard EI, Garcia JJ. 1991. A record of mosquito species collected during a larval survey in Argentina and Uruguay (Diptera, Culicidae). *Mosq Syst*. 23: 50-52.
- De Majo MS, Fischer S, Otero M, Schweigmann N. 2013. Effects of thermal heterogeneity and egg mortality on differences in the population dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) over short distances in temperate Argentina. *J Med Entomol*. 50: 543-551.
- Díaz-Nieto LM, Maciá A, Perotti MA, Berón CM. 2013. Geographical limits of the southeastern distribution of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) in Argentina. *Plos Negl Trop Dis*. 7: 1-7.
- Diez F, Breser VJ, Quirán EM, Rossi GC. 2011. Nuevos registros de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la provincia de La Pampa, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent*. 70: 347-349.
- Diez F, Breser VJ, Quirán EM, Rossi GC. 2014. Niveles de infestación y nuevos registros de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de La Pampa, Argentina. *Rev Chilena Ent*. 39: 23-28.
- Domínguez MC, Ludueña-Almeida F, Almirón WR. 2000. Dinámica poblacional de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Córdoba Capital. *Rev Soc Entomol Argent*. 59: 41-50.
- Eisen L, Moore CG. 2013. *Aedes (Stegomyia) aegypti* in the continental United States: a vector at the cool margin of its geographic range. *J Med Entomol*. 50: 467-478.
- Estallo EL, Ludueña-Almeida FF, Introini MV, Zaidenberg M, Almirón WR. 2015. Weather variability associated with *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Dengue Vector) oviposition dynamics in northwestern Argentina. *Plos One*. 10: e0127820.
- Estallo EL, Ludueña-Almeida FF, Visintin AM, Scavuzzo CM, Introini MV, Zaidenberg M, Almirón WR. 2011a. Prevention of dengue outbreaks through *Aedes aegypti* oviposition activity forecasting method. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 11: 543-549.
- Estallo EL, Ludueña-Almeida F, Scavuzzo CM, Zaidenberg M, Introini MV, Almirón WR. 2011b. Oviposición diaria de *Aedes aegypti* en Orán, Salta, Argentina. *Rev Saúde Pública*. 45: 977-980.
- Estallo EL, Más G, Vergara-Cid C, Lanfri MA, Ludueña-Almeida F, Scavuzzo CM, Introini MV, Zaidenberg M, Almirón WR. 2013. Spatial patterns of high *Aedes aegypti* oviposition activity in northwestern

- Argentina. Plos One. 8: e54167.
40. Fischer S, Alem IS, De Majo MS, Campos RE, Schweigmann N. 2011. Cold season mortality and hatching behavior of *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) eggs in Buenos Aires City, Argentina. J Vector Ecol. 36: 94-99.
41. Fischer S, Marinone MC, Fontanarrosa MS, Nieves M, Schweigmann N. 2000. Urban rain pools: seasonal dynamics and entomofauna in a park of Buenos Aires. Hydrobiologia. 441: 45-53.
42. Fischer S, Schweigmann N. 2004. *Culex* mosquitoes in temporary urban rain pools: seasonal dynamics and relation to environmental variables. J Vector Ecol. 29: 365-373.
43. Fischer S, Schweigmann N. 2010. Seasonal occurrence of immature mosquitoes in swimming pools in Buenos Aires, Argentina. J Am Mosq Control Assoc. 26: 95-98.
44. Forattini OP. 2002. Culicidología Médica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo Press.
45. Francia A, Maciá A. 2011. Efectos de la competencia larval en los mosquitos de contenedores artificiales, *Aedes aegypti* y *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) en condiciones semi-controladas. Rev Soc Entomol Argent. 70: 305-315.
46. García JJ, Micieli MV, Achinelly MF, Marti GA. 2002. Establecimiento de una población de *Aedes aegypti* L. en La Plata, Argentina. En: Fundación Mundo Sano, ed. Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina, Buenos Aires, Argentina. pp. 149-153.
47. Garelli FM, Espinosa MO, Weinberg D, Coto HD, Gaspé MS, Gürtler RE. 2009. Patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) infestation and container productivity measured using pupal and *Stegomyia* indices in northern Argentina. J Med Entomol. 46: 1176-1186.
