

Tesis de Posgrado

El hábitat de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) en Buenos Aires para distintas escalas espaciales de estudio

Vezzani, Darío

2003

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Vezzani, Darío. (2003). El hábitat de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) en Buenos Aires para distintas escalas espaciales de estudio. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3603_Vezzani.pdf

Cita tipo Chicago:

Vezzani, Darío. "El hábitat de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) en Buenos Aires para distintas escalas espaciales de estudio". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 2003.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3603_Vezzani.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

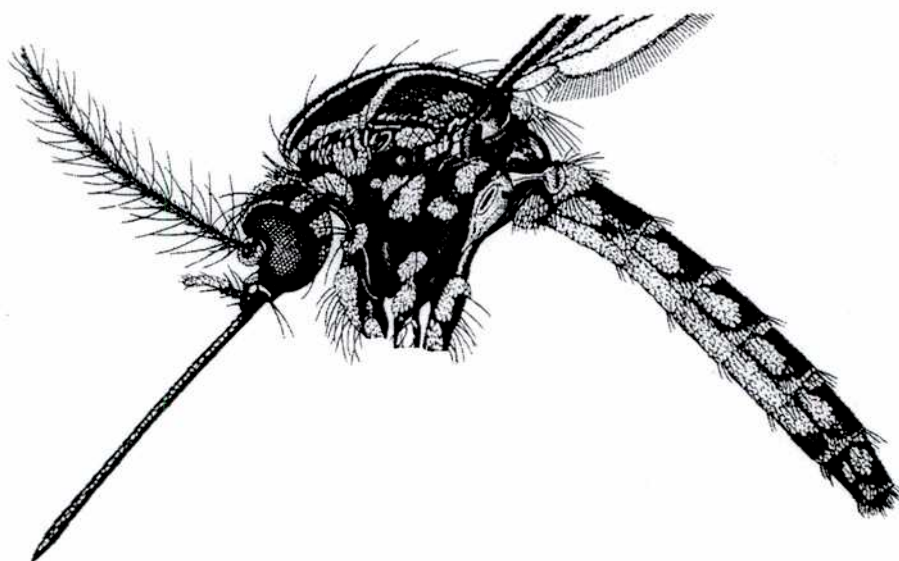
Universidad de Buenos Aires

AGOSTO 2003



El hábitat de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Buenos Aires para distintas escalas espaciales de estudio

Vezzani Darío



Lugar de trabajo

Unidad de Ecología de Reservorios y Vectores de Parásitos.
Departamento de Ecología, Genética y Evolución.
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad de Buenos Aires

Director de Tesis

Schweigmann Nicolás

Tesis para optar por el título de Doctor en Ciencias Biológicas
de la Universidad de Buenos Aires

No - 3603

... en mi experiencia, este mosquito selecciona, para propósitos de cría, pequeñas colecciones de agua cuando están protegidas de los rayos solares por la sombra del follaje ...

Boyce R 1910

... la larva, obviamente se desarrollará en los lugares donde el adulto ha colocado los huevos; menos obvio es quizás que el adulto debe habitar en las áreas donde están los requerimientos peculiares para el desarrollo larval ...

Bates M 1949

Resumen	3
Abstract	4
— 1 — INTRODUCCION	5
1.1 <i>Aedes aegypti</i> - Importancia del estudio	6
1.2 Bionomía de <i>Aedes aegypti</i>	8
1.3 Los estudios de hábitat	11
1.4 Objetivos	17
1.5 Hipótesis	18
— 2 — MATERIALES Y METODOS	19
2.1 Area de estudio	20
2.2 Metodología	24
2.3 Análisis de datos	27
— 3 — EXPLORANDO EL HABITAT EN EL ESPACIO	29
3.1 Materiales y métodos	30
3.2 Resultados	33
3.3 Discusión	36
— 4 — EXPLORANDO EL HABITAT EN EL TIEMPO	38
4.1 Materiales y métodos	39
4.2 Resultados	40
4.3 Discusión	45
— 5 — LOS PARCHES	48
5.1 Materiales y métodos	49
5.2 Resultados	51
5.3 Discusión	63
— 6 — LOS MICROHABITATS	67
6.1 Materiales y métodos	68
6.2 Resultados	73
6.3 Discusión	81
— 7 — LOS RECIPIENTES	83
7.1 Materiales y Métodos	84
7.2 Resultados	86
7.3 Discusión	95
— 8 — DISCUSION Y CONCLUSIONES FINALES	98
8.1 Los cementerios como áreas de proliferación de <i>Aedes aegypti</i>	99
8.2 El hábitat de <i>Aedes aegypti</i>	101
8.3 El control de <i>Aedes aegypti</i>	109
Agradecimientos	114
Bibliografía	115
Anexo: Historia de los cementerios de la ciudad de Buenos Aires	140

El estudio del hábitat de *Aedes aegypti* es de gran importancia para el desarrollo e implementación de acciones de control efectivas. Con el objetivo de caracterizar el hábitat de este mosquito e identificar los factores que influyen en su calidad, se realizaron estudios para las siguientes escalas espaciales: los cementerios como macrohábitats, los parches dentro de un mismo cementerio, los microhábitats dentro de un mismo parche, y los recipientes donde cría.

Entre 1998 y 2001 se llevaron a cabo monitoreos de actividad de oviposición de las hembras y de sitios de cría. Se estudió la asociación entre el nivel de infestación y la oferta de recipientes, la cobertura vegetal, la proximidad de otros sitios favorables, la sombra, la temperatura del agua, el orden y la limpieza del ambiente, y distintas características de los recipientes.

En todas las escalas estudiadas se observaron gradientes del nivel de infestación del vector. Los ambientes que alcanzaron los mayores niveles de infestación, también fueron los que permanecieron infestados durante más tiempo. Entre las variables estudiadas, la vegetación y la proximidad a otras áreas favorables demostraron una asociación positiva con la calidad del hábitat de *Ae. aegypti*. La variable oferta de recipientes no se halló asociada con los niveles de infestación, en ambientes con más de 100 recipientes por hectárea. El material de los recipientes influyó en la calidad como hábitat de cría, dependiendo de las características del ambiente. Los recipientes de plástico fueron los más favorables y los de metal los menos favorables para la proliferación del vector. El nivel de infestación no se halló asociado con la capacidad de los recipientes.

Los resultados sugieren que en áreas urbanas los ambientes más favorables para *Ae. aegypti* son aquellos de gran acumulación de recipientes con agua, protegidos de las condiciones ambientales extremas por la vegetación o por estructuras antrópicas. Estos ambientes actuarían como focos de proliferación y dispersión hacia el resto de la ciudad y sobre ellos habría que concentrar los esfuerzos para reducir la abundancia del mosquito.

Los cementerios en Buenos Aires son sitios adecuados para ser utilizados como modelo en estudios ecológicos de culícidos urbanos que crían en recipientes artificiales.

Palabras claves - *Aedes aegypti*, culícidos urbanos, hábitat, vegetación, vector, dengue, cementerios, Buenos Aires, Argentina.

The habitat of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires at different spatial scales.

The study of the habitat of *Aedes aegypti* is of great importance for the development and implementation of effective control measures. In order to characterize the habitat of this mosquito species and to identify factors affecting its quality, studies were conducted at the following spatial scales: cemeteries as macrohabitats, patches within a same cemetery, microhabitats within a same patch, and breeding containers.

Female oviposition activity and breeding sites were monitored from 1998 to 2001. The associations between the infestation level and different environmental variables were evaluated. Those variables were container availability, vegetation cover, proximity to other favourable sites, shade, water temperature, cleanness of the environment, and container characteristics.

The vector infestation level showed a gradient at all scales studied. Those environments with highest infestation levels also remained infested for a longer period. Among the studied variables, vegetation and proximity to other favourable sites showed a positive association with the habitat quality of *Ae. aegypti*. The infestation level was not associated with container availability in environments with more than 100 containers per hectare. Containers made of different materials showed a variable suitability as breeding sites of *Ae. aegypti*, according to environmental characteristics. Plastic and metal containers were the most and less favourable breeding sites, respectively. The infestation level was not associated with the capacity of containers.

Results suggest that in urban areas the most favourable environments for *Ae aegypti* are sites with a large number of water-filled containers, sheltered from extreme environmental conditions by vegetation or manmade structures. Efforts to reduce the mosquito abundance should be focused on these sites, which represent potential proliferation and dispersal foci towards the rest of the city.

Cemeteries in Buenos Aires are suitable areas to be used as a model in ecological studies of urban culicids breeding in artificial containers.

Key words - *Aedes aegypti*, urban culicids, habitat, vegetation, vector, dengue, cemeteries, Buenos Aires, Argentina.

Cuando comencé a inicios de 1998 las actividades de campo que terminarían siendo parte de mi tesis doctoral, creía tener una idea muy clara de cuales eran las preguntas que orientaban mi trabajo. A medida que los muestreos transcurrían, cambiaron algunas preguntas y surgieron otras nuevas pero siempre conservando una misma dirección. El eje central de este conjunto de preguntas es la caracterización del hábitat del mosquito *Aedes aegypti* en la ciudad de Buenos Aires desde distintas escalas de estudio. Formalizar estas preguntas fue uno de los mayores desafíos del presente trabajo.

La tesis está dividida en ocho capítulos. En el presente capítulo se expone la importancia del estudio de *Ae. aegypti* y una breve revisión de su bionomía. Se plantean los conceptos generales acerca del estudio del hábitat de una especie, y los objetivos e hipótesis de trabajo.

En el capítulo 2 se describen el área estudiada y las metodologías generales utilizadas en las distintas etapas de estudio. En los cinco capítulos siguientes (cap. 3 al 7), se exponen los trabajos realizados para cada una de las escalas espaciales estudiadas. Estas escalas son: los cementerios como macrohábitats, los parches, los microhábitats, y los recipientes utilizados como hábitats de cría. En cada uno de estos capítulos se presentan los objetivos específicos, y luego se desarrollan la metodología, los resultados y una breve discusión.

Finalmente, en el capítulo 8, se integran los distintos resultados y conceptos en una discusión general.

1.1 *Aedes aegypti* - Importancia de su estudio

El mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linneo 1762) (Diptera: Culicidae) es el principal vector del dengue y la fiebre amarilla urbana en América (Acha & Szyfres 1986, Forattini 2002). También es capaz de transmitir natural o experimentalmente 5 especies de protozoos, 20 especies de filarias y 103 tipos de arbovirus (Dégallier et al. 1988). Entre los protozoos se encuentra el agente que produce el paludismo en aves, *Plasmodium gallinaceum* (Kelly & Edman 1992), y entre las filarias se encuentra *Dirofilaria immitis*, de gran importancia veterinaria por las patologías que producen en las mascotas caninas (Sulaiman 1983).

La importancia de comprender la ecología de los vectores ha sido reconocida desde inicios del siglo XX (Mills & Childs 1998). Si bien *Ae. aegypti* es uno de los mosquitos más exhaustivamente estudiados (Fay 1964, Tinker 1964, Service 1992), su ecología aún no está del todo comprendida (Rodhain 1996), y la información disponible sobre el hábitat de las formas inmaduras corresponde principalmente a zonas tropicales. En las zonas subtropicales y templadas del mundo es necesario incrementar el conocimiento de su biología para desarrollar modelos epidemiológicos que expliquen y permitan predecir brotes de dengue (Fernández-Salas & Fores-Leal 1995). Las características biológicas de las poblaciones de *Ae. aegypti* pueden variar según las particularidades de cada localidad (Forattini 1965, Rodhain & Rosen 1997), por lo tanto son fundamentales los estudios en diferentes áreas para entender la ecología de la especie a escala local. Es esencial comprender los factores que causan el aumento de las densidades de los vectores para prevenir la emergencia y resurgimiento de enfermedades, y para obtener las bases para un control efectivo (Gratz 1999). En particular, los estudios de la biología del vector que contribuyan a perfeccionar su control y a desarrollar nuevos métodos, son considerados como actividades de alta prioridad por la Organización Mundial de la Salud (WHO 2000).

Breve reseña del dengue y la fiebre amarilla en la Argentina - En América, durante el siglo pasado y principios del presente, *Ae. aegypti* participó activamente en la producción de importantes brotes epidémicos. En la Argentina y Uruguay, provocó brotes de fiebre amarilla en 1852, 1857, 1858, 1870, 1871, 1896, 1899, y 1905 (Bejarano 1979) y dengue en 1916 (Gaudino 1916).

Entre 1928 y 1929, Del Ponte (citado por Ousset et al. 1967) encontró una infestación regularmente diseminada en por lo menos seis barrios de la Capital Federal. En 1942, en la XI Conferencia Sanitaria Panamericana se instó a que las autoridades sanitarias de los países afectados implementaran un programa de

erradicación del vector en todo el continente (PAHO 1994). Se consideró erradicado a este mosquito de todo el territorio nacional en 1963 por el Ministerio de Salud Pública de la Argentina (Carcavallo & Martínez 1968), y en 1965 por el Consejo Directivo de la Oficina Sanitaria Panamericana (Bejarano 1979).

A partir de la reintroducción del vector en Brasil en 1976, todos los países del cono sur se encuentran nuevamente infestados, excepto Chile (Salvatella 1999). Uruguay fue el último país donde se detectó la reinfestación, en 1997 (Salvatella 1997). En la Argentina fue detectado en 1986 en las provincias de Misiones y Formosa (OPS 1990), y en 1991 en el conurbano bonaerense (Campos 1993). En 1995 su presencia fue confirmada en la ciudad de Buenos Aires (Junín et al. 1995) y un año más tarde se demostró la presencia generalizada de este mosquito en la toda la ciudad (Schweigmann et al. 1996). Actualmente, en nuestro país *Ae. aegypti* ocupa la misma distribución geográfica que tuvo en 1955 (Segura 2001).

En las últimas décadas, la reintroducción de *Ae. aegypti* en América y la expansión de las zonas de transmisión del virus del dengue hacia el sur del continente aumenta el riesgo de infección en la Argentina (Avilés et al. 1999), e incrementa el riesgo de futuras reemergencias de fiebre amarilla urbana (Monath 2001). En Brasil, desde la epidemia de dengue ocurrida en 1986 en el estado de Rio de Janeiro, se han registrado casi 2 millones de casos de dengue hasta mediados de 2000 (Schatzmayer 2000) y en 1998-1999 se reportaron 109 casos oficiales de fiebre amarilla (WER 2000 a). Paraguay y Bolivia reportaron brotes de dengue en 1999-2000 (Seijo et al. 2000). En Bolivia también hubo 125 casos, según datos oficiales, de fiebre amarilla en el período 1998-1999 (WER 2000 a). En Perú en 1995 se reportaron 492 casos de fiebre amarilla con 192 defunciones (OPS 1997) y 221 casos en 1998-1999 (WER 2000 a), y más de 2000 casos de dengue en los 2 últimos años (Boletín Epidemiológico de Perú 2003). En Chile, los casos de dengue diagnosticados corresponderían a infecciones adquiridas en el extranjero (Laval 2001). En Uruguay se detectaron casos de dengue importados de los países vecinos (PAHO 2000), y a pesar de estar presente el vector, hasta inicios del 2003 no se registraron casos autóctonos (Ballesteros & Ramos 2003).

En nuestro país, hubo recientemente 3 brotes importantes de dengue, en 1998 en Salta y en el 2000 en Misiones y Formosa (Boletín Epidemiológico Nacional 2001). Los diagnósticos de laboratorio confirmaron posteriormente 922 casos de dengue como resultado de estos brotes en el norte del país (Avilés et al. 2003). Los relevamientos serológicos realizados en las provincias del nordeste detectaron una baja seroprevalencia (< 6%) en Misiones, Corrientes, Chaco, y Formosa (Gorodner et al. 2000, 2001). En la ciudad de Buenos Aires, si bien no se demostró transmisión del virus, se detectaron durante el verano del 2000 el arribo de 85

pacientes con síntomas de la enfermedad, de los cuales 38 casos fueron confirmados (Seijo et al. 2000).

La recolonización de *Ae. aegypti* en las provincias templadas y cálidas de la Argentina añade la posibilidad de transmisión de enfermedades desconocidas u olvidadas por los profesionales de la salud (Schweigmann & Boffi 1998). Más aun, los cambios climáticos que se esperan durante el presente siglo aumentan la posibilidad de expansión del dengue; por ejemplo un ascenso de 2° C, como el pronosticado para este siglo, aumentaría el riesgo de transmisión de dengue hasta cinco veces en América del Sur y aparecerían nuevas áreas de transmisión (Githeko et al. 2000, Hales et al. 2002). Actualmente, debido a la infestación generalizada del vector en casi todo el continente americano, está vigente el "plan continental de ampliación e intensificación del combate al *Ae. aegypti*", con miras a su erradicación futura de América (OPS 1997, Anónimo 1998).

1.2 Bionomía de *Aedes aegypti*

Ae. aegypti es un mosquito originario de las selvas de Africa, donde se alimenta principalmente de roedores y otros animales salvajes, y deposita sus huevos en huecos de árboles que contienen agua de lluvia (Monath 1994). Se ha adaptado exitosamente al ambiente del hombre al colonizar otras regiones, transformándose así en un insecto urbano y domiciliario (PAHO 1994). Por ser un mosquito cuyos hábitats de cría son transportables, la invasión de esta especie en nuevas zonas se debe principalmente al transporte por barco (por ejemplo en cubiertas usadas de automóviles) y no a la dispersión por vuelo (Lounibos 2002). Su distribución geográfica es tropical y subtropical, entre las latitudes de 35° N y 35° S, que corresponde a la isoterma de 10° C de enero en el hemisferio norte y de julio en el hemisferio sur (Christophers 1960). En el hemisferio norte fue encontrado hasta 45° N, pero estas invasiones ocurren durante veranos calurosos y las poblaciones no sobreviven el invierno (PAHO 1994). En el hemisferio sur, la provincia de Buenos Aires representa el límite sur de su distribución mundial (Ousset et al. 1967, Sabbattini et al. 1998).

El desarrollo de los culícidos incluye el huevo, cuatro estadios larvales, la pupa y el adulto (Service 1993, Fig. 1.1).

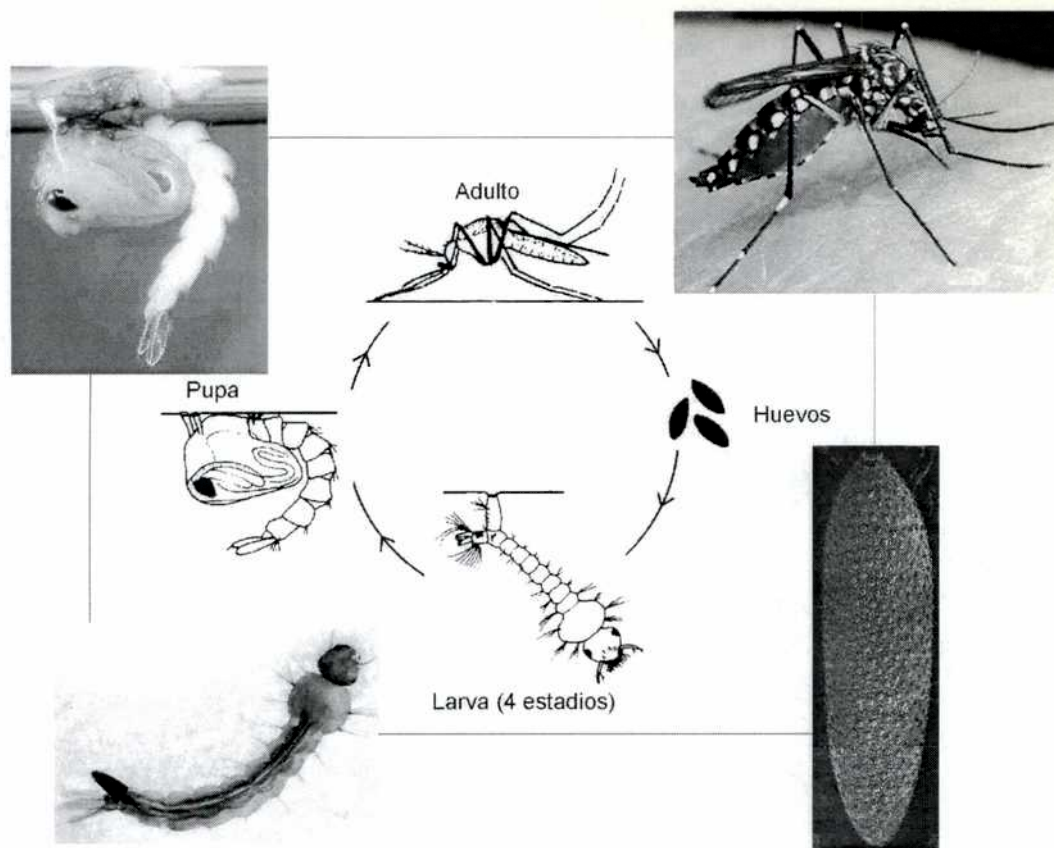


Figura 1.1: Ciclo de desarrollo de los culícidos y fotos de los distintos estadios de *Ae. aegypti*.

Los adultos - Los adultos de *Ae. aegypti* (Fig. 1.1) pueden permanecer vivos en el laboratorio durante varios meses, observándose una supervivencia de hasta 102 días, pero en la naturaleza viven unas pocas semanas (Christophers 1960, Nelson 1986). Su supervivencia está relacionada con la humedad relativa, la temperatura, y la calidad y cantidad de alimento disponible (Horsfall 1955, Christophers 1960, Fay 1964, Rueda et al. 1990). Como fuente de energía ambos sexos utilizan néctar, y la hembra también sangre (Clements 1992, Scott et al. 1997). Además, la hembra necesita ingerir sangre (preferentemente humana) para la maduración de los huevos (Scott et al. 1993 a, Service 1993). Es una especie diurna, con dos períodos de actividad de alimentación, uno al amanecer y el otro al atardecer, y aunque no suele picar de noche puede hacerlo en habitaciones iluminadas (WHO 1999). La hembra suele realizar múltiples ingestas, lo cual tiene gran importancia epidemiológica. Normalmente se alimenta de una sola especie de hospedador (humano), aunque se han detectado ingestas mixtas humano-bovino, humano-ave y humano-equino (Scott et al. 1993 a, Tandon & Ray 2000).

La cópula requiere normalmente menos de un minuto y se realiza en vuelo o en descanso (Christophers 1960). Las hembras producen una media de 120 huevos

(Forattini 2002), y pueden llegar hasta 700 huevos en un período de 62 días, dependiendo de la cantidad de sangre ingerida (Bacot 1916, Fay 1964). Está generalmente aceptado que la dispersión del adulto es menor de 100 metros (Nelson 1986, PAHO 1994, Muir & Kay 1998, Harrington et al. 2001). Sin embargo, estudios realizados en Puerto Rico sugieren que puede dispersarse hasta 400 metros (Reiter et al. 1995), y otros más recientes realizados en Brasil detectaron una dispersión de al menos 800 metros (Honório et al. 2003).

Necesitan sitios sombríos para descansar y oviponer (Horsfall 1955, Muir et al. 1992, Scott et al. 1993 b, PAHO 1994). Para buscar el lugar de oviposición, las hembras exploran distintas alturas durante el vuelo, bajando frecuentemente hasta el suelo. Para percibir las características del ambiente, utilizan distintos órganos sensoriales que responden a los estímulos de visión, olfato, gusto y tacto. La oviposición se ha observado sobre la superficie de una gran variedad de materiales, prefiriendo las superficies rugosas (O’Gower 1957, Christophers 1960). También pueden oviponer sobre la superficie del agua, lo que evitaría la predación de hormigas y cucarachas sobre los huevos (Madeira et al. 2002 a).

Está generalmente aceptado que las hembras distribuyen los huevos en pequeño número por criadero y en muchos recipientes distintos (Corbet & Chadee 1993, Reiter et al. 1995, Colton et al. 2003), aunque otros estudios sugieren lo contrario para algunas situaciones particulares (Chadee 1997, Harrington & Edman 2001).

Los huevos – Usualmente los huevos (Fig. 1.1) son colocados de manera individual unos milímetros por encima del nivel del agua (Fay 1964). La supervivencia depende principalmente de la humedad relativa, y el primer estadio larval emerge luego de quedar el huevo sumergido en agua por recarga de los recipientes. El período que tarda el embrión en desarrollarse y emerger depende principalmente del tiempo de exposición a distintas temperaturas ambiente, y del contenido de oxígeno y materia orgánica en el agua (Clements 1992, Service 1993). Los huevos pueden soportar la desecación, permitiéndoles sobrevivir durante períodos de sequía (WHO 1999).

Las larvas – La larva se desarrolla a través de 4 estadios hasta larva 4 (Fig. 1.1). El desarrollo de los estadios larvales depende principalmente de la temperatura del agua, la densidad de individuos y de la cantidad y calidad del alimento. El intervalo óptimo de temperatura es de 25 a 29 °C, completando el desarrollo larval en 5-7 días. El efecto del hacinamiento se ve reflejado en una alta mortalidad y retraso de la pupación, mientras que la cantidad de alimento disponible afecta principalmente

el crecimiento de las larvas (Christophers 1960). Pueden criar en agua desde limpia hasta intensamente descompuesta (Forattini 2002).

Los recipientes que actúan como criaderos ideales de *Ae. aegypti* son las cubiertas de automóviles y los recipientes artificiales de poca capacidad (Tinker 1964, Focks et al. 1981). Una lista de los recipientes artificiales donde se encontraron estadios inmaduros del mosquito incluye: neumáticos abandonados de automóviles, frascos, botellas, floreros, grandes recipientes para acumular agua (tanques, cisternas, barriles, tinajas), latas, tachos, baldes, piletas, canaletas de desagüe, bebederos de animales, depósitos de inodoros, toldos de plástico, urnas de cementerios, trampas anti-hormigas, partes de motores de autos, bombillas eléctricas rotas, y fuentes de agua bendita de las iglesias (Christophers 1960, Nelson 1986). Entre los criaderos naturales se mencionan los huecos en árboles, axilas de hojas, oquedades en roca, cañas de bambú, hojas caídas de árboles, conchas de caracoles, cocos rotos, calabazas, huecos en coral, charcos en el suelo, bromelias, huecos hechos por cangrejos, y tocones de papaya (Christophers 1960, Nelson 1986, Chadee et al. 1998).

La pupa - El estadio pupal (Fig. 1.1) es la última etapa de la fase acuática y no se alimenta. Su función es la transformación de larva a adulto. Su desarrollo dura entre 1 y 5 días dependiendo de la temperatura del agua y del sexo del individuo, emergiendo los machos antes que las hembras. La temperatura óptima es entre 27.7 °C y 32.2 °C, y en este intervalo los machos tardan en promedio 1.9 días y las hembras 2.5 días (Christophers 1960, Fay 1964).

1.3 Los estudios de hábitat

Hábitat - Para estudiar el hábitat de una especie debemos comenzar por definirlo. Este concepto puede ser uno de los más importantes en ecología y sin embargo, existe gran ambigüedad en el uso del término (Hall et al. 1997, Krausman 1999). En una extensa revisión de publicaciones sobre ecología y vida silvestre, Hall et al. (1997) encontraron que apenas 18% de los trabajos utiliza correctamente el concepto de hábitat. La definición más sencilla de hábitat es el sitio donde vive un organismo (Odum 1971). En un sentido más restrictivo podemos definir el hábitat de una especie como el área con los recursos y condiciones necesarias para producir ocupación, incluyendo supervivencia y reproducción. Estos recursos incluyen comida, refugio, agua, y factores especiales que necesita la especie para reproducirse (Krausman 1999). El área total disponible para una especie puede

estar dividida en diferentes hábitats, y de distintos tamaños, y podemos identificar una área determinada como un hábitat único si toda el área es homogénea respecto de las características necesarias para la especie (Fretwell 1972).

El uso del hábitat es el modo en que una especie utiliza los recursos físicos y biológicos del hábitat. El hábitat puede ser usado para alimentación, refugio, cría, y otras actividades de la especie. Las áreas utilizadas para los distintos usos pueden ser la mismas, estar parcialmente superpuestas, o ser completamente distintas (Krausman 1999).

Los hábitats pueden ser clasificados según como varían en el tiempo y en el espacio (Southwood 1977). En el tiempo: a) constante, en cuyo caso las condiciones permanecen favorables o desfavorables en tiempos indefinidos; b) predeciblemente estacional, existe alternancia regular de períodos favorables y desfavorables; c) impredecible, períodos favorables y desfavorables de diversa duración; d) efímera, período favorable de duración corta seguido por un período desfavorable de duración indefinida. En el espacio: a) continuo, el área favorable es más extensa que la que puede cubrir el organismo; b) mosaico, áreas favorables y desfavorables intercaladas, pero el organismo puede fácilmente dispersarse de una área favorable a otra; c) aislado, área favorable limitada y demasiado alejada de las otras áreas favorables para que el organismo pueda dispersarse entre ellas, excepto en raras ocasiones y por casualidad.

Un segundo término que necesitamos definir es "parche". Al igual que con el término "hábitat", su utilización en ecología suele ser ambigua. En muchos trabajos teóricos o matemáticos se considera al parche como un espacio discreto de hábitat. Esta visión discreta del parche puede ser real y útil en algunos hábitats, como por ejemplo, viviendas para un animal urbano. Una perspectiva alternativa es que los parches solo son subdivisiones del hábitat que son estadísticamente independientes. Esto es, un hábitat que es heterogéneo (el resultado difiere entre sitios) pero no necesariamente tiene parches bien definidos (Blackwell 2001). Los parches pueden ser definidos de manera subjetiva o con ayuda de métodos estadísticos (Lawton y Woodroffe 1991).

Un hábitat puede ser muy "parcheado" a una escala y uniforme a otra (Blackwell 2001), su percepción depende de la escala de estudio (Krausman 1999). Un parche a una escala dada tiene una estructura interna que es un reflejo del "parcheado" a una escala más fina, y el mosaico que contiene al parche tiene una estructura que es determinada por el "parcheado" a una escala más gruesa (Kotliar & Wiens 1990). Podemos referirnos como hábitat a una región fitogeográfica donde habita una especie, a un macrohábitat asociado a un paisaje determinado, a un parche con un tipo de vegetación, o a un microhábitat específico donde se refugia

un individuo. La escala según la cual se miden la heterogeneidad y la complejidad del hábitat, es un componente fundamental de su estructura. Salvo por algunas excepciones, se conoce muy poco de las interacciones entre el comportamiento de los insectos y la estructura del hábitat (Samways 1995).

El hábitat de una especie puede diferir en distintas partes de su área de distribución. Cuando nos acercamos al límite de la distribución de una especie, los individuos normalmente experimentan un aumento del estrés dado por las condiciones climáticas, resultando en menos y más pequeños parches de hábitat adecuados, o en la disminución de la reproducción. Así, los individuos que viven próximos a los bordes de la distribución, suelen estar en el límite de la tolerancia fisiológica de la especie (Parmesan et al. 2000).

Estudiar el hábitat - ¿Cuál es el objetivo de estudiar el hábitat de una especie? De modo general, la investigación pura de la bionomía de una especie es información útil *per se*, ya sea por contribuir al conocimiento o por constituir la base de futuros aportes tecnológicos y aplicables. En segunda instancia, y sin desmerecer el primer argumento, debemos destacar la importancia del estudio del hábitat de una especie como una necesidad para su conservación – para ver una revisión completa de publicaciones de conservación de insectos ver Samways (1995) y Hanski (1999). La conservación de una especie implica preservar una fuente de futuros conocimientos, o sea preservar la posibilidad de descubrir lo que actualmente se ignora, potencialmente inabarcable. En el caso de una especie que sea vector de enfermedades, el estudio de su hábitat permite al hombre intervenir para controlar su población y mantenerla por debajo de los niveles riesgosos para la salud.

Los estudios de hábitat de una especie consisten en identificar el hábitat, caracterizarlo y eventualmente evaluar las distintas calidades de este dentro del área de estudio. Para identificar el hábitat de una especie la clave inicial es diferenciar y delimitar los ambientes o parches habitables dentro del área de estudio. Típicamente se monitorea la presencia–ausencia de la especie en los ambientes o parches, y luego se los caracteriza analizando los efectos de distintas variables ambientales sobre la ocupación (Verboom et al. 1991, Thomas & Harrison 1992, Hanski et al. 1995 a, b).

La calidad del hábitat es la aptitud del ambiente para proveer las condiciones apropiadas para la persistencia de los individuos y de la población, y debe estar ligado con la demografía de la especie (Krausman 1999). Hall et al. (1997) sugirieron que la calidad del hábitat es una variable continua, con valores bajos (disponibilidad de recursos únicamente para sobrevivir), medios (disponibilidad de

recursos para reproducirse), y altos (disponibilidad de recursos para la persistencia de la población). Para evaluar la calidad del hábitat, el paso siguiente consiste en estimar las abundancias poblacionales de la especie a través de la heterogeneidad detectada del ambiente.

Modelos conceptuales - La distribución del hábitat de una especie podemos definirla como el número de individuos residentes en cada uno de los hábitats, o expresada en función de las proporciones o densidades de individuos por hábitat. Esta distribución de individuos entre los distintos hábitats dependerá de su favorabilidad relativa (Fretwell 1972). El modelo de selección de hábitat de Fretwell y Lucas (1970), concebido para vertebrados, considera que la calidad del hábitat es densodependiente. Esto significa que para un parche dado, su calidad disminuirá a medida que aumenta la densidad de individuos, debido a la competencia intraespecífica por el uso de recursos limitados. En los casos en que la población fluctúe de forma densoindependiente, por mantenerse debajo de la capacidad de carga k (Fretwell 1972), un parche de mayor densidad de individuos estaría sugiriendo una mejor calidad de hábitat. Estudios realizados en pequeños mamíferos y aves sugieren que no siempre la calidad del hábitat se ve reflejada en la densidad de individuos (Van Horne 1983). De manera similar, Railsback et al. (en prensa) demostraron, mediante un modelo matemático con una población virtual de peces, que un gradiente observado de densidad de individuos no necesariamente indica un gradiente de la calidad de hábitat.

Dos modelos alternativos, concebidos para insectos, son los modelos de movimientos de insectos entre parches de hábitat y los modelos de metapoblaciones. El primero provee las bases teóricas para afirmar que las características del parche (tamaño, forma, contexto) influyen sobre las tasas de emigración (Stamps et al. 1987, Turchin 1986) y por lo tanto sobre la abundancia local de la población. La cantidad de borde en un parche (determinado por tamaño y forma) y la permeabilidad del borde (dependiente del contexto) son las variables más importantes para predecir la emigración (Stamps et al. 1987). Varios autores sugieren que el tamaño del parche está asociado a la migración en insectos (Turchin 1986, McCauley 1991, Matter 1996) y la existencia de un tamaño de parche crítico por debajo del cual la población local no puede sobrevivir (Kareiva 1985). La conectividad entre los parches es altamente dependiente de la escala a la cual la especie percibe el hábitat; si la distancia promedio de dispersión es superior a la fragmentación del hábitat en parches adecuados, los parches tendrán conectividad para la especie (Keitt et al. 1997).

El segundo modelo, el de las metapoblaciones, considera que las poblaciones están espacialmente estructuradas en subpoblaciones, y la migración entre ellas tiene algún efecto sobre la dinámica local, incluyendo la posibilidad del restablecimiento de la población luego de una extinción (Hanski y Gilpin 1997). El concepto original de metapoblación (Levins 1969) presupone que el espacio es discreto y que es posible distinguir los parches de hábitat adecuados para una especie, considerando al resto del ambiente como matriz. De acuerdo a Hanski y Gilpin (1997), en ambientes con parches de distinta calidad, una población podría tener una dinámica en la cual existen poblaciones sumideros ("sink") con tasa de crecimiento negativa en parches de baja calidad, y poblaciones fuentes ("source") con tasa de crecimiento positiva en parches de alta calidad. Los ecólogos se refieren a "hábitats fuentes" y "hábitats sumideros", como hábitats donde una especie tiene, o podría tener una población fuente o sumidero (Hanski 1999). La dispersión desde hábitats fuentes, puede permitir que las poblaciones persistan en hábitats de inferior calidad (Pulliam 1988, Pulliam & Danielson 1991). Varios estudios en insectos respaldan esta idea, con poblaciones sumideros en hábitats marginales que solamente son ocupados durante años excepcionalmente favorables. Este modelo de fuente-sumidero supone que las poblaciones de los hábitats sumideros tienden a extinguirse en ausencia de inmigración (Hanski 1999). Watkinson y Sutherland (1995) acuñan el término pseudosumidero ("pseudosink") para describir poblaciones en las cuales las muertes exceden los nacimientos en el equilibrio, pero que podrían disminuir hacia un nuevo punto de equilibrio, más que a la extinción, si son separadas de otras poblaciones.

El estudio del hábitat, de su calidad y de la dinámica de una población en un ambiente heterogéneo, es una materia que se puede abordar aplicando distintas teorías y modelos. Cada uno de estos modelos está extensamente desarrollado en la literatura y cuenta con supuestos estrictos que no siempre se cumplen en los sistemas naturales, o bien tienen asociados modelos matemáticos complejos que requieren datos específicos sobre variables difíciles de estimar a campo. Sin embargo, esto no impide utilizar los modelos conceptuales que subyacen detrás de estas teorías, como por ejemplo "la importancia del contexto de un parche" o "subpoblaciones espacialmente estructuradas conectadas entre sí por migración".

Los estudios de hábitat de *Aedes aegypti* - Service (1992) señaló que, a pesar de ser este un mosquito de gran importancia médica y que existe escrito sobre su biología más que de ningún otro culícido, hay pocos buenos estudios sobre su ecología. A pesar de la gran información existente, la mayoría de los trabajos sobre

su hábitat están centrados en los recipientes como hábitats de cría y no en los ambientes (por ej. parches o microambientes) donde están espacialmente dispuestos estos criaderos.

Como hábitat de *Ae. aegypti* se podría distinguir el hábitat del adulto del de los estadios preimaginales. En realidad, se estaría diferenciando dos escalas de observación. Por ejemplo, un recipiente con agua es claramente un hábitat potencial de las larvas, y una galería arbolada lo sería para los adultos. Desde otra escala de observación, la galería arbolada podría ser un excelente hábitat para las larvas si en ella hay recipientes con agua, y el recipiente podría considerarse como un hábitat de reposo y de oviposición para los adultos. Esta idea se resume en una observación de Bates (1949) que dice: la larva, obviamente, se desarrollará en los lugares donde el adulto ha colocado los huevos; menos obvio es quizás que el adulto debe habitar en las áreas donde están los requerimientos peculiares para el desarrollo larval.

En latitudes como la de Buenos Aires, *Ae. aegypti* estaría en un ambiente subóptimo por encontrarse próximo al límite de su distribución. En consecuencia, podría esperarse que sus poblaciones se encuentren restringidas a los parches de hábitat más favorables, y su identificación y caracterización resultaría más sencilla que en zonas óptimas donde el hábitat adecuado de la especie se aproximaría más a un continuo dentro del ambiente urbano.

De acuerdo a la clasificación propuesta por Southwood (1977), en Buenos Aires el hábitat de *Ae. aegypti* (considerando toda la ciudad) sería predeciblemente estacional en el tiempo y en mosaico en el espacio. A medida que aumenta el detalle de observación, un parche muy favorable (por ejemplo un galpón que actúe como depósito de cubiertas de auto) podría ser constante en el tiempo para la población de huevos, y los recipientes podrían considerarse como un hábitat impredecible para las larvas y pupas debido a la actividad humana de vaciar o llenar los recipientes con agua. Una vez más, para referirnos al hábitat debemos definir claramente la escala de estudio, tanto espacial como temporal.

En el presente trabajo nos referiremos de modo general como "hábitat de *Ae. aegypti*" a un espacio (a cualquier escala de observación) donde se registre la presencia de criaderos o adultos de la especie, por ejemplo: cementerios, parches, microambientes, y recipientes. En los casos de los criaderos propiamente dichos estos son "hábitats de cría".

1.4 Objetivos

El objetivo central de la tesis es:

Caracterizar el hábitat de *Ae. aegypti* en la ciudad de Buenos Aires e identificar los factores ambientales que influyen en su calidad para múltiples escalas de estudio.

La información producida permitiría cumplir con los siguientes objetivos específicos:

Identificar los ambientes y criaderos que más contribuyen a la producción de *Ae. aegypti* y permiten mantener a la población a través de tiempo.

Evaluar a los cementerios como focos de proliferación de *Ae. aegypti*, y como indicadores de las abundancias en el resto de la ciudad.

Sugerir medidas de manejo ambiental que contemplen la dinámica de los ambientes, para controlar en los momentos más adecuados a las poblaciones de esta especie.

1.5 Hipótesis

Las primeras tres hipótesis se refieren a factores que podrían influir de manera directa en las características del hábitat de *Ae. aegypti* para cualquier escala de estudio en general:

La calidad del hábitat de *Ae. aegypti* está positivamente asociada a la oferta de recipientes.

La calidad del hábitat de *Ae. aegypti* está positivamente asociada a la vegetación.

La calidad del hábitat de *Ae. aegypti* está positivamente asociada a la proximidad de otro hábitat favorable.

De estas 3 hipótesis se deriva una cuarta que hace referencia a la escala de observación:

Los factores que influyen en la calidad del hábitat son los mismos para distintas escalas.

La quinta hipótesis es específica del hábitat de cría del mosquito, los recipientes:

Las características propias de los recipientes influyen en la calidad del hábitat de cría de *Ae. aegypti*.

La última hipótesis hace referencia al área utilizada en este estudio y su comparación con el resto de la ciudad:

Los cementerios son ambientes más favorables para *Ae. aegypti* que los que hay en el resto de la ciudad.

MATERIALES Y METODOS

A continuación se describen las características del área de estudio y el conjunto de métodos generales utilizados en las distintas etapas del presente trabajo. Posteriormente, en los capítulos correspondientes se desarrollarán, de ser necesario, las características particulares de las áreas de estudio y los métodos específicos de cada etapa en particular.

En la presente tesis se evaluaron las características del hábitat de *Ae. aegypti* a través de cuatro escalas espaciales de estudio, progresivamente de mayor detalle: a) los cementerios como macrohábitats dentro de la ciudad, b) los parches dentro de un cementerio, c) los microhábitats dentro de un parche, d) los recipientes como hábitats de cría. Las escalas de estudio elegidas permiten caracterizar el hábitat del mosquito en un intervalo desde varios kilómetros, cuando se comparan cementerios, hasta unos pocos centímetros al observar las diferencias dentro de un mismo microhábitat. Todas las actividades de campo se realizaron dentro de los cementerios de la ciudad de Buenos Aires entre enero de 1998 y marzo de 2001. En la Tabla 2.1 se resumen las escalas y las fechas de los períodos de estudio utilizados para cada capítulo.

Tabla 2.1: Fechas de los períodos de estudio y escalas analizadas en cada capítulo.

Capítulo	Escala de estudio	Períodos () y fechas de estudio
3	cementerios	(1º) enero - abril 1998
4	cementerios (temporal)	(2º) octubre 1998 - mayo 1999
5	parches	(2º) octubre 1998 - mayo 1999 (3º) enero - mayo 2000
6	microhábitats	(4º) marzo 2001
7	recipientes	(1º) enero - abril 1998 (2º) octubre 1998 - mayo 1999 (3º) enero - mayo 2000 (4º) marzo 2001

2.1 Area de estudio

La ciudad de Buenos Aires

La ciudad de Buenos Aires se encuentra ubicada a 34° 35' S 58° 29' W, a una altitud promedio de 25 metros sobre el nivel del mar. Su diámetro aproximado es de 17 km y cubre un área de unos 200 km². La población es de unos 3 millones de habitantes y está rodeada por zonas urbanizadas con 9 millones de habitantes más. Tiene un clima templado húmedo marcadamente estacional, con una precipitación media anual de 1076 mm y una temperatura media de 17.4 °C (IGM 1998).

En una ciudad templada, como Buenos Aires, es probable que las poblaciones de *Ae. aegypti* estén reguladas principalmente por las condiciones meteorológicas y no por la competencia de recursos. Las condiciones atmosféricas en la ciudad son favorables para la proliferación de *Ae. aegypti* únicamente entre los meses de setiembre y abril (de Garín et al. 2000). De acuerdo a Carbajo et al. (2001), en Buenos Aires existiría riesgo de transmisión del virus dengue durante el verano.

Los cementerios

Dentro del ambiente urbano, los cementerios reúnen una serie de características que los señalan como sitios ideales para la proliferación de *Ae. aegypti*. Estas características son:

- Elevada cantidad de recipientes que actúan como potenciales criaderos de mosquitos.

- Fuente permanente de sangre humana (cuidadores y visitantes).
- Fuente permanentes de carbohidratos (flores frescas cortadas y la vegetación presente)
- Edificaciones bajas rodeadas de vegetación que generan numerosos sitios sombríos de descanso para los adultos.
- La recarga de agua en los recipientes depende no solo de la lluvia, sino que hay un importante aporte de los visitantes y de las personas encargadas de la limpieza y el mantenimiento (cuidadores).

Los cementerios de Buenos Aires están históricamente ligados a *Ae. aegypti* a través de la epidemia de fiebre amarilla de 1871; en el anexo 1 se presenta una revisión histórica. Estos cementerios presentan, *a priori*, grandes variaciones en la vegetación, el área que ocupan, y el tipo de administración, lo que permitiría utilizarlos como áreas de alto contraste para el estudio de *Ae. aegypti*. La reinfestación de *Ae. aegypti* en la ciudad en 1995 fue detectada inicialmente en un cementerio (cementerio de la Chacarita, Junín et al. 1995), marcando un antecedente de la importancia de los cementerios en el monitoreo de esta especie.

