

3. Control de mosquitos

El control sobre mosquitos se ha realizado utilizando métodos biológicos o químicos. Los primeros se basan en el uso directo o indirecto de enemigos naturales, depredadores y patógenos; es decir, el uso de poblaciones de un organismo para controlar a otro.

Una estrategia utilizada desde principios del siglo XX y que ofreció resultados positivos fue la utilización de depredadores acuáticos que consumen larvas y pupas, como los peces *Gambusia affinis*¹ y *Fundulus spp.* (Orden Ciprinodontiformes). Otros peces como la *Tilapia* y *Cyprinius* han tenido un papel importante pues remueven la vegetación acuática que provee de refugio a los mosquitos.

También se han estudiado otros organismos que pueden ejercer algún tipo de control sobre el mosquito, y se ha demostrado que el uso de bacterias esporógenas es muy importante en su control debido al alto grado de actividad letal que presentan; una de ellas es *Bacillus thuringiensis var. israelensis*², una bacteria gram positiva que produce toxinas altamente específicas contra mosquitos de los géneros *Anopheles*, *Uranotaenia*, *Culex* y *Aedes*. Al esporular, produce cristales paraesporales formados por la glicoproteína delta-endotoxina, la cual causa parálisis del epitelio intestinal, ruptura de las microvellosidades, cambios en los organelos citoplasmáticos y finalmente, la muerte de la larva.

Bacillus sphaericus, una bacteria que se encuentra en el medio natural y es muy frecuente en todo el mundo, fue registrada por la EPA en el año 1991 para luchar contra varias especies de larvas, principalmente del género *Culex*. Su modo de acción es similar a *B. thuringiensis* y el atractivo principal es su propiedad de ser más persistente en el medio ambiente y más tolerante en el agua a la materia orgánica.

El control químico busca la eliminación directa de la larva o del adulto. Los larvicidas son colocados en el agua donde se desarrolla la larva o en el ambiente propicio donde se producirá la ovoposición y posterior desarrollo de la misma. Entre los probados hoy en día para su uso se encuentran el aceite mineral, los compuestos organofosforados y los reguladores de crecimiento.

Los aceites de degradación rápida se disuelven en el agua y cubren su superficie, impidiendo la respiración de las larvas y las pupas. Los organofosforados como el temefós o fosforotionato de oxígeno, malatión o clorpirifós afectan el sistema nervioso

¹ Igual que *Aedes albopictus*, *Gambusia affinis* está incluida en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Esta especie se introdujo en todo el mundo con resultados positivos respecto a la eliminación de mosquitos, aunque se pagó un alto precio ecológico pues desplazaba las especies locales de peces con las que competía. En muchos casos, la eficacia de *Gambusia* no resultó significativamente superior al de las especies autóctonas, por lo que el éxito fue relativo.

² En 1915, el científico alemán Ernst Berliner aisló, en la región de Thüringen, una bacteria que afectaba las larvas de la mariposa *Ephestia kuehniella* (familia Pyralidae), la cual fue llamada posteriormente *Bacillus thuringiensis* o Bti (existen en Estados Unidos 26 productos Bti registrados). En 1977, en la región israeliana del Neved, se aisló una variedad de esta bacteria que demostró tener una mayor actividad larvicida. En 1983, el Bti fue registrado como insecticida por la Agencia de la Protección Ambiental (EPA), el organismo que evalúa y autoriza las licencias de los pesticidas asegurando su uso sin riesgo sanitario. En el caso de esta bacteria, no se han registrado efectos dañinos para abejas, vertebrados y humanos, por lo que es muy segura para los trabajadores sanitarios y los animales domésticos y moradores de las áreas afectadas.

del mosquito. Los reguladores de crecimiento como el metopreno mimifican una hormona juvenil e impide la metamorfosis y posterior emergencia del adulto.