48. Gauto N, Marrero D, Bogado D, Kelm S, Tejerina F, Tartaglino L. 2015. Diversidad de mosquitos presentes en criaderos artificiales y caracterización de los criaderos más frecuentes para *Aedes (Stegomyia) aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en el ámbito urbano de la ciudad de Posadas durante el mes de abril del 2014. IX Congreso Argentino de Entomología, Posadas, Argentina. p. 305.
49. Giménez JO, Fischer S, Zalazar L, Stein M. 2015. Cold season mortality under natural conditions and subsequent hatching response of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs in a subtropical city of Argentina. J Med Entomol. 52: 879-885.
50. Grech MG. 2013. Bioecología de culicidos (Diptera) urbanos de importancia sanitaria de la ciudad de Córdoba, Córdoba (Argentina). Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba Argentina.
51. Grech MG, Ludueña-Almeida FF, Almirón WR. 2010. Bionomics of *Aedes aegypti* subpopulations (Diptera: Culicidae) from Argentina. J Vector Ecol. 35: 277-285.
52. Grech M, Sartor P, Almirón W, Ludueña-Almeida F. 2015. Effect of temperature on life history traits during immature development of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) from Córdoba city, Argentina. Acta Trop. 146: 1-6.
53. Grech M, Sartor P, Estallo E, Ludueña-Almeida F, Almirón W. 2013. Characterisation of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) larval habitats at ground level and temporal fluctuations of larval abundance in Córdoba, Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 108: 772-777.
54. Grech M, Visintin A, Laurito M, Estallo E, Lorenzo P, Roccia I, Korin M, Goya F, Ludueña-Almeida F, Almirón W. 2012. New records of mosquito species (Diptera: Culicidae) from Neuquén and La Rioja provinces, Argentina. Rev Saúde Pública. 46: 387-389.
55. Juliano SA. 2007. Population dynamics. J Am Mosq Control Assoc. 23: 265-275.
56. Juliano SA. 2009. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. Annu Rev Entomol. 54: 37-56.
57. Juliano SA, Ribeiro GS, Maciel-de-Freitas R, Castro MG, Codeço C, Lourenço-de-Oliveira R, Lounibos LP. 2014. She's a femme fatale: low-density larval development produces good disease vectors. Mem Inst Oswaldo Cruz. 109: 1070-1077.
58. Kaplan L, Kendell D, Robertson D, Livdahl T, Khatchikian C. 2010. *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Bermuda: extinction, invasion, invasion and extinction. Biol Invasions. 12: 3277-3288.
59. Lestani EA, Stein M, Liotta DJ, Martínez HV, Tonón SA. 2002. Estudio preliminar de diversidad de culicifauna en recipientes artificiales de la ciudad de Posadas, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/06-Biologicas/B-063.pdf>
60. Lizuain A, Santini MS, Schweigmann N. 2014. Culicidos en cubiertas de neumáticos en las provincias de Misiones y Corrientes y actualización sobre la distribución de *Aedes albopictus*. IX Jornadas Regionales de Mosquitos, Resistencia, Chaco, Argentina. p. 47.
61. Loetti V, Schweigmann N, Burrioni N. 2011. Development rates, larval survivorship and wing length of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) at constant temperatures. J Nat Hist. 45: 2207-2217.
62. Maciá A. 2006. Differences in performance of *Aedes aegypti* larvae raised at different densities in tires and ovitraps under field conditions in Argentina. J Vector Ecol. 31: 371-377.
63. Maciá A. 2009. Effects of larval crowding on development time, survival and weight at metamorphosis in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Rev Soc Entomol Argent. 68: 107-114.
64. Marti GA, Micieli MV, Scorsetti AC, Liljeström G. 2004. Evaluation of *Mesocyclops annulatus* (Copepoda: Cyclopoidea) as a control agent of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 99: 535-540.
65. Merritt RW, Dadd RH, Walker ED. 1992. Feeding behavior, natural food, and nutritional relationships of larval mosquitoes. Annu Rev Entomol. 37: 379-376.
66. Micieli MV, Campos RE. 2003. Oviposition activity and seasonal pattern of a population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in subtropical Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 98: 659-663.
67. Micieli MV, García JJ, Achinelly MF, Marti GA. 2006. Dinámica poblacional de los estadios inmaduros del vector del dengue *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): un estudio longitudinal (1996-2000). Rev Biol Trop. 54: 979-983.
68. Micieli MV, Marti G, García JJ. 2002. Laboratory evaluation of *Mesocyclops annulatus* (Wierzejski, 1892) (Copepoda: Cyclopoidea) as a predator of container-breeding mosquitoes in Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 97: 835-838.