La ciudad tiene en total 5 cementerios: Chacarita CH, Británico BR, Alemán AL, Recoleta RE, y Flores FL. Los cementerios BR, AL y RE tienen una entrada única cada uno en las direcciones Av. Elcano 4568, Av. Elcano 4530, y Junín 2000, respectivamente. FL tiene 2 entradas, con la principal en Av. Varela 1621, y CH 8 entradas, siendo la principal en Av. Guzmán 780. Como consecuencia de la urbanización acelerada y desorganizada, en la actualidad todos estos cementerios están localizados dentro de barrios densamente poblados y podrían actuar como foco de proliferación de *Ae. aegypti*, infestando a su vez las zonas adyacentes (Fig. 2.1).

En general, estos cementerios presentan distintas estructuras antrópicas que determinan, al menos en parte, las características del paisaje (Fig. 2.2). Están organizados en sectores con galerías techadas con acceso al exterior, mausoleos cerrados, nichos en muros, y tumbas en el suelo (a campo abierto). A su vez, cada una de estos sectores está dividido en secciones y en otras categorías inferiores que permiten una fácil orientación en el terreno. Las tumbas en el suelo están agrupadas en estructuras denominadas “tablones”, que consisten en dos líneas paralelas de 20 a 60 tumbas cada una. Estos tablones están separados por pequeños caminos de 1 metro de ancho.

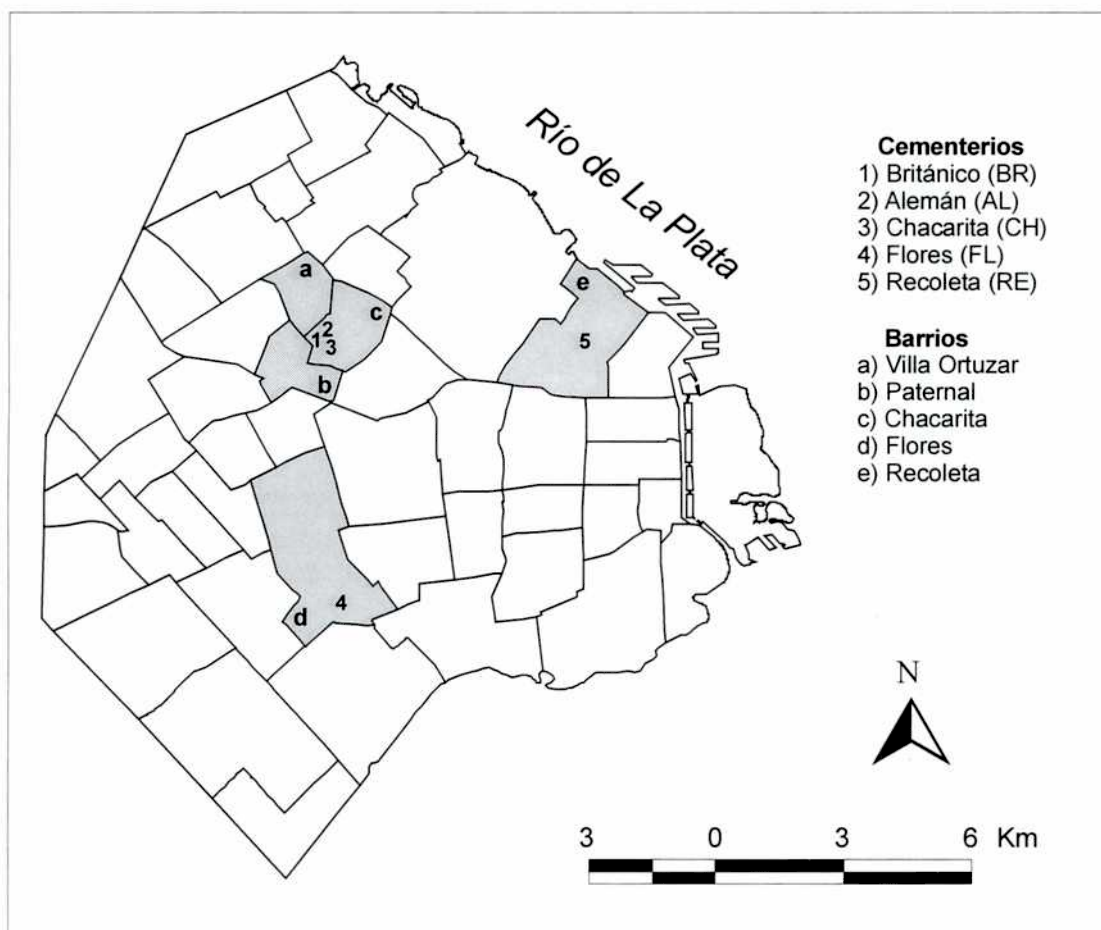


Figura 2.1: Ubicación geográfica de los cinco cementerios de la ciudad de Buenos Aires. Las líneas marcan los límites de los barrios de la ciudad y las áreas grises corresponden a los barrios que contienen a los cementerios.

Tres de los cementerios (BR, AL, y CH) son contiguos y están dentro del barrio de Chacarita, lindando hacia el noroeste con Villa Ortúzar y hacia el sudoeste con La Paternal (Fig. 2.1). Por ser una área próxima al centro geográfico de la ciudad, existe una densa red de transporte, y el conjunto de estos tres cementerios está rodeado casi por completo por vías de ferrocarril. Es una zona de la ciudad con sectores de gran cantidad de depósitos y galpones, otros de viviendas de casa bajas y una pequeña área donde predomina la actividad comercial.

Los otros dos cementerios, FL y RE, están separados entre sí por ocho kilómetros, y a seis kilómetros de los otros tres (Fig. 2.1). FL está localizado en un barrio donde las casas bajas son el tipo predominante de edificación, y también hay una elevada cantidad de depósitos. RE está en una zona residencial de alto poder adquisitivo, caracterizada por edificaciones altas y una elevada actividad cultural y comercial de recreación (bares, restaurantes, y cines).

a)



b)



c)



d)



Figura 2.2: Estructuras antrópicas típicas de los cementerios de Buenos Aires. a) Galerías parcialmente cerradas b) Mausoleos c) Nichos en muros d) Tumbas en el suelo.

Los cementerios BR y AL pertenecen a las comunidades británica y alemana, respectivamente. La vegetación y la limpieza en estos parques privados es preservada cuidadosamente, y los floreros son recargados con agua frecuentemente. En contraste, los cementerios CH y FL son de carácter público (administrados por autoridades municipales) y tienen algunas secciones con escaso mantenimiento o abandonadas, y con una marcada falta de limpieza. RE es municipal y tiene un nivel alto de mantenimiento y limpieza.

Las edificaciones, definidas como superficies cubiertas por un techo y con divisiones interiores, dentro de los cementerios BR y AL son escasas o no existen, en FL son más abundantes, y en RE son muy frecuentes. La gran heterogeneidad ambiental que se observa en CH, abarca desde campos abiertos hasta edificios de dos pisos sobre el suelo y cuatro niveles subterráneos. Paredes de 4 a 10 metros de altura rodean los cementerios, excepto por un cerco de alambre tejido cubierto parcialmente de vegetación, que separa internamente BR y AL.

Una de las principales características de los cementerios es la alta densidad de floreros que actúan como criaderos potenciales de mosquitos. Estos recipientes en particular, a diferencia de otros criaderos urbanos, poseen mayor persistencia, mayor homogeneidad en forma y capacidad, mayor densidad por unidad de superficie y mayor heterogeneidad en calidad y cantidad de materia orgánica disponible (Barrera et al. 1980). En Buenos Aires, entre los recipientes utilizados como floreros dentro de los cementerios, se pueden diferenciar dos categorías. La primera, los recipientes provistos por las autoridades locales: cubos y conos de plástico, y conos metálicos de plomo, hierro, aluminio o bronce. La segunda categoría está compuesta por diversos tipos de recipientes llevados por los visitantes, siendo los más comunes: frascos de vidrio, latas, cerámicos, y botellas de plástico seccionadas por la mitad. La gran mayoría de los recipientes utilizados como floreros dentro de los cementerios tienen una capacidad menor que 5 litros. Además de los floreros, existe dentro de los cementerios una pequeña proporción de recipientes que son utilizados por los cuidadores con fines de limpieza, riego y/o mantenimiento, como ser regaderas, tachos de 10 a 20 litros y dispositivos anti-hormigas.

2.2 Metodología

Ya se mencionó en el capítulo 1 la necesidad de detectar la presencia-ausencia de individuos de una especie en distintas áreas de estudio para distinguir y caracterizar los ambientes habitables para la especie. Específicamente para este

mosquito, la forma de detectar macroambientes, parches y microambientes favorables, es evaluar la presencia y la abundancia de estadios inmaduros en los recipientes artificiales que utiliza como sitios de cría. Un segundo método consiste en monitorear la actividad de oviposición de las hembras adultas.

Monitoreos de estadios inmaduros de *Aedes aegypti*

Por razones prácticas, buscar estadios inmaduros del vector en los recipientes con agua es el método más empleado, utilizando como unidad de muestreo a la vivienda (PAHO 1994, WHO 1999).

En nuestro estudio, la unidad básica de muestreo fue el recipiente o alguna estructura antrópica fácilmente reconocible que contenga varios recipientes (por ejemplo tablón o tumba). En todas las ocasiones, se eligió la unidad muestral al azar y de tal forma de no repetir los mismos recipientes dentro de un período de 1 mes. El agua contenida en cada recipiente fue filtrada con una red de malla fina. En el caso de recipientes fijados a alguna estructura y que no se podían inclinar ni invertir, el agua se extrajo con una pipeta de gran capacidad (30 cm³). Todos los estadios preimaginales de mosquitos colectados fueron fijados en alcohol etílico 70% y el contenido de cada criadero rotulado individualmente. Los inmaduros de estadios 3 y 4 de *Ae. aegypti* fueron identificados con microscopio estereoscópico 50X, de acuerdo a la clave de mosquitos de la Argentina (Darsie 1985), y las pupas con las descripciones de Estrada-Franco y Craig (1995). Se contabilizó el número de larvas 3, larvas 4 y pupas. La presencia de otras especies de mosquito se registró solo en la etapa inicial exploratoria del trabajo, y la frecuencia de presencia de dichas especies no fue evaluada.

Monitoreos de oviposición de *Aedes aegypti*

El método de monitoreo de oviposición de las hembras a través de un dispositivo llamado ovitrampa fue concebido originalmente por Fay y Eliason (1966). Las ovitrampas son usadas como un instrumento para determinar la distribución del mosquito, para medir la fluctuación estacional de las poblaciones y para evaluar la eficacia de la aplicación de insecticidas. También se utilizan como una técnica de muestreo presencia-ausencia, lo cual permite una estimación de la densidad mediante la proporción de muestras positivas (Vargas 2002). Este es un método sensible y económico para detectar la presencia de *Ae. aegypti* aun en situaciones de bajos niveles de infestación cuando los monitoreos de larvas son ineficientes (Jakob & Bevier 1969, PAHO 1994, Braga et al. 2000, Focks 2003). Básicamente es

una trampa que ofrece un sustrato adecuado para que la hembra deposite sus huevos y posteriormente se detectan dichos huevos con microscopio estereoscópico.

Las ovitrampas utilizadas en este estudio son una modificación de las originales. Se construyeron con frascos de vidrio de 330 cm³ de capacidad, pintados por fuera de color negro mate. En su interior se colocó una pequeña tabla (de "chapadur") que ofrece a las hembras grávidas del mosquito un sustrato adecuado para oviponer. Esta tabla es de la misma longitud del frasco, con el lado rugoso hacia el centro y sostenida al borde del frasco por una hebilla (Fig. 2.3). Cada tabla fue rotulada en el borde superior con un código y la fecha correspondiente. Cada frasco se llenó con agua hasta un tercio de su capacidad. Las tablas y el agua se recambiaron en períodos no superiores a siete días teniendo en cuenta la duración del ciclo de desarrollo de esta especie. Para su transporte al laboratorio, cada tabla se colocó individualmente en una pequeña bolsa de plástico. Posteriormente, con microscopio estereoscópico 50X se identificaron los huevos de *Ae. aegypti* de acuerdo a las descripciones de Estrada-Franco y Craig (1995) y se realizó su conteo.

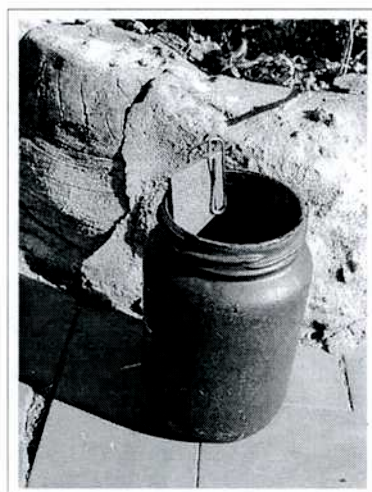


Figura 2.3: Detalle de la trampa de oviposición (ovitrampa) utilizada en el presente estudio.

Variables ambientales explicatorias

Una vez distinguidos los ambientes habitables de los no habitables, es necesario caracterizarlos analizando el efecto de distintas variables ambientales sobre la presencia-ausencia o sobre las abundancias del mosquito. En líneas generales, las variables que se consideraron a través de las distintas escalas de estudio, y que se desarrollarán oportunamente son:

- Oferta de recipientes
- Area
- Nivel de orden y limpieza
- Tipo de administración
- El área geográfica dentro de la ciudad
- Precipitación pluvial
- Temperatura ambiente
- Temperatura del agua
- Distancia entre ambientes favorables
- Presencia de vegetación
- Cobertura vegetal
- Altura de la vegetación
- Horario y grado de insolación
- Tipos de estructuras edilicias
- Capacidad de los recipientes
- Material de los recipientes
- Origen de los recipientes

2.3 Análisis de datos

Se distinguirán en primer término los ambientes habitables de aquellos no habitables según se detecte o no la presencia del mosquito. La calidad de un hábitat dado se evaluará a través de los niveles de infestación de inmaduros y de adultos que tenga dicho hábitat. Esto significa que consideraremos los ambientes con mayores niveles de infestación como los más favorables para el mosquito.

Existen cuatro índices ampliamente aceptados y utilizados para evaluar los niveles de infestación por estadios inmaduros de *Ae. aegypti*, y para comparar los resultados obtenidos en distintos sitios (PAHO 1994). Estos son:

$$\text{Indice de viviendas (IV)} = \frac{\text{viviendas infestadas}}{\text{viviendas examinadas}} \times 100$$

$$\text{Indice de Breteau (IB)} = \frac{\text{recipientes infestados}}{\text{viviendas examinadas}} \times 100$$

$$\text{Indice de pupas (IP)} = \frac{\text{número de pupas}}{\text{viviendas examinadas}} \times 100$$

$$\text{Indice de criaderos (IC)} = \frac{\text{recipientes infestados}}{\text{recipientes con agua examinados}} \times 100$$

De estos cuatro índices, los tres primeros utilizan el número de viviendas examinadas para relativizar la infestación. Dado que en los cementerios no existe la vivienda como unidad, se utilizó el índice de criaderos para evaluar el nivel de infestación de estadios inmaduros a lo largo de todo el estudio.

La mediana de individuos inmaduros (larvas 3 + larvas 4 + pupas) se utilizó como indicador de la productividad media de individuos por criadero.

Para evaluar los niveles de infestación por adultos de *Ae. aegypti* a través de la oviposición de las hembras en las ovitrampas, se utilizó simplemente el porcentaje de las ovitrampas positivas, estas son las que contienen huevos del mosquito (PAHO 1994).

La mediana de huevos se utilizó como indicador de la productividad de huevos por ovitrampa positiva. Este valor nos da una aproximación de cuantos huevos estaría colocando una hembra por recipiente infestado.

Los índices de criaderos se compararon mediante una prueba de proporciones. En los casos en los que se compararon dos proporciones independientes se utilizó una prueba de Z (Fleiss 1981). Para comparar tres o más proporciones independientes se utilizó una prueba de proporciones múltiples mediante un χ^2 (Fleiss 1981). Posteriormente, en las ocasiones donde se hallaron diferencias significativas para el conjunto de valores, se realizaron nuevas pruebas de proporciones múltiples según el procedimiento de Tukey, que compara cada valor con cada uno de los otros valores del conjunto (Zar 1999, Abramson & Gahlinger 2001). De manera similar se compararon los porcentajes de ovitrampas positivas.

Para comparar la mediana de individuos por criadero (productividad) entre dos áreas (o dos tipos de recipientes) se utilizó la prueba de Mann-Whitney (Siegel & Castellan 1995). En situaciones en que se compararon más de dos conjuntos de datos, comparar todos los posibles pares de medianas mediante este procedimiento, afecta la probabilidad de rechazar una hipótesis nula verdadera. En consecuencia, para evaluar diferencias de productividad de individuos entre 3 o más sitios, se utilizó un procedimiento de comparaciones múltiples, como es la prueba de Kruskal-Wallis (Sokal & Rohlf 1969). De manera similar se compararon las productividades de huevos por ovitrampa.

Las relaciones funcionales entre los niveles de infestación (como variable dependiente) y las variables ambientales estudiadas (como variables independientes) fueron analizadas a través de regresiones lineales (Sokal & Rohlf 1969). El grado de asociación entre variables explicatorias (independientes) se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Pearson (Sokal & Rohlf 1969).

EXPLORANDO EL HABITAT EN EL ESPACIO

Inicialmente, cuando surgió la idea de utilizar los cementerios como modelo de estudio de la calidad del hábitat de *Ae. aegypti*, las preguntas básicas fueron: ¿está el mosquito en los cementerios de Buenos Aires? ¿en que abundancia? ¿todos los cementerios son iguales para el mosquito? En este capítulo la intención es contestar esas preguntas y comenzar a explorar la asociación entre este insecto y el ambiente.

De acuerdo a O'Meara et al. (1992 b) los diferentes micro y macrohábitats presentes dentro y entre cementerios, proveen una oportunidad única para investigar como las variables ambientales influyen en la distribución y la abundancia de mosquitos que habitan en recipientes artificiales. Elevadas abundancias de *Ae. aegypti* fueron halladas en cementerios de Florida (O'Meara et al. 1992 a, b), Manila (Schultz 1989), Caracas (Barrera et al. 1980), y La Plata (García et al. 2002).

Los objetivos específicos de esta etapa del trabajo fueron: a) evaluar los cementerios como hábitat de *Ae. aegypti* en Buenos Aires; b) obtener resultados preliminares respecto de algunas variables que podrían estar asociadas con los niveles de infestación del vector, como la oferta de recipientes, el área, la cobertura vegetal, y el orden y la limpieza del ambiente.

3.1 Materiales y métodos

Area de estudio

En esta primera etapa del estudio, se utilizaron los predios de los cinco cementerios de la ciudad de Buenos Aires.

Metodología

El trabajo de campo se realizó entre los meses de enero y abril de 1998, de modo irregular en el tiempo y con esfuerzos distintos entre cementerios. Se examinaron entre 80 y 400 recipientes por hectárea en cada cementerio en busca de estados inmaduros de mosquitos. Para seleccionar los recipientes dentro de cada cementerio se eligieron *a priori* sobre el mapa distintos tableros (en el caso de sectores al aire libre) y galerías, de tal modo de abarcar espacialmente toda el área.

Se identificaron todas las especies de mosquitos encontradas, pero solo se registraron las abundancias de *Ae. aegypti*.

La disponibilidad de recipientes, expresada como densidad por hectárea, fue medida a través de un censo de todos los recipientes presentes en cada cementerio. El área que ocupa cada cementerio fue calculada sobre los mapas disponibles o provista por las autoridades locales.

A partir de fotografías aéreas digitalizadas tomadas en 1998, (1:15000, Instituto Geográfico Militar; Fig. 3.1) se estimó la cobertura vegetal en cada cementerio. Todos los elementos del paisaje que no eran vegetación, fueron eliminados de las fotos filtrándolos digitalmente mediante una máscara cromática. Sobre las imágenes resultantes se computó el porcentaje del área que ocupa la vegetación, mediante un histograma de píxeles por tonos (Fig. 3.2).

El nivel de orden y limpieza se evaluó de modo cualitativo a partir de observaciones de campo.

Cementerios
 BR Británico
 AL Alemán
 CH Chacarita
 FL Flores
 RE Recoleta

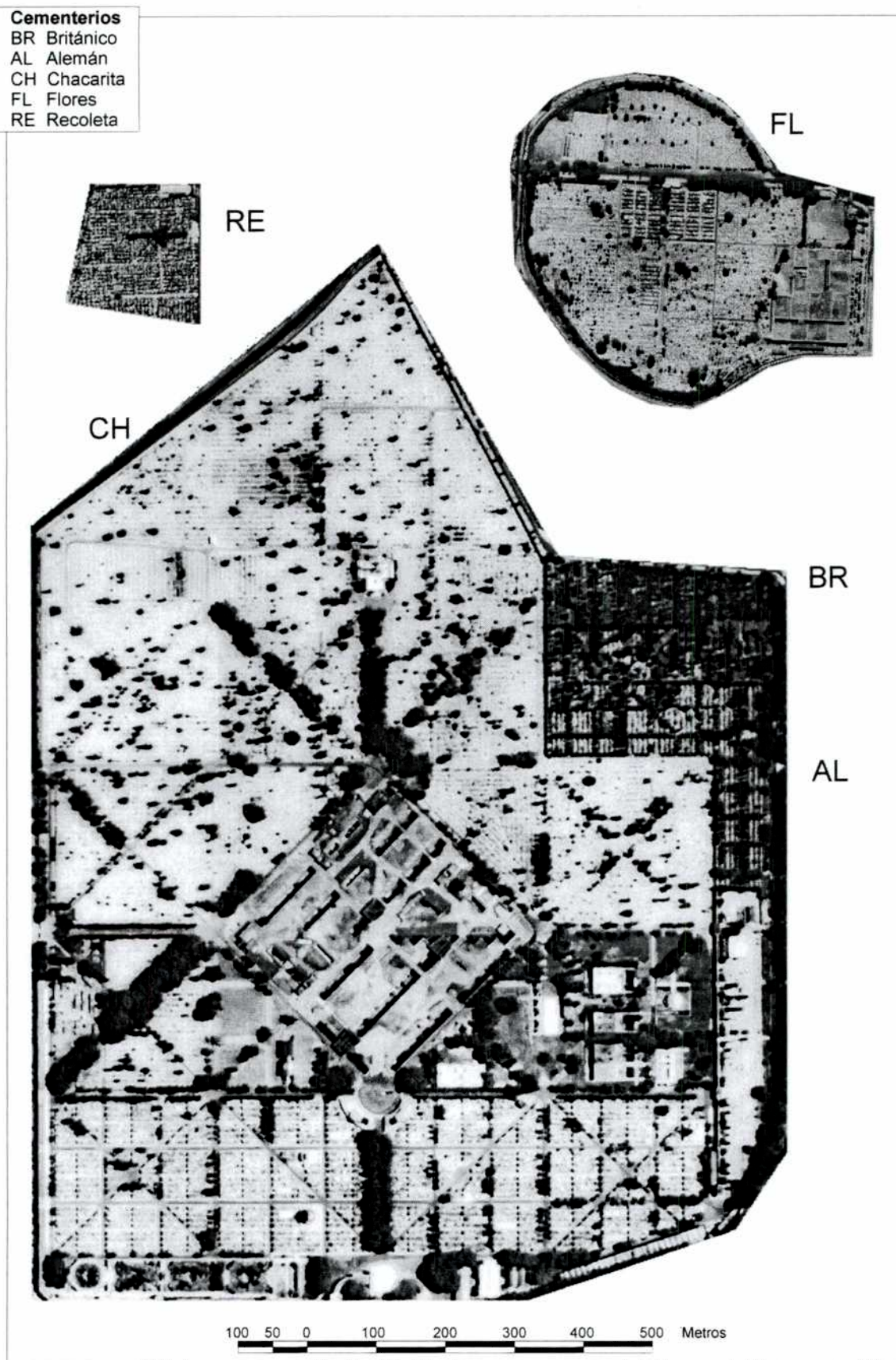


Figura 3.1: Fotografías aéreas de los 5 cementerios de la ciudad de Buenos Aires, tomadas en 1998, (1:15 000, Instituto Geográfico Militar).

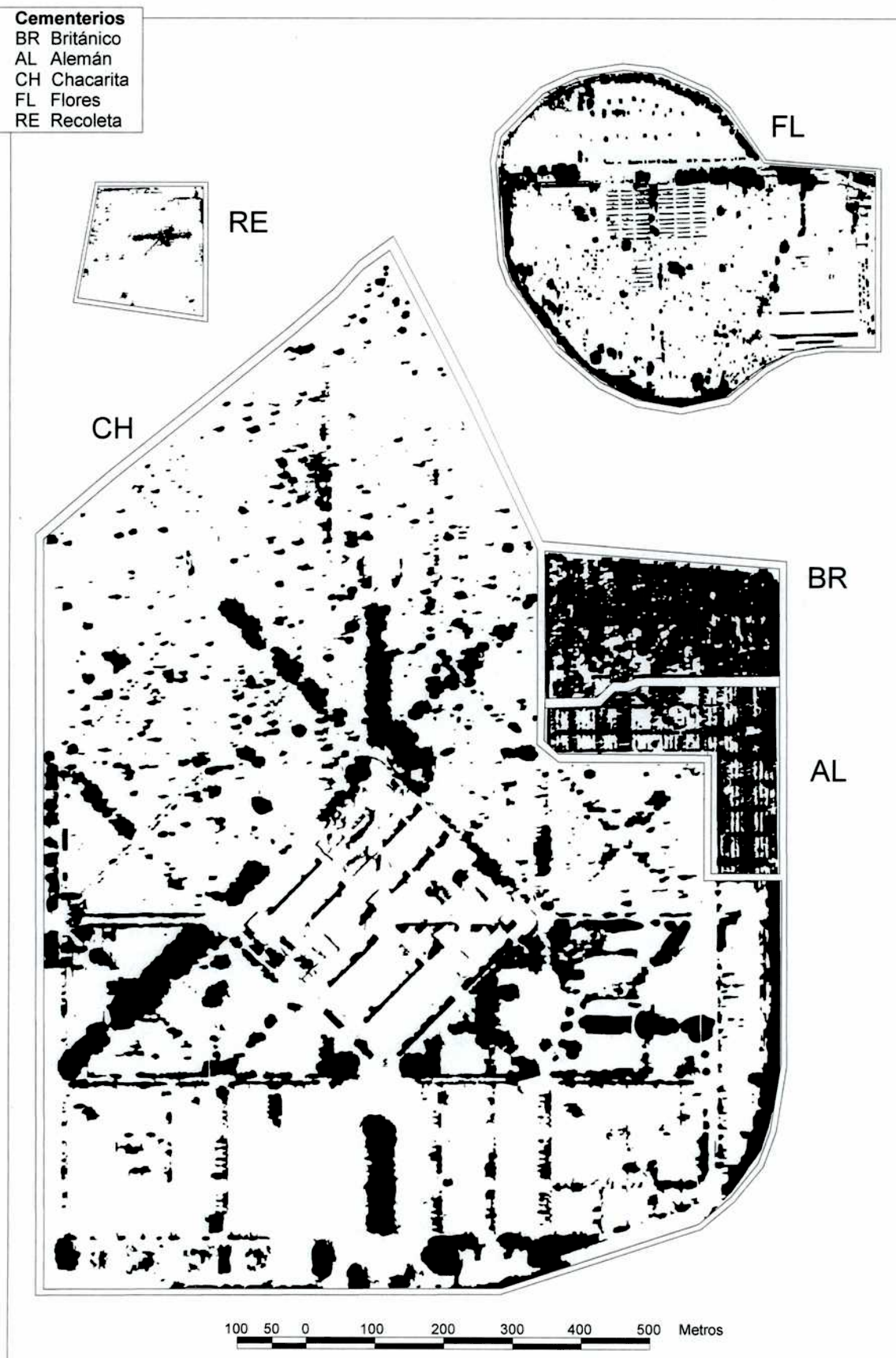


Figura 3.2: Representación gráfica de la vegetación presente dentro de los 5 cementerios de la ciudad de Buenos Aires, obtenido a partir de una máscara cromática de las fotografías de la Fig. 3.1.

Análisis de datos

Los índices de criaderos de *Ae. aegypti* fueron comparados entre cementerios. Se evaluó la relación entre dichos índices y el área, la cobertura vegetal y la oferta de recipientes. También se realizaron comparaciones agrupando los cementerios según su proximidad y según el nivel de orden y limpieza.

Se comparó la productividad media de individuos por criadero entre cementerios. Posteriormente, se estimó la producción total de estadios inmaduros (larvas 3-4 y pupas) en cada cementerio extrapolando la producción media por criadero al número total de criaderos que tendría cada cementerio considerando el censo de recipientes, y las mediciones de porcentaje con agua y con larvas del mosquito.

3.2 Resultados

El número de recipientes censados en las 99 hectáreas ocupadas por los 5 cementerios fue 153 431. Se revisaron en total 22 956, de los cuales 11 196 (49%) tenían agua.

En los cinco cementerios se encontraron criaderos de mosquitos, y solo en cuatro se demostró la presencia de estadios inmaduros de *Ae. aegypti* (Tabla 3.1). Las otras formas inmaduras de culícidos correspondieron a: *Culex pipiens* Linnaeus 1758, *Cx. eduardoi* Casal & García 1968, y *Cx. mollis* Dyar & Knab 1906.

El promedio de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* para los 5 cementerios de la ciudad fue 5.5% (617 criaderos/11 196 recipientes con agua). Los valores entre cementerios registraron diferencias significativas ($X^2_{(4)} = 1\,546.12$, $p < 0.001$), y el orden del nivel de infestación observado fue $BR > AL > CH > FL > RE$ (Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Número de recipientes totales y examinados, índices de criaderos de *Ae. aegypti*, y las 3 variables independientes estudiadas los 5 cementerios de la ciudad de Buenos Aires durante el período enero-abril 1998.

Cementerio	Recipientes totales	Recipientes examinados (% con agua)	Índice de criaderos	Cobertura vegetal (%)	Densidad de recipientes por ha	Área (ha)
Británico BR	7 495	2 175 (75%)	25.0% (409/1 637)	82	1 499	5
Alemania AL	5 874	1 212 (89%)	10.2% (109/1 073)	52	1 958	3
Chacarita CH	103 680	17 857 (42%)	1.3% (97/7 544)	26	1 440	72
Flores FL	36 040	1 355 (67%)	0.2% (2/903)	19	2 120	17
Recoleta RE	357	357 (11%)	0.0% (0/39)	5	179	2

Cuando se compararon los cinco valores entre sí, todos mostraron diferencias significativas, excepto el único cementerio negativo (RE) *versus* CH y *versus* FL (Tabla 3.2).

Tabla 3.2: Comparación de los índices de criaderos de *Ae. aegypti* de los cinco cementerios mediante comparaciones múltiples (procedimiento de Tukey); NS: no significativo. Período enero-abril 1998.

Comparación entre cementerios de a pares	
RE vs BR	$p < 0.001$
RE vs AL	$p < 0.05$
RE vs CH	NS $p > 0.05$
RE vs FL	NS $p > 0.05$
FL vs BR	$p < 0.001$
FL vs AL	$p < 0.001$
FL vs CH	$p < 0.01$
CH vs BR	$p < 0.001$
CH vs AL	$p < 0.001$
AL vs BR	$p < 0.001$

Los 3 cementerios contiguos (BR-AL-CH) tuvieron las mayores infestaciones de criaderos de *Ae. aegypti*. Sin embargo, cuando se probaron distintas agrupaciones de cementerios, la mayor diferencia significativa ($z = 35.51$, $p < 0.001$) fue encontrada entre los cementerios de carácter privado (BR+AL: 19%, 518/2710) y públicos (CH+FL: 1%, 99/8447).

De las 3 variables independientes evaluadas, solo la cobertura vegetal mostró una asociación con los niveles de infestación. La cobertura vegetal, estimada a partir de la Fig. 3.2, muestra un gradiente que va desde un máximo de 82% en BR a un mínimo de 5% en RE. Esta variable por sí sola explicó significativamente ($r^2 = 0.94$, $p < 0.01$, $F_{(1, 3)} = 44.082$) las diferencias de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* entre los cementerios (Fig. 3.3).

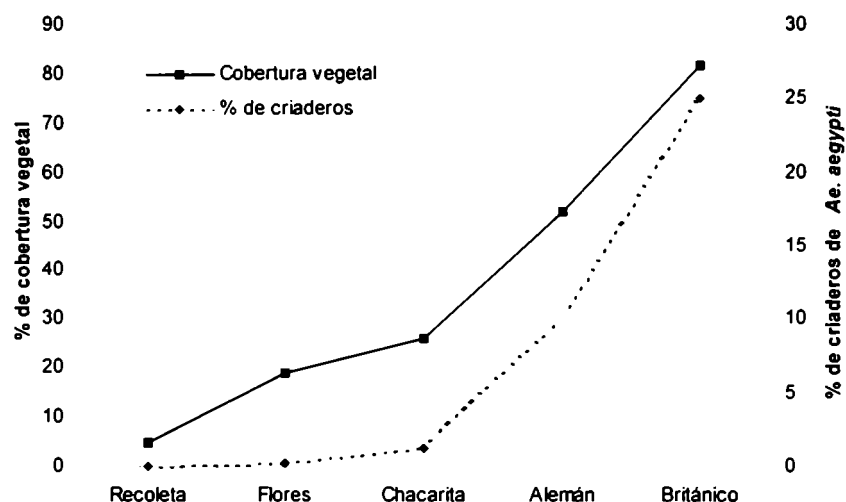


Figura 3.3: Relación entre las coberturas vegetales y los índices de criaderos de *Ae. aegypti* medidos durante el período enero-abril 1998 en los cinco cementerios de la ciudad de Buenos Aires.

La densidad de recipientes fue superior a 1 400 por hectárea en los 4 cementerios infestados (Tabla 3.1). Dicha densidad de recipientes, si bien fue muy baja en el único negativo (RE), no resultó significativamente ($p > 0.05$) asociada a los niveles de infestación.

Las 5 áreas estudiadas tienen grandes diferencias de superficie (Tabla 3.1), y estas diferencias no se encontraron asociadas a las diferencias de los niveles de infestación ($p > 0.05$).

Se halló una fuerte correlación ($r = 0.99$, $p < 0.01$) entre la superficie del cementerio y el número total de recipientes (Fig. 3.4), indicando que cuanto mayor superficie abarcó el cementerio, mayor fue la abundancia de recipientes.

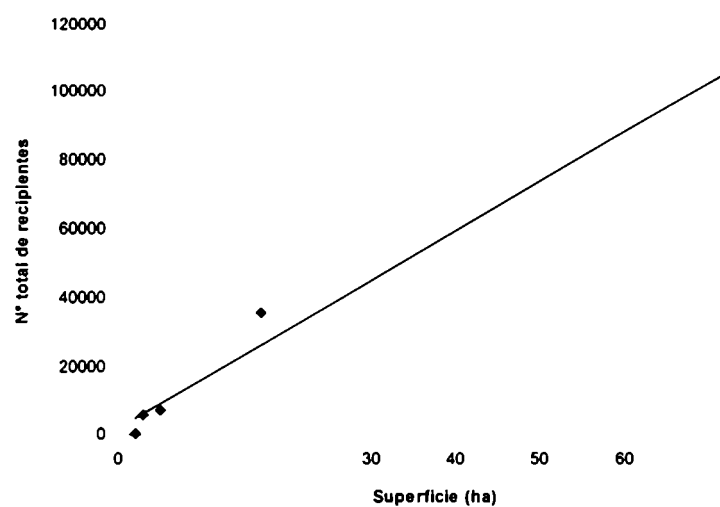


Figura 3.4: Correlación entre la superficie y el número total de recipientes de los cinco cementerios de la ciudad de Buenos Aires.

Respecto al orden y la limpieza del ambiente, ambos cementerios privados (BR y AL) y el público RE se encontraron en excelentes condiciones de mantenimiento, mientras que en los públicos CH y FL existen desde sectores muy bien cuidados hasta otros en estado total de abandono.

Considerando todos los criaderos donde se contabilizaron larvas 3-4 y/o pupas en los 3 cementerios contiguos ($n = 452$), la mediana de individuos por criadero fue 4 (cuartil 1 = 2, cuartil 3 = 9). La mediana de individuos por criadero no difirió significativamente entre los 3 cementerios ($H_{(2, 452)} = 1.734$, $p = 0.4202$; Fig. 3.5).

La producción estimada de individuos inmaduros totales (extrapolada) por cementerio, fue BR: 5 637, CH: 2 252, y AL: 2 113. Si se contrasta la infestación de criaderos *versus* la productividad, el cementerio BR registró una infestación 25 veces superior a la de CH, pero una productividad apenas 2.5 veces superior. Por otro lado, CH con una infestación de criaderos 10 veces inferior a AL, produce un número similar de inmaduros.



Figura 3.5: Comparación de la abundancia de individuos inmaduros (larvas 3 y 4, y pupas) de *Ae. aegypti* por criadero entre los 3 cementerios más infestados (Británico BR, Alemán AL, Chacarita CH). Buenos Aires, enero-abril 1998.

3.3 Discusión

En la ciudad de Buenos Aires existen cementerios cuyas características los convierten en excelentes ambientes para la proliferación de *Ae. aegypti* (BR y AL), otros intermedios (CH y FL), y uno que no reúne las características necesarias para ser un hábitat apto (RE). Los índices de criaderos detectados (de 0% a 25%), son desde inferiores hasta muy superiores al valor medio de 6% registrado para las viviendas de la ciudad (Cardinal et al. 2000, Schweigmann et al. 2002). En particular, los más infestados (los 3 contiguos) están localizados dentro de un barrio densamente urbanizado, y a solo 400 metros de un importante hospital (Htal Tornú), donde podrían arribar personas infectadas. Algunos de los cementerios de la ciudad podrían ser importantes focos de dispersión de mosquitos hacia los barrios circundantes, incrementando así el riesgo de transmisión de enfermedades.

Es razonable inferir que un elevado número de recipientes con agua favorecería las poblaciones del mosquito por incrementar el número de criaderos potenciales. Sin embargo, la oferta de recipientes no estuvo significativamente asociada al nivel de infestación. Considerando los cementerios como unidad de estudio, con más de 1000 recipientes por hectárea, podríamos suponer en principio que los sitios potenciales de cría no son un factor limitante para la proliferación de *Ae. aegypti*.

Los resultados tampoco muestran una asociación entre el nivel de infestación y la superficie del área estudiada. Sin embargo, es importante distinguir entre un elevado porcentaje de criaderos y una elevada producción de mosquitos. Un cementerio de 72 hectáreas como Chacarita, aunque tenga bajos niveles de infestación, puede tener una importante producción de individuos del vector. Esto

es cierto solo en situaciones en las cuales una mayor área está asociada a una mayor cantidad de recipientes totales, como es en el presente caso.

La cobertura vegetal fue la única variable de las estudiadas que se encontró relacionada con las diferencias de infestación observadas entre los cinco cementerios. Aunque para esta primera escala de estudio no podemos saber cuál es el efecto de otras variables no consideradas, una correlación de 96.8% sugiere que la vegetación podría estar fuertemente relacionada con la infestación.

De manera general, está aceptado que ambientes limpios y bien mantenidos alrededor de las viviendas provee menos oportunidad para la proliferación de mosquitos (WER 2001). Tun-Lin et al. (1995) encontraron que los sitios sucios y desordenados tenían una infestación 2.5 veces mayor que los limpios y ordenados. En contraste, los resultados obtenidos hasta el momento indican que los niveles de infestación por *Ae. aegypti* en el cementerio de mejor mantenimiento (BR) fue 19 veces mayor que en el cementerio más descuidado y con sectores francamente abandonados (CH). En las áreas estudiadas, los cementerios de mayor cobertura vegetal son también los de mejor mantenimiento, por lo cual el efecto individual de la limpieza y la vegetación no puede ser discriminado claramente.

Las grandes diferencias en las infestaciones de áreas próximas, como las halladas entre los cementerios contiguos del barrio de la Chacarita (CH-BR-AL), indican un alto contraste en la calidad de los hábitats de *Ae. aegypti* entre estos cementerios. También podría inferirse que existe una baja dispersión entre ellos. La dispersión de las hembras podría estar determinada por la disponibilidad de sitios de oviposición, con mínimas distancias de dispersión para elevadas densidades de sitios adecuados (Reiter 1996, Edman et al. 1998). Una alternativa que explicaría la baja dispersión es que la pared que separa a estos cementerios funcione como una eficiente barrera entre las poblaciones del vector.

A pesar de las grandes diferencias detectadas, la productividad media de individuos por criadero fue similar entre cementerios. Esto significa que un ambiente adecuado, si bien favorecería una mayor cantidad de criaderos, no aumentaría el número de individuos que produce cada uno.

Los resultados obtenidos en esta primera etapa del trabajo son concluyentes respecto al gradiente de la calidad de hábitat observado entre cementerios, siendo la cobertura vegetal la principal variable que representa o describe dicho gradiente. Esta condición podría favorecer distintos comportamientos en las poblaciones de este insecto presentes en la ciudad de Buenos Aires.

EXPLORANDO EL HABITAT

EN EL TIEMPO

En el capítulo anterior se hallaron diferencias de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* asociados a diferencias en la cobertura vegetal entre cementerios. Estos resultados preliminares fueron obtenidos para el conjunto de datos acumulados de toda una temporada de estudio, y a partir de muestreos no sistemáticos en el tiempo. En el presente capítulo, se comparan las infestaciones a lo largo del tiempo entre cementerios. Esto permitió corroborar los resultados previos y ajustar el período de trabajo a campo para los trabajos posteriores.

En general, los insectos de zonas tropicales y templadas muestran grandes variaciones estacionales de abundancia (Samways 1995). En los trópicos, las poblaciones de *Ae. aegypti* se reproducen durante todo el año y sus abundancias están generalmente asociadas al régimen anual de lluvias (por ejemplo Chadee 1991, Chadee 1992, Kalra et al. 1997). Hacia zonas templadas la temperatura ejerce mayor influencia sobre las poblaciones del mosquito, y en latitudes como la de Buenos Aires las condiciones solo son favorables en los meses más cálidos. En estas zonas, durante los meses de frío, las poblaciones de *Ae. aegypti* persistirían en forma de huevo (Schweigmann et al. 2002), o podrían sobrevivir como larvas en pequeños parches que presenten condiciones extremadamente favorables (Kuruc et al. 2001).

Los objetivos fueron: a) comparar temporalmente las abundancias de *Ae. aegypti* entre áreas de distintas características ambientales; b) verificar los resultados previos, mediante un muestreo sistemático en el tiempo.

4.1 Materiales y métodos

Area de estudio

En el capítulo previo se obtuvo una primera aproximación de los niveles de infestación de los cinco cementerios de la ciudad. Entre estos, se seleccionaron dos cementerios: uno de alta y otro de baja infestación (cementerios Británico BR y Chacarita CH, respectivamente). Esta elección permitió comparar a lo largo del tiempo dos cementerios de alto contraste de infestación y de características del hábitat. Además, CH fue elegido por mostrar gran diversidad de ambientes en sus 72 ha, lo cual sirvió para obtener resultados preliminares sobre la heterogeneidad del hábitat del mosquito dentro de un mismo cementerio (cap. 5).

Metodología

Las variaciones temporales de abundancias de *Ae. aegypti* dentro de los cementerios CH y BR se evaluaron a través de dos métodos: a) monitoreo de criaderos, y b) monitoreo de la actividad de oviposición de las hembras.

a)

El estudio de criaderos en CH se realizó desde inicios de noviembre de 1998 hasta fines de mayo de 1999. Se llevó a cabo mediante un relevamiento semanal de recipientes en 40 cuadrados de 50 x 50 metros seleccionados al azar semanalmente sobre una grilla imaginaria que ocupaba toda el área del cementerio, sin repetir el mismo cuadrado de la grilla dentro de un período de 1 mes. Dentro de cada cuadrado se seleccionó al azar una unidad muestral (tablón o línea de nichos), sumando en total 40 unidades muestrales semanales. La mediana de recipientes revisados semanalmente fue 766 (cuartil 1= 688, cuartil 3= 807). Los sectores del cementerio con ofertas de recipientes inferiores a 100 por hectárea no fueron considerados.

El estudio de criaderos en BR se realizó desde inicio de octubre de 1998 hasta fines de agosto de 1999. Se llevó a cabo mediante un relevamiento semanal de recipientes en 13 unidades muestrales (tablón) seleccionadas semanalmente al azar, sin repetir un mismo tablón dentro de un período de 1 mes. La mediana de recipientes revisados semanalmente fue 299 (cuartil 1= 272, cuartil 3= 333).

b)

La actividad de oviposición de las hembras en CH, fue monitoreada semanalmente desde inicio de setiembre de 1998 hasta fines de abril de 1999. Se utilizaron 131 ovitrampas distribuidas homogéneamente en toda el área, siendo la densidad de 1.8 ovitrampas por hectárea.

La actividad de oviposición de las hembras en BR, fue monitoreada semanalmente desde inicio de noviembre de 1998 hasta fines de agosto de 1999. Se utilizaron 11 ovitrampas distribuidas homogéneamente en toda el área, siendo la densidad de 2.2 ovitrampas por hectárea.

Análisis de datos

Inicialmente se compararon los valores de infestación (criaderos y ovitrampas) acumulados para todo el período de estudio entre ambos cementerios. Luego se compararon los valores mensuales entre ambos cementerios.

Se compararon las productividades medias de inmaduros por criadero y de huevos por ovitrampa acumulados para todo el período entre ambos cementerios.

Posteriormente se realizó un análisis descriptivo del comportamiento de la población del mosquito a lo largo del tiempo, utilizando los criaderos, la mediana de inmaduros, la oviposición de las hembras y la mediana de huevos.

Finalmente se describió la asociación entre la dinámica de la población y los factores meteorológicos. Los datos de precipitación y temperatura mensuales fueron calculados a partir de datos diarios del Servicio Meteorológico Nacional.

4.2 Resultados

El cementerio BR registró un nivel de infestación acumulado de *Ae. aegypti* muy superior al de CH. Para el período de estudio noviembre 1998 – mayo 1999, el índice de criaderos global en BR (18.36%) fue significativamente superior ($z=39.23$, $p<0.001$) al de CH (0.99%). Cuando se compararon mensualmente los valores de infestación de criaderos entre ambos cementerios, se observó que esta diferencia de infestación fue significativa durante todos los meses de estudio (Tabla 4.1).

El porcentaje de ovitrampas positivas (con huevos) acumulado en el período noviembre-abril también registró diferencias significativas ($z=6.07$, $p<0.001$) entre ambas áreas, con valores más altos en BR (19.6%) que en CH (8.5%). Cuando se compararon estos valores mensualmente, se observó un patrón poco

definido, a diferencia de lo obtenido para criaderos (Tabla 4.1). Solo los meses de diciembre, enero y marzo registraron diferencias significativas.

Tabla 4.1: Comparación mensual de los índices de criaderos de *Ae. aegypti* y de los porcentajes de ovitrampas positivas (con huevos de *Ae. aegypti*) entre los cementerios Británico y Chacarita, período noviembre 1998 - mayo 1999. Se dan los valores del estadístico z; $p > 0.05$ no significativo.

		nov	dic	ene	feb	mar	abr	may
Comparación de los índices de criaderos	z	6.67	7.55	12.67	19.58	20.53	18.73	12.99
	p	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Comparación de los % de ovitrampas positivas	z	0.18	4.81	3.56	1.02	3.41	0.15	
	p	> 0.05	< 0.001	< 0.001	> 0.05	< 0.01	> 0.05	

Los datos comparados corresponden a la Fig. 4.3 y Fig. 4.4

BR registró niveles superiores de infestación de criaderos acumulado y de ovitrampas positivas acumulado. Sin embargo, la productividad de larvas (número de larvas 3-4 y pupas por criadero) no difirió significativamente ($U = 35\ 687$, $p = 0.053$) entre ambos cementerios (BR: mediana = 5, cuartil 1 = 2, cuartil 3 = 12; CH: mediana = 3.5, cuartil 1 = 2, cuartil 3 = 11.3; Fig. 4.1). De manera similar, la productividad de huevos (número de huevos colocados por ovitrampa positiva) no difirió significativamente ($U = 7603$, $p = 0.45$) entre ambos cementerios (BR: mediana = 7.5, cuartil 1 = 3, cuartil 3 = 12; CH: mediana = 8, cuartil 1 = 3, cuartil 3 = 19; Fig. 4.2).

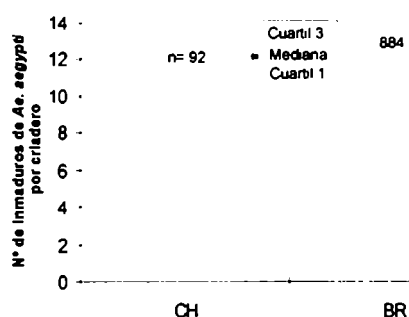


Figura 4.1: Comparación de la productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* por criadero entre los cementerios Chacarita (CH) y Británico (BR). Período noviembre 1998 - mayo 1999.

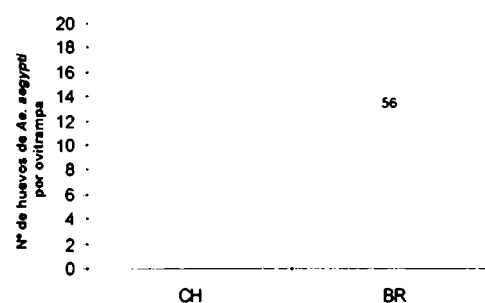


Figura 4.2: Comparación de la productividad de huevos de *Ae. aegypti* por ovitrampa entre los cementerios Chacarita (CH) y Británico (BR). Período noviembre 1998 - abril 1999.

La presencia de estadios inmaduros de *Ae. aegypti* fue registrada desde la primera semana de octubre hasta la primera de julio. Los valores aumentaron gradualmente hasta el mes de marzo, y disminuyeron también gradualmente entre los meses de abril y julio (Fig. 4.3 a y b).

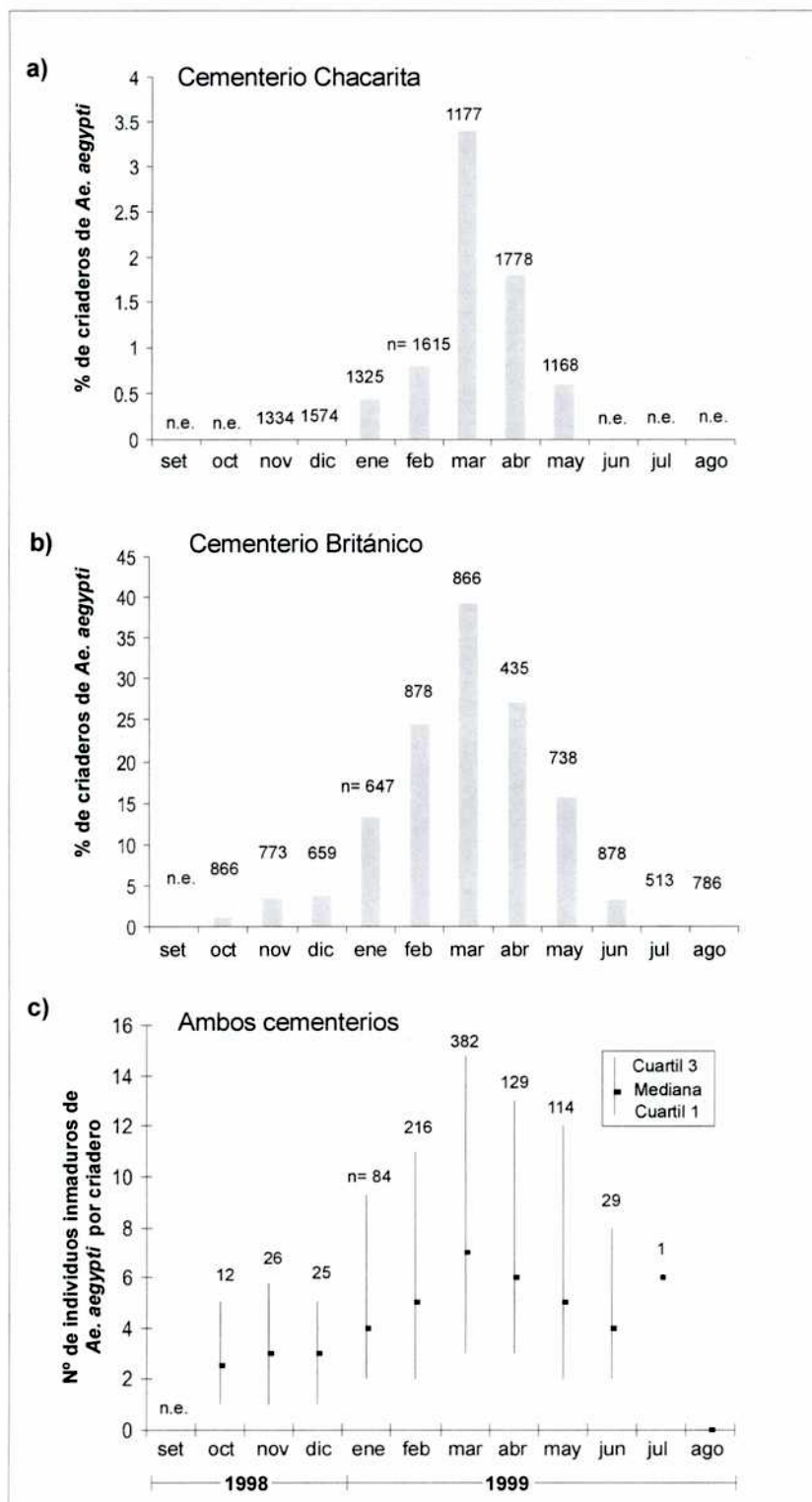


Figura 4.3: Porcentajes mensuales de criaderos de *Ae. aegypti* en los cementerios Chacarita (a) y Británico (b), y productividad mensual de inmaduros por criadero considerando ambos cementerios juntos (c); n.e.= no estudiado. Período setiembre 1998 – agosto 1999.

El período en el cual se detectó actividad de oviposición fue considerablemente más breve que el período en el cual se encontraron criaderos, desde la tercera semana de octubre hasta fines de abril. Si bien el porcentaje de ovitrampas positivas tubo un crecimiento gradual similar al de criaderos, la disminución es abrupta en el mes de abril (Fig. 4.4 a y b).

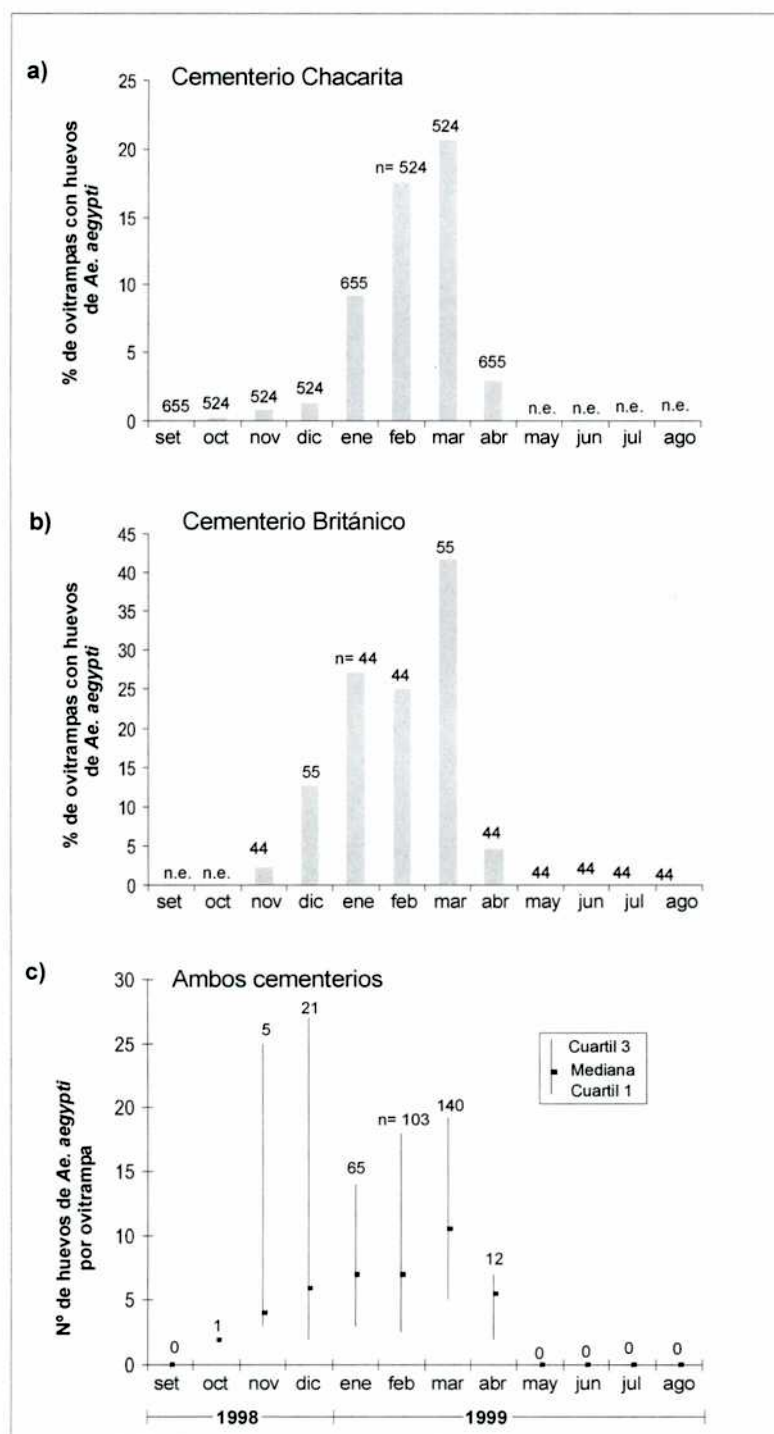


Figura 4.4: Porcentajes mensuales de ovitrampas positivas (con huevos de *Ae. aegypti*) en los cementerios Chacarita (a) y Británico (b), y productividad mensual de huevos por ovitrampa considerando ambos cementerios juntos (c); n.e.= no estudiado. Período setiembre 1998 - agosto 1999.

En ambos cementerios, en marzo se registró el valor máximo de infestación de criaderos (BR: 39.2%, CH: 3.4%), y de actividad de oviposición (BR: 41.8%, CH: 20.6%),

La mediana mensual de larvas 3-4 y pupas por criadero (ambos cementerios juntos) a lo largo del tiempo mostraron una dinámica similar a la del porcentaje de los criaderos (Fig. 4.3 c). Ambas series de datos se correlacionaron significativamente ($p < 0.01$) con un $r = 0.9$ (Fig. 4.5). La máxima mediana mensual de inmaduros fue 7 en marzo, y el máximo valor absoluto registrado en un criadero fue 114 durante la última semana de marzo.

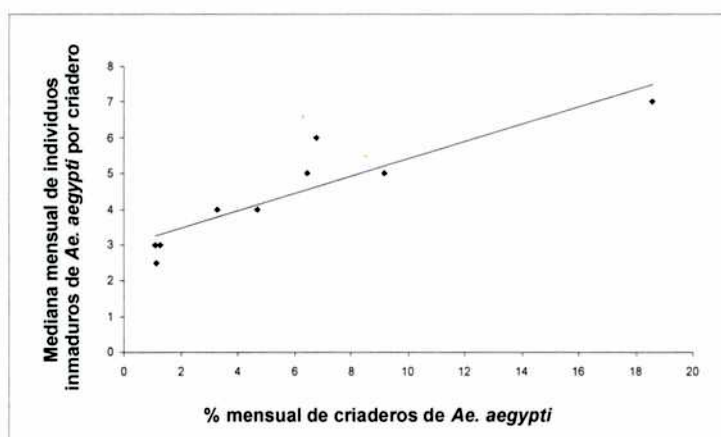


Figura 4.5: Asociación entre los niveles de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* y la productividad de individuos inmaduros por criadero a lo largo del tiempo (mensual). Se consideraron los cementerios Británico y Chacarita juntos.

La curva formada por las medianas mensuales de huevos por ovitrampa tiene una tendencia similar a la del porcentaje de ovitrampas positivas (Fig. 4.4 c). Ambas series de datos tienen una correlación significativa ($p < 0.01$) de $r = 0.87$ (Fig. 4.6). La máxima mediana mensual de huevos fue de 10.5 en marzo y el máximo valor absoluto registrado en una ovitrampa fue 183 durante mediados de marzo.

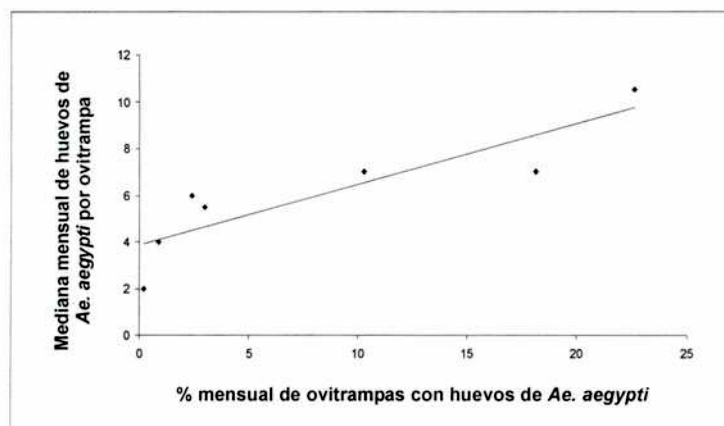


Figura 4.6: Asociación entre los porcentajes de ovitrampas con huevos de *Ae. aegypti* y la productividad de huevos por ovitrampa a lo largo del tiempo (mensual). Se consideraron los cementerios Británico y Chacarita juntos.

Diciembre, enero, febrero y marzo fueron muy similares en sus condiciones meteorológicas en la ciudad de Buenos Aires, con temperaturas medias superiores a 20 °C y precipitaciones superiores a 150 mm (Fig. 4.7). Sin embargo, tanto los niveles de infestación de criaderos como la actividad de oviposición de las hembras mostraron grandes diferencias entre estos meses. En ambos cementerios y con ambas metodologías se observó que los valores de infestación en diciembre fueron muy inferiores a los de enero-febrero, y estos a su vez inferiores a los de marzo (Fig. 4.3 a y b, Fig. 4.4 a y b). Los mayores valores de infestación, en el mes de marzo, se registraron luego de varios meses con condiciones favorables para el vector. Se observó una caída abrupta de la actividad de oviposición en el mes de abril, cuando la temperatura media descendió de 23 °C a 17 °C.

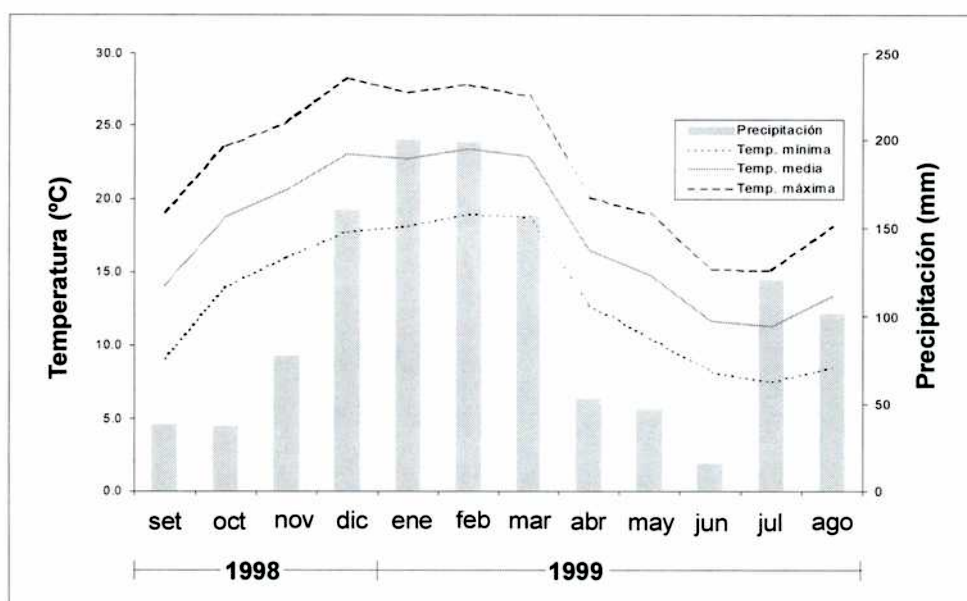


Figura 4.7: Condiciones meteorológicas (temperatura y precipitación) en la ciudad de Buenos Aires durante el período setiembre 1998 - agosto 1999 (Servicio Meteorológico Nacional).

4.3 Discusión

A diferencia de los estudios exploratorios del capítulo previo, en el presente se realizaron estudios sistemáticos en el tiempo y en el espacio. La comparación inicial de los valores acumulados de infestación para todo el período de estudio entre los cementerios BR y CH confirman los resultados obtenidos en el capítulo anterior. La diferencia en los niveles de infestación entre ambas áreas fue demostrada tanto para los criaderos como para los adultos. Estos resultados permiten afirmar que existen diferencias en la calidad del hábitat de *Ae. aegypti* entre los cementerios de

Buenos Aires. Considerando que los dos cementerios estudiados en esta etapa son vecinos inmediatos, también podemos afirmar que las diferencias de infestación están determinadas por las características ambientales propias de cada cementerio y no por la ubicación geográfica dentro de la ciudad.

La comparación de los valores mensuales sugiere que ambos cementerios difieren en sus infestaciones de criaderos durante toda la temporada reproductiva del mosquito. El máximo valor registrado en un ambiente subóptimo como CH (3.4% en marzo) es similar al valor registrado en un ambiente óptimo como BR (3.5%) durante el mes de noviembre, cuando las abundancias del vector apenas están comenzando a aumentar.

El máximo valor de infestación por *Ae. aegypti* registrado correspondió a 39% de los recipientes con agua en un ambiente de 82% de cobertura vegetal durante el mes de marzo. Probablemente este sea el valor máximo de infestación observado en Buenos Aires hasta la fecha.

En la actividad de oviposición no se observó una tendencia clara en las diferencias mensuales entre ambos cementerios. Esto podría deberse a la sensibilidad del método y se volverá sobre este concepto en el capítulo 5.

En dos áreas con infestaciones de criaderos tan distintas como las observadas, 18% en BR vs 1% en CH, podría esperarse que cada criadero de BR representase un microambiente más apropiado para el mosquito y que tuviese una productividad mayor de inmaduros. De manera similar, diferencias de oviposición tan marcadas como las observadas, 20% en BR vs 8% en CH, podrían reflejarse en un mayor número de huevos por ovitrampa en el ambiente más infestado. Sin embargo, los resultados sugieren que la calidad del hábitat determinaría el número de recipientes con huevos y con larvas, pero no cuantos huevos son colocados por recipiente, ni cuantas larvas llegan a emerger.

El período durante el cual se detectaron estadios inmaduros de *Ae. aegypti* fue desde la primera semana de octubre hasta la primera semana de julio. Mientras que la actividad de adultos fue detectada durante un período considerablemente menor, desde la tercera de octubre hasta la cuarta de abril. Las larvas detectadas a inicios de octubre, serían aquellas que eclosionaron de huevos de la temporada anterior, y a fines de octubre comenzaría la oviposición de las primeras hembras de la temporada reproductiva. Las máximas abundancias de inmaduros y adultos se registraron en marzo. Esta dinámica poblacional fue observada y descripta previamente por Campos y Maciá (1996) en la localidad de Quilmes, al sur de la ciudad de Buenos Aires. En dicho trabajo los autores encontraron larvas vivas hasta el mes de junio, y en el presente trabajo se hallaron unas pocas larvas en el mes de julio; en ambos casos no se observaron pupas en estas fechas tardías. En las

provincias del norte del país, es probable que las poblaciones de *Ae. aegypti* se reproduzcan durante todo el año debido a las temperaturas más altas, como por ejemplo en la ciudad de Corrientes (Borda et al. 1999) y la provincia de Salta (Micieli & Campos 2003). Las máximas infestaciones observadas en marzo, también coinciden con los resultados informados para la ciudad de Buenos Aires (Schweigmann et al. 2002), la ciudad de La Plata (García et al. 2002), la provincia del Chaco (Stein & Oria 2002), y la provincia de Salta (Micieli & Campos 2003).

Si bien los períodos de estudio en ambos cementerios no coinciden al inicio y al final, en BR se encontraron criaderos durante un período más largo que en CH (en noviembre y diciembre solo fue positivo BR), sugiriendo que un ambiente que alcanza mayores niveles de infestación, permanece infestado durante un período de tiempo mayor. Esta hipótesis será puesta a prueba en el capítulo 5.

La actividad de oviposición fue detectada a partir de temperaturas medias de 20 °C y cayó abruptamente cuando estas descienden a 17 °C en el mes de abril. Sin embargo se registró actividad de oviposición a temperaturas inferiores a 20 °C, y recién en mayo dejaron de detectarse ovitrampas positivas. Este resultado coincide con lo informado por Zarankin (2000) para el cementerio de Flores de la ciudad de Buenos Aires, durante un estudio realizado en 1998-1999. En latitudes como la de Buenos Aires, las abundancias poblacionales del mosquito estarían reguladas principalmente por la temperatura y no por las precipitaciones (Campos & Maciá 1996, Schweigmann et al. 2002). En ambientes como los cementerios, donde existe un importante aporte artificial de agua (recarga de floreros), la lluvia tendría aun menos importancia en la dinámica de la población.

LOS PARCHES

En los dos capítulos previos observamos diferencias de los niveles de infestación por *Ae. aegypti* entre cementerios, asociadas a diferencias en las características del ambiente, principalmente de la vegetación. Algunas características del hábitat, como por ejemplo la conectividad entre los parches adecuados, son altamente dependientes de la escala con la cual la especie percibe el hábitat (Keitt et al. 1997). En consecuencia, los factores que determinan la calidad del hábitat en una escala dada, no necesariamente son los mismos cuando se aumenta o disminuye la escala de observación. Identificar áreas o parches con marcadas diferencias ambientales (de paisaje, de vegetación, etc.) dentro de un mismo cementerio permitiría ajustar el estudio, y los resultados, a una escala de mayor detalle.

El objetivo de esta etapa fue estudiar la heterogeneidad en la calidad del hábitat de *Ae. aegypti* dentro de un mismo cementerio, y evaluar los factores que podrían influir sobre los niveles de infestación del mosquito.

5.1 Materiales y métodos

Area de estudio y metodología

Se realizó un análisis de la heterogeneidad de ambientes considerando toda el área estudiada en los cementerios BR y CH desde fines de 1998 hasta mediados de 1999. Se confeccionaron 3 mapas temáticos:

Cobertura vegetal. Se utilizó una fotografía aérea tomada en 1998 (1:15.000, Instituto Geográfico Militar), y se realizó el procedimiento ya descrito en la sección 3.1. Se consideró una cobertura vegetal baja para valores inferiores a 10%, media entre 10 y 50%, y alta para valores superiores a 50%.

Densidad de recipientes por hectárea. Fue obtenida a partir del censo espacial de recipientes realizado a inicios de 1998. Se consideró una densidad de recipientes por hectárea como baja para valores entre 0 y 100 recipientes, media entre 101 y 1000, y alta para valores superiores a 1000 recipientes por hectárea.

Paisajes antrópicos. A partir de un relevamiento a campo se identificaron y mapearon los exteriores parqueizados, los muros con nichos, y las galerías de distinto tipo.

Considerando la superposición de estos mapas temáticos, se realizó una zonificación de toda el área de estudio en 8 sectores de distintas características. Para comparar los niveles de infestación de criaderos en cada sector se utilizaron los registros correspondientes a períodos de estudio simultáneos en los cementerios BR y CH, noviembre 1998 – mayo 1999 (cap. 4). Con el mismo criterio, los registros utilizados para evaluar la actividad de oviposición de las hembras corresponden al período noviembre 1998 – abril 1999 (cap. 4).

Posteriormente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la zonificación, se seleccionaron 7 parches dentro del cementerio CH donde se observaron *a priori* características ambientales internas homogéneas y se realizaron nuevos relevamientos de criaderos. Desde enero hasta mayo de 2000, en cada parche se revisaron semanalmente 100 recipientes elegidos al azar, sin repetir los recipientes dentro de un período de 1 mes.

En cada parche se censaron los recipientes y se midió su superficie para calcular la densidad de recipientes por hectárea. En el caso de los parches donde los recipientes están sobre la pared (muros) se consideró que el parche se extiende desde la pared propiamente dicha hasta la vereda inmediata (aprox. 5 metros), para así incluir a la vegetación que proyecta su sombra sobre la pared.

Se estimó sobre el mapa la distancia de cada parche al parche identificado como de mayor infestación durante todo el estudio.

Entre mediados de enero y mediados de febrero se estimó la temperatura del agua con un termómetro digital en 254 recipientes (172 al sol y 82 a la sombra) entre las 12 y las 15 horas, distribuidos en los 7 parches. Se estimó la temperatura media del agua en cada parche como: temperatura media del agua al sol * % superficie al sol + temperatura media del agua a la sombra * % superficie a la sombra.

En cada parche se calculó el porcentaje de cobertura vegetal a partir de una fotografía aérea (1:5000) de más detalle que la utilizada previamente, complementando la información con observaciones a campo. Se estimó una segunda variable de cobertura vegetal que incluyó un contexto de 10 metros alrededor del parche.

Adicionalmente, se caracterizaron los parches en función del horario de insolación.

Análisis de datos

Primero se evaluaron las proporciones de criaderos y de ovitrampas positivas entre los sectores determinados a partir de la zonificación resultante de los mapas temáticos. Para ambas mediciones de infestación, se estudió la relación con la cobertura vegetal y la densidad de recipientes.

Posteriormente se clasificaron y compararon los registros de infestación de criaderos y de ovitrampas en función de los paisajes antrópicos.

En los 7 parches estudiados en el período siguiente, se evaluaron los índices de criaderos y el tiempo durante el cual cada parche estuvo infestado, expresado como porcentaje de semanas con presencia del vector. Se evaluó la asociación entre ambas variables.

Se comparó la productividad de estadios inmaduros por criadero entre los parches.

Se estudiaron las relaciones entre los porcentajes de infestación de criaderos y las siguientes variables independientes: distancia al parche más infestado, cobertura vegetal, cobertura vegetal incluyendo el entorno, temperatura del agua

de los recipientes, horario de insolación, densidad de recipientes, y porcentaje de recipientes con agua.

5.2 Resultados

Se distinguieron 6 paisajes antrópicos (Fig. 5.1) y zonas con marcadas diferencias en la cobertura vegetal (Fig. 5.2). También se observó heterogeneidad en la distribución de los recipientes, con áreas de 15 recipientes por ha hasta áreas de aproximadamente 3000 recipientes por ha. Con estos elementos, se determinaron 8 sectores que podrían representar distintas calidades del hábitat de *Ae. aegypti*, incluyendo desde sectores con alta cobertura vegetal y oferta de recipientes hasta sectores de niveles mínimos de ambas variables (Fig. 5.3, Tabla 5.1).

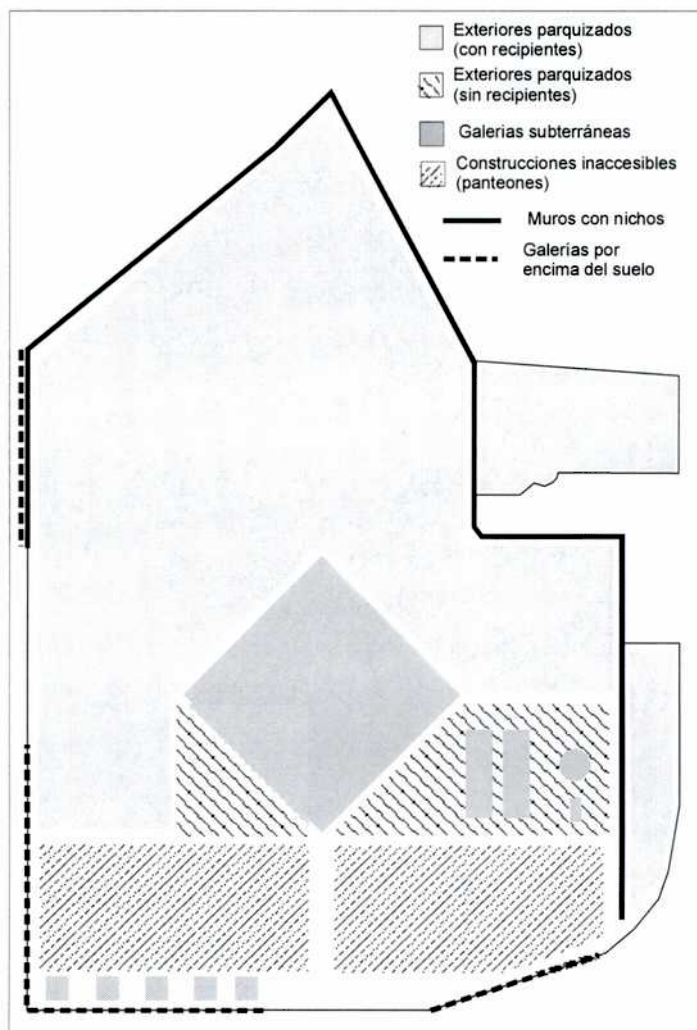


Figura 5.1: Mapa temático de los paisajes antrópicos identificados dentro del área de estudio (cementeros Chacarita y Británico).

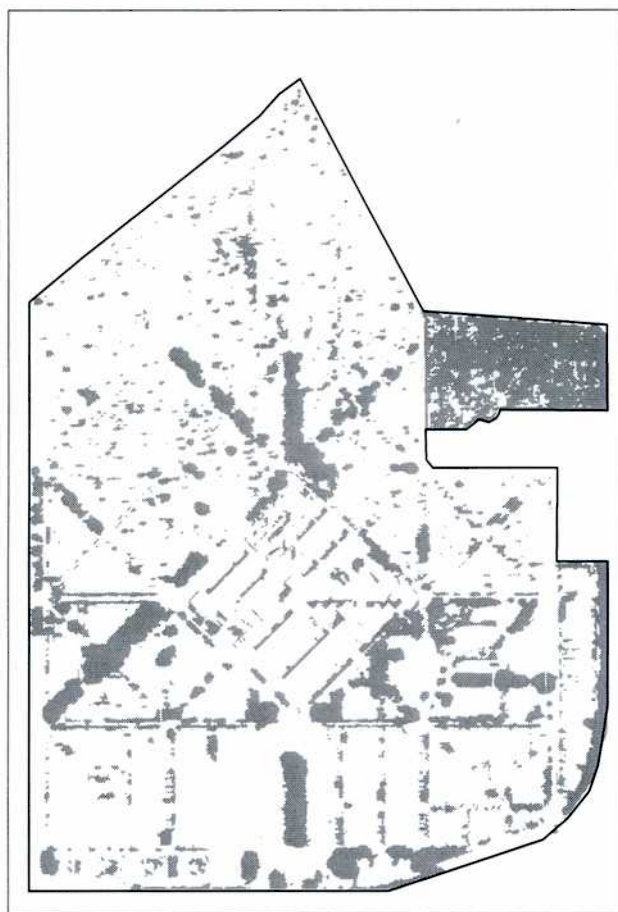


Figura 5.2: Mapa temático de la cobertura vegetal dentro del área de estudio (cementerios Chacarita y Británico). Las áreas sombreadas representan a la vegetación.

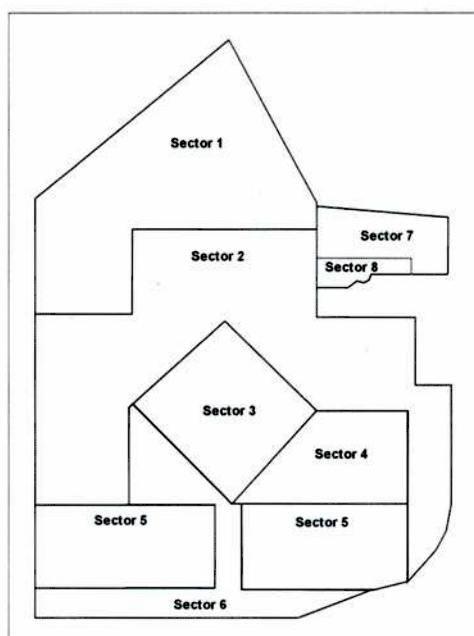


Figura 5.3: Esquema que representa la zonificación de toda el área de estudio (cementerios Chacarita y Británico) en 8 sectores de distintas características.

Tabla 5.1: Características ambientales de los 8 sectores resultantes de la zonificación del área de estudio (cementeros Chacarita y Británico), niveles de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* acumulados para el período noviembre 1998 – mayo 1999, y porcentajes de ovitrampas positivas (con huevos de *Ae. aegypti*) acumulados para el período noviembre 1998 – abril 1999.

Sector	Densidad recipientes por ha	Cobertura vegetal (%)	Superficie (ha)	Paisajes antropicos	Indice de criaderos (criaderos / recip. con agua)	Porcentaje ovitrampas positivas
1	alta (2 834)	baja (8.4)	17.2	exterior, muro, galería superior	0.359 (15/4 168)	4.020 (23/572)
2	alta (2 190)	media (26)	22.8	exterior, muro, galería	1.465 (56/3 821)	6.680 (66/988)
3	media (113)	media (19.5)	6.2	galería subterránea	1.505 (25/1 661)	13.905 (47/338)
4	media (720)	media (40.7)	5.4	exterior, galería subterránea		11.538 (45/390)
5	baja (15)	baja (8.4)	13	panteón cerrado, interior inaccesible		9.455 (59/624)
6	baja (20)	media (37)	6.8	galería subterránea y galería superior		10.121 (50/494)
7	alta (1 460)	alta (92)	3.8	exterior	19.20 (810/4 217)	25.824 (47/182)
8	alta (1 616)	alta (66)	1.2	exterior	13.642 (103/755)	8.653 (9/104)

La proporción de recipientes con agua que contenían estadios inmaduros de *Ae. aegypti* se estudió en 5 sectores (sectores 1, 2, 3, 7, y 8). Se detectaron diferencias significativas ($X^2_{(4)} = 1\,576.19$, $p < 0.001$) en los niveles de infestación de criaderos de estos 5 sectores (Tabla 5.1). Posteriormente, cuando se evaluaron estas diferencias mediante comparaciones múltiples de a pares, los sectores 2 y 3 fueron los únicos con infestaciones similares (Tabla 5.2).

Tabla 5.2: Comparación entre sectores de los niveles de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* acumulados para el período noviembre 1998 – mayo 1999, y de los porcentajes de ovitrampas positivas acumulados para el período noviembre 1998 – abril 1999. Resultados del test de proporciones múltiples (procedimiento de Tukey); NS no significativo para $p > 0.05$.

Sectores comparados	Indice de criaderos	% de ovitrampas positivas
1 vs 7	$p < 0.001$	$p < 0.001$
1 vs 3	$p < 0.001$	$p < 0.001$
1 vs 4	-	$p < 0.001$
1 vs 6		$p < 0.01$
1 vs 5	-	$p < 0.01$
1 vs 8	$p < 0.001$	NS $p > 0.05$
1 vs 2	$p < 0.001$	NS $p > 0.05$
2 vs 7	$p < 0.001$	$p < 0.001$
2 vs 3	NS $p > 0.05$	$p < 0.01$
2 vs 4		NS $p > 0.05$
2 vs 6		NS $p > 0.05$
2 vs 5	-	NS $p > 0.05$
2 vs 8	$p < 0.001$	NS $p > 0.05$
8 vs 7	$p < 0.01$	$p < 0.01$
8 vs 3	$p < 0.001$	NS $p > 0.05$
8 vs 4	-	NS $p > 0.05$
8 vs 6		NS $p > 0.05$
8 vs 5		NS $p > 0.05$
5 vs 7		$p < 0.001$
5 vs 3		NS $p > 0.05$
5 vs 4		NS $p > 0.05$
5 vs 6		NS $p > 0.05$
6 vs 7		$p < 0.001$
6 vs 3		NS $p > 0.05$
6 vs 4		NS $p > 0.05$
4 vs 7		$p < 0.001$
4 vs 3	-	NS $p > 0.05$
3 vs 7	$p < 0.001$	$p < 0.05$

Se observó que estos valores de infestación se encuentran dentro de un gradiente de ambientes, donde la mayor proporción de criaderos se registró en ambientes de alta cobertura vegetal y alta oferta de recipientes (sectores 7 y 8), y la mínima correspondió al sector de menor cobertura vegetal y mayor oferta de recipientes (sector 1). Los valores intermedios se registraron en los ambientes de cobertura vegetal media (sectores 2 y 3), con ofertas de recipientes alta y media respectivamente. Este gradiente observado resultó en una asociación positiva entre el índice de criaderos de *Ae. aegypti* y la cobertura vegetal ($r^2 = 0.981$, $F_{(1, 3)} = 158$, $p < 0.001$; Fig. 5.4). Por el contrario, la oferta de recipientes y la infestación no se hallaron significativamente asociadas ($r^2 = 0.028$, $F_{(1, 3)} = 0.088$, $p = 0.786$; Fig. 5.5).

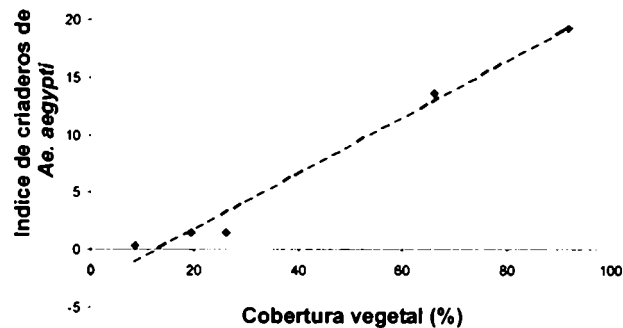


Figura 5.4: Asociación entre las coberturas vegetales y los índices de criaderos de *Ae. aegypti* registrados durante el periodo noviembre 1998 – mayo 1999, considerando los sectores resultantes de la zonificación del área de estudio (cementeros Británico y Chacarita).

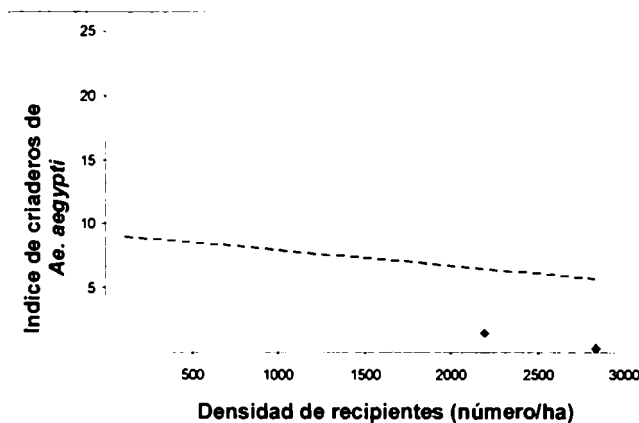


Figura 5.5: Asociación entre las ofertas de recipientes y los índices de criaderos de *Ae. aegypti* registrados durante el periodo noviembre 1998 – mayo 1999, considerando los sectores resultantes de la zonificación del área de estudio (cementeros Británico y Chacarita).

Los valores de la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* de los 8 sectores se muestran en la Tabla 5.1. La proporción de ovitrampas con huevos también registró heterogeneidad dentro del área de estudio con diferencias significativas entre sectores ($\chi^2_{(7)} = 96.44$, $p < 0.001$). El sector de mayor proporción de ovitrampas positivas (sector 7) fue significativamente distinto de todos los otros, mientras que en el resto de los sectores los resultados fueron variados (Tabla 5.2).

Se observó una leve asociación positiva entre las proporciones de ovitrampas positivas y las coberturas vegetales ($r^2 = 0.542$, $F_{(1, 6)} = 7.094$, $p < 0.05$; Fig. 5.6). La oferta de recipientes y la proporción de ovitrampas positivas no se hallaron asociadas significativamente ($r^2 = 0.071$, $F_{(1, 6)} = 0.457$, $p = 0.524$; Fig. 5.7).

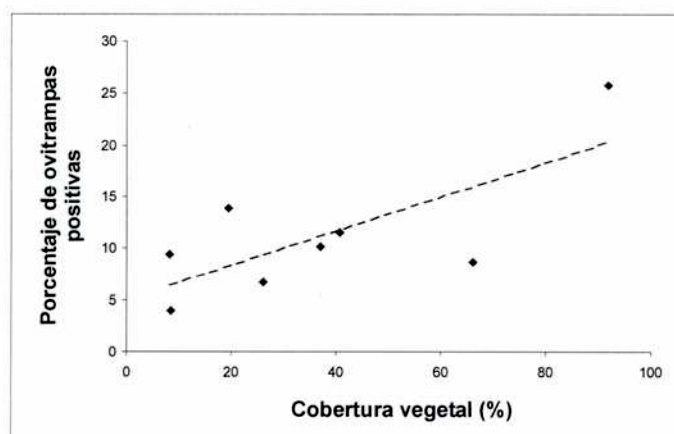


Figura 5.6: Asociación entre las coberturas vegetales y las proporciones de ovitrampas positivas (con huevos de *Ae. aegypti*) registrados durante el período noviembre 1998 – abril 1999, considerando los sectores resultantes de la zonificación del área de estudio (cementerios Británico y Chacarita).

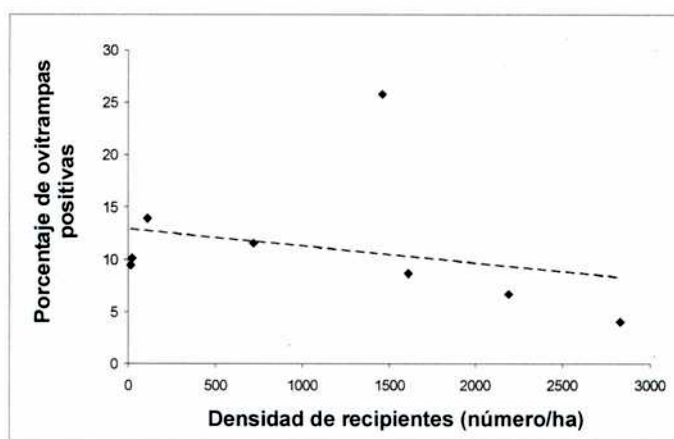


Figura 5.7: Asociación entre las ofertas de recipientes y las proporciones de ovitrampas positivas (con huevos de *Ae. aegypti*) registrados durante el período noviembre 1998 – abril 1999, considerando los sectores resultantes de la zonificación del área de estudio (cementerios Británico y Chacarita).

La comparación de los resultados obtenidos mediante el monitoreo de criaderos y el monitoreo de la actividad de oviposición, mostró varias diferencias: a) sectores con similares porcentajes de criaderos y distintos porcentajes de ovitrampas positivas (sector 2 vs 3); b) sectores con similares porcentajes de ovitrampas positivas y distintos porcentajes de criaderos (sector 8 vs 2, sector 8 vs 3).

Dentro del cementerio CH, los sectores con mayor actividad de oviposición (3, 4, 5, 6) fueron aquellos con menor oferta de recipientes (Tabla 5.1). Se repitió la regresión entre el porcentaje de ovitrampas positivas y la oferta de recipientes utilizando solo los sectores de CH, y se observó una asociación significativa y de signo negativo ($r^2 = 0.731$, $F_{(1, 4)} = 10.855$, $p < 0.05$; Fig. 5.8). Por otro lado, cuando dentro de CH se compararon los sectores con menos de 1000 recipientes por ha (sectores 3-4-5-6: 201 positivas / 1846 ovitrampas totales) *versus* los de más de

1000 recipientes por ha (sectores 1-2: 89 positivas / 1560 ovitrampas totales), los primeros fueron significativamente superiores ($z = 5.33$, $p < 0.001$). Un tercer agrupamiento de los resultados indicó que solo 12% (6/50) de las ovitrampas que se encontraban en ambientes de oferta alta de recipientes fue positiva en más de dos ocasiones, mientras que 43% (35/81) de las que se hallan en zonas de baja o nula oferta fue positiva en más de dos ocasiones ($z = 3.53$, $p < 0.001$).