69. O'Meara GF, Evans LF Jr, Gettman AD, Cuda JP. 1995. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. J Med Entomol. 32: 554-562.
70. Oria G, Oscherov E. 2002. Ecología de larvas de Culicidos (Diptera) en desagues pluviales de la ciudad de Corrientes, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/06-Biologicas/B-060.pdf>
71. Oria GI, Stein M, Gorodner JO. 2000. Ecoepidemiología urbana de formas inmaduras de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Resistencia. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/cyt.htm>.
72. Otero M, Solari HG, Schweigmann N. 2006. A stochastic population dynamics model for *Aedes aegypti*: formulation and application to a city with temperate climate. Bull Math Biol. 68: 1945-1974.
73. Pires DA, Gleiser RM. 2010. Mosquito fauna inhabiting water bodies in the urban environment of Córdoba city, Argentina, following a St. Louis encephalitis outbreak. J Vector Ecol. 35: 401-409.
74. Ponnusamy L, Böröczky K, Wesson DM, Schal C, Apperson CS. 2011. Bacteria stimulate hatching of yellow fever mosquito eggs. Plos One. 6: e24409.
75. Ponnusamy L, Xu N, Nojima S, Wesson DM, Schal C, Apperson CS. 2008. Identification of bacteria and bacteria-associated chemical cues that mediate oviposition site preferences by *Aedes aegypti*. Proc Natl Acad Sci USA. 105: 9262-9267.
76. Reiskind MH, Wilson ML. 2004. *Culex restuans* (Diptera: Culicidae) oviposition behavior determined by larval habitat quality and quantity in southeastern Michigan. J Med Entomol. 41: 179-186.
77. Romeo Aznar V, Otero M, De Majo MS, Fischer S, Solari HG. 2013. Modeling the complex hatching and development of *Aedes aegypti* in temperate climate. Ecol Model. 253: 44-55.
78. Romeo Aznar V, De Majo MS, Fischer S, Francisco D, Natiello MA, Solari HG. 2015. A model for the development of *Aedes (Stegomyia) aegypti* as a function of the available food. J Theor Biol. 365: 311-324.
79. Rondán Dueñas JC, Panzetta-Dutari G, Gardenal CN. 2009. Two different routes of colonization of *Aedes aegypti* in Argentina from neighboring countries. J Med Entomol. 46: 1344-1354.
80. Rossi GC, Almirón WR. 2004. Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquitos de interés sanitario encontradas en criaderos artificiales en Argentina. Fundación Mundo Sano, Buenos Aires, Argentina. 49 pp.
81. Rossi GC, Nelci TP, Krsticevic FJ. 1999. First record of *Aedes albopictus* (Skuse) from Argentina. J Am Mosq Contr Assoc. 15: 422.
82. Rossi GC, Lestani EA, D'Oria JM. 2006. Nuevos registros y distribución de mosquitos de la Argentina (Diptera: Culicidae). Rev Soc Entomol Argent. 65: 51-56.
83. Rubio A, Cardo MV, Carbajo AE, Vezzani D. 2013. Imperviousness as a predictor for infestation levels of container-breeding mosquitoes in a focus of Dengue and Saint Louis Encephalitis in Argentina. Acta Trop. 128: 680-685.
84. Rubio A, Cardo MV, Vezzani D. 2011. Tire-breeding mosquitoes of public health importance along an urbanisation gradient in Buenos Aires, Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 106: 678-684.
85. Rubio A, Vezzani D. 2011. Cubiertas de auto abandonadas como sitios de cría de *Culex eduardoi* (Diptera: Culicidae) en el Parque Provincial Pereyra Iraola, Provincia de Buenos Aires. Rev Soc Entomol Argent. 70: 119-122.
86. Rueda LM, Patel KJ, Axtell RC, Stinner RE. 1990. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. 27: 892-898.
87. Schweigmann N, Vezzani D, Orellano P, Kuruc J, Boffi R. 2004. *Aedes*

- albopictus* in an area of Misiones, Argentina. Rev Saúde Pública. 38: 136-138.
88. Schweigmann N, Vezzani D, Vera T, Gómez S, Fernández Campón F, Cevalco C, Freire MG, Kuruc J, Ackermann G, Carbajo A, Bruzzone O, Boffi R, Abramo Orrego L. 1997. Infestación domiciliar por formas inmaduras de *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. en un foco del Partido de San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Entomol Vect. 4: 185-190.