Estos resultados y observaciones podrían estar indicándonos que el método de monitoreo por ovitrampas es sensible a la densidad de recipientes en las proximidades de la ovitrampa.

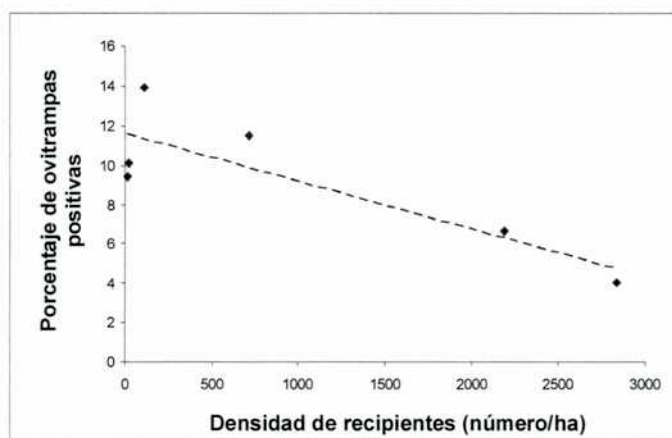


Figura 5.8: Asociación entre las proporciones de ovitrampas positivas y las ofertas de recipientes, considerando solo los 6 sectores de CH. Asociación entre las ofertas de recipientes y las proporciones de ovitrampas positivas (con huevos de *Ae. aegypti*) registrados durante el período noviembre 1998 – abril 1999, considerando únicamente los 6 sectores del cementerio Chacarita.

Respecto a los paisajes antrópicos, en CH las galerías subterráneas (25 criaderos / 1661 recipientes con agua) registraron niveles de infestación de criaderos significativamente mayores ($z = 2.18$, $p < 0.05$) que los exteriores (71 criaderos / 7989 recipientes con agua). Entre los paisajes de exteriores, los muros y las zonas parquizadas no mostraron diferencias significativas (39/4001 vs 32/3988, respectivamente, $z = 0.69$, $p > 0.05$). La dinámica de recipientes con agua fue marcadamente distinta en las galerías y en los exteriores, con grandes diferencias en los segundos (Fig. 5.9).

La actividad de oviposición fue idéntica entre las galerías (112/1326) y los exteriores (178/2106) ($z = 0.0$, $p > 0.05$). La ubicación de las ovitrampas permitió distinguir dentro del paisaje denominado "galerías" tres ambientes de distinta altura sobre el suelo: galerías subterráneas (81/754), galerías a nivel del suelo (28/286), y galerías superiores (3/286). Se encontraron diferencias significativas en el conjunto ($\chi^2_{(2)} = 26.05$, $p < 0.001$), y cuando se evaluaron estas diferencias de

a pares, las galerías superiores estuvieron significativamente menos infestadas que las otras dos ($p < 0.001$).

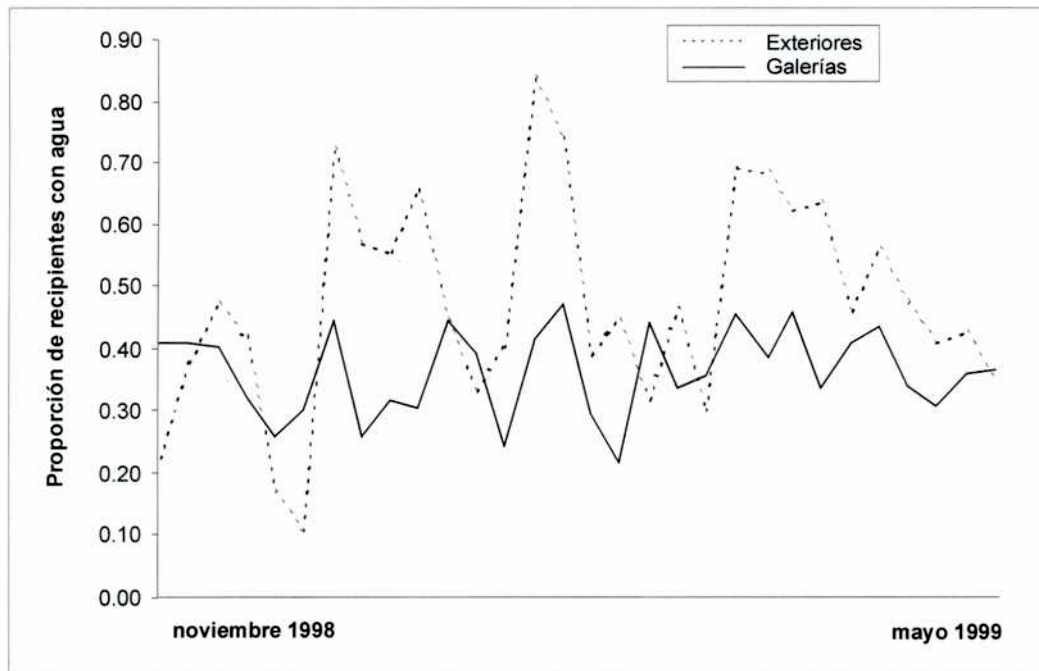


Figura 5.9: Comparación temporal de la proporción de recipientes con agua entre las galerías techadas y los ambientes de exteriores, período noviembre 1998 – mayo 1999.

En resumen, hasta aquí se detectó heterogeneidad en la calidad del hábitat tanto dentro de CH como de BR, y asociado a la cobertura vegetal y no a la oferta de recipiente. En general, los paisajes antrópicos estudiados no presentaron grandes diferencias de infestación, pero existe una tendencia a mayor infestación hacia el subsuelo y menor hacia los pisos superiores. Sobre la base de estos resultados, se seleccionaron 7 parches de distintas características, con distintos horarios y niveles de insolación, y que incluyesen exteriores, muros y galerías (Fig. 5.10). Estos fueron:

- 2 exteriores parqueizados, con exposición al sol todo el día y distintas coberturas vegetales
- 4 muros, 2 de ellos con exposición al sol a partir de las 13 hs (hacia el oeste) y otros 2 con exposición al sol hasta las 12 hs (hacia el este)
- 1 galería del 2º subsuelo

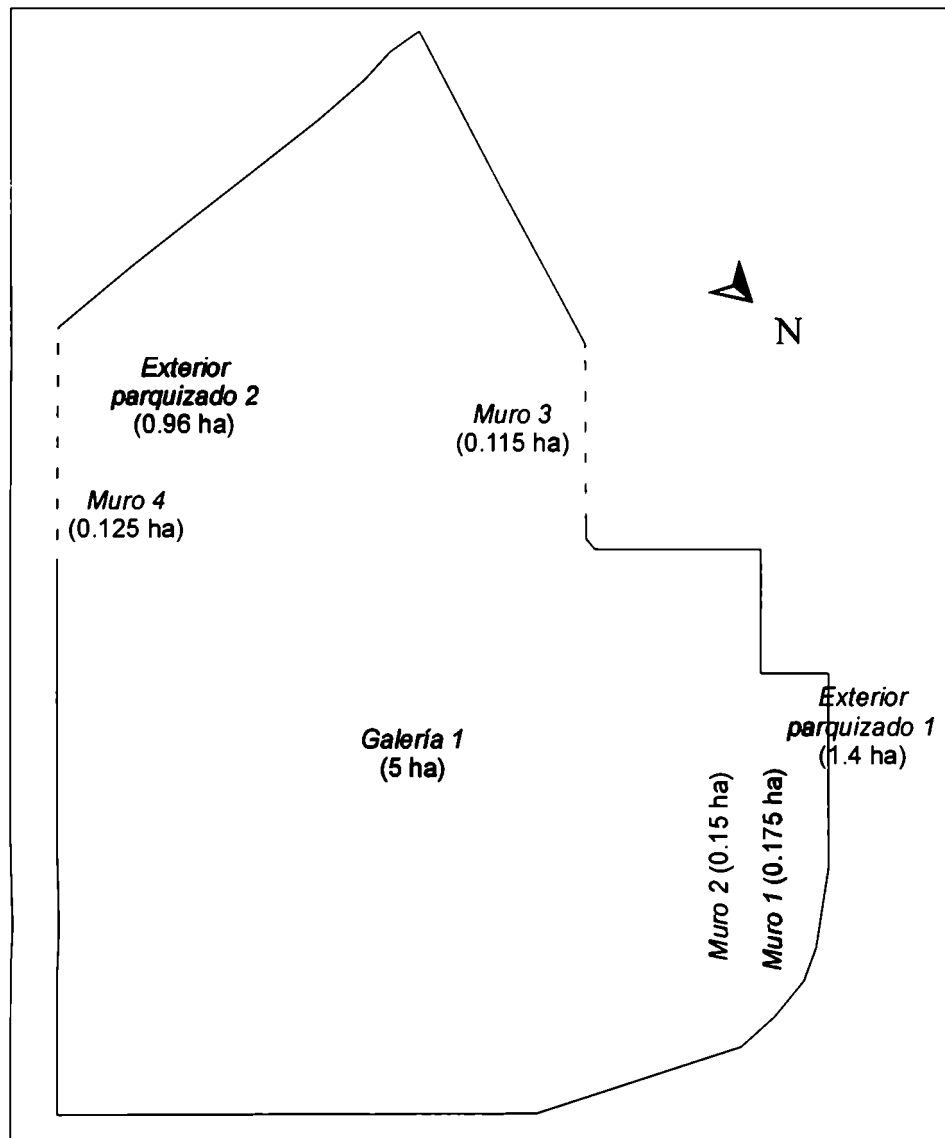


Figura 5.10: Ubicación de los 7 parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000.

Se encontraron en total 124 criaderos de *Ae. aegypti* en 6 de los 7 parches, siendo el Muro 4 el único negativo durante todo el estudio. Los niveles de infestación de criaderos medidos en estos parches mostraron diferencias significativas ($X^2_{(6)} = 116.66$, $p < 0.001$), formando un gradiente de infestación dentro de un intervalo de 0 a 4.86% (Fig. 5.11). Dentro de este gradiente observado, se pueden distinguir 3 grupos: 1 parche con mayor infestación, 3 parches con valores intermedios, y otros 3 con valores mínimos o nulos.

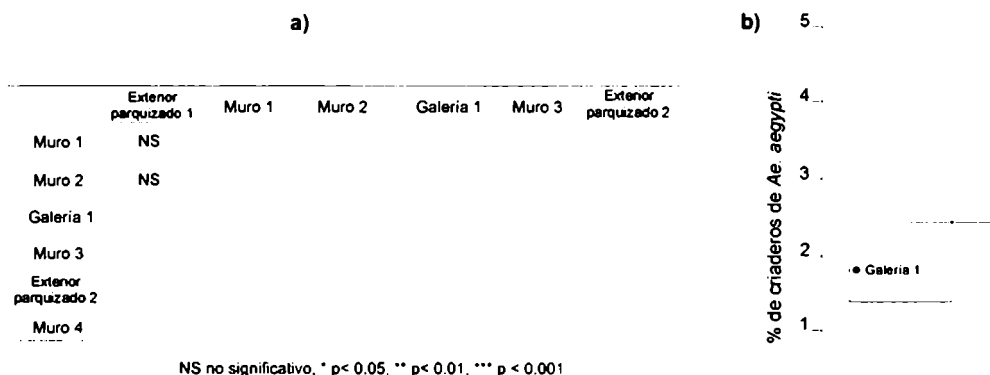


Figura 5.11: Gradiente de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* en los 7 parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000. a) Comparación estadística de los índices de criaderos entre parches. b) Se grafican los valores de los índices de criaderos, y aquellos que no registraron diferencias significativas se presentan dentro de una misma caja.

El tiempo durante el cual cada parche se halló infestado por *Ae. aegypti* (expresado en porcentaje de semanas) también mostró diferencias significativas ($X^2_{(6)} = 57.89$, $p < 0.001$), y con un gradiente similar al de los niveles de infestación de criaderos, aunque sin grupos definidos como en el caso anterior (Fig. 5.12).

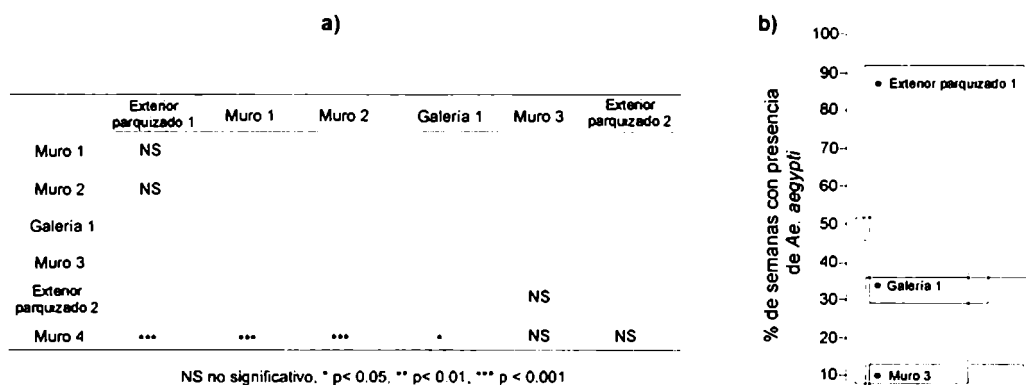


Figura 5.12: Gradiente del tiempo que permanecieron infestados por *Ae. aegypti* los 7 parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000. a) Comparación estadística de los porcentajes de semanas con infestación. b) Se grafican los tiempos de infestación (% de semanas), y aquellos que no registraron diferencias significativas se representan dentro de una misma caja.

Ambas variables (% de infestación y % de tiempo infestado) se correlacionaron significativamente ($r = 0.98$, $p < 0.001$). Entre los siete parches estudiados, los más favorables para *Ae. aegypti* registraron criaderos durante casi toda la temporada,

otros menos aptos solo durante el mes de marzo, y un parche fue negativo en todo el período de estudio (Fig. 5.13).

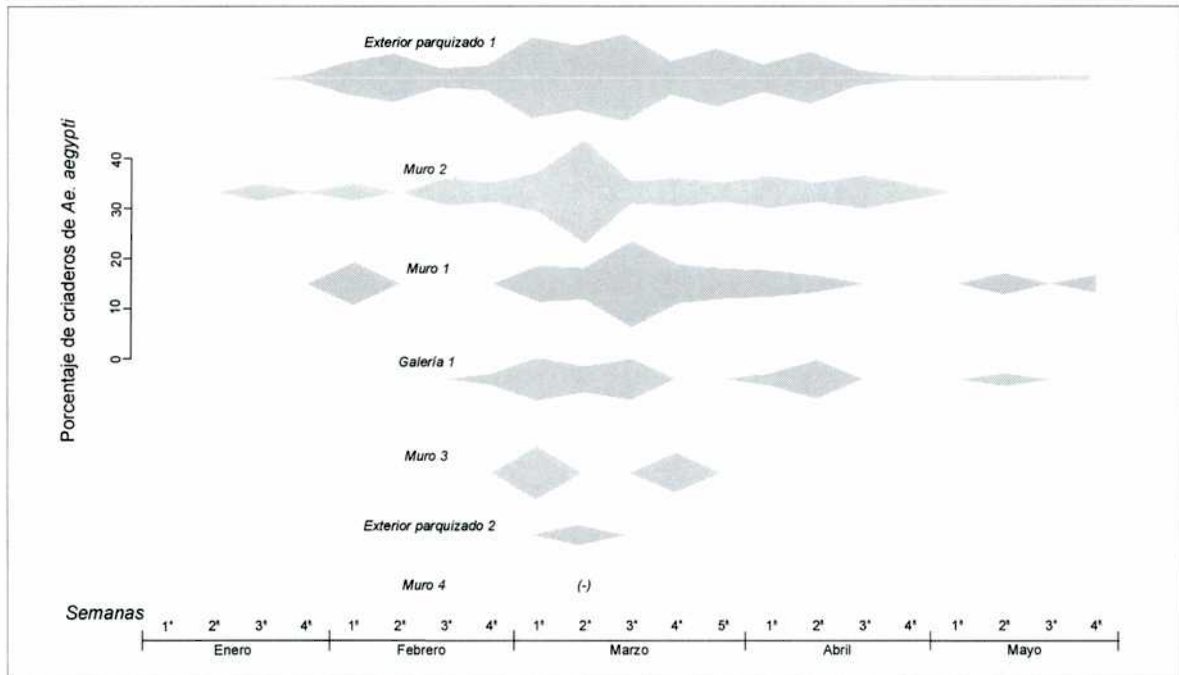


Figura 5.13: Representación gráfica de los niveles de infestación de *Ae. aegypti* a lo largo del tiempo en los 7 parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000.

A pesar de demostrarse diferencias significativas en la infestación de criaderos y en los tiempos de infestación entre parches, la mediana de individuos inmaduros por criadero no difirió significativamente ($H_{(3, 110)} = 0.87$, $p = 0.8325$) entre las áreas estudiadas (Fig. 5.14), siendo la mediana global de 3 individuos (cuartil 1= 1.25, cuartil 3= 6).

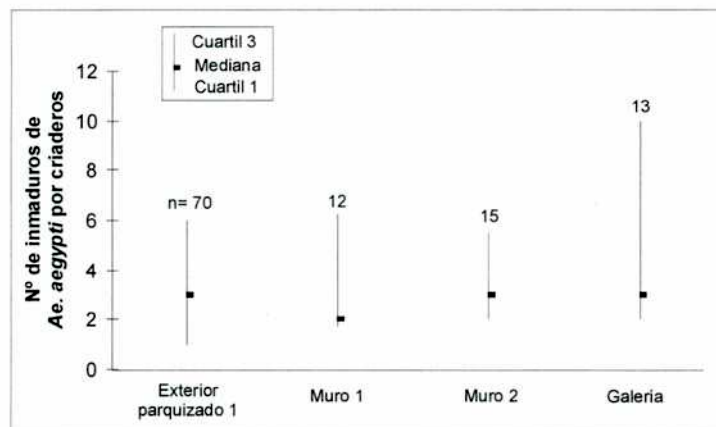


Figura 5.14: Productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) por criadero en los parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000. Solo se consideraron los 4 parches que registraron más de 10 criaderos.

En la Tabla 5.3 se resumen las variables ambientales estudiadas. Considerando al parche "Exterior parqueado 1" como el de mayor infestación, la distancia a este parche se encontró significativamente asociada a los niveles de infestación de criaderos ($r^2 = 0.795$, $F_{(1, 5)} = 19.348$, $p < 0.01$). Las proporciones de criaderos de *Ae. aegypti* disminuyen cuando aumenta la distancia al parche más infestado.

Tabla 5.3: Valores de las variables analizadas en los 7 parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000; de= desvío estándar.

Parche	Distancia al parche de mayor infestación (metros)	% de cobertura vegetal	% de cob veg (contexto de 10 m)	Temp media del agua $\pm$ de ($^{\circ}\text{C}$)	Horario de insolación	Densidad de recipientes por ha	% recipientes con agua
Ext parq 1	1	14.0	19.5	31.5 ± 4.3	Todo el día	1 080	76.4
Muro 1	5	43.3	33.6	30.2 ± 3.0	Desde las 13 hs	3 274	18.5
Muro 2	10	28.4	30.7	28.7 ± 2.5	Hasta las 12 hs	4 940	30.1
Galería 1	430	1.9	10.8	24.0 ± 1.7	Nunca	75	37.0
Muro 3	480	0	3.1	31.8 ± 3.6	Hasta las 12 hs	3 183	37.2
Ext parq 2	860	2.2	3.6	34.2 ± 3.5	Todo el día	3047	71.2
Muro 4	900	0	1.5	38.3 ± 3.5	Desde las 13 hs	3 648	18.1

La cobertura vegetal del parche no se encontró significativamente asociada a los niveles de infestación ($r^2 = 0.393$, $F_{(1, 5)} = 3.240$, $p = 0.132$). Sin embargo, la cobertura vegetal calculada sobre el área que incluye un contexto de 10 m alrededor del parche se encontró asociada significativamente (y con signo positivo) a la infestación ($r^2 = 0.589$, $F_{(1, 5)} = 7.160$, $p < 0.05$).

La temperatura media ponderada del agua, inicialmente no mostró asociación alguna con la infestación ($r^2 = 0.190$, $F_{(1, 5)} = 1.175$, $p = 0.328$). Sin embargo se observaron dos series de datos que se comportan de manera distinta (Fig. 5.15). En los parches de mayores niveles de infestación la temperatura ascendió con los porcentajes de infestación hasta 31.5°C , mientras que en los otros, a más altas temperaturas, se observó una disminución de infestación hasta la ausencia del mosquito (Muro 4) para una temperatura de 38.3°C . En ambas series de datos se observaron altas asociaciones de la temperatura y la infestación ($r^2 = 0.763$ y $r^2 = 0.841$, respectivamente), aunque ambas resultaron no significativas ($F_{(1, 2)} = 6.455$, $p = 0.126$, y $F_{(1, 1)} = 5.285$, $p = 0.261$, respectivamente). Se realizó un anova agrupando los datos de infestación en 2 categorías, los parches de temperatura

media del agua inferior a 31.6 °C versus los de superior a 31.6 °C, resultando diferencias significativas entre ambas categoría ($F_{(1, 5)} = 15.455$, $p < 0.05$).

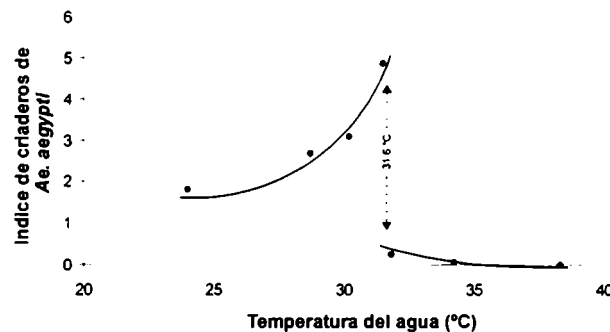


Figura 5.15: Asociación entre los índices de criaderos de *Ae. aegypti* y la temperatura media ponderada del agua en los 7 parches estudiados dentro del cementerio Chacarita durante el período enero-mayo 2000.

Respecto al horario de insolación, los 2 parches expuestos al sol durante todo el día (Ext parq 1 vs Ext parq 2), los 2 parches con insolación a partir de las 13 hs (Muro 1 vs Muro 4), y los 2 parches con insolación hasta las 12 hs (Muro 2 vs Muro 3), mostraron diferencias significativas ($p < 0.01$) en los niveles de infestación de criaderos (Fig. 5.11). Por lo cual, esta variable por sí sola no mostró un patrón definido respecto a los niveles de infestación. Dentro de cada categoría, el parche de mayor cobertura vegetal fue el de mayor infestación (Ext parq 1 > Ext parq 2, Muro 1 > Muro 4, Muro 2 > Muro 3).

La densidad de recipientes por hectárea no se encontró asociada a la infestación ($r^2 = 0.085$, $F_{(1, 5)} = 0.464$, $p = 0.526$). La proporción de recipientes con agua fue muy superior en los parches de exteriores parquizados (70-75%) que en el resto (18-37%), y tampoco se halló asociada a la infestación ($r^2 = 0.061$, $F_{(1, 5)} = 0.323$, $p = 0.594$).

5.3 Discusión

Ambos cementerios estudiados demostraron heterogeneidad interna en las características del ambiente. En particular, por su gran extensión, el predio del cementerio CH presentó ambientes muy contrastantes, con ofertas de recipientes entre 15 y 2800 por ha, coberturas vegetales entre 8.4% y 40%, y una estratificación vertical desde un 4º subsuelo hasta un 2º piso. La heterogeneidad del ambiente está acompañada de una marcada heterogeneidad de los niveles de infestación de criaderos y de actividad de oviposición. Esta asociación sugiere que

algunas de las características utilizadas para zonificar el área de estudio, serían determinantes en parte de la calidad del hábitat para *Ae. aegypti*.

Al igual que para la comparación entre cementerios (cap. 3 y 4), la cobertura vegetal fue la variable que mejor describió las diferencias entre los niveles de infestación por *Ae. aegypti* dentro del cementerio, tanto de los criaderos como de la actividad de oviposición. Incluso dentro de BR, con una cobertura vegetal superior a 50% en toda la superficie del predio, se detectó heterogeneidad interna de infestación asociada a la vegetación: 13% de infestación de criaderos para 66% de cobertura vegetal, y 19% de infestación de criaderos para 92% de cobertura vegetal.

La oferta de recipientes parecería no tener efecto sobre los índices de criaderos en ambientes con densidades superiores a 100 por hectárea. Este resultado sugiere que densidades de 100 recipientes por ha se encontrarían por encima del mínimo para considerar a los recipientes como un recurso limitante para la proliferación del mosquito.

Los paisajes antrópicos, definidos principalmente en función de una estratificación vertical, no mostraron grandes diferencias de infestación de criaderos ni de actividad de oviposición. Solo se observó una tendencia a menores infestaciones en los pisos superiores. Si bien existen registros del mosquito hasta alturas de 9 metros en condiciones naturales, es considerada una especie que generalmente permanece cerca del suelo (Horsfall 1955). La recarga de agua de los recipientes de las galerías, por estar bajo techo, dependen principalmente de los cuidadores y de los visitantes, mientras que en los exteriores hay un fuerte efecto de la lluvia.

La actividad de oviposición de las hembras en CH resultó superior en ovitrampas rodeadas de menor densidad de recipientes. Estos resultados podrían estar indicando que la metodología de ovitrampa es sensible a la densidad de recipientes en las proximidades de la ovitrampa. La probabilidad de que una hembra de *Ae. aegypti* utilice una ovitrampa como sitio de oviposición podría diferir según la oferta de recipientes en las proximidades. Por ejemplo, si una hembra grávida está buscando un sitio de oviposición en un ambiente dado, la probabilidad de que detecte y seleccione la ovitrampa no será la misma si éste es el único recipiente en el área, que si está rodeada de otros 10, 100 o 1 000 sitios potenciales de oviposición. Evans y Bevier (1969) recomendaron no colocar las ovitrampas en sitios donde exista gran acumulación de recipientes que puedan competir con ellas. De manera similar, Focks et al. (1993) sugirieron que la atractividad de una ovitrampa para la hembra de *Ae. aegypti* puede verse reducida por competencia con nuevos recipientes con agua. Dada esta sensibilidad del método, no sería adecuado utilizar ovitrampas para comparar los niveles de

abundancia de adultos entre zonas con grandes diferencias en las ofertas de recipientes, por ejemplo 10 *versus* 1 000/ha. En una revisión completa de los métodos de estudio de *Ae. aegypti*, Focks (2003) concluye que la ovitrampa es una excelente herramienta para detectar la presencia del vector y para comparar las infestaciones en distintos momentos del año, pero es inapropiada para comparar las abundancias del vector entre dos áreas para un mismo momento del año.

Los siete parches seleccionados para la segunda parte del estudio representaron un gradiente en los valores de infestación de criaderos. Estos resultados confirmarían la existencia de hábitats de distinta calidad para *Ae. aegypti* dentro de un predio como CH, que inicialmente fue considerado como una unidad homogénea de hábitat.

Los parches que alcanzaron las mayores abundancias del mosquito, se infestaron más tempranamente y permanecieron infestados por más tiempo, sugiriendo que parches de mejor calidad tendrían las características adecuadas para el mosquito desde el inicio de la temporada reproductiva, mientras que otros parches menos aptos serían adecuados solo durante el mes más favorable para el vector (marzo).

Al igual que cuando se compararon cementerios, los parches con distintas infestaciones de criaderos registraron una producción similar de larvas por criadero. La calidad del hábitat tendría efectos sobre el número de recipientes infestados pero no sobre el número de huevos colocados por recipiente, ni sobre la supervivencia de los inmaduros.

Entre las variables estudiadas, la distancia al parche más infestado, la cobertura vegetal y la temperatura del agua se encontraron asociadas en algún grado con los índices de criaderos, mientras que el horario de insolación, la oferta de recipientes y la proporción de estos con agua no demostraron asociación alguna con la infestación.

Los parches estudiados dentro de CH disminuyen sus infestaciones al aumentar la distancia al más infestado, "Exterior parqueado 1". Este a su vez es el parche de mayor proximidad y conectividad con los cementerios contiguos AL y BR, registrados previamente como los de mayor infestación en la ciudad. La relación entre la distancia y la infestación indica que un ambiente con abundancias elevadas del mosquito tendría un importante efecto sobre las zonas vecinas. Si bien para un parche dado, la proximidad de otro parche de mejores características no mejoraría su propia calidad, este recibiría un mayor aporte de individuos por dispersión del parche vecino. En este caso estaríamos frente a una dinámica de poblaciones fuentes y poblaciones sumideros en un ambiente con parches de distinta calidad (Hanski y Gilpin 1997). Dentro del sistema de cementerios contiguos estudiados,

hay hábitats de alta calidad que podrían actuar como fuentes (BR y AL, y el parche Ext parq 1 de CH), otros de calidad media como pseudosumideros (parches Muro 1 y 2, y Galería 1), y otros de calidad baja, como verdaderos sumideros (parches Muro 3 y Ext parq 2).

La cobertura vegetal de los parches, a diferencia de las escalas previas de estudio, no se encontró asociada con la infestación de criaderos de *Ae. aegypti*. Sin embargo, una segunda variable construida incluyendo a la cobertura vegetal del contexto de cada parche (10 m alrededor), sí estuvo significativamente asociada con la infestación. A medida que disminuye el tamaño de la unidad de hábitat estudiada, es esperable que aumente el efecto del entorno sobre la calidad del hábitat, sumándose al efecto de las características locales. En la próxima escala de estudio, microambientes dentro de un parche (cap. 6), se intentará cuantificar el efecto del entorno sobre el hábitat del mosquito.

Los parches con temperaturas promedio del agua inferiores a 31.5 °C se encontraron más infestados que los de temperaturas más altas, llegando a la ausencia de criaderos en un parche con temperatura promedio de 38.3 °C. Estas temperaturas podrían considerarse cercanas a las máximas que registraría el agua de los recipientes, porque fueron tomadas en las primeras horas de la tarde. En condiciones controladas de laboratorio, 30 °C es la temperatura máxima del agua a la cual es óptimo el desarrollo y la supervivencia larval, y entre 35 y 40 °C se encontraría la temperatura umbral a partir de la cual sería letal para las larvas (Tun-Lin et al. 2000). En nuestra área de estudio, la temperatura del agua en los recipientes tendría un importante efecto sobre la población de un parche.

La temperatura promedio que alcanza el agua en los parches estudiados depende principalmente del porcentaje de sombra que tiene el parche, de su horario de insolación, y de la capacidad y el material de los recipientes. El porcentaje de sombra fue incluido en los valores de temperatura calculados, y el horario de insolación por sí solo no demostró tener efecto sobre los niveles de infestación por *Ae. aegypti*. Sobre la capacidad y el material de los recipientes nos ocuparemos en el capítulo 7.

Entre los posibles factores que influyen en la calidad del microhábitat, dos de los más mencionados en la literatura, y en gran parte relacionados, son la sombra (Barrera et al. 1980, O'Meara et al. 1992 b, Tun-Lin et al. 1995, Muir & Kay 1998) y la presencia de vegetación (Focks et al. 1981, Schultz 1989, O'Meara et al. 1992 b, Trips et al. 1995, Martínez-Ibarra et al. 1997). Estas variables ya fueron estudiadas de manera directa o indirecta en las escalas precedentes de menor detalle. En este capítulo, desarrollaremos un estudio de gran detalle sobre las características del hábitat de *Ae. aegypti* en unos pocos metros alrededor de los sitios de cría.

El objetivo de esta etapa fue identificar factores a escala de microhábitat que se correlacionen con la presencia de estadios inmaduros de *Ae. aegypti*.

6.1 Materiales y métodos

Area de estudio

Se seleccionó para este estudio una de las área que mostró en los años previos los mayores niveles de infestación de criaderos dentro del cementerio CH (Exterior parqueizado 1, cap. 5). El parche elegido tiene un área de aproximadamente 1 ha (48 x 198 m) y está caracterizado por una elevada oferta de recipientes (aproximadamente 1 000 por ha) y una cobertura vegetal entre 15% y 20%. En total, este parche tiene 1 555 tumbas (de 0.9 x 2 m cada una) dispuestas en el suelo en líneas dobles de 27 a 62 tumbas y separadas por caminos de ladrillo o cemento (Fig. 6.1).



Figura 6.1: Fotografía panorámica del parche estudiado dentro del cementerio Chacarita durante marzo 2001.

Metodología

Todo el trabajo de campo fue realizado durante el mes de marzo (2001), por ser este mes el que registró los mayores niveles de infestación por *Ae. aegypti* dentro de los cementerios en los estudios previos, y también en la ciudad de Buenos Aires en general (Schweigmann et al. 2002).

Al inicio del relevamiento, se confeccionó un mapa de referencia escala 1:700 con la disposición de todas las tumbas y los caminos que las separan. La

localización de cada recipiente sobre las tumbas o en los caminos adyacentes fue marcada sobre el mapa (Fig. 6.2).

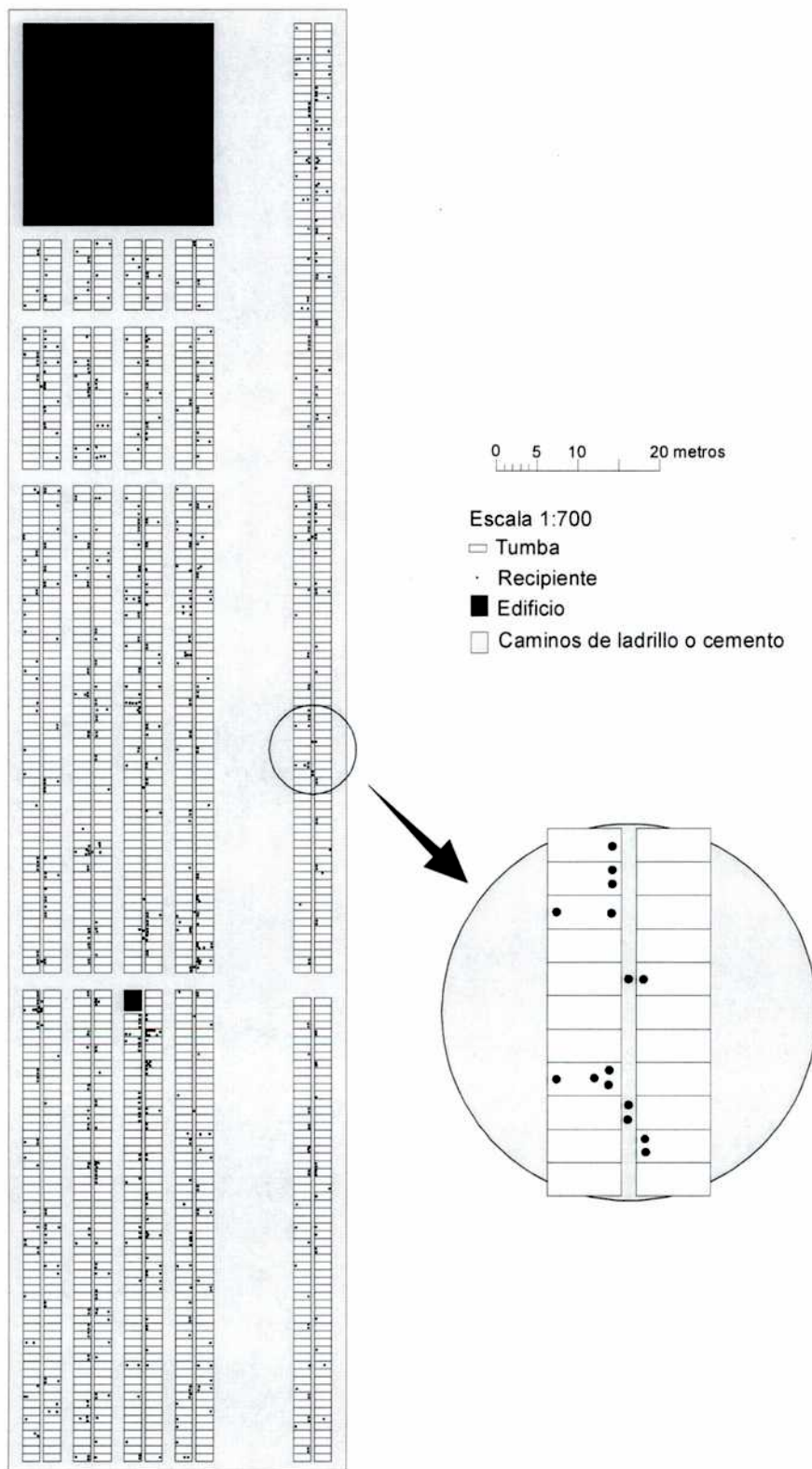


Figura 6.2: Mapa base (1:700) del parque estudiado dentro del cementerio Chacarita durante marzo 2001, y censo con la disposición espacial de los recipientes.

Las tumbas fueron clasificadas de acuerdo con el tipo de sustrato que cubría su superficie (tierra descubierta, pasto corto, pasto largo; Fig. 6.3). Se consideró como pasto largo si producía sombra sobre los recipientes. La cobertura vegetal y la proyección de la sombra, de cada planta, fueron medidas y representadas sobre el mapa. Las proyecciones de las sombras se midieron cada hora desde las 10:00 hasta las 16:00 horas. Cada planta fue categorizada según su altura: menos de 1 m, de 1 a 3 m, más de 3 metros (Fig. 6.4).



Figura 6.3: Fotografías de los 3 tipos de sustrato en que fueron clasificadas las tumbas. De izquierda a derecha: tierra descubierta, pasto corto, pasto largo. Se consideró como pasto largo si producía sombra sobre los recipientes.

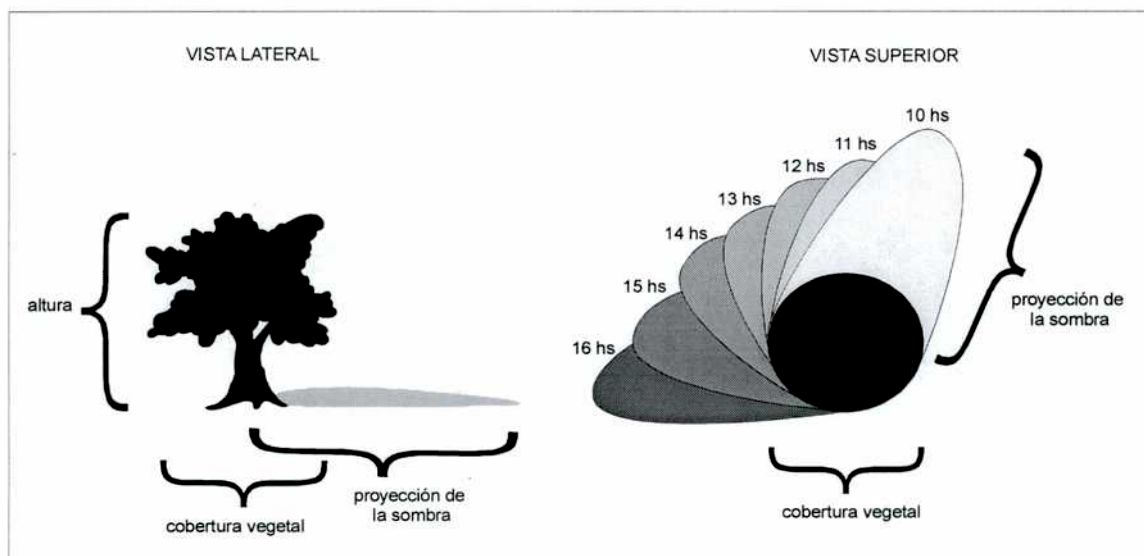


Figura 6.4: Esquema representando la medición de cobertura vegetal, proyección de sombra y altura de cada planta, dentro del parche estudiado en el cementerio Chacarita durante marzo 2001.

Todos los recipientes del parche fueron examinados en busca de estadios inmaduros de mosquitos (censo de criaderos). Los recipientes infestados fueron señalados sobre el mapa, y posteriormente identificados aquellos con inmaduros de *Ae. aegypti*.

Los datos fueron digitalizados en ArcView GIS como un mapa *raster* con una grilla con tamaño de celda de 0.25 x 0.25 m, conteniendo en total 152 064 celdas. Esta unidad espacial fue seleccionada porque en este caso una celda no puede contener más de 1 recipiente. Para los análisis en los cuales se contrastan la presencia de criaderos y las variables explicatorias, solo se usaron las celdas que contenían recipientes; esto significa que se seleccionaron celdas con potencial ausencia o presencia de criaderos. Debido a que los registros incluyen más celdas con ausencia que con presencia de *Ae. aegypti*, se realizó posteriormente una selección al azar entre las celdas sin criaderos para obtener tamaños de muestras equilibrados.

Análisis de datos

Los modelos de hábitat usando información de presencia-ausencia y regresiones logísticas, son útiles para formalizar la relación entre el ambiente y los requerimientos de hábitat de una especie, y para cuantificar la magnitud de hábitat potencial (Morrison et al. 1992, Boyce & McDonald 1999). Estos modelos han sido ampliamente aplicados para variados propósitos y especies (por ejemplo Mladenoff et al. 1995, Bradbury et al. 2000, Naves et al. en prensa). El principio de este método consiste en contrastar unidades de hábitat usadas vs. no usadas para determinar la calidad del hábitat con un conjunto de variables explicatorias (Tabachnick & Fidell 1996, Hosmer & Lemeshow 2000).

Sobre la base de los resultados previos, se estudiaron variables que podrían influir sobre la presencia del mosquito. En un primer grupo se incluyeron variables que describen las condiciones ambientales locales (en la celda), como altura de la vegetación y calidad de sombra y de sustrato, dentro de la unidad espacial básica, celdas de 0.25 x 0.25 m (Variables de celda, Tabla 6.1).

En un segundo grupo, se construyeron nuevas variables que describen las propiedades de las variables locales sobre escalas mayores que la resolución del mapa (Schadt et al. 2002, Naves et al. en prensa). La idea básica detrás de este concepto es que la condición promedio en el entorno de una celda (por ej. el promedio de calidad de sombra en el entorno) puede influir la calidad del hábitat, adicionalmente al efecto local de esa variable en la celda. Estas nuevas variables fueron calculadas utilizando un algoritmo de ventana móvil circular, asignando a la celda el valor medio de la variable dentro del círculo de radio *r*. Moviendo esta

ventana sobre toda la grilla se obtienen los valores para cada celda. Debido a que se desconocen *a priori* las distancias a las cuales el entorno puede influir sobre la calidad del microhábitat, se calcularon estas variables para diferentes radios $r = 0.5, 1, 2, 3$, y 10 m (Variables de entorno, Tabla 6.1).

Tabla 6.1: Descripción de las 9 variables analizadas durante marzo 2001 dentro del parche estudiado en el cementerio Chacarita.

Tipos de variables	Código	Descripción
Variables de celda	PRES/AUS	Variable dependiente, señala la presencia - ausencia de estadios inmaduros de <i>Ae. aegypti</i> (presencia= 1, ausencia= 0)
	CS	Calidad de la sombra (sol permanente= 1, sombra parcial= 2, sombra permanente= 3)
	SUS	Calidad del sustrato (concreto= 1, tierra descubierta= 2, pasto corto= 3, pasto largo= 4)
	AMV	Altura máxima de la vegetación (sin vegetación= 1, pasto corto= 2, pasto largo= 3, hasta 1 m= 4, hasta 3 m= 5, más de 3 m= 6)
Variables de entorno	MCS 0.5-10	Media de la calidad de la sombra para las escalas de 0.5, 1, 2, 3, y 10 m
	MSUS 0.5-10	Media de la calidad del sustrato para las escalas de 0.5, 1, 2, 3, y 10 m
	MAMV 0.5-10	Media de la altura máxima de la vegetación para las escalas de 0.5, 1, 2, 3, y 10 m
	MOR 0.5-10	Media de la oferta de recipientes para las escalas de 0.5, 1, 2, 3, y 10 m
Variables de distancia	DVSPC	Distancia a la vegetación más cercana sin pasto corto
	DVCPC	Distancia a la vegetación más cercana con pasto corto

Adicionalmente, se construyeron dos variables que describen la distancia a la vegetación más cercana. Considerando que el pasto corto no tiene la altura necesaria para proveer de sombra a los recipientes, se calculó la variable incluyendo y excluyendo al pasto corto como parte de la vegetación presente (Variables de distancia, Tabla 6. 1).

En total, se obtuvieron 9 variables, 4 de estas (las de entorno) para 5 escalas distintas (Tabla 6.1).

La autocorrelación espacial en la variable dependiente puede traer problemas de pseudoréplicas cuando los datos no son independientes y en consecuencia producir modelos muy ajustados pero con poca interpretación biológica (Lennon 1999). Para poner a prueba la independencia espacial se calculó un coeficiente $c(r)$ que describe la autocorrelación de la variable X para una distancia r , dentro del área que comprende celdas con y sin observaciones. Para evitar niveles altos de correlación espacial entre celdas, se determinó la distancia a la cual las celdas no se encuentran altamente correlacionadas ($c(r) < 0.7$) y se usaron solo aquellas suficientemente separadas (Schadt et al. 2002, Naves et al. en prensa).

Hasta aquí se describieron las herramientas utilizadas para construir las variables y para probar la correlación espacial. Al inicio del análisis de los datos *sensu stricto*, se utilizó un análisis descriptivo para cada variable independiente para buscar diferencias entre celdas con y sin *Ae. aegypti*, mediante una prueba de Mann-Whitney (Siegel & Castellan 1995). Con aquellas variables que mostraron diferencias significativas, adicionalmente se realizaron regresiones logísticas univariadas para evaluar en cada variable individualmente el nivel de predicción de presencia o ausencia de *Ae. aegypti*.

Posteriormente se analizó la correlación entre las variables independientes remanentes, estas son las que mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la regresión logística. Se consideró 2 variables fuertemente correlacionadas cuando el coeficiente de correlación de Pearson fue $r < 0.5$. Se evitó una fuerte multicolinealidad entre las variables explicatorias eligiendo aquellas que estaban mejor asociadas a la variable dependiente en las regresiones logísticas univariadas.

Finalmente, con las variables independientes no correlacionadas entre sí, se realizaron las regresiones logísticas multivariadas con un procedimiento escalonado. El nivel de significancia de los modelos, tanto los uni- como los multivariados, fue evaluado usando el estadístico Wald (Hosmer & Lemeshow 2000).

6.2 Resultados

De los 850 recipientes hallados en el parche, 101 contenían estadios inmaduros de *Ae. aegypti*.

Los coeficientes de correlación espacial $c(r)$ de la variable dependiente (PRE/AUS) fueron inferiores a 0.4 para todas las distancias r estudiadas (0.25 a 10 m), mientras que aquellos de las variables independientes fueron inferiores a 0.7. En consecuencia, no se consideró necesario eliminar datos para evitar autocorrelación espacial de las variables dependiente e independientes.

De los 749 recipientes sin *Ae. aegypti*, 101 fueron seleccionados al azar para los análisis posteriores, para obtener muestras equilibradas.

Los mapas temáticos obtenidos para las variables de celda, de entorno y de distancia se muestran en Fig. 6.5, Fig. 6.6, y Fig. 6.7, respectivamente.

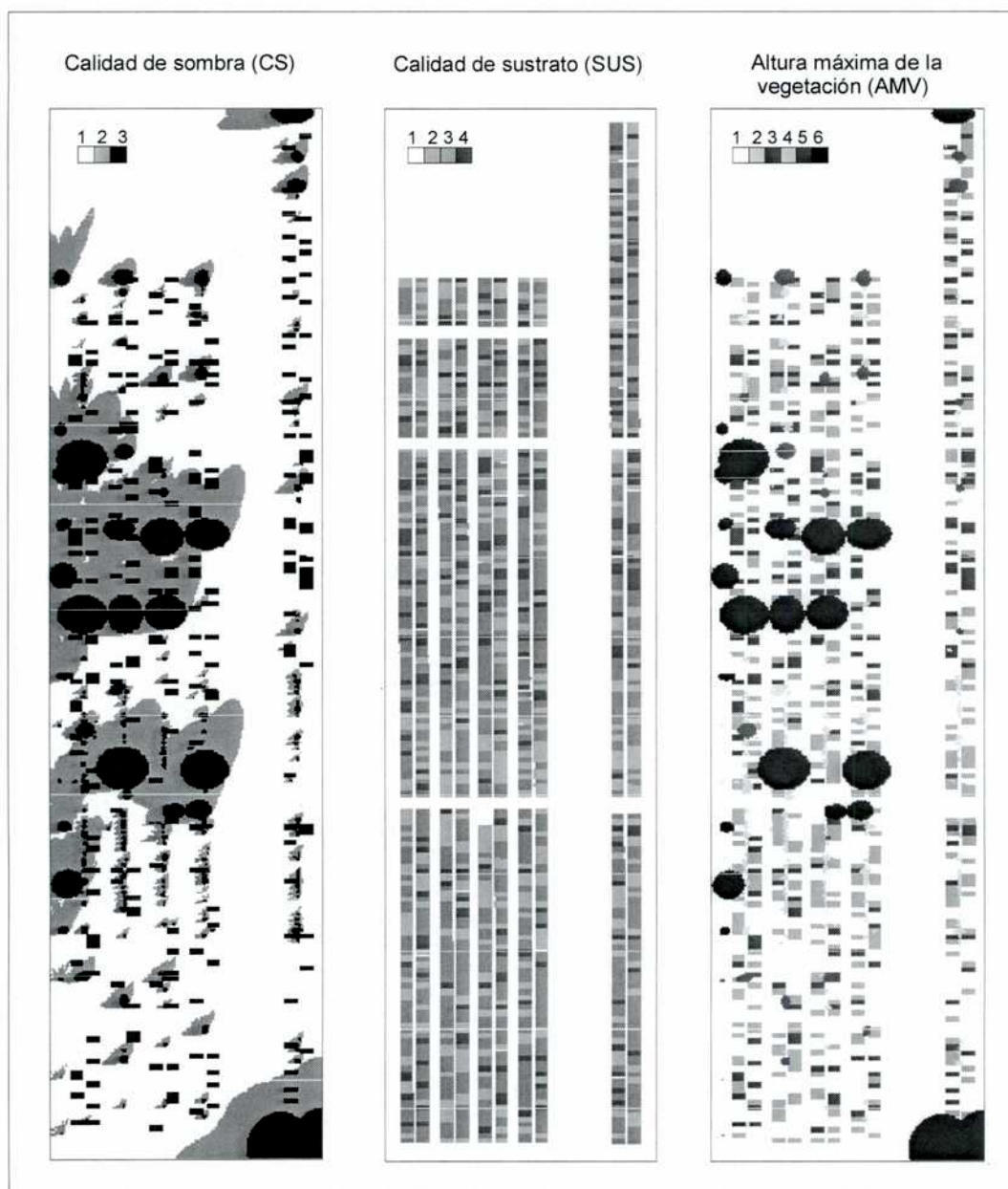


Figura 6.5: Representaciones gráficas del parche estudiado en el cementerio Chacarita durante marzo 2001, para las variables de celda: calidad de sombra (CS), calidad de sustrato (SUS), altura máxima de la vegetación (AMV).

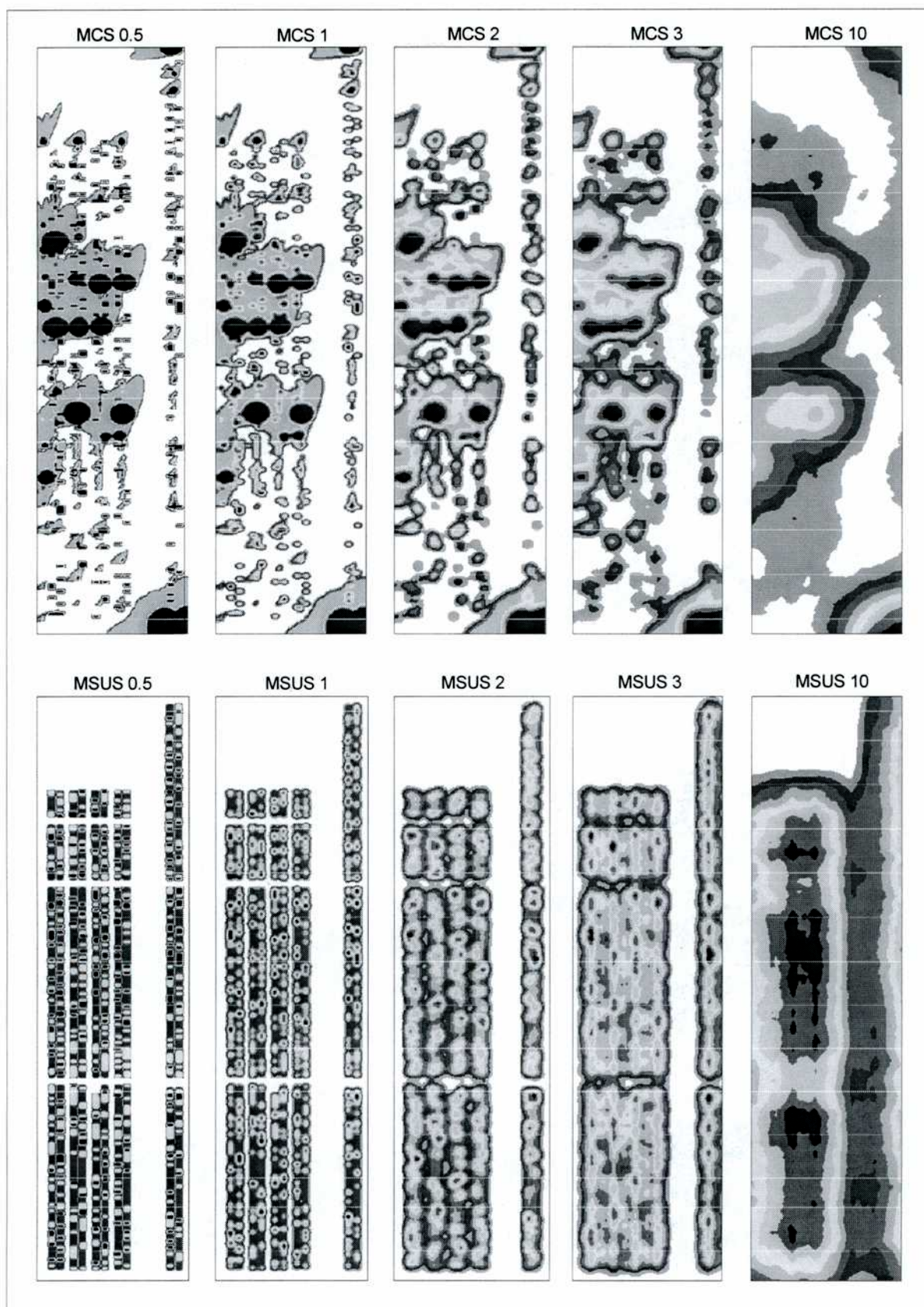


Figura 6.6: Representaciones gráficas del parche estudiado en el cementerio Chacarita durante marzo 2001, para las variables de entorno: media de la calidad de la sombra (MCS), media de la calidad del sustrato (MSUS).

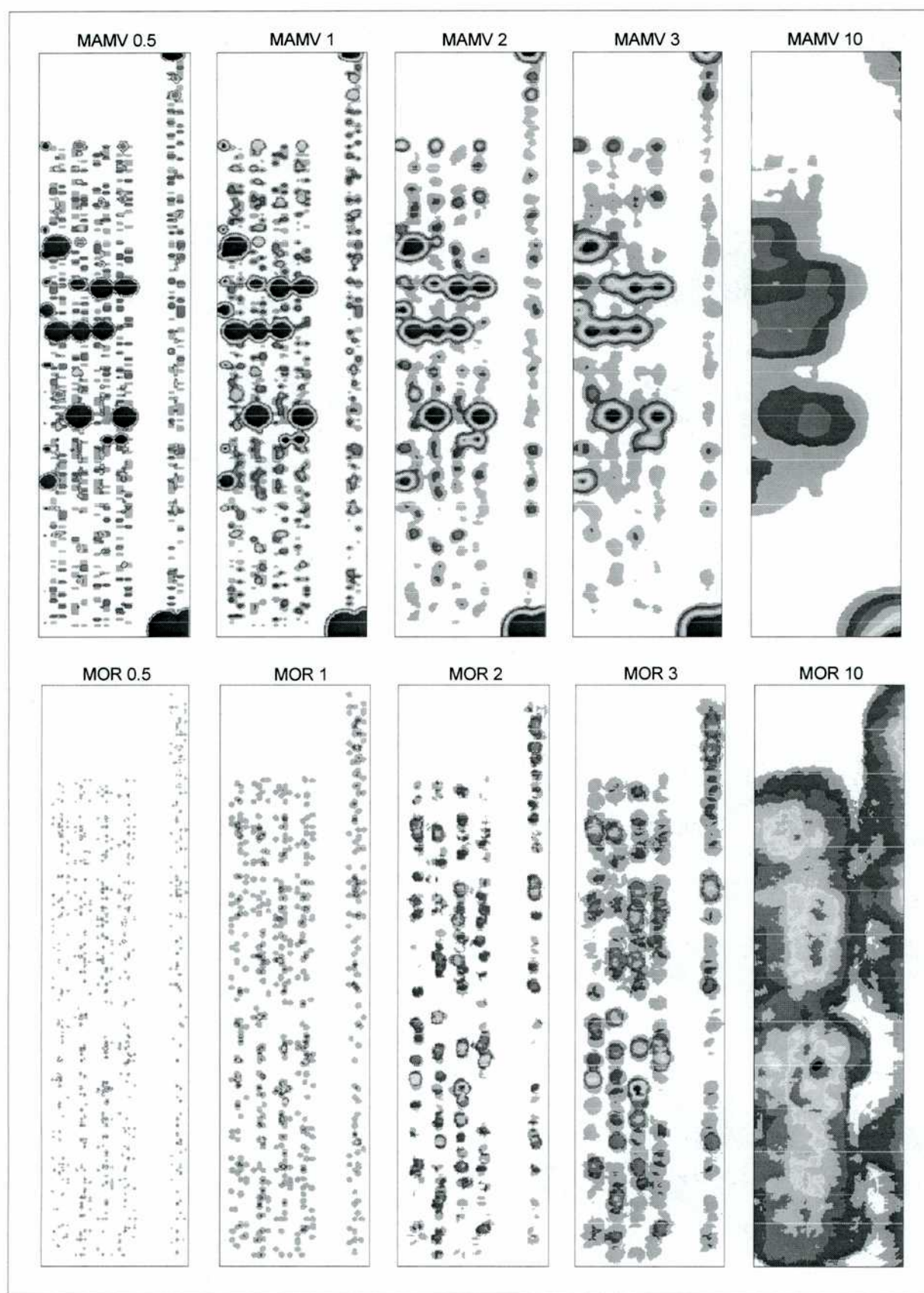


Figura 6.6 (continuación): Representaciones gráficas del parche estudiado en el cementerio Chacarita durante marzo 2001, para las variables de entorno: media de la altura máxima de la vegetación (MAMV), media de la oferta de recipientes (MOR).

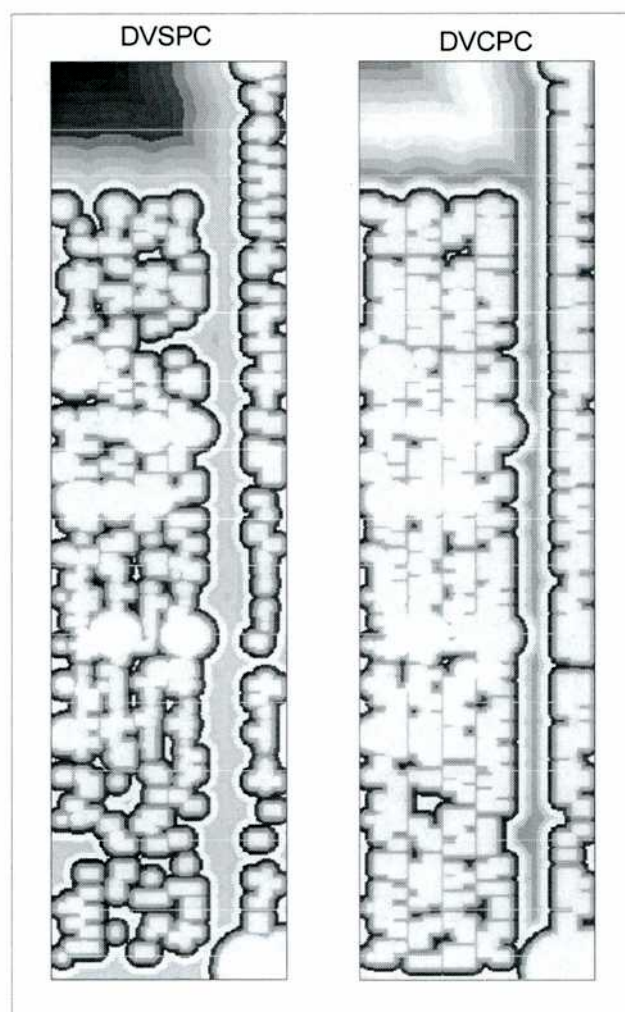


Figura 6.7: Representaciones gráficas del parche estudiado en el cementerio Chacarita durante marzo 2001, para las variables de distancia: distancia a la vegetación sin incluir el pasto corto (DVSPC), distancia a la vegetación incluyendo el pasto corto (DVCPC).

Los análisis descriptivos iniciales muestran diferencias significativas entre presencia y ausencia de criaderos para algunas de las variables explicatorias (Tabla 6.2). Para las 3 variables de celda estas diferencias fueron altamente significativas; en celdas con criadero, la calidad de la sombra y del sustrato (CS y SUS) tuvieron valores superiores, y la vegetación fue de mayor altura (AMV), que en celdas sin criadero. Adicionalmente, las celdas con criadero fueron más sombreadas (MCS05-MCS10) y con vegetación más alta (MAMV05-MAMV10) en su entorno para las cinco distancias estudiadas. Celdas con *Ae. aegypti* también tienen más recipientes en un entorno de 10 m (MOR10). Sin embargo, la media de recipientes a 0.5-3 m (MOR05-MOR3), y la media de la calidad del sustrato (MSUS05-MSUS10) no mostraron diferencias significativas entre ausencia y presencia de criaderos. La variable que describe la distancia a la vegetación más cercana incluyendo al pasto corto (DVCPS) tampoco mostró diferencias significativas, mientras que se hallaron

significativamente más celdas con *Ae. aegypti* cerca de la vegetación sin incluir el pasto corto (DVSPC).

Tabla 6.2: Estadística descriptiva de las variables independientes analizadas durante marzo 2001 dentro del parche estudiado en el cementerio Chacarita. Para cada variable se dan las medianas, los cuartiles inferiores (cuartil 1) y los cuartiles superiores (cuartil 3) de la distribución. *** indica diferencias en la prueba de Mann-Whitney (U) a niveles de significancia de $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, y * $p < 0.05$.

Variable	Sin criaderos de <i>Ae. aegypti</i>		Con criaderos de <i>Ae. aegypti</i>		U	
	Mediana	cuartil 1 - cuartil 3	Mediana	cuartil 1 - cuartil 3		
CS	2.00	1.00 - 3.00	3.00	2.00 - 3.00	3 661	***
SUS	3.00	2.00 - 3.00	3.00	3.00 - 4.00	4 125	**
AMV	2.00	2.00 - 3.00	3.00	2.00 - 4.00	3 748	***
MCS05	0.68	0.00 - 1.23	1.19	0.28 - 1.82	3 790	***
MCS1	0.61	0.00 - 1.22	1.17	0.32 - 1.53	3 757	***
MCS2	0.56	0.00 - 1.05	0.97	0.40 - 1.33	3 769	***
MCS3	0.52	0.04 - 0.87	0.83	0.35 - 1.19	3 901	**
MCS10	0.31	0.13 - 0.76	0.52	0.21 - 1.01	4 223	*
MSUS05	1.46	0.90 - 1.77	1.58	0.90 - 1.90	4 604	
MSUS1	1.22	0.73 - 1.54	1.31	0.82 - 1.61	4 741	
MSUS2	1.28	0.62 - 1.51	1.31	0.87 - 1.52	4 908	
MSUS3	1.16	0.59 - 1.35	1.21	0.87 - 1.38	4 822	
MSUS10	0.73	0.50 - 0.93	0.79	0.57 - 1.01	4 579	
MAMV05	0.85	0.00 - 1.50	1.33	0.28 - 2.09	3 956	**
MAMV1	1.66	1.00 - 2.39	2.14	1.46 - 2.82	3 990	**
MAMV2	0.67	0.05 - 1.20	0.96	0.59 - 1.58	3 967	**
MAMV3	0.63	0.14 - 0.93	0.85	0.48 - 1.34	4 035	**
MAMV10	0.38	0.17 - 0.88	0.68	0.28 - 1.31	4 246	*
MOR05	0.14	0.08 - 0.15	0.14	0.08 - 0.15	5 015	
MOR1	0.04	0.03 - 0.06	0.04	0.03 - 0.07	4 800	
MOR2	0.02	0.01 - 0.03	0.02	0.01 - 0.03	4 769	
MOR3	0.01	0.00 - 0.02	0.01	0.01 - 0.02	4 664	
MOR10	0.01	0.00 - 0.01	0.01	0.00 - 0.01	4 280	*
DVSPC	1.00	0.00 - 2.62	0.00	0.00 - 1.50	4 223	*
DVCPC	0.00	0.00 - 0.20	0.00	0.00 - 0.00	4 567	

Todas las variables que demostraron diferencias significativas entre presencia y ausencia de criaderos también tuvieron modelos logísticos univariados significativos (Tabla 6.3), excepto MOR10. Se observó relativamente poca diferencia en el porcentaje de los casos correctamente clasificados entre los modelos (min=

55.94%, max= 62.87%). En general, las variables de entorno para menores radios mostraron una asociación más fuerte con la variable dependiente.

Tabla 6.3: Resultados de las regresiones logísticas univariadas utilizando las variables que demostraron diferencias significativas entre presencia y ausencia de criaderos (estadística descriptiva, Tabla 6.2). El nivel de corte se fijó en 0.5. ***indica que la variable entró significativamente con un nivel de significación de $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, y * $p < 0.05$, siguiendo el estadístico Wald.

Variable	$\beta \pm se$	Wald	df		% observado correctamente clasificado
CS	0.66 $\pm$ 0.18	14.1	1	***	60.9
SUS	0.51 $\pm$ 0.20	7.0	1	**	55.9
AMV	0.31 $\pm$ 0.10	9.2	1	**	60.9
MCS05	0.62 $\pm$ 0.20	10.0	1	**	58.9
MCS1	0.70 $\pm$ 0.22	10.4	1	**	60.4
MCS2	0.80 $\pm$ 0.25	10.4	1	**	62.9
MCS3	0.80 $\pm$ 0.26	9.2	1	**	60.4
MCS10	0.69 $\pm$ 0.32	4.7	1	*	57.9
MAMV05	0.28 $\pm$ 0.10	7.2	1	**	59.4
MAMV1	0.22 $\pm$ 0.09	5.9	1	*	60.9
MAMV2	0.31 $\pm$ 0.13	6.3	1	*	56.4
MAMV3	0.34 $\pm$ 0.14	5.8	1	*	57.4
MAMV10	0.47 $\pm$ 0.24	4.1	1	*	57.4
MOR10	59.3 $\pm$ 34.5	2.9	1		
DVSPC	0.25 $\pm$ 0.08	9.8	1	**	56.4

Para los análisis posteriores, se eliminó la variable que describe la altura máxima de la vegetación AMV porque estaba altamente correlacionada con la calidad de sombra CS ($r = 0.732$). También se encontraron fuertes correlaciones entre las correspondientes variables de entorno (MAMV y MCS) para las escalas de 0.5, 1, 2, 3, y 10 m ($r = 0.844, 0.895, 0.860, 0.870$ y 0.975 , respectivamente). Se retuvo MCS porque mostró una asociación más fuerte que MAMV con la variable dependiente.

En resumen, se conservaron 4 variables independientes: 2 de celda (CS y SUS), 1 de entorno para las 5 escalas (MCS05-MCS10), y 1 de distancia a la vegetación más cercana (DVSPC). Con estas variables se construyeron 5 modelos de regresión multivariados, 1 para cada escala de la variable de entorno. Para las escalas de 2 y 3 m se obtuvieron modelos significativos con más de una variable explicatoria (escala 2 m: $X^2_{(3)} = 25.693$, $p < 0.001$; escala 3 m: $X^2_{(3)} = 26.440$, $p < 0.001$), con 65.9% y 66.8% de los datos correctamente clasificados, respectivamente. Las variables que entraron significativamente en el modelo fueron SUS, DVSPC y MCS

(2 o 3 m) (Tabla 6.4); la calidad de la sombra CS no entró en el modelo. Para las otras escalas (0.5, 1 y 10 m) el procedimiento escalonado se detiene en el 1º paso del procedimiento, alcanzando un modelo univariado con la variable CS que clasifica correctamente 60.9% de los datos (Tabla 6.3).

Tabla 6.4: Resultados de los análisis de regresión logística multivariados que resultaron significativos (escalas 2 y 3 metros). El nivel de corte se fijó en 0.5.

Escala	Variable	$\beta \pm se$	Wald	df	p
2 m	SUS	0.4503 ± 0.2108	4.5650	1	0.0326
	DVSPC	-0.1857 ± 0.0860	4.6674	1	0.0307
	MCS2	0.7530 ± 0.2574	8.5578	1	0.0034
3 m	SUS	0.4716 ± 0.2128	4.9094	1	0.0267
	DVSPC	-0.2049 ± 0.0874	5.4952	1	0.0191
	MCS3	0.8408 ± 0.2780	9.1485	1	0.0025

Respecto a la productividad de larvas 3-4 y pupas, la mediana de individuos por criadero fue 5 (cuartil 1= 2, cuartil 3= 10). La mediana de individuos no difirió significativamente entre los criaderos expuestos al sol, a la sombra parcial, y a la sombra permanente ($H_{(2, 101)} = 2.83$, $p = 0.2422$; Fig. 6.7).

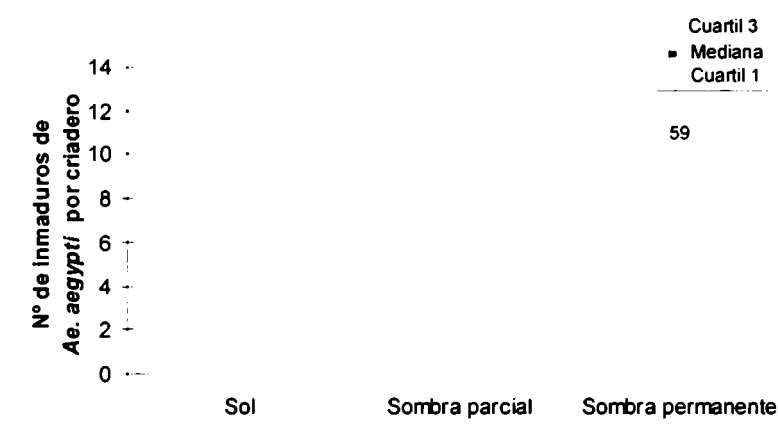


Figura 6.8: Comparación de la productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) por criadero entre tres ambientes de distinta exposición al sol, dentro del parche estudiado en el cementerio Chacarita durante marzo 2001.

6.3 Discusión

El nivel de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* (11.9%) registrado en este pequeño parche durante el mes de marzo, se encontró dentro del intervalo informado previamente entre los cementerios de Buenos Aires.

Se detectaron 6 variables (CS, SUS, AMV, MCS, MAMV, DVSPC) asociadas con la presencia de criaderos, y otras 3 variables no asociadas (MSUS, MOR, DVSPC). Estas asociaciones significativas representan los efectos de la sombra provista por la vegetación y/o la presencia de la vegetación en sí misma sobre la calidad de los microhábitats. Los resultados sugieren que los microhábitats más favorables para la proliferación de *Ae. aegypti* son aquellos con menor exposición al sol, con vegetación más alta y próxima, y con entornos más sombreados y vegetados.

Los modelos logísticos finales contienen 3 variables: la calidad del sustrato (SUS) con signo positivo, la distancia a la vegetación más cercana sin el pasto corto (DVSPC) con signo negativo, y el promedio de la calidad de sombra para las escalas espaciales de 2 y 3 m (MCS2 y MCS3) con signo positivo. Estos dos modelos finales explicaron correctamente 66.8% y 65.8% de los datos, apenas 5-6% más que el modelo univariado con calidad de sombra CS como variable predictiva. Este resultado sugiere que la sombra es el factor principal que determina la calidad del criadero dentro de este ambiente en particular. Las variables de entorno a escalas menores (0.5-3 m) estuvieron más fuertemente asociadas a la existencia de inmaduros de *Ae. aegypti* que a la escala mayor (10 m), sugiriendo que la vegetación y la sombra en la proximidad de un criadero influyen sobre la calidad del microhábitat más que a distancias mayores.

Se obtuvo un nivel de predicción máximo de 66.8% dentro de un sitio conocido como uno de los principales ambientes de proliferación de *Ae. aegypti*. En consecuencia, podríamos esperar una variación interna relativamente pequeña en la favorabilidad entre criaderos potenciales. Un modelo que incluya otras áreas menos favorables para el mosquito podría alcanzar niveles de predicción muy superiores. Sin embargo, esos modelos serían inapropiados para responder la pregunta de interés: ¿cuales factores microambientales correlacionan con la presencia de estadios inmaduros de *Ae. aegypti*?

De igual interés es la identificación de variables que no muestran asociación significativa con los criaderos. La oferta de recipientes en los alrededores (MOR) no difirió significativamente entre sitios con y sin inmaduros de *Ae. aegypti*. Los resultados negativos observados a esta escala podrían deberse a la elevada densidad de recipientes, un factor común dentro de los cementerios y ya discutido en los capítulos previos.

Mantener el pasto corto en los alrededores de las viviendas no tendría un impacto negativo sobre los mosquitos (WER 2001). Sin embargo, los resultados sugieren lo contrario, el pasto largo en el entorno favorece la presencia de criaderos, y en consecuencia mantenerlo corto disminuiría los microambientes apropiados para el vector. Este resultado se obtuvo de comparar las variables que describen la distancia a la vegetación más cercana con y sin pasto corto (DVCPC y DVSPC). Considerando que la diferencia entre ambas condiciones es la capacidad de generar sombra sobre los recipientes, parecería que la sombra cumple un rol predominante.

El efecto individual de la sombra y la vegetación es difícil de discriminar en un ambiente donde todos los sitios sombríos son consecuencia de la vegetación presente. Adicionalmente a la sombra, la vegetación puede tener otros efectos favorables sobre la calidad del microhábitat, proveyendo a los recipientes con detrito como comida para las larvas (Clements 1992, Walker et al. 1997), y néctar y "rocío de miel" como fuentes de carbohidratos para los adultos (Trpis et al. 1995, Martínez-Ibarra et al. 1997, Briegel et al. 2001). En los cementerios, una fuente extra de detrito y carbohidratos son las abundantes flores que llevan los visitantes y colocan dentro de los recipientes o directamente sobre las tumbas. Si aceptamos que estos recursos no son limitantes para *Ae. aegypti* dentro de los cementerios, la vegetación estudiada (árboles, arbustos y pastos) no sería imprescindible como fuente de detrito y carbohidratos.

A pesar de las diferencias de infestación detectadas, la productividad media de *Ae. aegypti* por criadero fue similar entre microambientes de distinto nivel de insolación. Esto significa que un ambiente más sombreado favorecería un mayor número de criaderos, pero no aumentaría el número de individuos que produce cada uno.

En este ambiente en particular, medir los niveles de insolación sobre todo el paisaje sería el método de mejor relación costo-beneficio para comparar la calidad entre microambientes. Son necesarios más estudios para explorar la extensión de los resultados a un ambiente urbano típico, como ser un vecindario de casas y edificios.

Hasta el momento hemos evaluado la calidad del hábitat de *Ae. aegypti* a través de escalas de distinto detalle. El factor común de todas estas escalas e incluido en cada una de ellas, es la calidad del recipiente como hábitat de cría.

Entre los factores que podrían influir sobre la calidad de los recipientes como criadero de *Ae. aegypti*, se encuentran el tamaño y la capacidad (Tinker 1964, Focks et al. 1981), el propósito para el cual se los usa (Bisset et al. 1985, Kittayapong & Strickman 1993, Focks & Chadee 1997), y el tipo de material del cual están hechos (O'Meara et al. 1992 a, b, Walker et al. 1996).

Considerando que los recipientes de los cementerios son utilizados casi exclusivamente como floreros, este es un ambiente ideal para estudiar la presencia de *Ae. aegypti* en recipientes de distinto material. Y dado que tienen capacidades más homogéneas que aquellos encontrados en otras áreas urbanas (Barrera et al. 1980) podría estudiarse el efecto de pequeñas diferencias de capacidad sobre la calidad de los sitios de cría del mosquito.

Los objetivos de esta última etapa de trabajo fueron: a) identificar los tipos de recipientes que sirven con más frecuencia como criaderos de *Ae. aegypti* (frecuencia absoluta); b) identificar cuales son los más favorables (uso *versus* oferta); c) estudiar el efecto de la capacidad y el tipo de material de los recipientes sobre su calidad como criaderos; d) comparar la productividad promedio de estadios inmaduros de *Ae. aegypti* de los distintos tipos de recipientes.

7.1 Materiales y Métodos

Area de estudio y metodología

Se confeccionó un listado completo de los recipientes donde se demostró la presencia de *Ae. aegypti* dentro de algún cementerio de Buenos Aires durante todo el estudio. Posteriormente se realizaron estudios sobre los recipientes y sus niveles de infestación clasificados según tres características: 1) la capacidad, 2) el tipo de material del cual está compuesto, 3) reglamentarios *versus* no reglamentarios. Los datos utilizados para este propósito, corresponden a subconjuntos de los registros ya descriptos en los capítulos previos y se detallan a continuación.

1) Por capacidad - Se utilizaron los registros obtenidos durante el 1º período de estudio (enero-abril 1998) en los cementerios BR, AL y CH. Los datos de los cementerios FL y RE fueron excluidos por presentar valores de 2 y 0 criaderos respectivamente. Se excluyeron de CH 942 recipientes, que incluían 272 con agua y 5 criaderos de *Ae. aegypti*, por encontrarse en una categoría denominada "otros" que incluía recipientes de capacidades muy distintas y que no pudieron ser discriminados a partir de las planillas de campo. De los registros provenientes de AL, se excluyeron 4 recipientes (3 con agua y 1 criadero de *Ae. aegypti*) por motivos similares.

Los recipientes se clasificaron, tanto la oferta como los criaderos, según su capacidad en 4 categorías: 0-0.5 litros, > 0.5 hasta 1 litro, >1 hasta 3 litros, >3 litros. El número de inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) encontrados en cada criadero fue contabilizado. El análisis se realizó primero considerando como oferta al total de recipientes y luego solo a aquellos que tenían agua.

2) Por tipo de material - Se utilizaron tres conjuntos de datos del cementerio CH para tres análisis sucesivos. En todos los casos, los recipientes fueron clasificados por el tipo de material: plástico, cerámica, vidrio, y metal. En esta última categoría están incluidos los recipientes de bronce, cobre, hierro y aluminio. La oferta de

recipientes consideradas corresponde al total de recipientes (con o sin agua) de cada tipo de material en cada sector estudiado.

1º: los registros corresponden al 2º período de estudio (octubre 1998 - mayo 1999). Durante esta etapa no se midió la oferta de recipientes discriminada por tipo de material, por lo cual solo se evaluó la abundancia de criaderos para cada tipo de material.

2º: los registros corresponden al 3º período de estudio (enero-mayo 2000). Se utilizaron solo los datos de los 4 parches más infestados entre los 7 estudiados (cap. 5). Estos ambientes fueron: Exterior parqueizado 1, Muro 1, Muro 2, Galería 1. En cada uno se contabilizaron los recipientes de cada tipo de material y semanalmente se examinaron 100 al azar en cada parche.

3º: los registros corresponden al 4º período de estudio (marzo 2001). Se realizó un censo de criaderos de *Ae. aegypti* en el parche de mayor infestación durante el año previo (Exterior parqueizado 1) en el mes que había mostrado en años anteriores los mayores índices de criaderos (marzo).

Durante los 3 períodos de estudio, se contabilizó el número de inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) hallado en cada criadero.

3) Reglamentarios vs no reglamentarios - Se utilizaron los datos obtenidos durante el 1º período de estudio (enero-abril 1998) en los cementerios BR, AL y CH. Los datos de FL y RE fueron excluidos por presentar valores de 2 y 0 criaderos respectivamente. Los recipientes fueron clasificados, tanto la oferta como los criaderos, en dos categorías: los colocados por las autoridades locales o "reglamentarios", y los llevados por los visitantes o "no reglamentarios".

Análisis de datos

La abundancia de criaderos se consideró como el número de criaderos encontrados para cada categoría de recipiente (frecuencia absoluta). En este primer análisis no interviene la oferta, y solo da una idea de cuales son los recipientes donde estaría proliferando el mosquito, sin importar la preferencia sobre alguna categoría en particular.

Se evaluó la relación entre la oferta de recipientes y los criaderos encontrados para las distintas categorías de recipiente, esto es, si el uso de los distintos tipos es proporcional a la oferta.

Se compararon las productividades de inmaduros entre los distintos tipos de recipientes.

7.2 Resultados

Todos los tipos de recipientes examinados actuaron en algún momento del estudio como criaderos de *Ae. aegypti* en alguno de los cementerios de Buenos Aires. A continuación se muestra un listado general de ellos.

- Recipientes que sirven de floreros, colocados por las autoridades: cajas trapezoides metálicas de 1 a 5 litros, cajas trapezoides de plástico de color negro de 0.75 a 1 l, cajas semicirculares de plástico negro de 1 litro, cilindros de plástico de 0.5 a 1 l, conos de plástico de distintos colores, y de metal de distintos materiales hasta 0.5 l. En la Fig. 7.1 se muestran fotografías de algunos criaderos encontrados dentro del cementerio Chacarita.

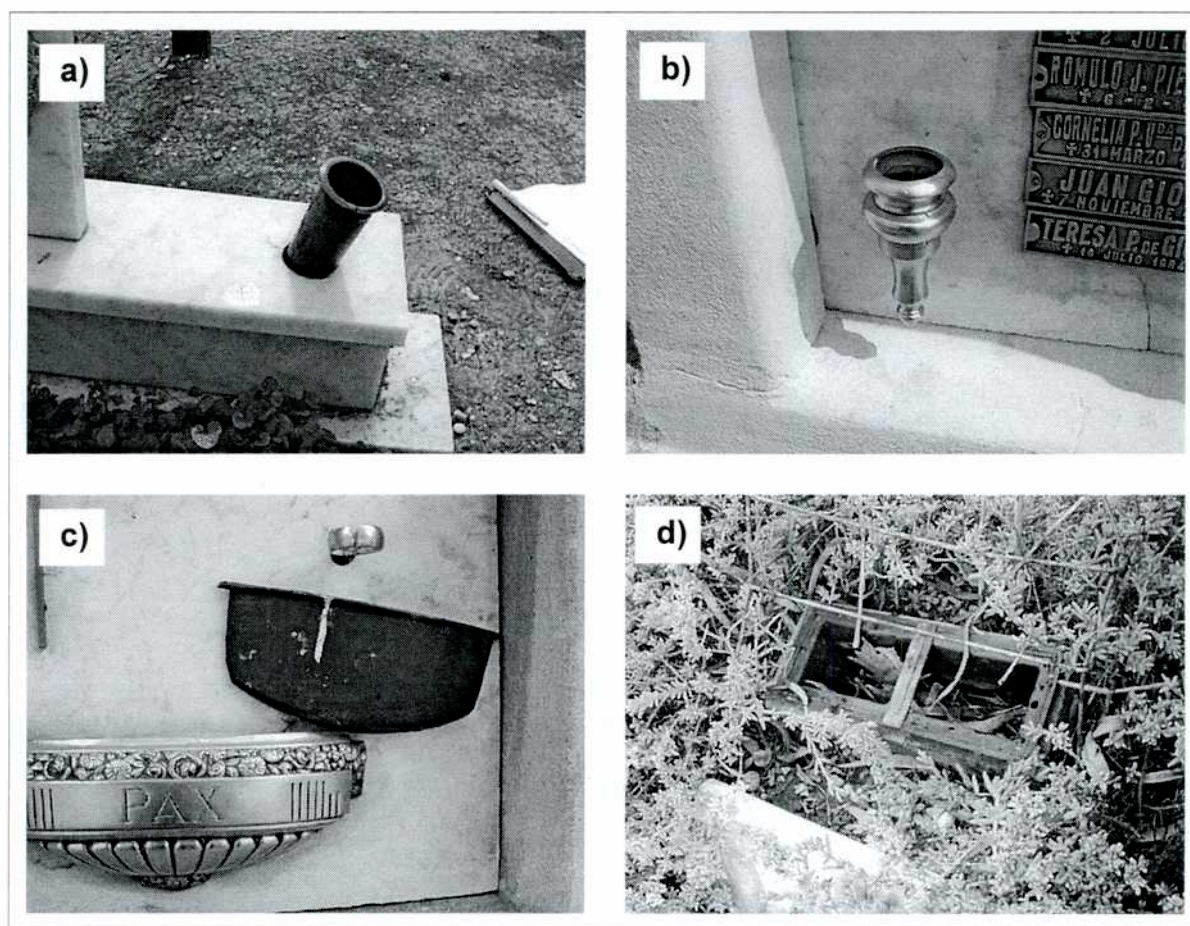


Figura 7.1: Recipientes que actuaron como criaderos de *Ae. aegypti*, provistos por las autoridades del cementerio Chacarita. a) cono de plástico, b) cono de metal, c) caja semicircular de plástico, d) caja trapezoide de plástico.

- Recipientes que sirven de floreros, ingresados por los visitantes: frascos de vidrio de diversas formas y tamaños, floreros de vidrio-plástico-cerámica de diversas formas y tamaños, botellas de vidrio y de plástico, botellas y bidones de plástico seccionados por la mitad, envases de cartón semirígido, envases de

plástico, copas de plástico, vasos de vidrio y de plástico. En la Fig. 7.2 se muestran fotografías de algunos criaderos encontrados dentro del cementerio Chacarita.

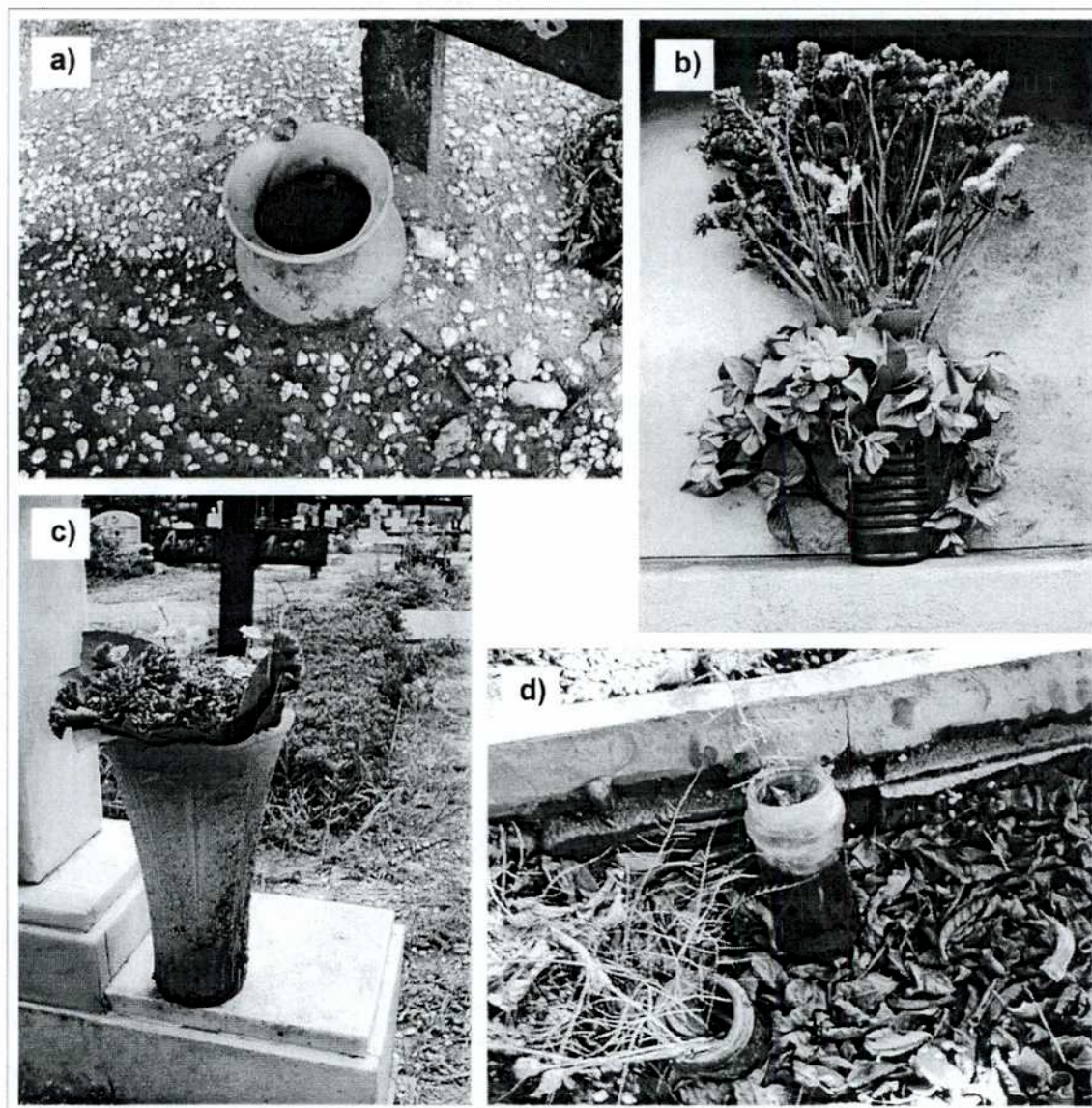


Figura 7.2: Recipientes que actuaron como criaderos de *Ae. aegypti*, ingresados al cementerio Chacarita por los visitantes. a) florero de cerámica, b) botella de plástico cortada, c) florero de plástico, d) frasco de vidrio.

- Recipientes que cumplen funciones de mantenimiento, limpieza y/o riego, y partes estructurales de las edificaciones: estructuras de mármol o metal que forman parte de las lápidas o monumentos, dispositivos anti-hormigas, baldes de 5 a 20 l, regaderas, canaletas de desagüe, rejillas, macetas, portamacetas. En la Fig. 7.3 se muestran fotografías de algunos criaderos encontrados dentro del cementerio Chacarita.