89. Simoy MI, Simoy MV, Canziani GA. 2015. The effect of temperature on the population dynamics of *Aedes aegypti*. Ecol Model. 314: 100-110.
90. Skiff JJ, Yee DA. 2014. Behavioral differences among four co-occurring species of container mosquito larvae: effects of depth and resource environments. J Med Entomol. 51: 375-381.
91. Southwood TRE, Murdie G, Yasuno M, Tonn RJ, Reader PM. 1972. Studies on the life budget of *Aedes aegypti* in Wat Samphaya Bangkok Thailand. Bull World Health Organ. 46: 211-226.
92. Stein M, Almirón WR, Willener JA, Gorodner JO. 2005a. Criaderos de estados inmaduros de mosquitos (Diptera: Culicidae) colectados en la provincia del Chaco. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/index.htm>.
93. Stein M, Ludueña-Almeida F, Willener JA, Almirón WR. 2011. Classification of immature mosquito species according to characteristics of the larval habitat in the subtropical province of Chaco, Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 106: 400-407.
94. Stein M, Oria GI. 2002. Identificación de criaderos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y cálculo de índices de infestación en la provincia del Chaco. En: Salomón OD (ed). Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina, Fundación Mundo Sano. Buenos Aires. p. 161-166.
95. Stein M, Oria GI, Almirón WR. 2002. Principales criaderos para *Aedes aegypti* y culicidos asociados, Argentina. Rev Saúde Pública. 36: 627-630.
96. Stein M, Oria GI, Almirón WR, Willener JA. 2005b. Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* en Chaco, Argentina. Rev Saúde Pública. 39: 559-564.
97. Tejerina EF, Ludueña-Almeida FF, Almirón WR. 2009. Bionomics of *Aedes aegypti* subpopulations (Diptera: Culicidae) from Misiones Province, northeastern Argentina. Acta Trop. 109: 45-49.
98. Tranchida MC, Maciá A, Brusa F, Micieli MV, García JJ. 2009. Predation potential of three flatworm species (Platyhelminthes: Turbellaria) on mosquitos (Diptera: Culicidae). Biol Control. 49: 270-276.
99. Vezzani D. 2007. Review: Artificial container-breeding mosquitoes and cemeteries: a perfect match. Trop Med Int Health. 12: 299-313.
100. Vezzani D, Albicocco AP. 2009. The effect of shade on the container index and pupal productivity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* breeding in artificial containers. Med Vet Entomol. 23: 78-84.
101. Vezzani D, Carbajo AE. 2008. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and dengue in Argentina: current knowledge and future directions. Mem Inst Oswaldo Cruz. 103: 66-74.
102. Vezzani D, Rubio A, Velázquez SM, Schweigmann N, Wiegand T. 2005. Detailed assessment of microhabitat suitability for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires, Argentina. Acta Trop. 95: 123-131.
103. Vezzani D, Schweigmann N. 2002. Suitability of containers from different sources as breeding sites of *Aedes aegypti* (L.) in a cemetery of Buenos Aires City, Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 97: 789-792.
104. Vezzani D, Velázquez SM, Schweigmann N. 2004a. Containers of different capacity as breeding sites of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the cemeteries of Buenos Aires, Argentina. Entomol Vect. 11: 305-316.
105. Vezzani D, Velázquez SM, Schweigmann N. 2004b. Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires City, Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz. 99: 351-356.
106. Vezzani D, Velázquez SM, Soto S, Schweigmann NJ. 2001. Environmental characteristics of the cemeteries of Buenos Aires city (Argentina) and infestation levels of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Mem Inst Oswaldo Cruz. 96: 467-471.
107. Washburn JO. 1995. Regulatory factors affecting larval mosquito populations in container and pool habitats: implications for biological control. J Am Mosq Control Assoc. 11: 279-283.
108. Yee DA, Kneitel JM, Juliano SA. 2010. Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. J Med Entomol. 47: 53-62.
109. Zanotti G, De Majo MS, Alem I, Schweigmann N, Campos RE, Fischer S. 2015. New records of *Aedes aegypti* at the southern limit of its distribution in Buenos Aires province, Argentina. J Vector Ecol. 40: 408-411.
110. Zapata L, Mari E, Stein M, Gorodner JO. 2002. Criaderos de *Aedes aegypti* y la culicida fauna asociada (Diptera: Culicidae) en la Ciudad de Corrientes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de las Universidad Nacional del Nordeste. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/cyt.htm>.