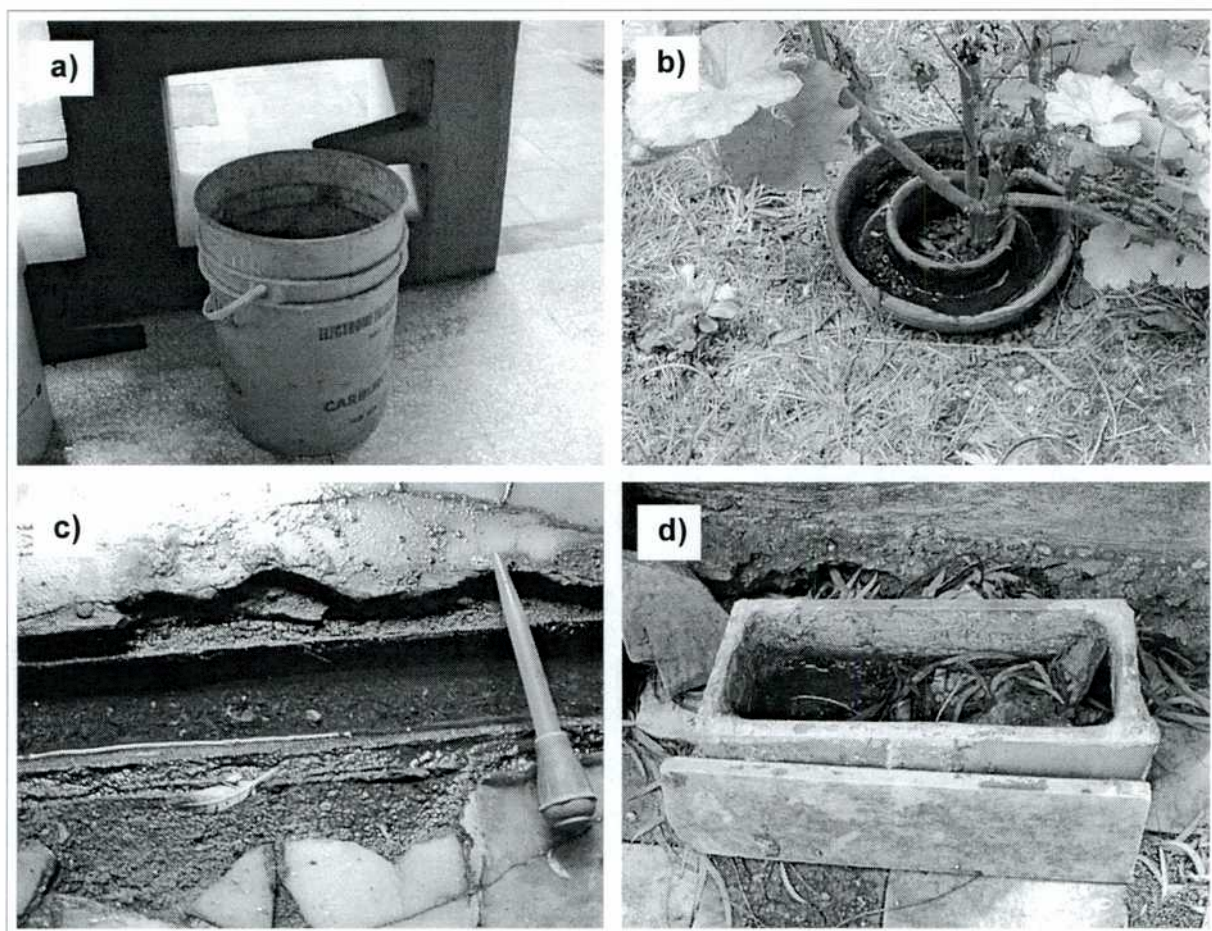


Figura 7.3: Recipientes que actuaron como criaderos de *Ae. aegypti*, utilizados por los cuidadores del cementerio Chacarita para tareas de limpieza y mantenimiento, y partes estructurales de las edificaciones. a) balde de 20 litros, b) dispositivo anti-hormigas, c) canaleta de desagüe, d) ladrillo hueco de mármol.

- Otros: sección de lona desechada, bolsas de plástico desechadas, oquedad entre las raíces de un árbol. También se halló una larvitrapa (cubierta de automóvil seccionada por la mitad utilizada para detectar la presencia de *Ae. aegypti*) que se encontraba abandonada dentro del cementerio Chacarita, y con larvas y pupas de *Ae. aegypti*.

1) Por capacidad - Las 4 categorías de capacidad resultaron positivas para *Ae. aegypti*. De los 609 criaderos hallados en los 3 cementerios, la mayor abundancia está representada en la categoría de 0.5-1 litro (45%), seguida por los de 1-3 l (35.6%), los menores que 0.5 l (11.2%), y por último los de capacidad superior a 3 l (8.2%). En cada cementerio individualmente se observaron pequeñas variantes entre estos valores (Tabla 7.1).

Tabla 7.1: Número de criaderos de cada categoría de capacidad (expresado en porcentaje entre paréntesis) en los cementerios Británico (BR), Alemán (AL), y Chacarita (CH). Período enero-abril 1998.

Categoría	BR	AL	CH	TOTAL
0-0.5 litros	26 (6.4%)	16 (14.8%)	26 (28.3%)	68 (11.2%)
0.5-1 litros	189 (46.2%)	40 (37%)	45 (48.9%)	274 (45%)
1-3 litros	162 (39.6%)	42 (38.9%)	13 (14.1%)	217 (35.6%)
>3 litros	32 (7.8%)	10 (9.3%)	8 (8.7%)	50 (8.2%)
	409 (100%)	108 (100%)	92 (100%)	609 (100%)

Cuando se consideró la oferta de recipientes totales para evaluar la preferencia por recipientes de alguna capacidad en particular, en 2 cementerios se observó que el uso de los recipientes como criaderos es proporcional a la oferta (recipientes totales) en cada categoría de capacidad (BR y AL: $r = 0.99$, $p < 0.01$). En el otro cementerio, si bien parece seguir la misma tendencia, la regresión no resultó significativa (CH: $r = 0.94$, $p = 0.6$) (Fig. 7.4).

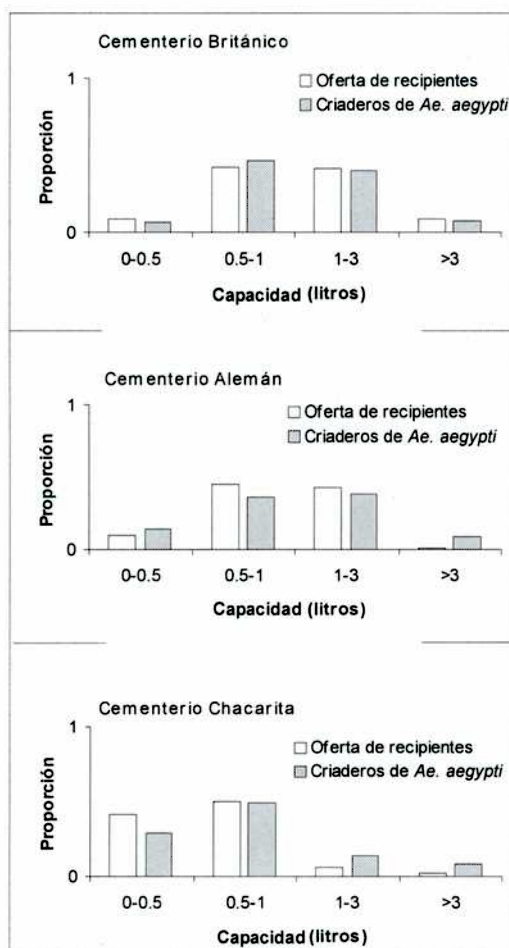


Figura 7.4: Comparación entre la oferta de recipientes total (con y sin agua) y los criaderos encontrados para cada categoría de capacidad, para los cementerios Británico, Alemán, y Chacarita. Período enero-abril 1998.

El porcentaje de recipientes totales con agua en las 4 categorías es similar en los cementerios BR y AL, mientras que tiene grandes diferencias en CH, siendo los de menor capacidad los que contienen agua en menor porcentaje (Tabla 7.2).

Tabla 7.2: Porcentajes de recipientes que contienen agua para cada categoría de capacidad, en los cementerios Británico (BR), Alemán (AL), y Chacarita (CH). Período enero-abril 1998.

Categoría	BR		AL		CH	
	Recipientes totales	% con agua	Recipientes totales	% con agua	Recipientes totales	% con agua
0-0.5 litros	185	85.9	124	93.5	7057	32.1
0.5-1 litros	921	72.3	545	91.2	8487	46.6
1- 3 litros	889	80.8	521	85.0	1086	80.2
>3 litros	180	52.2	18	77.8	285	64.4

Dado que la proporción de recipientes con agua mostró distintos comportamientos entre los cementerios, se consideró necesario evaluar el uso utilizando como oferta solo a los que contenían agua. En este caso, también se observó que en los 3 cementerios el número de criaderos fue proporcional a la oferta (recipientes con agua) en cada categoría de capacidad (BR: $r = 0.97$, $p < 0.05$; AL: $r = 0.99$, $p < 0.05$; CH: $r = 0.99$, $p < 0.01$; Fig. 7.5).



Figura 7.5: Comparación entre la oferta de recipientes con agua y los criaderos encontrados para cada categoría de capacidad, para los 3 cementerios.

Se demostró la presencia de larvas 3-4 y/o pupas de *Ae. aegypti* en recipientes de todas las capacidades, con una mediana global de 4 y sin diferencias significativas entre los 3 cementerios (ver Fig. 3.5, cap. 3). Sin embargo, la mediana de individuos por criadero fue significativamente distinta entre las 4 categorías de capacidad ($H_{(3, 452)} = 11.465$, $p < 0.01$; Fig. 7.6).

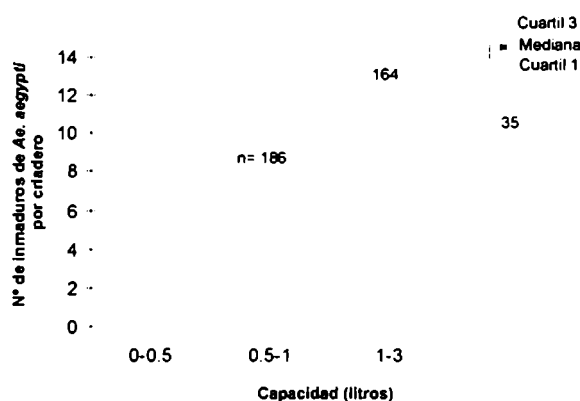


Figura 7.6: Productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) por criadero para cada categoría de capacidad. Se agrupó la información de los 3 cementerios (Británico, Alemán, y Chacarita). Período enero-abril 1998.

Los de capacidad 0-0.5 l, 0.5-1 l y los mayores de 3 l no mostraron diferencias significativas entre sí, pero los de capacidad entre 1-3 l mostraron una mediana significativamente superior que los de las dos categorías inferiores (Tabla 7.3).

Tabla 7.3: Resultados de los tests de Mann-Whitney (U) donde se compara la productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) por criadero entre categorías de capacidad; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. Se agrupó la información de los 3 cementerios (Británico, Alemán, y Chacarita). Período enero-abril 1998.

	0.5-1 l	1-3 l	>3 l
0-0.5 l	U= 5 503	U= 4 054**	U= 940
0.5-1 l		U= 13 062*	U= 3 024
1-3 l			U= 2 694

En función de estos resultados se categorizaron nuevamente los recipientes según su capacidad en 2 categorías, hasta 1 l y mayores de 1 l. Los de capacidad superior a 1 l tuvieron una mediana de 4 inmaduros por criadero (cuartil 1= 2, cuartil 3= 11) y fue significativamente superior ($U = 21080$, $p < 0.01$) a la mediana de 3 larvas observada en los recipientes de capacidad hasta 1 l (cuartil 1= 1, cuartil 3= 7) (Fig. 7.7).



Figura 7.7: Productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) por criadero comparando los recipientes de capacidad hasta 1 litro *versus* los de capacidad superior a 1 litro. Se agrupó la información de los 3 cementerios (Británico, Alemán, y Chacarita). Período enero-abril 1998.

2) Por tipo de material - Las 4 categorías de material resultaron positivas para *Ae. aegypti* en los 3 períodos de estudio considerados. Los criaderos de plástico fueron los más abundantes, seguidos por los de vidrio o cerámica según el año (Tabla 7.4).

Tabla 7.4: Porcentajes de criaderos de *Ae. aegypti* encontrados para cada categoría de material del recipiente, durante las 3 etapas de estudio dentro del cementerio Chacarita (etapa 1: octubre 1998 – mayo 1999, etapa 2: enero-mayo 2000, etapa 3: marzo 2001).

Etapa	Nº criaderos	% de criaderos por categoría			
		Plástico	Vidrio	Cerámica	Metal
1	98	70.4	7.1	13.3	9.2
2	117	82.1	8.5	3.4	6
3	101	83	10	4	3

Para el estudio de la calidad de recipientes de distinto material, los registros de la 1ª etapa no fueron considerados por no disponer de la oferta discriminada por material.

En la 2ª etapa, se observan dos resultados opuestos según el tipo de parche estudiado (Fig. 7.8). En las galerías y los exteriores, el número de criaderos de cada tipo de recipiente y la oferta de cada tipo de recipiente estuvieron correlacionadas con signo positivo ($r = 0.99$, $p < 0.05$, en ambos casos). En contraste, en ambos muros estas variables no mostraron asociación significativa ($r = 0.40$ y 0.46 , $p = 0.6$ y 0.5), señalando que algún tipo de recipiente fue utilizado como criadero en distinta proporción a su oferta. En ambos muros se obtuvieron los mismos resultados cuando se compararon la oferta y el uso como criadero para cada tipo de material:

- Los recipientes de plástico fueron usados en mayor proporción que su oferta (Muro 1: $z = 3.05$, $p < 0.01$; Muro 2: $z = 3.46$, $p < 0.01$)
- Los recipientes de metal fueron usados en menor proporción que su oferta (Muro 1: $z = 3.42$, $p < 0.01$; Muro 2: $z = 3.46$, $p < 0.01$).

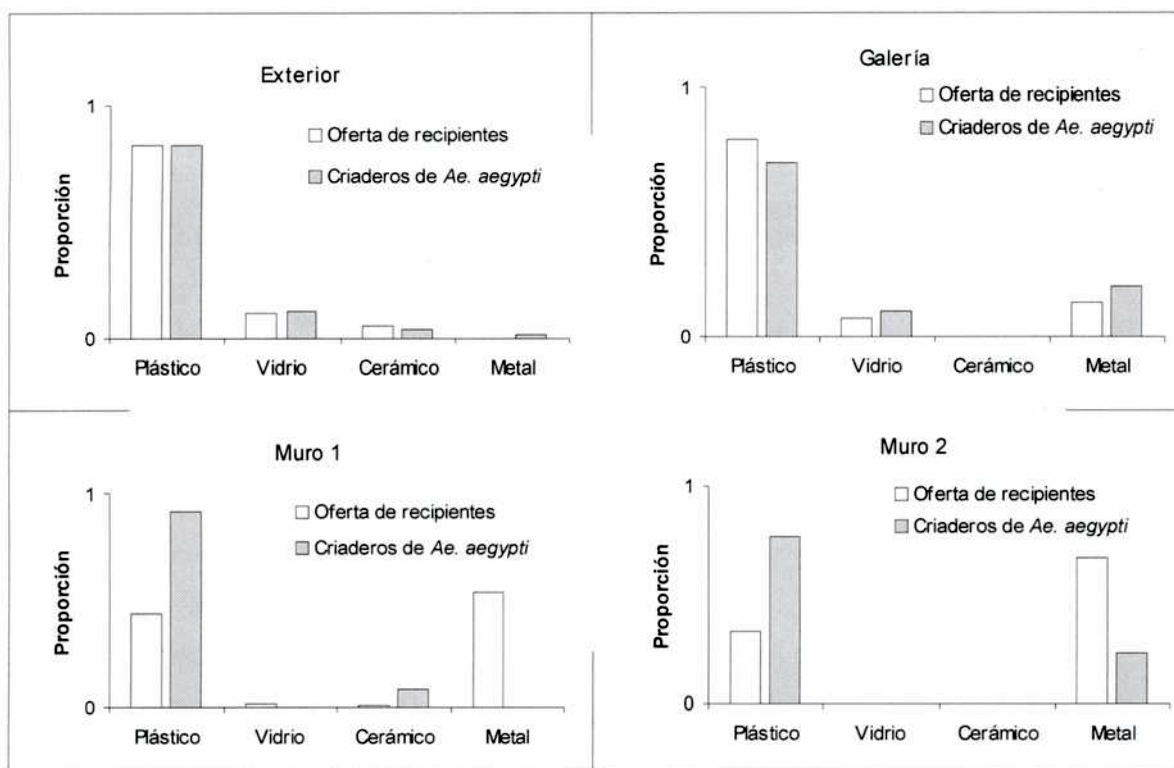


Figura 7.8: Comparación entre la oferta de recipientes y la proporción de criaderos de *Ae. aegypti*, para cada categoría del tipo de material, en los 4 parches estudiados dentro de Chacarita durante el período enero-mayo 2000.

En el parche de exteriores, cuando se repitió la evaluación a campo durante el mes de marzo mediante un censo de criaderos (3º etapa), el coeficiente de correlación entre la proporción de recipientes por categoría y la proporción de criaderos por categoría fue de $r = 0.99$ ($p < 0.01$). Los resultados del censo confirmarían que en un parche favorable, *Ae. aegypti* hace uso del tipo de recipiente de modo proporcional a la disponibilidad.

Se encontraron larvas 3-4 y pupas en recipientes de los 4 tipos de materiales. En los 316 criaderos encontrados durante los 3 años incluidos en el estudio del tipo de material, la mediana de individuos por criadero fue 4 (cuartil 1 = 2, cuartil 3 = 10). La mediana del número de individuos no difirió significativamente entre los 4 tipos de recipientes examinados ($H_{(3, 316)} = 0.55$, $p = 0.9$; Fig. 7.9).

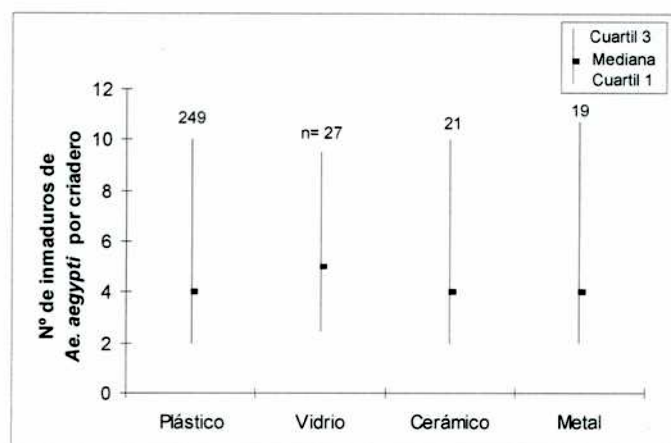


Figura 7.9: Comparación de la productividad de individuos inmaduros de *Ae. aegypti* (larvas 3 y 4, y pupas) por criadero entre las categorías de tipo de material. Se agrupó la información del cementerio Chacarita correspondiente a los períodos: octubre 1998 – mayo 1999, enero-mayo 2000, y marzo 2001.

3) Reglamentarios vs no reglamentarios - En los cementerios BR y CH, los recipientes reglamentarios fueron aproximadamente la mitad (entre 40 y 60%) de los recipientes totales, de los que tenían agua y de los que actuaban como criaderos, mientras que en AL los aportes de los recipientes reglamentarios fueron inferiores a 20% (Fig. 7.10). Por otro lado, en BR los recipientes reglamentarios fueron utilizados como criaderos en mayor proporción que los no reglamentarios ($p < 0.001$). En CH y AL, ambos tipos de recipientes fueron utilizados como criadero en proporciones similares a sus ofertas.

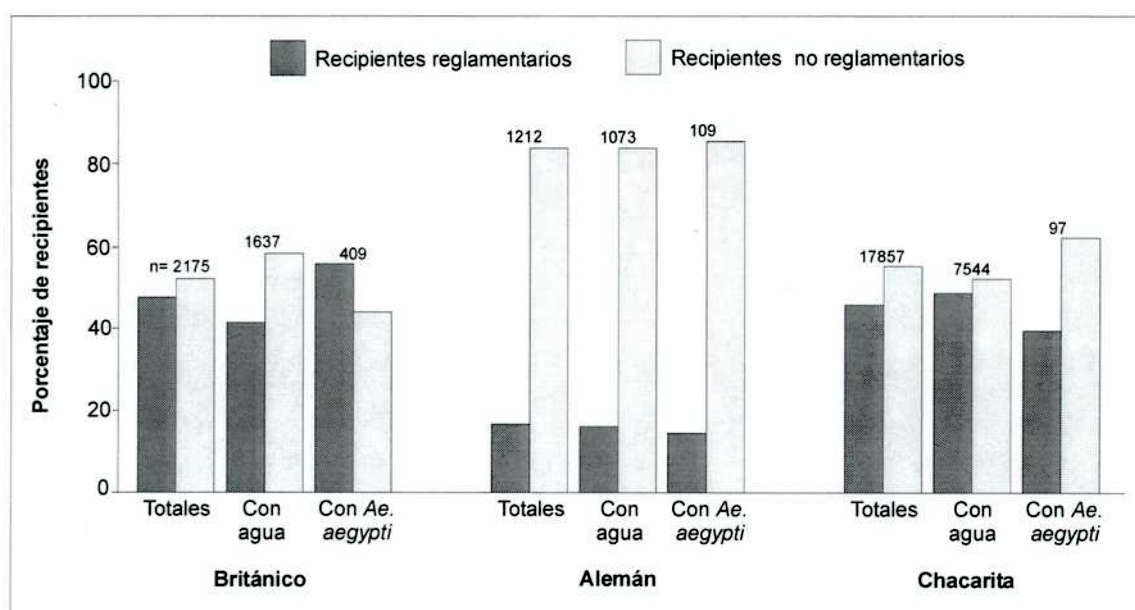


Figura 7.10: Comparación de los porcentajes de recipientes (total, con agua, y con *Ae. aegypti*) reglamentarios versus los no reglamentarios en los cementerios Británico, Alemán, y Chacarita. Período enero-abril 1998.

7.3 Discusión

Los recipientes registrados como criaderos de *Ae. aegypti* en distintas partes del mundo incluyen todo tipo de recipientes hechos por el hombre (Christophers 1960, Forattini 1965, Nelson 1986, PAHO 1994, WHO 1999). Dentro de los cementerios de Buenos Aires, recipientes de cualquier capacidad, forma, y material, mostraron actuar como criaderos de este mosquito.

Dada la gran homogeneidad en la capacidad de los recipientes dentro de los cementerios en general (Barrera et al. 1980), sería lógico esperar que esta no sea una variable de importancia en la calidad de los recipientes como criaderos. Los resultados soportan esta hipótesis, ya que en los tres cementerios los recipientes de distinta capacidad se encontraron infestados en la misma proporción que su disponibilidad con agua. Este resultado sugiere que en ambientes como los aquí estudiados, *Ae. aegypti* no selecciona recipientes en función de la capacidad, o expresado de otro modo, la capacidad del recipiente no influiría sobre su calidad como criadero de *Ae. aegypti*. Por el contrario, la capacidad del recipiente se encontró asociado a la productividad media de individuos por recipiente, siendo los de mayor capacidad los que más inmaduros producen.

En CH las distintas categorías de capacidad mostraron grandes diferencias de porcentaje con agua, siendo los de menor capacidad los que tienen agua en menor proporción. Esto sugiere que la dinámica de recarga y/o de evaporación de agua es distinta para los recipientes de distinta capacidad dentro de este cementerio. Una explicación probable es que CH, con grandes sectores de escasa cobertura vegetal, tiene una alta tasa de evaporación y una menor recarga del agua de los recipientes por parte de los cuidadores. En cementerios como BR y AL la alta cobertura vegetal disminuiría la evaporación del agua y los encargados de estos cementerios privados recargan con mayor frecuencia los recipientes, y en consecuencia los recipientes de distinta capacidad presentan escasas diferencias respecto a la proporción de estos con agua.

Respecto al material de los recipientes, los parches donde el uso fue proporcional a la oferta, incluían una gran cantidad de microambientes protegidos del sol. En contraste, en parches donde los recipientes de plástico fueron los más usados para la cría, todos los microambientes estaban más expuestos al sol. Estas diferencias entre parches de un mismo cementerio sugieren que la calidad de los recipientes como sitios de cría de *Ae. aegypti* es influido por las características del ambiente en el cual se encuentran. Los recipientes de distinto material no mostraron diferencias en el número medio de larvas, señalando que, en los parches

favorables, el vector no solo no seleccionaría un tipo particular de recipiente sino que también la productividad es similar en todos ellos.

En los cementerios de Buenos Aires existen reglamentos que prohíben a los visitantes ingresar recipientes. Desafortunadamente, estas normas no se cumplen y aproximadamente la mitad de los recipientes en CH y BR son traídos por los visitantes, mientras que en AL alcanza 80%. Irónicamente, aunque el reglamento se cumpliera, la mitad de los criaderos de *Ae. aegypti* corresponden a recipientes colocados por las autoridades, lo cual sugiere que estos tipos de recipientes (reglamentarios) no son los más efectivos para reducir los niveles de infestación del vector. En las áreas estudiadas, los recipientes de plástico y los de capacidad menor que 3 litros aportan 79 y 86% de los criaderos respectivamente. Estos son los criaderos claves sobre los cuales se deberían llevar a cabo las tareas de control.

Debido a la difusión que hubo en los últimos años sobre el mosquito *Ae. aegypti* como vector del dengue, la Dirección General de Cementerios del Gobierno de la ciudad de Buenos Aires dispuso en marzo de 1999 que se reemplace el agua de los floreros con arena y se perforen los recipientes para evitar que actúen como criaderos (Fig. 7.11). Hasta mayo del 2001 se observó que solo se utilizó arena en los recipientes de algunos sectores de murales, los cuales son una pequeña fracción de los criaderos potenciales, y en ningún caso se perforaron los recipientes. En 3 ocasiones se hallaron (observaciones espontáneas y fuera de muestreo) larvas de *Ae. aegypti* del 4º estadio en recipientes con arena cubierta por unos centímetros de agua, sugiriendo que esta medida no se estaba implementando de manera eficiente.



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

DIRECCIÓN GENERAL DE CEMENTERIOS

Buenos Aires, 17 de marzo de 1999

Visto, la situación relacionada a las medidas de prevención a tomar para evitar la proliferación del mosquito, Aedes Aegypti, vector Dengue, y

CONSIDERANDO:

Que, la actual situación epidemiológica de esta enfermedad determina que nuestra Ciudad se ha transformado en una zona de riesgo debido a la estacionalidad climática que torna favorable el desarrollo de las poblaciones del mosquito citado.

Que dado que el insecto tiende a buscar sitios especiales para depositar sus huevos, tales como recipientes con poca cantidad de agua, relativamente limpia, y ubicados en lugares de semipenumbra, los floreros de los cementerios se transforman en sitios privilegiados como potenciales criaderos, tal como lo ha descrito la OMS/OPS en sus documentos referentes a la prevención y el control del DENGUE.

Que ante lo expresado es impostergable la necesidad de cambiar los hábitos de utilización de floreros y otros recipientes para mantener flores y plantas naturales. Por una lado se deberá eliminar rápidamente todo recipiente susceptible de coleccionar agua y que no sea absolutamente necesario, por otro proceder a la más estricta limpieza en lo referente a latas, botellas, cacharros y escombros, desalentando al usuario en tal sentido.

Teniendo en cuenta que la toma de conciencia de todos y la participación solidaria son las únicas herramientas válidas para evitar la aparición de una epidemia de DENGUE.

POR ELLO

EL DIRECTOR GENERAL DE CEMENTERIOS

DISPONE:

Los cuidadores de los Cementerios, deberán proceder al reemplazo del agua por arena, la cual correctamente humedecida mantiene perfectamente el estado de las flores y no genera potenciales criaderos de insectos, además deberán perforar o cribar todo recipiente contenedor de agua, facilitando el drenaje de la misma y evitando se depósito, en especial en canteros, floreros fijos o maceteros ornamentales.

Art.2.- Para su conocimiento y ejecución se remiten a las Direcciones de los Cementerios de Chacarita, de Flores y de Recoleta.

DISPOSICIÓN N.265-DGCEM-999
El original se archiva en el Departamento
Programación y Control
DIPYC
AGE
11

DIRECCION CEMENTERIO DE LA CHACARITA

23 MAR 1999

DIRECCION GENERAL DE CEMENTERIOS
SUB-SECRETARIA SECCION PUEBLOS

JORGE H. LUSTAMAGNA
DIRECTOR GENERAL DE CEMENTERIOS
SUB-SECRETARIA SECCION PUEBLOS

Figura 7.11: Disposición Nº 265 de la Dirección General de Cementerios de la ciudad de Buenos Aires, que dispone el reemplazo del agua de los floreros por arena, y la perforación de los recipientes.

DISCUSION

Y

CONCLUSIONES FINALES

Durante el transcurso de todo el trabajo se utilizó a los cementerios como modelo de ambiente urbano para el estudio del hábitat de un mosquito que cría en recipientes artificiales. Dado que el objetivo más general del trabajo es aportar para el conocimiento de la ecología del mosquito en las zonas próximas al límite sur de su distribución, comenzaremos por evaluar las particularidades del área de estudio y la validez de los resultados expuestos. Luego nos centraremos en las características del hábitat de *Ae. aegypti* y los factores que influyen sobre su calidad a distintas escalas. Por último, discutiremos sobre el control de las poblaciones de este vector.

8.1 Los cementerios como áreas de proliferación de *Aedes aegypti*

Son muchos los autores que mencionan a los cementerios como áreas de proliferación de mosquitos de recipientes artificiales en distintas partes del mundo (Forattini 1965, Nelson 1986, O'Meara et al. 1992 a, b, Barrera et al. 1980, 1982, Schultz 1989, Chahad & Lozovei 1994, Sulaiman et al. 1996, Walker et al. 1996, Lozovei & Chahad 1997, Almirón & Ludueña 1998, WHO 1999, García et al. 2002). En la ciudad de Buenos Aires, si bien los cementerios fueron utilizados previamente para monitorear la presencia del vector (Junín & Grandinetti 1995, Junín et al. 1995), no existen antecedentes sobre estudios de culícidos dentro de ellos.

Durante el primer período de estudio se demostró la presencia del vector en cuatro de los cinco cementerios de la ciudad, con niveles de infestación muy distintos entre ellos. Este simple resultado es la clave para contestar las preguntas básicas que surgieron al inicio del estudio. Los cementerios de Buenos Aires en general, son ambientes apropiados para la proliferación de *Ae. aegypti*, pero la "identidad de cementerio" no lo convierte automáticamente en un hábitat óptimo para el mosquito, sino que depende de sus características. Algunos cementerios reúnen propiedades que permiten a las poblaciones de *Ae. aegypti* alcanzar elevadas densidades, en otros las poblaciones se mantienen en niveles bajos, y otros ni siquiera son hábitats apropiados.

En el cementerio Británico se registraron infestaciones promedio de 18-25% de criaderos y una máxima cercana a 39% durante marzo. En los cementerios Alemán, Chacarita y Flores se observaron valores desde intermedios hasta muy bajos (10.2-0.2%), y un límite inferior de 0% para el cementerio Recoleta. Excluyendo a los cementerios, la ciudad de Buenos Aires registra en promedio un nivel de infestación de criaderos de 6%, dentro de un intervalo de 0.65-21% según el barrio, y una gran área céntrica y próxima al río donde el vector está ausente (Cardinal et al. 2000, Kuruc et al. 2001, Schweigmann et al. 2002). La comparación de estos valores permite afirmar que, dentro del ambiente urbano, los cementerios en su conjunto reflejan las abundancias poblacionales de *Ae. aegypti* en el resto de la ciudad, y son sitios aptos para el monitoreo de este vector, aunque es probable que algunos ambientes en particular, como el del cementerio Británico, alcancen las máximas infestaciones.

La dinámica temporal de las abundancias del mosquito en los cementerios de Buenos Aires fue similar a la observada por Schweigmann et al. (2002) en el resto de la ciudad, y a la descrita previamente para la localidad de Quilmes, en el conurbano bonaerense (Campos & Maciá 1996). En latitudes como la de Buenos Aires, con bajas temperaturas invernales, las abundancias estarían reguladas

principalmente por las temperaturas y no por la precipitación (Campos & Maciá 1996, Schweigmann et al. 2002). En ciudades tropicales, donde la temperatura es apropiada para el vector durante todo el año, su abundancia pueden estar correlacionada con la precipitación si hay muchos recipientes abandonados que se cargan con agua de lluvia, como por ejemplo en Puerto Rico (Moore et al. 1978). Por el contrario, en ciudades tropicales donde los recipientes son llenados por las personas para almacenar agua, la abundancia del vector puede ser independiente de la lluvia, como por ejemplo en algunas áreas de Tailandia (Sheppard et al. 1969), y de Venezuela (Barrera et al. 1997).

Una característica propia de los cementerios es la elevada oferta de recipientes, más de 1500 por ha, mientras que en la ciudad existen en promedio 254 recipientes por ha y un máximo de 500 por ha (Cardinal 2002). No existe información publicada que relacione la oferta de recipientes y los niveles de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* en la ciudad. Sin embargo, los resultados sugieren que por encima de 100 recipientes por ha, la oferta de recipientes no sería un factor limitante para las abundancias del vector, y en este sentido los cementerios y la ciudad tendrían comportamientos similares.

Por otro lado, el intervalo de cobertura vegetal encontrado en los cementerios (5-82%) es similar al que puede encontrarse en la ciudad en la escala de varias hectáreas. Sin embargo, en la ciudad generalmente existe vegetación abundante (>50%) en espacios públicos como parques, donde la oferta de recipientes es muy escasa. En consecuencia, la combinación de abundante vegetación y oferta de recipientes sería casi exclusiva de algunos cementerios, como el Británico y el Alemán. Quizás dentro de la ciudad, otras áreas de varias hectáreas cumplen con estos requisitos, como por ejemplo los depósitos de chatarra. Otros sitios de la ciudad que podrían reunir estas características son baldíos y casas abandonadas, pero serían parches aislados y de tamaño pequeño.

Otra característica que diferencia a los cementerios del resto de la ciudad, es la homogeneidad de la capacidad de los recipientes (de esto hablaremos más adelante) y su uso. Diferentes hábitos del uso del agua por parte de las personas pueden tener un importante efecto en las poblaciones locales del vector. Las preferencias por distintos tipos de recipientes difieren entre comunidades, dependiendo de las costumbres locales de acumulación y uso del agua por parte de los residentes (Moore et al. 1978, Kittayapong & Strickman 1993, Barrera et al. 1997, Abdul Kader et al. 1998, Shriram & Sehgal 1999). En las ciudades en general, existe gran heterogeneidad en la función que cumplen los recipientes, mientras que en los cementerios es casi exclusivamente para mantener frescas a las flores. Esta particularidad de los cementerios nos brinda una oportunidad única

para estudiar los tipos de recipientes que son más favorables para el mosquito, independientemente del uso por parte del hombre.

Las ciudades son paisajes altamente fragmentados donde los parques, los jardines, y los cementerios proveen refugio a los insectos (Samways 1995). Dentro de estos refugios existiría una menor fragmentación y una mayor conectividad del hábitat que facilitaría el acceso de las hembras grávidas de los mosquitos a los recipientes. En contraste, en el típico paisaje urbano la dispersión entre casas y entre manzanas en busca de sitios de oviposición sería más compleja. Estas variables, fragmentación y conectividad del paisaje, no fueron estudiadas en el presente trabajo y habría que considerarlas en futuros estudios.

En resumen, los cementerios son sitios de proliferación de *Ae. aegypti* y las características ambientales propias de cada uno determinarán las abundancias del vector. Son áreas adecuadas para monitorear los niveles de infestación en la ciudad, y tienen características propias que los convierten en sitios ideales para el estudio de culícidos urbanos que crían en recipientes artificiales.

8.2 El hábitat de *Aedes aegypti*

Disponibilidad de recipientes - Un ambiente que tenga todos los requerimientos necesarios para la proliferación del vector debe incluir recipientes. Este es el elemento imprescindible para que una área sea un hábitat apto para la proliferación de *Ae. aegypti*. En consecuencia, es lógico inferir que a mayor disponibilidad de recipientes, mayor será la abundancia del mosquito.

Tinker (1964) encontró en Estados Unidos que las viviendas con una densidad promedio de recipientes de 2.7 estaban más infestadas que las de un valor promedio de 1.8. Esta asociación positiva señala que existe un importante efecto de la disponibilidad de recipientes a bajas densidades. De modo más general, Kittayapong y Strickman (1993) en Tailandia, y Moore et al. (1978) en Puerto Rico, concluyen que la abundancia de criaderos de *Ae. aegypti* es proporcional a la disponibilidad de recipientes.

En Buenos Aires, Carbajo (2003) detectó que las áreas de mayor densidad de recipientes con agua son las que permanecen más tiempo infestadas (monitoreo de ovitrampas), sugiriendo una asociación entre la oferta de recipientes y la presencia de hembras grávidas. En los cementerios de la ciudad, con más de 1000 recipientes por ha, las diferencias en las ofertas de recipientes no serían determinantes de las abundancias de *Ae. aegypti*. Incluso dentro de un mismo cementerio, cuando se compararon zonas o parches de valores superiores a 100 por ha tampoco se halló una asociación entre la oferta de recipientes y el vector. Los resultados sugieren

que cuando la disponibilidad de sitios potenciales de cría es elevada, este sería un recurso ilimitado para la especie y no influiría sobre la calidad de su hábitat. Una elevada oferta de recipientes podría influir sobre la dispersión de las hembras en busca de sitios de oviposición. De acuerdo a Reiter (1996) y Edman et al. (1998) la dispersión de las hembras tendría distancias muy cortas para elevadas densidades de sitios adecuados.

La vegetación – Los resultados obtenidos entre y dentro de los cementerios muestran fuertes evidencias de la importancia de la vegetación en la calidad de hábitat de *Ae. aegypti*. Para todas las escalas de estudio, desde macro- hasta microhábitats, se encontró que la vegetación favorece a las poblaciones del vector. Podemos distinguir tres posibles efectos de la vegetación: sombra, alimento, y protección durante el invierno.

Una mayor infestación de recipientes en hábitats sombreados ha sido documentado en diversos lugares del mundo, por ejemplo, Venezuela (Barrera et al., 1980), Estados Unidos (Focks et al. 1981), Tailandia (Kittayapong & Strickman 1993, Flemming et al. 1997), Australia (Tun-Lin et al. 1995, Muir & Kay 1998), y México (Espinoza Gómez et al. 2001). Barrera et al. (1980) encontraron en Caracas, que *Ae. aegypti* prefiere recipientes a la sombra, igual que *Culex fatigans* y contrariamente a *Cx. corniger* que prefiere los expuestos al sol. De modo similar, Tun-Lin et al. (1995) en Queensland, Australia, concluyeron que los patios sombreados tienen 2.6 veces más recipientes positivos que los patios expuestos al sol. Focks et al. (1981), encontraron en New Orleans, Estados Unidos, que los sitios soleados parecerían criar menos *Ae. aegypti*, posiblemente debido a las altas temperaturas. La sombra podría amortiguar la alta temperatura y la baja humedad, desfavorables para la supervivencia de adultos y larvas (Fay 1964, Tun-Lin et al. 2000), mejorando así la calidad de hábitat del mosquito. El estrés por baja humedad podría afectar no solo la supervivencia de los adultos, sino también disminuir la fecundidad (número de huevos) y retrasar la oviposición (Canyon et al. 1999).

En estudios realizados en viviendas de Tailandia, los recipientes localizados en sectores protegidos a la sombra fueron más positivos para *Ae. aegypti*, probablemente debido a la preferencia de las hembras por oviponer en este tipo de hábitat (Kittayapong & Strickman 1993). En este sentido, está ampliamente generalizado en la literatura que los recipientes a la sombra son los preferidos para la oviposición de *Ae. aegypti* (Christopher 1960, Nelson 1986, PAHO 1994). Más aun, Fay y Eliason (1966) y Evans y Bevier (1969) recomiendan no exponer las trampas para oviposición a la luz directa del sol. Sin embargo, estudios más

recientes (Chadee 1992, Almirón et al. 1999) concluyeron que la exposición al sol es irrelevante para la oviposición. Si esto fuese cierto, la sombra solo favorecería posteriormente al desarrollo de los inmaduros. En el presente estudio, no se puede evaluar si la sombra influye en la selección del sitio de oviposición o afecta posteriormente sobre la supervivencia de huevos y larvas.

La vegetación también podría influir sobre la calidad de los criaderos potenciales aportando detrito (hojas, pequeñas ramas, flores y frutos) a los recipientes, que serviría de alimento para las larvas (Schultz 1989, Clements 1992, Walker et al. 1997). Strickman y Kittayapong (2003), al comparar el tamaño de los adultos que emergen en condiciones de laboratorio y de campo, concluyeron que las poblaciones larvales están bajo estrés nutricional en condiciones naturales. Un claro ejemplo del efecto del detrito vegetal sobre los criaderos es lo informado recientemente en Etiopía, donde la plantación masiva de maíz desencadenó un aumento de las poblaciones del vector y de las densidades larvales, debido a que las larvas se alimentan del polen de maíz que flota sobre la superficie del agua (Bazzaz 2002). Si bien la cantidad de materia orgánica (por ej. con o sin flores) de los criaderos no fue considerada en ningún momento del presente trabajo, los recipientes de los cementerios tendrían un constante aporte extra de detrito por las flores frescas que colocan los visitantes dentro de los recipientes.

Adicionalmente, la vegetación provee néctar y "rocío de miel" como fuentes de carbohidratos para los adultos (Trpis et al. 1995, Martínez-Ibarra et al. 1997, Briegel et al. 2001). La disponibilidad de plantas con flores afectaría las tasas de alimentación de la hembras de *Ae. aegypti* sobre azúcar y sangre humana, como fuentes de energía (Martínez-Ibarra et al. 1997). Una vez más, en los cementerios las flores llevadas por los visitantes serían una fuente extra de carbohidratos, además de las plantas con flores que existen dentro del cementerio, al igual que en jardines y parques de la ciudad. De acuerdo con Martínez-Ibarra et al. (1997) en México el comportamiento de alimentación sobre néctar depende no solo de la disponibilidad de flores sino también de cuales son las especies vegetales. La presencia de plantas con flores atractivas para *Ae. aegypti*, disminuiría la tasa de alimentación sobre humano, pero al mismo tiempo podría aumentar la fecundidad y longevidad del mosquito.

Las poblaciones de *Ae. aegypti* que habitan próximas a los bordes de distribución sobrevivirían durante el invierno en forma de huevo (Christopher 1960). Los huevos protegidos de las bajas temperaturas del invierno tienen una mayor probabilidad de supervivencia (Bond et al. 1970). En Tucson, Estados Unidos, Botz (2002) comparó la supervivencia de huevos colectados en el interior y en el exterior de las viviendas durante el invierno. Los que fueron colectados en

interiores eclosionaron en mayor proporción (casi 5 veces) que los de exteriores, sugiriendo que los que estaban más protegidos del frío tienen mayor supervivencia. Las condiciones microclimáticas generadas por la presencia de vegetación podrían reducir la mortalidad de los huevos durante el invierno, permitiendo así una rápida recuperación de las poblaciones del vector a partir de un número mayor de huevos remanentes. En pequeños parches donde las condiciones son excepcionalmente buenas, es probable que las poblaciones sobrevivan también en forma de larvas durante el invierno. Esto fue observado en algunos galpones que actúan como depósitos en la ciudad de Buenos Aires (Kuruc et al. 2001), aunque la protección del invierno estaría dada por una estructura edilicia y no por la vegetación.

La proximidad entre hábitats favorables – Primero debemos distinguir entre el efecto de la distancia entre hábitats adecuados y el efecto del entorno del hábitat.

En el primer caso, nos referimos a la posibilidad de que las poblaciones locales de distintos parches (o cementerios) estén conectadas por medio de la dispersión. En esta situación, en realidad un parche no mejoraría su calidad por la proximidad de otro adecuado, sino que podría tener mayores abundancias por el arribo de individuos provenientes de otros parches. Las grandes diferencias de los niveles de infestación por *Ae. aegypti* en áreas continuas, como las halladas entre los tres cementerios del barrio de la Chacarita, sugieren una baja dispersión entre ellos. Esta baja dispersión podría deberse a que la pared que separa Británico-Alemán de Chacarita sea una barrera efectiva para la dispersión del mosquito, pero no podría explicar las diferencias entre Británico y Alemán, solo separados por una malla metálica de tramado grueso. Es muy probable que exista una baja dispersión entre estos hábitats debido a la excesiva disponibilidad de sitios adecuados para oviposición (Reiter 1996, Edman et al. 1998).

Dentro del cementerio Chacarita, los parches estudiados disminuyen sus infestaciones al aumentar la distancia al más infestado. La relación distancia-infestación sugiere que un ambiente con abundancias elevadas del mosquito tendría un importante efecto sobre los parches cercanos. De ser cierto, estaríamos frente a una dinámica de poblaciones fuentes y poblaciones sumideros, en un ambiente con parches de distinta calidad (Hanski & Gilpin 1997). Dentro del sistema estudiado, podrían existir parches de alta calidad que actuarían como fuentes y otros de calidad baja donde las poblaciones sobreviven gracias a la constante inmigración (Pulliam 1988, Pulliam & Danielson 1991), o parches que actúan como pseudosumidero, donde las poblaciones podrían disminuir a un nuevo punto de equilibrio, más que a la extinción, si son separadas de las otras poblaciones (Watkinson & Sutherland 1995).

En el segundo caso, las características del ambiente en los alrededores inmediatos de un sitio realmente podrían afectar la calidad de hábitat del mosquito. Por ejemplo, un parche rodeado de vegetación (o de una pared) a una distancia tal que esta produzca sombra sobre el interior del parche durante parte del día, o protección del viento. En la escala de microambientes, se detectó una clara asociación entre la infestación de un microhábitat y las características de su entorno inmediato. La presencia de los criaderos de *Ae. aegypti* se vería favorecida por un entorno de mejor calidad, al menos hasta 10 metros, y este efecto disminuiría con la distancia.

En el presente trabajo, solo se encontraron algunos indicios de la importancia de la interacción entre parches favorables para el mosquito y del efecto del entorno sobre un microhábitat. La distancia máxima entre parches para que los individuos puedan dispersarse entre ellos, y la distancia máxima a la cual el entorno influye sobre la calidad del hábitat, dependerían de la escala a la cual la especie percibe el hábitat. Estas variables serán motivo de futuros estudios.

Otros factores – Mantener limpio y ordenado el ambiente proveería menos oportunidades para la proliferación de mosquitos en general (WER 2001). Tun-Lin et al. (1995) encontraron en Australia que los sitios sucios y desordenados tenían una infestación mayor que los limpios y ordenados. En ciudades de América Latina, la rápida y desorganizada urbanización trajo como consecuencia ambientes con gran cantidad de basura que puede acumular agua, ideales para el desarrollo de *Ae. aegypti* (PAHO 1999, Salvatella 1999). Las ciudades con sistemas deficientes de recolección de residuos tienen mayor acumulación de desechos sólidos y en consecuencia mayores abundancias del mosquito (Barrera et al. 1995, Rodríguez Cruz 2002). En general, dentro de la ciudad de Buenos Aires, sitios en estado de abandono como baldíos y depósitos de chatarra y autos, son áreas muy infestadas por el vector. En contraste, los resultados obtenidos en los cementerios de Buenos Aires indicarían que los cementerios de mejor mantenimiento son hábitats considerablemente más favorables que los otros cementerios. Sin embargo, el nivel de orden y limpieza como fue evaluado en este trabajo, no hace referencia a la acumulación de desechos sólidos que puedan criar mosquitos, sino a una observación sobre la higiene y mantenimiento general del ambiente. Un claro ejemplo de ambiente asociado a basura que produce mosquitos se encontró dentro del Cementerio Chacarita, en un terreno de aproximadamente 0.25 ha utilizado como baldío, donde había entre la basura unos 1 060 recipientes y se registró el mayor índice de criaderos de *Ae. aegypti* (21.3%) dentro de este cementerio.

Los paisajes antrópicos estudiados, fueron definidos principalmente en función de la estratificación vertical, y por ser ambientes abiertos o parcialmente cerrados. Respecto a la altura, si bien se encontraron criaderos en todos los estratos, existió una tendencia a menores infestaciones en los pisos superiores, probablemente por el hábito de esta especie de permanecer cerca del suelo (Horsfall 1955). En Buenos Aires se han observado criaderos de *Ae. aegypti* en pisos altos de edificios, y adultos “viajando” dentro de los ascensores (observaciones personales). Respecto a la preferencia del vector por interiores o exteriores, varios autores señalan la preferencia por el interior de las viviendas (Nelson 1986, Kittayapong & Strickman 1993, Barrera et al. 1997, WHO 1999, Perich et al. 2000, Scott et al. 2000, Thavara et al. 2001), y otros informaron sobre mayores abundancias en los exteriores (Abdul Kader et al. 1998, Chadee & Martínez 2000). Probablemente, esta preferencia varíe según las condiciones meteorológicas locales y las características propias de cada comunidad. Dentro del área aquí estudiada, las zonas de exteriores y las galerías parcialmente cerradas resultaron similarmente infestadas, a pesar de que estas últimas no reciben el aporte del agua de lluvia.

Como ya se mencionó, los recipientes son una parte fundamental del hábitat de *Ae. aegypti* desde cualquier escala de observación. A continuación se discutirán los efectos de las características de los recipientes sobre el hábitat de cría del mosquito.

Los recipientes como criaderos de *Aedes aegypti* - Los recipientes registrados en distintas partes del mundo como criaderos de *Ae. aegypti*, incluyen todo tipo de recipientes artificiales asociados al ambiente antrópico (Christophers 1960, Forattini 1965, Nelson 1986, PAHO 1994, WHO 1999, Canyon 2001). Dentro de los cementerios de Buenos Aires, los recipientes de cualquier capacidad, forma, y material, mostraron actuar como criaderos del vector.

Debemos distinguir tres conceptos distintos: a) los criaderos más comunes son aquellos que se encuentran en mayor abundancia, b) los recipientes preferidos son los utilizados como criaderos en mayor proporción que su oferta, y c) los criaderos más productivos son los de mayor producción de inmaduros. Luego podríamos definir los criaderos más importantes para la población del vector como aquellos que, considerando su abundancia y productividad de inmaduros, aportan mayor cantidad de individuos totales a la población del mosquito (Focks & Chadee 1997).

Muchos autores señalan como los criaderos preferidos y/o más importantes a las cubiertas de automóviles (Tinker 1964, Haverfield & Hoffmann 1966, Keirans 1969, Focks et al. 1981, Souza-Santos 1999, WHO 1999), y a cualquier tipo de recipiente de poca capacidad y de boca ancha (Focks et al. 1981, Focks & Chadee

1997). Dentro de los cementerios de Buenos Aires, 80% de los criaderos de *Ae. aegypti* correspondió a recipientes de capacidad entre 0.5 y 3 litros. Los recipientes de distinta capacidad fueron utilizados de manera proporcional a su oferta, sugiriendo que no existen preferencias por recipientes de una capacidad en particular. Sin embargo, como se mencionó previamente, los recipientes de los cementerios presentan poca diversidad en su capacidad respecto a los del resto de la ciudad, y podría considerarse que solo fueron evaluadas pequeñas diferencias entre recipientes de capacidad menor que 5 litros. Por otro lado, se detectó una ligera diferencia en la producción de individuos inmaduros, siendo los recipientes de más de 1 litro los que más individuos producen. En suma, los recipientes de 1 a 3 litros serían los más importantes para la población del vector. Otros estudios realizados en la Argentina, también sugieren que los recipientes pequeños y medianos serían los criaderos más abundantes e importantes para la producción de *Ae. aegypti* (Schweigmann et al. 1997, Stein & Oria 2002, Zapata et al. 2002).

Respecto del tipo de material de los recipientes, los resultados indican que según las características del ambiente, pueden o no existir preferencias por un material en particular. En parches expuestos al sol, los recipientes proporcionalmente más infestados fueron los de plástico y los menos fueron los de metal.

Aunque el efecto del color de los criaderos está fuera del objetivo de estudio, aproximadamente 90% de los recipientes de plástico eran negros. Los recipientes negros son los más atractivos, tanto para los machos (Fay 1968) como para las hembras (Fay & Perry 1965, Muir et al. 1992).

Los recipientes de metal fueron los sitios de cría menos abundantes y los menos usados por *Ae. aegypti*. Resultados similares se obtuvieron en cementerios de Florida, Estados Unidos, (O'Meara et al. 1992 a, b, Walker et al. 1996), para larvas de *Aedes* en recipientes de bronce. O'Meara et al. (1992 a), plantearon que esto se debe probablemente al efecto adverso del Cu^{++} en el suministro de alimento de los mosquitos. Posteriormente, Walker et al. (1996) pusieron a prueba esta hipótesis y mostraron que los microorganismos, tales como las bacterias, que forman parte del alimento de las larvas, son más abundantes en recipientes de bronce que en no-bronce, rechazando la hipótesis. Romi et al. (2000) demostraron para *Ae. albopictus*, una especie muy emparentada con *Ae. aegypti*, que altas dosis de cobre aumentan la mortalidad de las larvas o inhiben su desarrollo, y dosis extremadamente altas inhiben la oviposición.

Otro factor que probablemente afecte la calidad de los recipientes de metal como hábitats de cría es la elevada temperatura que puede alcanzar el agua. Dentro del cementerio, se registraron temperaturas del agua de hasta 45 °C en

recipientes de metal al mediodía. Tales temperaturas son letales para los estadios inmaduros (Tun Lin et al. 2000, Fay 1964). De modo similar, la superficie interna de los recipientes de metal puede alcanzar temperaturas letales para los huevos (Mulla & Chaudhury 1968).

En otras partes del mundo se han obtenido resultados contradictorios respecto al tipo de material. En India, Abdul Kader et al. (1998) hallaron una mayor preferencia por los tanques de cemento o los tambores, según la localidad, y Shriram y Sehgal (1999) encontraron una mayor preferencia por los recipientes de cemento y ladrillo, seguidos por metal y plástico. Barrera et al. (1997) hallaron en 2 poblados de Venezuela que los tanques de metal eran los criaderos más comunes. Estos autores concluyen que dichas preferencias están asociadas con las costumbres locales de acumulación de agua por parte de los residentes. De modo más general, Kittayapong y Strickman (1993) habían señalado previamente que los recipientes que actúan como fuente de infestación difieren entre diferentes comunidades, dependiendo del uso local del agua, y no del material de los recipientes.

Aunque los mecanismos detrás de la favorabilidad de distintos tipos de recipientes no son parte del objeto de este estudio, dos componentes distintos podrían estar involucrados: (1) la selección del sitio de oviposición por parte de las hembras, y (2) el efecto de la calidad del recipiente en la eclosión de los huevos y el desarrollo de los inmaduros. Determinar como afecta el tipo de recipiente en cada uno de estos componentes, será motivo de futuros estudios.

La productividad de inmaduros – Macrohábitats (cementeros), parches, y microhábitats de distintas características registraron diferencias en los índices de criaderos. Sin embargo, el número de individuos inmaduros por criadero fue similar en todas las ocasiones. De manera similar, los porcentajes de ovitrampas positivas fueron distintos entre cementeros, pero el número de huevos colocados por ovitrampa fue similar. Estos resultados sugieren que si bien las características del ambiente determinarían el nivel de infestación (cuantos recipientes están infestados), no influirían en el número de huevos colocados por recipiente ni en cuantos individuos llegan hasta los estadios larvales 3 y 4, y pupa. Por ejemplo, un recipiente expuesto al sol y sin vegetación en sus alrededores tiene menor probabilidad de ser un criadero, pero si lo fuese, el número de huevos colocados y el número de larvas sobrevivientes sería el mismo que en un recipiente ubicado en un microambiente óptimo.

El número de huevos contabilizados por ovitrampa dentro de los cementeros fue considerablemente menor al registrado en el resto de la ciudad durante el

mismo período, noviembre 1998 – abril 1999 [(cementorios: mediana= 8, media= 14) (ciudad: mediana= 15, media= 25; Sandra Gómez comunicación personal)]. Las hembras de *Ae. aegypti* distribuyen los huevos en pequeño número por recipiente y en muchos recipientes distintos, comportamiento que es descripto como oviposición en saltos ("*skip oviposition*") (Chadee 1992, Corbet & Chadee 1993, Reiter et al. 1995, Colton et al. 2003). Dentro de los cementorios este comportamiento de oviposición podría verse favorecido por el fácil acceso de las hembras a una elevada cantidad de sitios adecuados de oviposición en muy cortas distancias. En consecuencia, los valores inferiores dentro del cementerio (respecto a la ciudad) podrían indicar que las hembras reparten sus huevos aun en menor número y entre más recipientes. Los valores promedios de huevos por ovitrampa registrados en Buenos Aires se encuentran entre los valores reportados en otros países de América (media= 11-32) (Colton et al. 2003, Yan et al. 1999, Chadee 1992, Chadee 1993, Reiter et al. 1995).

8.3 El control de *Aedes aegypti*

En la actualidad, el principal problema asociado a la presencia de *Ae. aegypti* es la transmisión del virus dengue. Dado que no existe una vacuna efectiva, las acciones destinadas a evitar la transmisión de la enfermedad están enfocadas sobre el control de las poblaciones del vector (Gubler & Clark 1995, Salvatella 1999, Gibbons & Vaughn 2002, Gubler 2002, Guzman & Kouri 2002, WHO 2000, WHO 2002).

La reducción de las poblaciones de *Ae. aegypti* debe enfocarse esencialmente sobre el control y/o la eliminación de los recipientes que actúan como fuentes de larvas (OPS 1997, Anónimo 1998, WHO 1999, Monath 2001). Contrariamente a las recomendaciones mundiales, en mucho países la principal medida contra el vector es la aplicación de insecticidas. Frecuentemente se aplican larvicidas a recipientes que podrían destruirse o recogerse, y se usan excesivamente los adulticidas en volumen ultrabajo en las áreas donde no hay transmisión de dengue. La aplicación de insecticidas cumple un rol vital para la supresión de epidemias pero no es apropiada para el mantenimiento ordinario porque es caro, induce resistencia y contamina el ambiente (OPS 1997, Anónimo 1998, Schaper et al. 1998, Rose 2001). Las prácticas de control con insecticida con vehículos desde la calle mostraron ser ineficientes debido a las costumbres de reposo del mosquito dentro de las viviendas en sitios donde los aerosoles no penetran (Focks et al. 1987, Perich et al. 2000).

Las medidas de saneamiento ambiental son fundamentales en la lucha contra *Ae. aegypti*, y tienen como eje central la eliminación de los recipientes. Incluyen el manejo adecuado del suministro de agua, la disposición de los residuos sólidos, la modificación de los hábitats larvales creados por el hombre (Salvatella 1999, Gibbons & Vaughn 2002), y medidas como colocar arena o tierra en huecos de árboles, huecos en rocas, y en cubiertas desechadas (WHO 1999). Mantener el ambiente limpio y libre de basura, provee menos oportunidad para la proliferación del mosquito (Cordero Conejo et al. 2000, Hernández Chavarría & García 2000, WER 2001), y en consecuencia disminuye el riesgo de transmisión de dengue (Heukelbach et al. 2001).

En los casos donde la presencia de recipientes con agua es inevitable, una alternativa es el control biológico de los estadios inmaduros mediante el uso de predadores o parásitos. Entre las especies o grupos de especies utilizadas para el control biológico de *Ae. aegypti*, se encuentran: a) crustáceos del género *Mesocyclops* (Schaper et al. 1998, Soto et al. 1999, Schaper 1999, WHO 1999, Cordero Conejo et al. 2000, Hernández Chavarría & García 2000, Micieli et al. 2002), b) mosquitos del género *Toxorhynchites* (Amalraj & Das 1996, Collins & Blackwell 2000, Lounibos & Campos 2002), c) nematodos (Wang & Li 1987, Santamarina & Pacheco 1998, Santamarina et al. 2000, Dowds & Peters 2002), d) bacterias del género *Bacillus* (WHO 1999, Canyon 2001, Goettel & Hajek 2001), e) peces (WHO 1999, WHO 2003), f) insectos acuáticos como por ejemplo especies del género *Notonecta* (Naoa 1992, Williams & Feltmate 1994), g) arañas como por ejemplo las del género *Theridion* (Fox 1998), y h) extractos vegetales larvicidas (Ciccio et al. 2000, David et al. 2000, Schrieber & Jones 2000, Jang et al. 2002, David et al. 2003).

Una alternativa para depósitos de agua es cubrirlos con algún tipo de tapa que impida el ingreso de las hembras para oviponer, aunque este ha demostrado ser un método poco efectivo (Kittayapong & Strickman 1993, Flemming et al. 1997). Otra técnica es la eliminación de huevos de los recipientes mediante limpieza (acción mecánica) (Sherman et al. 1998, Machaca et al. 2002), o el flameado del interior de los recipientes utilizando alcohol (Vazquez Cangas 1999).

Ya sea para monitorear los niveles de infestación del vector, para mantener limpio el medio ambiente, para aplicar un larvicida o un agente de control biológico, las herramientas indispensables para el control exitoso del vector son la educación de la población y la participación comunitaria (Barrera et al. 1995, Abdul Kader et al. 1998, Costa Passos et al. 1998, Anónimo 1998, Margarita de la Cruz et al. 1999, Andrade 2002, Espinoza Gómez et al. 2002, Madeira et al. 2002 b, Vargas 2002).

La reemergencia del dengue y la emergencia del dengue hemorrágico están estrechamente asociados a la urbanización, al crecimiento de la población, y a la evolución de los medios de transporte, y estos factores se están intensificando (Service 1992, Monath 1994, Forattini 2002, Gubler 2002). La transmisión de dengue en áreas rurales de México es un indicador de que el desarrollo de las vías de comunicación y transporte facilitan la introducción de la infección a comunidades antes consideradas poco adecuadas para la transmisión (Escobar-Mesa & Gómez-Dantés 2003). Hasta que el vector pueda ser controlado efectivamente, o una vacuna efectiva sea desarrollada, se puede esperar que el dengue continúe aumentando (Gibbons & Vaughn 2002). Esta amenaza podría ser eliminada si los países disponen de los recursos necesarios, y la política consistiese en desarrollar e implementar programas de prevención y control basados en el control integrado y la participación comunitaria, como ha recomendado la Organización Mundial de la Salud y muchos investigadores durante los últimos 15 años (OPS 1997, PAHO 1997, Anónimo 1998, WHO 1999, Guzmán & Kouri 2002, Gubler 2002, Natal 2002).

El control del vector en Buenos Aires – ¿Dónde, cuándo y cómo controlar a *Ae. aegypti* en una ciudad de las características de Buenos Aires? Algunos de los resultados expuestos a lo largo del presente trabajo podrían contribuir para contestar estas preguntas.

En primer término, la caracterización del hábitat de *Ae. aegypti* (objetivo principal de esta tesis) permitiría identificar las áreas de la ciudad más apropiadas para su proliferación e incluso para la persistencia de la población durante el invierno en forma de huevos y larvas. Estos ambientes prioritarios para el control serían aquellos de gran acumulación de recipientes con agua, protegidos de las condiciones ambientales por abundante vegetación o por un techo, y preferentemente con condiciones pobres de orden y limpieza. Los ambientes que alcanzarían los mayores niveles de infestación, también serían los que permanecerían infestados durante más tiempo. Entre estos sitios se podrían encontrar los depósitos de cubiertas de automóviles, de maquinarias, de chatarra y autos abandonados, terrenos baldíos, fábricas y casas abandonadas, gomerías, cementerios, basurales, vías de ferrocarril y galpones aledaños, áreas descuidadas dentro de clubes y hospitales, etc.

En segundo lugar, la dinámica temporal descripta de la población permite programar los momentos más apropiados para realizar las medidas de control, de acuerdo con los intereses que determinen las autoridades locales. Sería más efectivo y barato controlar a las poblaciones del vector cuando comienza su temporada reproductiva, a inicios de octubre, y quizás aumentar los esfuerzos de

control durante el mes de marzo cuando las abundancias son máximas. Otra alternativa sería intentar la eliminación de las poblaciones remanentes de huevos y larvas durante el invierno en los sitios más favorables, a partir de las cuales la población se recuperaría en la siguiente temporada reproductiva.

Respecto al tipo de acción para disminuir las poblaciones del vector, sin duda alguna la solución obvia es eliminar sus hábitats de cría, los recipientes. Entre los ambientes donde prolifera este mosquito, los cementerios se caracterizan por la presencia de recipientes con agua y flores frescas, una costumbre fuertemente arraigada y difícil de erradicar. En sitios como estos, es prácticamente imposible eliminar los recipientes o aplicar control biológico de manera efectiva. Una alternativa podría ser el uso de un larvicida de fácil aplicación como el Abate (temefós), un organofosforado de baja toxicidad para el hombre (Cyanamid 1967, OPS 1997, WHO 1999, Rodríguez Cruz 2002). Dentro del cementerio Británico, se realizó una experiencia (en conjunto con el gobierno de la ciudad) con Abate durante fines de 1999 – inicios de 2000, con la que se logró disminuir los niveles de infestación de criaderos de *Ae. aegypti* de 15.7% a 2% (Vezzani et al. 2000). A pesar de que esta experiencia fue muy exitosa, se ha informado sobre resistencia a los insecticidas como el temefós en zonas del Caribe y Brasil, y solo se recomienda utilizarlo en situaciones de epidemia (PAHO 1997, Anónimo 1998, Rawlins 1999, Macoris et al. 2003). En una ciudad como Buenos Aires, donde no hay transmisión activa del virus del dengue, sería recomendable dejar el uso de insecticidas como una herramienta eficaz durante una situación epidémica, y no para el control de rutina.

Una recomendación muy difundida para evitar los criaderos dentro de los cementerios es colocar arena húmeda en los floreros en vez de agua, para mantener frescas las flores, y perforar los recipientes para que el agua drene (Barrera et al. 1982, Costa Passos et al. 1998, WHO 1999, OPS 2002). Dentro del cementerio Chacarita, las autoridades implementaron esta medida durante 1999 en algunos sectores. En el presente estudio no se evaluó de manera directa esta acción, pero se observó en varias ocasiones recipientes con arena actuando como criaderos de *Ae. aegypti*. El motivo principal de la falla de este método dentro del área de estudio fue que los recipientes no fueron perforados y al inundarse se vaciaron de arena parcialmente, dando lugar a un espacio para la acumulación de agua.

El manejo del medio ambiente teniendo en cuenta las características del hábitat de *Ae. aegypti*, es fundamental para mantener bajas sus densidades, tanto en los cementerios como en el resto de la ciudad. Según los resultados expuestos a lo largo de esta tesis, en ciudades de las características de Buenos Aires, existirían

grandes áreas con hábitats no aptos para el mosquito, otras que reúnen los requerimientos para la proliferación del vector únicamente en algunos meses muy favorables, y algunos parches del ambiente urbano (en el orden de unas pocas hectáreas) que representan hábitats de alta calidad. Estos últimos serían donde las poblaciones del mosquito alcanzan las máximas abundancias y actuarían como focos de proliferación y dispersión hacia el resto de la ciudad. En una escala de más detalle, dentro de las zonas adecuadas existirían pequeños parches más favorables y sobre los cuales habría que concentrar los esfuerzos para eliminar al mosquito. Estas consideraciones ahorrarían tiempo y dinero, y aumentaría la eficiencia de las acciones destinadas a controlar las poblaciones del mosquito. Evitar la existencia de hábitats adecuados para *Ae. aegypti* es la mejor forma de combatirlo.

Agradecimientos

Resulta difícil separar quienes colaboraron en mi tesis de quienes colaboraron en mi formación.

Quiero comenzar por agradecer a mis padres, quienes desde que tengo recuerdos me apoyaron en mis acercamientos a la biología, desde "juntar bichos en frascos" cuando tenía 8 años hasta mi actual tesis doctoral.

A Alejandro Gutiérrez por enseñarme a observar y a escuchar durante muchos campamentos en mis años previos a la universidad.

A Cristina Wisnivesky, Nicolás Schweigmann, Silvia Pietrokovsky y Aníbal Carbajo, por lo mucho que me enseñaron durante mis 10 años en EcoRVEP.

Al CONICET por brindarme la oportunidad de realizar una tesis doctoral.

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

A los pasantes del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires del Proyecto de Prevención y Control de Mosquitos, por su ayuda en actividades de campo. En particular quiero agradecer a Pablo Orellano, Jorge Kuruc, Alejandra Rubio, y Victoria Cardinal.

A la Dirección General de Política y Control Ambiental, y a la Dirección General de Cementerios de Buenos Aires.

A Nicolás Schweigmann por la dirección de esta tesis. A Silvia Pietrokovsky por sus valiosos aportes en el capítulo 7 (una verdadera coautoría), y por la traducción del resumen al inglés. A Thorsten Wiegand por ayudarme con el análisis de datos y la escritura del capítulo 6 (otra verdadera coautoría). A Axel Bachmann por la minuciosa corrección del manuscrito.

A Florencia Kleiman, Aníbal Carbajo y Silvia Pietrokovsky, por soportar la convivencia "inter-cupulín" durante los últimos meses.

Un agradecimiento muy especial para Stella Maris Velázquez, por su colaboración incondicional y desinteresada durante los últimos 5 años en tediosas actividades de campo y de laboratorio.

Finalmente, a mis dos amores. A mi esposa, Sole, por compartir su vida conmigo y hacer que valga la pena. Y a mi hija, Melina, por regalarme una sonrisa cada vez que vuelvo a casa y recordarme las cosas que son realmente importantes.

Bibliografía

Abdul Kader MS, Fernando J, Kiruba J, Palani G, Sarangapani TD, Kandasamy P, Appavoo NC, Anuradha L (1998). Investigation of *Aedes aegypti* breeding during dengue fever outbreak in villages of Dharmapuri district, Tamil Nadu, India. *Dengue Bulletin*, 22. Disponible online en <http://w3.whosea.org/DengueBulletin22/ch7.htm>.

Abramson JH, Gahlinger PM (2001). *Computer programs for Epidemiologists: PEPI Version 4.0*. Sagebrush Press, Salt City.

Acha PN, Szyfres B (1986). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Publicación Científica N° 503, Organización Panamericana de la Salud, Washington.

Almirón W, Ludueña AF (1998). *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Córdoba, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 57: 27-28.

Almirón W, Ludueña AF, Domínguez MC (1999). Preferencia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) por sitios para oviposición con diferentes niveles de precolonización y exposición al sol. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58: 159-164.

Amalraj DD, Das PK (1996). Frequency-dependent prey selection by larvae of *Toxorhynchites splendens* (Diptera: Culicidae). *Bulletin of Entomological Research*, 86: 633-639.

Andrade CFS (2002). The role of society in control dengue. *Biológico*, 64: 213-215.

Anónimo (1998). Plan Continental de ampliación e intensificación del combate a *Aedes aegypti*. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 3: 124-130.

Avilés G, Paz MV, Rangeon G, Ranaivoarisoa MY, Verzeri N, Roginski S, Baroni P, Enria D (2003). Laboratory Surveillance of Dengue in Argentina, 1995–2001. *Emerging Infectious Diseases*, 9: 738-742.

Avilés G, Rangeón G, Vorndam V, Briones A, Baroni P, Enria D, Sabattini MS (1999). Dengue reemergence in Argentina. *Emerging Infectious Disease*, 5: 575-578.

Bacot AW (1916). *Report of the entomological investigation undertaken for the Commission for the year 1914-1915*. Report of the Yellow Fever Commission, London.

Ballesteros JV, Ramos OL (2003). *Enfermedades Transmisibles - Dengue*. Ministerio de Salud Pública, Dirección General de la Salud, Uruguay. Disponible online en <http://www.smu.org.uy/novedades/dengue.html>

Barrera R, Avila J, Navarro J (1997). Dinámica poblacional de *Aedes aegypti* (L.) en centros urbanos con deficiencia en el suministro de agua. *Acta Biológica Venezuelica*, 17: 23-35.

Barrera R, Machado-Allison CE, Bulla LA (1980). Criaderos, densidad larval y segregación de nicho en tres Culicidae urbanos (*Culex fatigans* Wied., *C. corniger* Theo. y *Aedes aegypti* L.) en el cementerio de Caracas. *Acta Científica Venezolana*, 30: 418-424.

Barrera R, Machado-Allison CE, Bulla LA (1982). Mosquitoes and mourning in the Caracas cemetery. *Antenna*, 6: 250-252.

Barrera R, Navarro J, Mora JD, Domínguez D, Gonzales J (1995). Public service deficiencies and *Aedes aegypti* breeding sites in Venezuela. *Bulletin of the Pan American Health Organization*, 29: 193-205.

Bates M (1949). *The natural history of mosquitoes*. The Macmillan Company, New York.

Bazzaz FA (2002). Plant biology in the future. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of Americas*, 98: 5441-5445.

Bejarano JFR (1979). *Estudio sobre la fiebre amarilla selvática en la República Argentina*. Subsecretaria de Medicina Sanitaria, Dirección Nacional de Promoción y Protección de la Salud, Sector Educación Para la Salud.

Bisset LJ, Marquetti M, Gonzales B, Mendizabal ME, Navarro A (1985). La abundancia larval de mosquitos urbanos durante la campaña de erradicación del *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) y del dengue en Cuba (1981-82). *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 37: 161-168.

Blackwell PG (2001). *Heterogeneity, Patchiness and Correlation of Resources*. Reserch Report 518/01, Department of Probability and Statistics, University of Sheffield.

Boletín Epidemiológico de Perú (2003). *Boletín Epidemiológico Semanal. Semana del 2 al 8 de febrero del 2003*. Oficina General de Epidemiología, Ministerio de Salud, Republica del Perú.

Boletín Epidemiológico Nacional (2001). *Boletin Epidemiológico Nacional 2000-2001*. Ministerio de Salud, Secretaría de Atención Sanitaria, Subsecretaria de Programa de Promoción y Prevención, Direcccion de Programas Sanitarios, Dirección de Epidemiología, República Argentina.

Bond HA, Keirans JE, Babbitt MF (1970). Environmental influences on the viability of overwintering *Aedes aegypti* (L.) eggs. *Mosquito News*, 30: 528-533.

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. *Ciencia & Técnica, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes*. Disponible online <http://www.unne.edu.ar/cyt/cyt2000.htm>

Botz JT (2002). Survey of *Aedes aegypti* eggs in and around homes in Tucson, Arisona. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 18: 63-64.

Boyce MS, McDonald LL (1999). Relating populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 268-272.

Boyce R (1910). *Citado en Horsfall 1955*.

Bradbury RB, Kyrkos A, Morris AJ, Clark SC, Perkins AJ, Wilson JD (2000). Habitat associations and breeding success of yellowhammers on lowland farmland. *Journal of Applied Ecology*, 37: 789-805.

Braga IA, Gomes AC, Nelson M, Mello RCG, Bergamaschi DP, Souza JMP (2000). Comparative study between larval survey and ovitraps to monitor populations of *Aedes aegypti*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 33: 347-353.

Briegel H, Knüsel I, Timmermann SE (2001). *Aedes aegypti*: size, reserves, survival, and flight potential. *Journal of Vector Ecology*, 26: 21-31.

Campos RE (1993). Presencia de *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. (Diptera: Culicidae) en la localidad de Quilmes (Buenos Aires, Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 52: 36.

Campos RE, Maciá A (1996). Observaciones biológicas de una población natural de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 55: 67-72.

Canyon DV (2001). A Review of the Dengue Mosquito, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), in Australia. En: Rural and Remote Environmental Health I. Canyon DV, Speare RS (eds), The australasian College of Tropical Medicine, Brisbane.

Canyon DV, Hii JKL, Muller R (1999). Adaptation of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) oviposition behavior in response to humidity and diet. *Journal of Insect Physiology*, 45: 959-964.

Carbajo AE, Schweigmann N, Curto SI, de Garin A, Bejarán R (2001). Dengue transmission risk maps of Argentina. *Tropical Medicine and International Health*, 6: 170-183.

Carbajo AE (2003). *Distribución espacio temporal de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) y su relación con el riesgo de transmisión del virus dengue en la ciudad de Buenos Aires*. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Carcavallo RU, Martínez A (1968). Fiebre amarilla, vectores y cadena epidemiológica. En: Comunicaciones Científicas, Entomoepidemiología de la República Argentina, Investigaciones Científicas de las Fuerzas Armadas Argentinas, Nº13 - Tomo I.

Cardinal MV (2002). *Oferta de sitios de cría para Aedes aegypti y uso de la tierra en la ciudad de Buenos Aires*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Cardinal MV, Lanati LA, Rubio A, Kuruc JA, Hernández Penna S, Mazzone G, Albioni GE, Gutiérrez ML, Reichmann L, Iturriaga M, Dure Ruiz NM, Pirk GI, Schweigmann N (2000). Infestación domiciliar por formas inmaduras de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la Capital Federal. En: Jornada Regional Sobre Mosquitos, Facultad de Cs Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Chadee DD (1991). Seasonal incidence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, W. I. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 8: 281-284.

Chadee DD (1992). Seasonal incidence and horizontal distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, West Indies. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 8: 281-284.

Chadee DD (1993). Oviposition response of *Ae. aegypti* (L.) to the presence of conspecific eggs in the field in Trinidad, W.I. *Journal of the Florida Mosquito Control Association*, 64: 63-66.

Chadee DD (1997). Effects of forced egg-retention on the ovipositional patterns of female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Bulletin of Entomological Research*, 87: 649-651.

Chadee DD, Martínez R (2000). Landing periodicity of *Aedes aegypti* with implications for dengue transmission in Trinidad, West Indies. *Journal of Vector Ecology*, 25: 158-63.

Chadee DD, Ward RA, Novak RJ (1998). Natural habitats of *Aedes aegypti* in the Caribbean - a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 14: 5-11.

Chahad S, Lozovei A (1994). Seasonal distribution of immature mosquitoes (Diptera: Culicidae) in flower containers in the Agua Verde municipal cemetery, Curitiba, Paraná, Brazil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 37: 827-842.

Christophers R (1960). *Aedes aegypti* (L.), the Yellow Fever Mosquito: its Life History, Bionomics and Structure. Cambridge University Press, Cambridge.

Ciccia G, Coussio J, Mongelli E (2000). Insecticidal activity against *Aedes aegypti* larvae of some medicinal South American plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 72: 185-189.

Clements AN (1992). *The Biology of Mosquitoes. Volumen 1*. Chapman & Hall, London.

Collins LE, Blackwell A (2000). The biology of *Toxorhynchites* mosquitoes and their potential as biocontrol agents. *Biocontrol*, 21: 105N-116N.

Colton YM, Chadee DD, Severson DW (2003). Natural skip oviposition of the mosquito *Aedes aegypti* indicated by codominant genetic markers. *Medical and Veterinary Entomology*, 17: 195-204.

Corbet PS, Chadee DD (1993). An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit 'skip oviposition'. *Physiological Entomology*, 18: 114-118.

Cordero-Conejo AC, Sandí-Noguera F, Mejías Fonseca G, Silva-Silva RA, Campos-Rodríguez MV, Soto L, Angulo L, García JD, Hernández Chavarría F (2000). Taller de capacitación en promoción de la salud y control biológico de *Aedes aegypti*, dirigido a niños de tercero y cuarto grado de las escuelas de Chacarita, Puntarenas. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 9: 20-25.

Costa Passos AD, Silveira Rodrigues EM, Dal-Fabbro AL (1998). Dengue control in Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 14: 123-128.

Cyanamid (1967). *Abate: larvicida de mosquitos e insecticida*. Cyanamid International, New Jersey.

Darsie JrRF (1985). Mosquitoes of Argentina. Part I. Keys for identification of adult females and fourth stage larvae in English and Spanish (Diptera, Culicidae). *Mosquito Systematics*, 17: 153-253.

David JP, Rey D, Pautou MP, Meyran JC (2000). Differential Toxicity of Leaf Litter to Dipteran Larvae of Mosquito Developmental Sites. *Journal of Invertebrate Pathology*, 75: 9-18.

David JP, Tilquin M, Rey D, Ravanel P, Meyran JC (2003). Mosquito larval consumption of toxic arborescent leaf-litter, and its biocontrol potential. *Medical and Veterinary Entomology*, 17:151-157.

de Garín A, Bejarán RA, Carbajo AE, C de Casas S, Schweigmann N (2000). Atmospheric control of *Aedes aegypti* populations in Buenos Aires (Argentina) and its variability. *International Journal of Biometeorology*, 44: 148-156.

Dégallier N, Herve JP, Travassos da Rosa AP, Sa GC (1988). *Aedes aegypti* (L.): importance of its bioecology in the transmission of dengue and other arboviruses. *Bulletin de la Societe de Pathologie Exotique et de ses Filiars*, 81: 97-110.

Dowds BCA, Peters A (2002). Virulence Mechanisms. En: Entomopathogenic Nematology. Gaugler R (ed), CABI Publishing, Wallingford.

Edman J, Scott T, Costero A, Morrison AC, Harrington LC, Clark GG (1998). *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Movement Influenced by Availability of Oviposition Sites. *Journal of Medical Entomology*, 35: 578-583.

Escobar-Mesa J, Gómez-Dantés H (2003). Determinantes de la transmisión de dengue en Veracruz: un abordaje ecológico para su control. *Salud Pública de México*, 45: 43-53.

Espinoza Gómez F, Hernández Suárez CM, Coll Cárdenas R (2001). Factores que modifican los índices larvarios de *Aedes aegypti* en Colima, Mexico. *Pan American Journal of Public Health*, 10: 6-12.

Espinoza Gómez F, Hernández Suárez CM, Coll Cárdenas R (2002). Educational campaign versus malathion spraying for the control of *Aedes aegypti* in Colima, Mexico. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56:148-152.

Estrada-Franco JG, Craig GB Jr (1995). *Biology, disease relationships, and control of Aedes albopictus*. Pan American Health Organization, Technical Paper N° 42.

Evans BR, Bevier GA (1969). Measurement of field populations of *Aedes aegypti* with the ovitrap in 1968. *Mosquito News*, 29: 347-353.

Fay RW (1964). The biology and bionomics of *Aedes aegypti* in the laboratory. *Mosquito News*, 24: 300-308.

Fay RW (1968). A trap based on visual responses of adult mosquitoes. *Mosquito News*, 28: 1-7.

Fay RW, Eliason DA (1966). A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. *Mosquito News*, 26: 531-535.

Fay RW, Perry AS (1965). Laboratory studies of oviposition preference of *Ae. aegypti*. *Mosquito News*, 25: 276-281.

Fernández-Salas I, Flores-Leal A (1995). El papel del vector *Aedes aegypti* en la epidemiología del dengue en México. *Salud Pública de México*, 37: 45-52.

Fleiss JL (1981). *Statistical Methods for Rates and Proportions*. John Wiley & Sons, USA.

Flemming M, Gibney S, Mabunda SJA, Mahmud ST (1997). Major foci of *Aedes aegypti*, the principal vector of dengue in two villages of northeast Thailand. Australian Centre for International & Tropical Health & Nutrition, School of Population Health, University of Queensland. Disponible online en <http://www.sph.uq.edu.au/acithn/reports/th/97dengue.html>.

Focks DA (2003). *A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors*. Tropical Disease Research, World Health Organization. Disponible online en http://www.who.int/tdr/publications/publications/pdf/dengue_review.pdf

Focks DA, Chadee DD (1997). Pupal survey: An epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*: An example using data from Trinidad. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 56: 159-67.

Focks D, Haile D, Daniels E, Mount GA (1993). Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (diptera: Culicidae): simulation results and validation. *Journal of Medical Entomology*, 30: 1018-28.

Focks DA, Kloter KO, Carmichael GT (1987). The impact of sequential ultra-low volume ground aerosols applications of malathion on the population dynamics of

Aedes aegypti (L). *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 36: 639-647.

Focks DA, Sackett SR, Bailey DL, Dame DA (1981). Observations on container-breeding mosquitoes in New Orleans, Luisiana, with an estimate of the population density of *Aedes aegypti* (L.). *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 30: 1329-1335.

Forattini OP (1965). *Entomologia Médica. 2. Culicini: Culex, Aedes e Psorophora*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Forattini OP (2002). *Culicidologia Médica. 2. Identificação, Biologia, Epidemiologia*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Fox I (1998). Predation on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by *Theridion rufipes* (Araneae: Theridiidae) in Puerto Rico. *Journal of Medical Entomology*, 35: 611-3.

Fretwell SD, Lucas HL Jr (1970). On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. Theoretical development. *Acta Biotheoretica*, 19: 16-36.

Fretwell SD (1972). *Populations in a seasonal enviroment*. Princeton University Press, New Jersey.

García JJ, Micieli MV, Achinelly MF, Marti GA (2002). Establecimiento de una población de *Aedes aegypti* L. en La Plata, Argentina. *En: Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina*. Salomón OD (ed), Publicación Monográfica 2, Buenos Aires.

Gaudino NM (1916). El dengue. Algunas consideraciones sobre la epidemia de Entre Ríos. *Revista de Sanidad Militar*, 15: 617-627.

Gibbons RV, Vaughn DW (2002). Dengue: an escalating problem. *British Medical Journal*, 324: 1563-1566.

Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA (2000). Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78: 1136-1147.

Goettel MS, Hajek AE (2001). Evaluation of Non-target Effects of Pathogens Used for Management of Arthropods. *En: Evaluating Indirect Ecological Effects of Biological Control*. Wajnberg E, Scott JK, Quimby PC (eds), CABI Publishing, Wallingford.

Gorodner JO, Seijo A, Pacce M, Bottinelli O, Merino D, Lazarte M, Escobar SM, Doldán R (2001). Circulación de virus Dengue en la provincia de Corrientes - Argentina. *Ciencia & Técnica, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de las Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes*. Disponible online en <http://www.unne.edu.ar/cyt/2001/cyt.ftm>

Gorodner JO, Seijo A, Payes Monzón F, Robles B, Basualdo C, Pacce M, Botinelli O, Alonso JM, Boffi R (2000). Circulación de virus dengue en el nordeste argentino. *Ciencia & Técnica, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de las Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes*. Disponible online en <http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/cyt.htm>

Gratz NG (1999). Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annual Review of Entomology*, 44: 51-75.

Gubler DJ (2002). Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends in Microbiology*, 10: 100-103.

Gubler DJ, Clark G (1995). Dengue/dengue hemorrhagic fever: The emergence of a global health problem. *Emerging Infectious Diseases*, 1: 55-57.

Guzmán MG, Kouri G (2002). Dengue: an update. *The Lancet Infectious Diseases*, 2: 33-42.

Hales S, Wet N, Maindonald J, Woodward A (2002). Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *The Lancet*, 360: 830-834.

Hall LS, Krausman PR, Morrison ML (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 173-182

- Hanski I (1999). *Metapopulation Ecology*. Oxford University Press, New York.
- Hanski I, Gilpin ME (1997). *Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution*. Academic Press, London.
- Hanski I, Pakkala T, Kuusaari M, Lei G (1995 a). Metapopulation persistence of an endangered butterfly in a fragmented landscape. *Oikos*, 72: 21-28.
- Hanski I, Pöyry J, Pakkala T, Kuusaari M (1995 b). Multiple equilibria in metapopulation dynamics. *Nature*, 377: 618-621.
- Harrington LC, Buonaccorsi JP, Edman JD, Costero A, Kittayapong P, Clark GG, Scott TW (2001). Analysis of survival of young and old *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Puerto Rico and Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 38: 537-547.
- Harrington LC, Edman JD (2001). Indirect evidence against delayed "skip-oviposition" behavior by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 38: 641-645.
- Haverfield LE, Hoffmann BL (1966). Used tires as a means of dispersal of *Aedes aegypti* in Texas. *Mosquito News*, 26: 433-435.
- Hernández Chavarría F, García JD (2000). *Aedes*, Dengue y la posibilidad de un enfoque diferente de lucha. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 9: 32-38.
- Heukelbach J, Oliveira FAS, Kerr-Pontes LRS, Feldmeier H (2001). Risk factors associated with an outbreak of dengue fever in a favela in Fortaleza, north-east Brazil. *Tropical Medicine and International Health*, 6: 635-642.
- Honório NA, da Costa Silva W, Leite PJ, Gonçalves JM, Lounibos LP, Lourenço de Oliveira R (2003). Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an Urban Endemic Dengue Area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98: 191-198.
- Horne B van (1983). Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of Wildlife Management*, 47: 893-901.

Horsfall WR (1955). *Mosquitoes. The bionomics and relation to disease*. The Ronald Press Company, New York.

Hosmer DW, Lemeshow S (2000). *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons, New York.

IGM (1998). *Atlas geográfico de la República Argentina*. Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires.

Jakob WL, Bevier GA (1969). Evaluation of ovitraps in the US *Aedes aegypti* eradication program. *Mosquito News*, 29: 650-653.

Jang YS, Kim MK, Young-Joon Ahn YJ, Lee HS (2002). Larvicidal Activity of Brazilian Plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *Agricultural Chemical Biotechnology*, 45: 131-134.

Junín B, Grandinetti H (1995). Programa de vigilancia de *Aedes aegypti* (L.), en la ciudad de Buenos Aires, Argentina. En: Primer Congreso Latinoamericano de Zoonosis, agosto 1995, Buenos Aires.

Junín B, Grandinetti H, Marconi JM, Carcavallo RU (1995). Vigilancia de *Aedes aegypti* (L) en la ciudad de Buenos Aires (Argentina). *Entomología y Vectores*, 2: 71-75.

Kalra NL, Kaul SM, Rastogi RM (1997). Prevalence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* – Vectors of Dengue and Dengue haemorrhagic fever in North, North-East and Central India. *Dengue Bulletin*, 21: 84-92.

Kareiva P (1985). Finding and losing host plants by *Phyllotetra*: patch size and surrounding habitat. *Ecology*, 66: 1809-1816.

Keirans JE (1969). Larval development of *Aedes aegypti* (L.) in used auto tires. *Mosquito News*, 29: 43-46.

Keitt TH, Urban DL, Milne BT (1997). Detecting critical scales in fragmented landscapes. *Conservation Ecology [online]*, volumen 1, artículo 4. Disponible online en <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art4>

Kelly R, Edman JD (1992). Multiple transmission of *Plasmodium gallinaceum* (Eucoccida: Plasmodiidae) during serial probing by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) on several hosts. *Journal of Medical Entomology*, 29: 329-231.

Kittayapong P, Strickman D (1993). Distribution of container-inhabiting *Aedes* larvae (Diptera: Culicidae) at a dengue focus in Thailand. *Journal of Medical Entomology*, 30: 601-606.

Krausman PR (1999). Some basic principles of habitat use. En: *Grazing Behavior of Livestock and Wildlife*. Launchbaugh KL, Mosley JC, Sanders KD (eds), Pacific Northwest Range Short Course, Universidad de Idaho, Idaho.

Kuruc J, Cardinal M, Rubio A, Albioni G, Lanati L, Mazzone L, Hernández Penna S, Ferreyra S, Pirk G, Gutierrez M, Orellano P, Vezzani D (2001). *Aedes aegypti* (L.) durante los meses de baja temperatura en la ciudad de Buenos Aires: Sitios prioritarios para su control. En: III Congreso Argentino de Zoonosis – II Congreso Latinoamericano de Zoonosis, agosto 2001, Buenos Aires.

Laval ER (2001). ¿Hubo dengue autóctono en Chile? *Revista Chilena de Infectología*, 18: 69-71.

Lawton JH, Woodrofe GL (1991). Habitat and the distribution of water voles: Why are there gaps in a species' range? *Journal of Animal Ecology*, 60: 79-91.

Lennon JL (1999). Resource selection functions: taking space seriously? *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 399-400.

Levins R (1969). Some demographic and genetics consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15: 237-240.

Lounibos LP (2002). Invasions by insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 47: 233-266.

Lounibos LP, Campos RE (2002). Investigaciones recientes sobre *Toxorhynchites rutilus* (Diptera: Culicidae) con referencia al control biológico de mosquitos habitantes en recipientes. *Entomotropica*, 17: 145-156.

Lozovei A, Chahad S (1997). Estimation of mosquito breeding in flower containers in a cemetery in Curitiba, Paraná, Brazil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 40: 425-433.

McCauley DE (1991). The effect of host plant patch size variation on the population structure of a specialist herbivore insect, *Tetraopes tetraophthalmus*. *Evolution*, 45: 1675-1684.

Machaca J, Llontop F, Pasapera F, Castañeda C (2002). Eliminación mecánica de huevos del *Aedes aegypti* para la erradicación del dengue urbano. Localidad de Sechura, Piura, abril - diciembre 2001. *Revista Peruana de Epidemiología*, 10. Disponible online en <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/epidemiologia/>

Macoris ML, Andrighetti MT, Takaku L, Glasser CM, Garbeloto VC, Bracco JE (2003). Resistance of *Aedes aegypti* from the State of São Paulo, Brazil, to Organophosphates Insecticides. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98: 703-708.

Madeira NG, CA Macharelli, LR Carvalho (2002 a). Variation of the Oviposition Preferences of *Aedes aegypti* in Function of Substratum and Humidity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97: 415-420.

Madeira NG, Macharelli CA, Figueiredo Pedras J, Delfino MCN (2002 b). Education in primary school as a strategy to control dengue. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 35: 221-226.

Margarita de la Cruz A, Figueroa D, Chacón L, Gómez M, Díaz M, Finlay CM (1999). Conocimientos, opiniones y prácticas sobre *Aedes aegypti*. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 51: 135-137.

Martínez-Ibarra JA, Rodríguez MH, Arredondo-Jiménez JI, Yuval B (1997). Influence of plant abundance on nectar feeding by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in southern Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 34: 589-593.

Matter SF (1996). Interpatch movements of the red milkweed beetle, *Tetraopes tetraophthalmus*: individual responses to patch size and isolation. *Oecologia*, 105: 447-453.

Micieli MV, Campos RE (2003). Oviposition Activity and Seasonal Pattern of a Population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Subtropical Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98: 659-663.

Micieli MV, Marti G, García JJ (2002). Laboratory Evaluation of *Mesocyclops annulatus* (Wierzejski, 1892) (Copepoda: Cyclopidea) as a Predator of Container-breeding Mosquitoes in Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97: 835-838.

Mills JN, Childs JE (1998). Ecological studies of rodent reservoirs: Their relevance for human health. *Emerging Infectious Diseases*, 4: 529-537.

Mladenoff DJ, Sickley TA, Haight RG, Wydeven AP (1995). A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the Northern Great Lakes region. *Conservation Biology*, 9: 279-294.

Monath TP (1994). Dengue: The risk to developed and developing countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91: 2395-2400.

Monath TP (2001). Yellow Fever. *En: The Encyclopedia of Arthropod-transmitted Infections*. Service MW (ed), Liverpool School of Tropical Medicine, UK.

Moore CG, Cline BL, Ruiz-Tibén E, Lee D, Romney-Joseph H, Rivera-Correa E (1978). *Aedes aegypti* in Puerto Rico: Environmental determinants of larval abundance and relation to dengue virus transmission. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 27: 1225-1231.

Morrison ML, Marcot BG, Mannan RW (1992). *Wildlife-Habitat Relationships – Concepts and Applications*. The University of Wisconsin Press, Wisconsin.

Muir LE, Kay BH (1998). *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in northern Australia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 58, 277-282.

Muir LE, Kay BH, Thorne MJ (1992). *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Vision: Response to stimuli from the optical environment. *Journal of Medical Entomology*, 29: 445-450.

Mulla MS, Chaudhury MFB (1968). Influence of some enviromental factors on the viability and hatching of *Aedes aegypti* (L.) eggs. *Mosquito News*, 28: 217-221.

Natal D (2002). The bioecology of *Aedes aegypti*. *Biológico*, 64: 205-207.

Naves J, Wiegand T, Revilla E, Delibes M (en prensa). Endangered species balancing between natural and human constrains: the case of brown bears (*Ursus arctos*) in northern Spain. *Conservation Biology*.

Nazoa S (1992). Hallazgo de *Notonecta* sp. (Hemiptera: Notonectidae) en tanques de agua de Piritu (Edo. Anzoategui) y su posible utilizacion en el control de larvas de *Aedes aegypti*. *Boletín de Entomología Venezolana*, 7: 167.

Nelson MJ (1986). *Aedes aegypti: biología y ecología*. Organización Panamericana de la Salud, Washington.

Odum EP (1971). *Fundamentals of ecology*. Sanders Co, Philadelphia.

O'Gower AK (1957). The influence of the surface on oviposition by *Aedes aegypti* (Linn.)(Diptera, Culicidae). *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*, 82: 240-244.

O'Meara G, Evans LJ, Gettman A (1992 a). Reduce mosquito production in cemetery vases with copper liners. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 8: 419-420.

O'Meara G, Gettman A, Evans LJ, Scheel F (1992 b). Invasion of cemeteries in Florida by *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 8: 1-10.

OPS (1990). *Las condiciones de la salud en la Américas*. Organización Panamericana de la Salud, Publicación Científica Nº 524, Vol I.

OPS (1997). *Plan Continental de ampliacion e intensificacion del combate al Aedes aegypti*. Organización Panamericana de la Salud, abril 1997, Caracas, Venezuela.

OPS (2002). *Desafíos futuros para la Comunicación Social en Programas de Prevención y Control del Dengue y de la FHD*. Organización Panamericana de la Salud, Washington.

Ousset JH, Ustaran JK, Lombardo B (1967). Erradicación del *Aedes aegypti* en la República Argentina. *En: Segundas Jornadas Entomoepidemiológicas Argentinas*, 2: 81-88.

PAHO (1994). *Dengue and dengue hemorrhagic fever in the Americas: Guidelines for prevention and control*. Pan American Health Organization, Scientific Publication no. 548.

PAHO (1997). The feasibility of eradicating *Aedes aegypti* in the Americas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 1: 68-72.

PAHO (1999). *A blueprint for action for the next generation: dengue prevention and control*. Pan American Health Organization, Washington.

PAHO (2000). *Third meeting of the surveillance networks for emerging infectious diseases in the amazon and southern cone regions*. Pan American Health Organization, Report July 2000, Atlanta.

Parmesan C, Root TL, Willig MR (2000). Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81: 443-450.

Perich MJ, Davila G, Turner A, García A, Nelson M (2000). Behavior of Resting *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) and Its Relation to Ultra-low Volume Adulticide Efficacy in Panama City, Panama. *Journal of Medical Entomology*, 37: 541-546.

Pulliam HR (1988). Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist*, 132: 652-661.

Pulliam HR, Danielson BJ (1991). Sources, sinks, and habitat selection: A landscape perspective on population dynamics. *The American Naturalist*, 137: 50-66.

Railsback SF, Stauffer HB, Harvey BC (en prensa). What can habitat preference models tell us? Tests using a virtual trout population. *Ecological applications*.

Rawlins SC (1999). Spatial Distribution of Resistance to Insecticides in Caribbean Populations of the Dengue Vector, *Aedes aegypti* and it's Significance. *En: Proceedings of the CAREC/PAHO, Sub-Regional Dengue Meeting, Port of Spain, Trinidad, June 1-3, 1999.*

Reiter P (1996). Oviposition and dispersion of *Aedes aegypti* in an urban environment. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 89: 120-122.

Reiter P, Amador MA, Anderson RA, Clark GG (1995). Dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 52: 177-179.

Rodhain F (1996). Ecology of *Aedes aegypti* in Africa and Asia. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 89: 103-106.

Rodhain F, Rosen L (1997). Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships. *En: Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. Gubler DJ, Kuno G (eds), CABI Publishing, London.*

Rodríguez Cruz R (2002). Estrategias para el control del dengue y del *Aedes aegypti* en las Américas. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 54: 189-201.

Romi R, Di Luca M, Raineri W, Pesce M, Rey A, Giovannangeli S, Zanasi F, Bella A (2000). Laboratory and field evaluation of metallic copper on *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larval development. *Journal of Medical Entomology*, 37: 281-285.

Rose RI (2001). Pesticides and Public Health: Integrated Methods of Mosquito Management. *Emerging Infectious Diseases*, 7: 17-23.

Rueda L, Patel KJ, Axtell RC, Stinner RE (1990). Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 27: 892-8.

Sabattini MS, Avilés G, Monath TP (1998). Historical, epidemiological and ecological aspects of arboviruses in Argentina: Flaviviridae, Bunyaviridae and Rhabdoviridae. *En: An Overview of Arbovirology in Brazil and Neighbouring Countries. Travassos da Rosa APA, Vasconcelos PFC, Travassos da Rosa JFS (eds), Instituto Evandro Chagas, Belém.*

Salvatella R (1997). *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Notificación de su presencia en Uruguay. *Revista Medica del Uruguay*, 13: 118-121.

Salvatella R (1999). *Aedes aegypti*: un vector reemergente para el Cono Sur de América y un desafío de manejo ambiental. *Revista Interamericana de Ambiente y Saneamiento*, 2: 38-43.

Samways MJ (1995). *Insect Conservation Biology*. Chapman & Hall, London.

Santamarina MA, Pacheco RP (1998). Efecto patogénico del nematodo parásito *Romanormis iyengari* (Nematoda: Mermithidae) en larvas del mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio en el Estado de Oaxaca, México. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 50: 8-11.

Santamarina MA, Pacheco RP, Martínez SH (2000). Susceptibilidad de las larvas de *Aedes aegypti* al parasitismo por *Romanormis culicivorax* en condiciones de laboratorio y de campo en Oaxaca, México. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 8: 299-304.

Schadt S, Revilla E, Wiegand T, Knauer F, Kaczensky P, Breitenmoser U, Bufka L, Cervený J, Kouber P, Huber T, Stanisa C, Trepl L (2002). Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology*, 39: 189-203.

Schaper S (1999). Evaluation of Costa Rican copepods (Crustacea: Eudecapoda) for larval *Aedes aegypti* control with special reference to *Mesocyclops thermocyclopoides*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 15: 510-519.

Schaper S, Hernández F, Soto L (1998). The fight against dengue: biological control of *Aedes aegypti* larvae using *Mesocyclops thermocyclopoides* (crustacea). *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 19: 119-125.

Schatzmayr H (2000). Dengue situation in Brazil by year 2000. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95(Suppl 1): 179-181.

Schrieber ET, Jones C (2000). *Mosquito Control Handbook: An Overview of Biological Control*. Publicación ENY-700-4-2, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

Schultz G (1989). Cemetery vase breeding of dengue vectors in Manila, Republic of the Phillipines. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 5: 508-513.

Schweigmann N, Boffi R (1998). *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* situación entomológica de la región. Propuestas para la vigilancia y control. Aspectos epidemiológicos para la vigilancia y control. En: Temas de Zoonosis y Enfermedades Emergentes, II Congreso Argentino de Zoonosis y I Congreso Argentino y Latinoamericano de Enfermedades Emergentes, Buenos Aires.

Schweigmann N, Orellano P, Kuruc J, Vera MT, Méndez A (1996). Presencia generalizada de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Buenos Aires. En: IV Congreso Argentino de Entomología, Mar del Plata, Argentina.

Schweigmann N, Orellano P, Kuruc J, Vera MT, Vezzani D, Méndez A (2002). Distribución y abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Buenos Aires. En: Actualizaciones en Artrópodos Sanitaria Argentina. Salomón OD (ed), Publicación Monográfica 2, Buenos Aires.

Schweigmann N, Vezzani D, Vera T, Gómez S, Fernández Campón F, Cevasco C, Freire MG, Kuruc J, Ackermann G, Carbajo A, Bruzzzone 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. Otoño de 1996. *Entomología y Vectores*, 4: 185-190.

Scott T, Amerasinghe P, Morrison AC, Lorenz LH, Clark GG, Strickman D, Kittayapong P, Edman JD (2000). Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: Blood feeding frequency. *Journal Medical Entomology*, 37: 89-101.

Scott TW, Chow E, Strickman D, Kittayapong P, Wirtz RA, Lorenz LH, Edman JD (1993 a). Blood-feeding pattern of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) collected in a rural Thai village. *Journal of Medical Entomology*, 30: 922-927.

Scott TW, Clark GC, Lorenz LH, Amerasinghe PH, Reiter P, Edman JD (1993 b). Detection of multiple blood feeding in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during a single gonotrophic cycle using a histological technique. *Journal of Medical Entomology*, 30: 94-99.

Scott TW, Naksathit A, Day JF, Kittayapong P, Edman JD (1997). A fitness advantage for *Aedes aegypti* and the viruses it transmits when females feeds only on human blood. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 57: 235-239.

Segura EL (2001). A national strategy for emerging infectious diseases: The argentine case of 1999. *En: Emerging Infectious Diseases from the Global to the Local Perspective*. Davis JR, Lederberg J (eds), Institute of Medicine, National Academies Press.

Seijo A, Curcio D, Avilés G, Cernigoi B, Deodato B, Lloveras S (2000). Imported Dengue in Buenos Aires, Argentina. *Emerging Infectious Diseases*, 6: 655-656.

Service MW (1992). Importance of ecology in *Aedes aegypti* control. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 23: 681-690.

Service MW (1993). Mosquitoes (Culicidae). *En: Medical Insects and Arachnids*. Lane RP, Crosskey RW (eds), Chapman & Hall, London.

Sheppard PM, MacDonald WW, Tonn RJ, Grabs B (1969). The dynamics of an adult population of *Aedes aegypti* in relation to dengue haemorrhagic fever in Bangkok. *Journal of Animal Ecology*, 38: 661-702.

Sherman C, Fernández E, Chan AS, Lozano RC, Leontsini E, Winch PJ (1998). La untadita: A procedure for maintaining washbasing and drums free of *Aedes aegypti* based on modification of existing practices. *The American Journal of tropical Medicine and Hygiene*, 58: 257-262.

Shriram AN, Sehgal SC (1999). *Aedes aegypti* (L) in Port Blair, Andaman and Nicobar islands-distribution and larval ecology. *Journal of Communicable Diseases*, 31: 185-192.

Siegel S, Castellan NJ (1995). *Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas, México.

Sokal RR, Rohlf FJ (1969). *Biometry*. Freeman and Company, San Francisco.

Soto L, Shaper S, Angulo L, Hernández F (1999). *Mesocyclops thermocyclopoides* and the biological control of *Aedes*. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 20: 45-50.

Southwood TRE (1977). Habitat, the templet for ecological strategies? *Journal of Animal Ecology*, 46: 337-365.

Souza-Santos R (1999). Factors associated to the occurrence of immature forms of *Aedes aegypti* in Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 32: 373-82.

Stamps JM, Buechner M, Krishnan VV (1987). The effects of edge permeability and habitat geometry on emigration from patches of habitat. *The American Naturalist*, 129: 533-552.

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: Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. Salomón OD (ed), Publicación Monográfica 2, Buenos Aires.

Strickman D, Kittayapong P (2003). Dengue and its vectors in Thailand: calculated transmission risk from total pupal counts of *Aedes aegypti* and association of wing-length measurements with aspects of the larval habitat. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68: 209-217.

Sulaiman I (1983). Susceptibility of *Aedes aegypti* to infections with *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens*. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 14: 543-547.

Sulaiman S, Zainol A, Busparani V, Ismail G, Jeffery J, Ahmad W (1996). Instar mortalities of immature *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in a Malaysian cemetery. *Tropical Biomedicine*, 13: 65-71.

Tabachnick BG, Fidell LS (1996). *Using multivariate statistics*. Harper Collins, New York.

Tanaka K, Mizusawa K, Saugstad ES (1979). A revision of the adult and larval mosquitoes of Japan (including the Ryukyu archipelago and the Ogasawara Islands) and Korea (Diptera: Culicidae). *Contributions of the American Entomological Institute*, 16: vii + 1-987.

Tandon N, Ray S (2000). Host Feeding Pattern of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Kolkata India. *Dengue Bulletin*, 24. Disponible online en <http://w3.whosea.org/DengueBulletin24/ch18f.htm>

Thavara U, Tawatsin A, Chansang C, Kong-ngamsuk W, Paosriwong S, Boon-Long J, Rongsriyam Y, Komalamisra N (2001). Larval occurrence, oviposition behavior and biting activity of potential mosquito vectors of dengue on Samui Island, Thailand. *Journal of Vector Ecology*, 26: 172-180.

Thomas CD, Harrison S (1992). Spatial dynamics of a patchily-distributed butterfly species. *Journal of Animal Ecology*, 61: 437-446.

Tinker ME (1964). Larval habitat of *Aedes aegypti* (L.) in the United States. *Mosquito News*, 24: 426-432.

Trpis M, Hausermann W, Craig JrGB (1995). Estimates of population size, dispersal, and longevity of domestic *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by mark-release-recapture in the village of Shauri Moyo in eastern Kenya. *Journal of Medical Entomology*, 32: 27-33.

Tun-Lin W, Kay B, Barnes A (1995). The premise condition index: a tool for streamlining surveys of *Aedes aegypti*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 53: 591-594.

Tun-Lin W, Burkot T, Kay B (2000). Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology*, 14: 31-37.

Turchin PB (1986). Modelling the effect of host patch size on Mexican bean beetle emigration. *Ecology*, 67: 124-132.

Vargas M (2002). Uso de ovitrampas en los programas de prevención y control del dengue. *Revista del Colegio de Microbiólogos y Químicos Clínicos de Costa Rica*, 8: 122-124.

Vazquez Cangas JR (1999). Dengue situation in Cuba. *En: Proceedings of the CAREC/PAHO, Sub-Regional Dengue Meeting, Port of Spain, Trinidad, June 1-3, 1999.*

Verboom J, Schotman A, Opdam P, Metz JAJ (1991). European nuthatch metapopulations in a fragmental agricultural landscape. *Oikos*, 61: 149-156.

Vezzani D, Velázquez SM, Soto S, Schweigmann N (2000). Control de criaderos de *Aedes aegypti* mediante la aplicación de Abate en un cementerio de la ciudad de Buenos Aires. *En: Jornadas Regionales Sobre Mosquitos, Setiembre 2000, Buenos Aires.*

Walker E, O'Meara G, Morgan W (1996). Bacterial abundance in larval habitats of *Aedes albopictus* in a Florida cemetery. *Journal of Vector Ecology*, 21: 173-177.

Walker ED, Kaufman MG, Ayres MP, Riedel MH, Merritt RW (1997). Effects of variation in quality of leaf detritus on growth of the eastern tree-hole mosquito, *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae). *Canadian Journal of Zoology*, 75: 706-718.

Wang JX, Li LY (1987). Entomogenous nematode research in China. *Revue de Nématologie*, 10: 483-489

Watkinson A, Sutherland W (1995). Sources, sinks and pseudo-sinks. *Journal of Animal Ecology*, 64: 126-130.

WER (2000 a). Yellow fever, 1998-1999. *Weekly Epidemiological Record*, 75: 322-328.

WER (2000 b). Controlling *Aedes aegypti* (vector of dengue and yellow fever) and general mosquito control. *Weekly Epidemiological Record*, 75: 173-175.

WER (2001). Vectors of diseases - Hazards and risks for travellers, Part I. *Weekly Epidemiological Record*, 76: 189-194.

WHO (1999). *Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever - Comprehensive Guidelines*. World Health Organization, South-East Asia Regional Office.

WHO (2000). *Scientific Working Group on Dengue*. Tropical Disease Reserch, World Health Organization. Disponible online en <http://www.who.int/tdr/publications/publications/dengue-swg.htm>

WHO (2002). *Guidelines for the evaluation of dengue vaccines in populations exposed to natural infection*. Tropical Disease Reserch, World Health Organization.

WHO (2003). *Use of fish for mosquito control*. World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean, Cairo.

Williams DD, Feltmate BW (1994). *Aquatic Insects*. CABI Publishing, Wallingford.

Yan G, Romero-Severson J, Walton M, Chadee DD, Severson DW (1999). Population genetics of the yellow fever mosquito in Trinidad: comparisons of amplified fragment length polymorphism (AFLP) and restriction fragment length polymorphism (RFLP) markers. *Molecular Ecology*, 8: 951-963.

Zapata L, Mari E, Stein M, Gorodner JO (2002). Criaderos de *Aedes aegypti* y la culicidofauna asociada (Díptera: Culicidae) en la ciudad de Corrientes. *Ciencia & Técnica, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de las Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes*. Disponible online <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/06-Biologicas>

Zar JH (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

Zarankin E (2000). *Distribución temporal de Culicidae (Diptera) de importancia médica en ambientes con gran concentración de recipientes artificiales en la ciudad de Buenos Aires*. Tesis de Licenciatura, Universidad CAECE, Buenos Aires.

Historia de los cementerios de la ciudad de Buenos Aires¹

- Para curiosos e insomnes -

En el mes de enero de 1536 llega a la costa oriental del entonces Mar Dulce o Mar de Solís, la expedición de Don Pedro de Mendoza. Esta expedición de 1200 hombres de tropa, además de los marineros que permanecieron embarcados, fue la más importante que España envió a estas tierras. La misión encomendada por la Corona era implantar el puerto y el fuerte, y no fundar una ciudad. Ante lo inevitable, los hombres de la expedición junto con los clérigos y sacerdotes que los acompañaban, cumplieron con la necesidad de habilitar el primer "campo santo" de Buenos Aires. Se estima su ubicación por fuera de la empalizada del Fuerte de Mendoza, quizás a las alturas del actual Parque Lezama. Los enterratorios de Buenos Aires dependieron de la Iglesia Católica hasta 1821, y posteriormente de las autoridades oficiales.

En Buenos Aires son muchos los casos en los que no se consiguen actas de defunción, ya que existieron unos cuantos cementerios que luego fueron desafectados y no se han conservado sus registros. En el caso específico del barrio de Belgrano, hubo por lo menos dos cementerios, el más antiguo estaba en la manzana triangular formada por Av. Ricardo Balbín (ex Av. del Tejar), Blanco Encalada y Zapiola, de allí no se conservan registros y actualmente es una manzana edificada. El segundo, se hizo en Monroe al 4700 y funcionó hasta 1893. En 1902 se levantaron las sepulturas, algunas menos de las registradas, y se trasladaron a La Chacarita, aunque no se conservan datos de las nuevas ubicaciones. Con buen criterio, allí no se edificó y hoy es la Plaza Marcos Sastre.

En Barracas, según el historiador Enrique H. Puccia, existió un cementerio en las cercanías de la actual Plaza España, que antes se llamó Plaza de los Inválidos. En el barrio de La Paternal, en las inmediaciones de la calles Gutemberg y Avalos, se construyó en 1924 el Cementerio Israelita, pero nunca llegó a habilitarse.

Entre los muchos enterratorios que existieron en la ciudad de Buenos Aires, son cinco los actuales: Chacarita, Flores, Recoleta, Británico y Alemán.

¹ La información fue obtenida de las siguientes fuentes:
Skovgaard Carlos, en <http://www.apellidositalianos.com.ar/cementerios.htm>
Péculeo Ricardo, en <http://personales.ciudad.com.ar/rpeculo/Menacement.htm>
Periódico online El Buenos Aires, en <http://www.elbuenosaires.com.ar/>
Alfonsín Jorge (2000). La Chacarita. Publicación del Centro de Historia de Cementerios de la Rep. Arg.
Jankilevich Angel, en <http://www.aadhros.org.ar/Default.htm>

Cementerio de Chacarita – El nombre Chacarita es el diminutivo de la palabra quichua "chácara" o "chacra". Los registros de su historia comienzan en el año 1614, cuando se establecen en la zona los integrantes de la Compañía de Jesús (jesuitas), orden fundada en 1534 por el español Ignacio de Loyola (1491-1556). Las tierras ocupadas abarcaban una franja limitada por el arroyo Maldonado y que llegaba hasta Ramos Mejía. Seis años antes estas tierras habían sido mensuradas por Hernán Arias de Saavedra, mejor conocido como Hernandarias. Los religiosos levantaron en el interior de la actual Chacarita una capilla, dependencias y un pequeño campo santo. Los jesuitas ocuparon estas tierras durante 153 años (1614-1767), hasta que el gobernador don Francisco de Paula y Bucarelli los expulsa y todas sus posesiones pasan a manos de la Corona, y posteriormente al Real Colegio Convictorio Carolino de Buenos Aires.

Este Colegio Real comenzó a utilizar la casa de campo de la Chacarita como lugar de vacaciones para sus alumnos, razón por la cual con el correr del tiempo la zona fue identificada con el nombre de Chacarita de los Colegiales. El Colegio cambió de nombre en varias oportunidades, a la par que transformaba su organización según las pautas y modas de los nuevos tiempos. Así se lo llamó sucesivamente Colegio de la Unión del Sud, Colegio de Ciencias Morales, Colegio Central de Buenos Aires y finalmente, como lo designa el gobierno de Mitre en 1863, Colegio Nacional.

Debido a la epidemia de cólera de 1867, donde murieron 1 700 personas en Buenos Aires, se habilitó el denominado "Cementerio Viejo", en el terreno que posteriormente fuera el Parque Rancagua, actual Parque de los Andes, en las proximidades de la Chacarita actual. Debido a esta epidemia de cólera también se habilitaron el "Cementerio del Sud" y el actual "Cementerio de Flores". El Cementerio del Sud es actualmente el Parque Florentino Ameghino frente al Hospital Muñiz. El Cementerio Viejo fue clausurado cuatro años después de su creación, debido a que la epidemia de fiebre amarilla de 1871 colmató su capacidad.

Para el año 1871, iniciada la epidemia de fiebre amarilla, los cementerios que existían en Buenos Aires eran el Viejo, del Sud, Flores, Disidentes de Victoria (actual Plaza 1º de Mayo), y el del Norte (actual Recoleta). Estos cementerios se vieron colmatados a causa de la epidemia y por este motivo, el 14 de Abril de 1871, se habilitó el actual cementerio de La Chacarita. Se eligió una fracción de tierra ocupada por los estudiantes pupilos del Colegio Real, tierras que para entonces eran fiscales y tenían una superficie total de 5 hectáreas. A la inauguración se lo denominó Cementerio "Chacarita de los Colegiales". Un albañil

de 50 años de edad fue la primera inhumación y ese mismo día se inhumaron 44 cadáveres, fallecidos a causa de la fiebre amarilla.

Para poder llegar hasta el cementerio se incorporó un tramo del Ferrocarril del Oeste, partiendo de la Estación Bermejo, para funcionar como receptora de ataúdes, por lo que se la conoció como la Estación Fúnebre, ubicada hoy en las calles Jean Jaures y la Av. Corrientes. El maquinista del tren era un inglés de apellido Allen, quien falleció por la misma fiebre amarilla. La desgracia de la epidemia para muchos, fue fuente de trabajo para otros, quienes fueron empleados por el cementerio. Eran personas que trabajaban durante largas jornadas, y quienes tenían dificultades de transporte dado lo alejado del lugar, decidieron vivir en la zona. Esta oportunidad no la dejó pasar don Santiago Ortúzar, un español que tenía allí tierras de muy poco valor, y realizó un loteo para venderles las tierras a los trabajadores de La Chacarita. Así nació el barrio de Villa Ortúzar.

Era tal el grado de esta epidemia que el cementerio fue clausurado por primera vez en 1875, pero siguió funcionando hasta el 9 de diciembre de 1886, cuando fue clausurado definitivamente. Las condiciones de higiene eran mínimas y existían quejas de los vecinos por la emanación de olores de los cuerpos en descomposición. Eran muchos los fallecidos por esta epidemia: en un día se llegó a inhumar 564 cadáveres. Esto también traía aparejado que el personal del cementerio no pudiera realizar solo la tarea, y el administrador pidió ayuda a la policía y a la asistencia pública. Tal fue el trabajo, que tuvieron que inhumar durante la noche alumbrados por velas y antorchas. También se sabe que fue afectado el personal del cementerio, ya que testimonios revelan que en un solo día fallecieron catorce empleados ocupados de las inhumaciones.

A principio de 1887 se exhumaron los cadáveres y fueron trasladados al osario general del nuevo Cementerio Chacarita. El 1 de julio de este año se decide que todo fallecido debe ser inhumado en este cementerio, sin excepción, quedando sin funcionar los cementerios ya existentes. El 30 de diciembre de 1896, por ordenanza se lo denomina oficialmente "Cementerio del Oeste", pero la población lo seguía llamando "Cementerio de la Chacarita", y por decreto Nro. 2.163 del 5 de Marzo de 1949 se deja como definitivo el nombre actual.

Cementerio de Flores – Cristóbal Aníbal Altamirano, cautivo por los indios, se entera de que tienen intenciones de atacar la recién fundada ciudad de Buenos Aires. Escribe un mensaje en una hoja de su libro de oraciones alertando a los pobladores de Buenos Aires, lo coloca en una calabaza, la cierra y la arroja al río donde la corriente la lleva hasta las orillas de Buenos Aires. Es encontrada por dos pescadores, Pedro Luys y Juan Manin, quienes se lo entregan a Don Juan de Garay. El día del ataque, los habitantes alertados por el mensaje, se resisten y en el

combate muere el cacique. Los indios abandonan la lucha y en la retirada los pobladores los persiguen y dan alcance, matando a muchos de ellos que quedaron tendidos en el campo. Desde ese día el lugar fue conocido como el Pago de la Matanza.

Estas tierras no tenían dueño hasta que el gobernador Hernaldo Arias de Saavedra, las regala el 3 de Abril de 1603 a Don Mateo Leal de Ayala, quien arribó a Buenos Aires procedente del Perú. Durante 100 años se suceden varias ventas y herencias hasta que en septiembre de 1708 las compra Don Fernández Agüero. A su fallecimiento, hereda su esposa María Fernández de Agüero, quien vende a Don Juan Diego Flores, casado con Antonia Fuentes el 10 de diciembre de 1776. Este matrimonio sin hijos, adopta a un pequeño que es bautizado con el nombre de Ramón Francisco Flores, quien contrae matrimonio en 1795 con Doña Micaela Suárez y tienen un hijo, el General José María Flores.

Nueve años después de su matrimonio, Ramón F. Flores junto con su amigo y apoderado Antonio Millán, funda el pueblo de San José de Flores. A la fecha de la fundación el pueblo pertenecía al partido de Morón y contaba con ochenta y seis pobladores. El 31 de mayo de 1806, se creó la primera Parroquia San José de Flores en una manzana donada por Flores y Millán. Al año siguiente, el 1 de Septiembre de 1807, se inauguró el Primer Cementerio, lindero a la iglesia. Un día después se registró la primera inhumación, que fue Don Pedro Giménez. También se inhumaron los restos de quien en vida fue Tomas Grigera, fundador de la actual localidad de Lomas de Zamora, quien era conocido con el sobrenombre de "El alcalde de las quintas".

En 1815 el pueblo cuenta con 993 pobladores y en reemplazo de la primera iglesia se inicia la construcción de la segunda, pero es interrumpida. Recién el 10 de octubre de 1830, el párroco Martín Boneo coloca la piedra fundamental de la tercera Iglesia con el padrinzago del Gral. Juan Manuel de Rosas. Esta obra se termina y es consagrada por el Obispo Mariano Medrano el 11 de diciembre de 1831. San José de Flores crece rápidamente, porque el único camino utilizado por las caravanas para trasladarse hacia el oeste pasaba por el pueblo. Este camino comienza a ser pavimentado el 28 de agosto de 1825 y se lo llamó Camino Real o Camino del Gral. Quiroga, porque por este camino pasó el ataúd con el cuerpo de Juan Facundo, después de su asesinato en Barranca Yaco. Hoy día dicho camino es la Av. Rivadavia.

Con el correr del tiempo el cementerio quedó dentro del pueblo y se resolvió su traslado al predio limitado entre calles Varela, Culpina, Tandil y Remedios. Estas tierras estaban en litigio entre dos familias, que luego del pedido para instalar el cementerio aceptaron donar las tierras, y el 20 de septiembre de 1832 se inauguró

el nuevo enterratorio. El primer cadáver recibido, es el de un militar hallado muerto de asfixia por inmersión en el terrible Barranco de Flores.

Luego de ser creada la Municipalidad de San José de Flores, por resolución del 7 de julio de 1855 se decide que el Cementerio pase a depender de la Municipalidad. Dieciocho días después se notifica al padre Ramón Otero que deberá entregar el campo santo. En 1859 el pueblo contaba con 6 579 habitantes.

El 26 de septiembre 1871 la Municipalidad declara que a partir del 1 de enero de 1872 se clausura el antiguo cementerio. El actual predio del Cementerio de Flores, ubicado entre las calles Varela, Balbastro, Lafuente y Castañares, se inauguró en 1867 a causa de la epidemia de cólera, aunque algunos autores señalan el año 1871 como la fecha de inauguración. Estas diferencias entre las distintas fuentes se debe a la falta de registros precisos y a la proximidad de las fechas de ambas pestes (cólera 1867 y fiebre amarilla 1871).

Cementerio de Recoleta – En 1583, el Rey de España permite a los Frailes Recoletos establecerse en América, mediante una Cédula Real. Cuando Juan de Garay reparte las tierras entre sus capitanes, costumbre de la época de pagar a quienes dirigían una expedición, le entrega en 1580 a Rodrigo Ortiz de Zárate, una lonja de terreno denominada "Los Ombúes". En 1607 estas tierras fueron vendidas a un capitán francés, pagando por toda la lonja con un traje para hombre, compuesto por: una capa, un par de calzones, un jubón y un colete con canutillos de oro. En 1608 compra estas tierras el Capitán Fernando de Valdéz e Inclán, pagando por ellas con una peluca, una trenza y una casaca.

Radicado el Capitán Fernando de Valdéz e Inclán en Buenos Aires, recibe la noticia de que su madre se encontraba muy delicada de salud y pedía por él. Imposibilitado de viajar a España, ya que el viaje duraba seis meses, se refugió en lo religioso y donó un terreno a la Virgen del Pilar, y prometió edificar un templo en ese lugar si su madre se sanaba. Medio año después recibe la noticia de que su madre gozaba de buena salud, pero el Capitán Valdéz no cumple con su promesa.

Es Don Juan de Narbona quien edifica una enorme propiedad en el terreno donado, con salida subterránea al río para fines "comerciales", venta de esclavos y contrabando. Consciente de su trabajo, y para limpiar su culpa y quedar bien con Dios, dona una fuerte suma de dinero a los frailes recoletos para la construcción de la Iglesia del Pilar en los terrenos adyacentes. La construcción se inició en 1724, y se inauguró el 12 de octubre de 1732.

A inicios de julio de 1822, el Ministro Bernardino Rivadavia durante el gobierno de Martín Rodríguez, por decreto convirtió los terrenos anexos a la iglesia en cementerio público, llamado "Cementerio de Miserere" o "Cementerio General del

Norte”, pero la población obviamente lo llamaba “Cementerio de la Recoleta”. El Ingeniero Próspero Catelin fue quien se ocupó del diseño de los planos y se dispuso que las sepulturas serían renovables, dejando algunas reservadas para el gobierno, que serían utilizadas para personalidades destacadas de la vida Nacional. Las dos primeras inhumaciones fueron de Juan Benito y de Doña María Dolores Maciel.

La información referente a la relación de este cementerio con la epidemia de fiebre amarilla de 1871 es contradictoria. Según un autor, esta epidemia trajo a la Recoleta a familias pertenecientes a la clase alta pudiente, quienes construyeron palacios y palacetes rodeados de imponentes parques y jardines. Pero según otros autores se dispuso la prohibición de inhumar en este cementerio a toda persona cuya causa de muerte fuera la fiebre amarilla.

En 1881 Don Torcuato de Alvear inició una renovación edilicia en el cementerio, que fue ejecutada por el arquitecto Juan Antonio Buschiazzo. En 1949, por decreto del 5 de marzo, se oficializó el nombre Cementerio de la Recoleta.

Actualmente es considerado Patrimonio Nacional y es visitado diariamente por vecinos y turistas, ya que en él se encuentra gran parte de la historia argentina. En él descansan personalidades de la vida nacional, como el Dr. Roque Saenz Peña, Dr. Nicolás Avellaneda, Ing. Emilio Mitre, Vicente López y Planes, Domingo Faustino Sarmiento, Tte. Gral. Julio A. Roca, los padres del General José de San Martín y Remedios de Escalada de San Marín, María Eva Duarte de Perón y otros destacados próceres y personajes de la vida pública.

Cementerios Británico y Alemán – Entre los cementerios existentes al inicio de la gran epidemia de fiebre amarilla (1871), estaba un pequeño cementerio ubicado en las actuales calles Pasco e Hipólito Irigoyen (actual Plaza 1º de Mayo). Era el “Cementerio de Disidentes de Victoria” y su nombre se debía a que la actual calle Hipólito Irigoyen entonces se denominaba Victoria. En él fueron inhumados los restos de protestantes, británicos, alemanes, norteamericanos y los de religión judía. En 1892, por verse colmado, fue trasladado a la sección XVI del Cementerio Chacarita. En 1914, debido a la Primera Guerra Mundial (1914-1918) fue dividido en los actuales “Cementerio Británico” y “Cementerio Alemán”. Esta división se mantiene hasta la fecha.

La Gran Epidemia de Fiebre Amarilla - Dada la importancia de la epidemia de fiebre amarilla de 1871 en la historia de los cementerios de Buenos Aires, se presenta el siguiente texto que relata los acontecimientos de la época.

Según el Censo Nacional de 1869 realizado bajo la presidencia de Sarmiento, Buenos Aires tenía 177 787 habitantes, dentro de un total de 1 830 214 para todo

el país. Sabían leer y escribir 312 011 varones y mujeres, y quedaban sin instrucción más de 330 000 niños. La población extranjera en Buenos Aires era de 88 126 personas, frente a un total de 89 661 argentinos, y fue clasificada así: italianos 44 233, españoles 14 609, franceses 14 180, uruguayos 6 177, ingleses 3 174, alemanes 2 070, suizos 1 401, portugueses 798, brasileños 733, norteamericanos 611, paraguayos 606, austríacos 544, chilenos 471, belgas 163, bolivianos y peruanos 151, varios 2 297.

Esta población crecía en "oleadas" por el ingreso incesante de inmigrantes, sin que se dispusieran desde el punto de vista sanitario las medidas necesarias para contenerla. La negligencia y no la ignorancia de sus deberes por parte de los funcionarios públicos, convertían a ciudades y asentamientos rurales en una trampa mortal para los recién llegados, que fueron de hecho las principales víctimas de esta falta de previsión y adecuación de la higiene pública.

Las únicas iniciativas de protección partían de los esfuerzos que hacía la comunidad o las organizaciones de los propios inmigrantes a través de mutuales o sociedades de beneficencia. Pero, obviamente, éstos no tenían acceso ni a las políticas de salud, ni al diseño y control de la higiene pública, ni a la sanidad de los puertos, ni muchos menos a la normativa y legislación sobre obras sanitarias y vivienda o control sobre los funcionarios públicos en el cumplimiento de sus deberes. Sin duda, la gran epidemia de fiebre amarilla fue el acontecimiento que instaló definitivamente el tema de la salud pública en el debate político y dentro de las prioridades del Estado.

En Buenos Aires, de unos 190 000 habitantes murieron 14 000. Se colmaron todos los hospitales, se habilitaron lazaretos provisionales, se despobló la ciudad, emigró el gobierno nacional, se decretó feriado en todos los ministerios y oficinas públicas, cerraron los bancos, las escuelas, las iglesias, y los comercios. Las calles quedaron desiertas, huérfanas de gente y de vehículos. En una ciudad donde el índice normal de fallecimientos diarios no llegaba a veinte, hubo momentos en que murieron más de quinientas personas por día. Por otra parte, la muerte o la huida de comerciantes e industriales determinó la clausura de sus establecimientos, y en pos de ella la suspensión de todos los negocios. Los tribunales fueron cerrados, las operaciones de créditos suspendidas y la mayor parte de los establecimientos públicos y privados sufrieron quebrantos o se arruinaron.

En Buenos Aires, la epidemia de fiebre amarilla comenzó oficialmente el 27 de enero de 1871 con tres casos identificados por el Consejo de Higiene Pública en San Telmo, barrio poblado por conventillos de inmigrantes. Pero secretamente se conocía desde mucho antes, como lo testimonia la memoria de la Junta de Sanidad. Las cifras saltaron a cinco muertes diarias entre el 2 y el 8 de febrero, de cinco a

nueve por jornada hasta el 14 del mismo mes, y alrededor diez hasta el 22. Los muertos pasaban de 20 por día desde el 23 de febrero y superaron los treinta el último día del mes. Marzo comenzó con cifras por encima de los cuarenta. Mardoqueo Navarro, testigo de estos acontecimientos, que dejó a la posteridad el testimonio de su diario personal, escribía el 4 de marzo: "La población huye. La inmigración se embarca". Efectivamente los inmigrantes se amontonaban en los consulados. En el de Italia más de 5 000 personas diariamente clamaban por sus vidas con pedidos de repatriación, pero no había cupos sino para una ínfima parte y aun muchos de los que lograron embarcar murieron en alta mar.

Ante la aparente parálisis del gobierno para enfrentar los acontecimientos, fueron los periódicos los que llamaron a la acción, muchos de ellos habían advertido y debatido la posibilidad de la epidemia; ahora ante la gravedad de los sucesos y la justificable desconfianza sobre la actuación de algunos de los funcionarios "elevaban un vocerío monocorde llamando a la acción". En buena parte la iniciativa partió de la masonería, pues en ese momento periodismo y masonería eran términos casi sinónimos, y prestamente se propaló un llamado a la acción pública. Uno de los primeros en llamar directamente al pueblo a través de su diario fue Héctor Florencio Varela desde las páginas de La Tribuna, rápidamente apoyado por Evaristo Carriego y la República de Manuel Bilbao. El pueblo debía tomar en sus manos la salvación y, como en los grandes momentos del pasado, luchar denodadamente por la vida.

De la reunión convocada por el periodismo local surgió el llamado a un mitin popular, que se realizó el 13 de marzo en la Plaza de la Victoria (Plaza de Mayo) en un momento en que arreciaba la violencia de la epidemia, y con ella la ola incontenible de terror. En medio del pavor y del histerismo general tuvo lugar la asamblea popular, donde desde temprano se reunió una multitud que alcanzó a unas 8 000 personas. El programa oficial incluía entre otros puntos: confirmar el nombramiento de la Comisión Popular, pedir al presidente de la república que impida el desembarco de inmigrantes mientras dure la epidemia, y al mismo tiempo que facilitara los fondos para el desempeño de la misión caritativa que se había impuesto. En el atrio de la Catedral y usando por tribuna una silla, quedó formalmente constituida por aclamación la Comisión Popular, cuya presidencia se confió al Dr. Roque Pérez. Ese mismo día el gobernador Emilio Castro cerraba la inmigración, y el 18 de marzo destinaba por ley la suma de 18 000 000 de pesos para combatir la epidemia. Simultáneamente la Comisión Municipal arrendaba las dependencias del Hospital Italiano para internar a las víctimas, visto que todos los establecimientos sanitarios de Buenos Aires no bastaban para cubrir la creciente demanda de atención médica, y también ordenaba habilitar un Lazareto que se

ubicó en las manzanas de las calles veinticuatro de Noviembre, México, Caridad y Venezuela. Era apenas un conjunto de cuatro malas barracas de madera en torno de un pobre edificio de ladrillos, construcciones apresuradamente levantadas, bastante precarias y sin ninguna comodidad para los enfermos ni para el personal médico. Colocado bajo la dependencia del Hospital General de Hombres con el nombre de Lazareto San Roque fue invaluablemente útil a través de toda la epidemia.

Tampoco faltó ayuda de otras organizaciones y de los propios vecinos: un caso que debe destacarse por la nobleza de su significado fue el del gran educador italiano Pedro Scalabrini, quien cedió su escuela particular "Florencio Varela" para que sirviera como improvisado hospital, y además aportó su ayuda personal en la atención de los enfermos. "Las aulas se convirtieron en salas, los pupitres fueron reemplazados por camas y el gran maestro pasó a ser arriesgado enfermero".

La sociedad de beneficencia por su parte instaló un lazareto para las enfermas de "vómito negro", teniendo como director al Dr. Adolfo Señorans y como ayudante al practicante mayor Pedro F. Roberts. Este lazareto se instaló con 25 camas y 18 enfermas que al poco tiempo aumentaron a más de 300. Fue quemado inicialmente por los vecinos hasta los cimientos y reconstruido nuevamente, funcionaba en la quinta del doctor Leslie, situada en las calles Córdoba, Paraguay, Azcuénaga y Pueyrredón. En el servicio de este lazareto murió el Dr. Señorans a la edad de 34 años.

Las calles de Buenos Aires estaban llenas de niños desamparados, que habían perdido a sus padres, hallándose librados a su propia suerte. En medio de esta desolación aparece un alma llena de amor hacia sus semejante, el canónigo D. Eduardo O'Gorman, párroco de San Nicolás de Bari, hermano del Jefe de Policía Enrique y de Camila, quien tiene la magnífica idea de fundar un hogar para los niños que recorrían las calles pidiendo limosna.

Las estadísticas sobre las víctimas de la gran epidemia de fiebre amarilla, en términos generales, coinciden con los datos que proporcionaba el cuadro de los caídos de Mardoqueo Navarro, que además los discriminaba por nacionalidades y fue el siguiente: argentinos 3 397, italianos 6 201, españoles 1 608, franceses 1 384, ingleses 220, alemanes 233, varios 571. Es decir 9 646 extranjeros, 3 397 argentinos, y 571 sin identificar.