El uso del tipo y formulación del larvicida dependerá de la biología del mosquito y del tipo y tamaño del hábitat, del modo de aplicarlo, del ingrediente activo del compuesto químico, de la composición química del agua y de la presencia de organismos diversos. Algunos son de acción retardada, lo que permite aplicarlos cuando el terreno aún está seco y sólo se activan cuando esta se inunda y se inicia el ciclo biológico del mosquito. Los adulticidas son aplicados en las superficies donde reposan los adultos, y la incorporación de elementos residuales los hace más efectivos a largo plazo, días o incluso meses.

Años atrás, estos productos formaron parte de un conjunto de acciones a nivel global para llevar a cabo el control de la malaria, lo cual comportaba la fumigación con DDT, dos veces al año, de las paredes interiores de las casas de los afectados³. Esto funcionó mientras los mosquitos no desarrollaron resistencia, y entonces el programa de control fue abandonado. Cabe tener en cuenta que actualmente, según la Organización Mundial de la Salud, de las 85 especies de *Anopheles* que transmiten malaria, 56 presentan resistencia a los insecticidas: 54 al DDT, 28 a los organofosforados y 19 a carbamatos y piretroides. El uso irracional y excesivo de estos insecticidas químicos, responsables de la resistencia generada por los vectores maláricos, ha comportado una alta toxicidad para los humanos y su persistencia en el ambiente, con acumulación en las grasas de animales y humanos

También se utilizan insecticidas que tengan contacto directo con los adultos, basados en la aplicación de gotas minúsculas que impacten sobre el insecto, mediante los aerosoles térmicos, “*thermal foggers*” en inglés⁴, o los aerosoles de volumen ultra bajo, los “*ultra low volume sprays*”, o ULV⁵.

Ambos productos pueden aplicarse a través de equipos de mano o motorizados, ayudándose siempre que la ocasión lo requiera de vehículos rodados, aviones y helicópteros. El uso de estos productos químicos, sin embargo, ha conseguido también que el mosquito se defienda desarrollando resistencias bioquímicas, de comportamiento e incluso genéticas.

El monitoreo es una actividad crucial para llevar a cabo un programa de control efectivo, pues persigue poder determinar la distribución, abundancia y grado de actividad patogénica a través del tiempo. La idea es contar con información suficiente que permita tomar decisiones antes que se manifieste un problema de gran magnitud, porque típicamente se ajustan a umbrales de acción o respuesta.

³ El uso del control químico en el exterior de las casas tiene una efectividad limitada, pues la luz solar, el viento o la lluvia degradan su efecto antimosquito y se han detectado incluso problemas ambientales debido al mal uso del producto.

⁴ Los “*thermal foggers*” precisan del uso de un insecticida (actualmente aquellos que contienen organofosforados, carbamatos, piretrinas y piretroides sintéticos) combinado con un combustible, habitualmente diesel o queroseno, el cual se calienta y se propaga por el ambiente del área a tratar.

⁵ El ULV consiste en una mezcla de insecticida a presión que libera una nube de pequeñas partículas que se extiende por toda la zona infestada de mosquitos.

Lámina 1.



Anopheles albimanus
Wiedemann, 1820



Anopheles darlingi
Root, 1926



Anopheles freeborni
Aitken, 1939



Anopheles gambiae
Giles, 1902



Anopheles quadrimaculatus
Say, 1824



Larva de *Anopheles* sp.



Aedes aegypti
(Linné, 1758)



Aedes albopictus
(Skuse, 1894)



Haemagogus janthinomys
Dyar, 1921



Sabethes cyaneus
(Fabricius, 1805)



Psorophora ciliata
(Fabricius, 1794)



Culex pipiens
(Linné, 1758)

Lámina 2.



Culex quinquefasciatus
Say, 1823



Mansonia sp.



Coquillettidia linealis
(Skuse, 1889)



Culiseta longiareolata
(Macquart, 1838)



Culicoides sonorensis
Wirth & Jones, 1957



Simulium sp.



Phlebotomus sp.



Lutzomyia verrucarum
(Townsend, 1913)

Lámina 3.

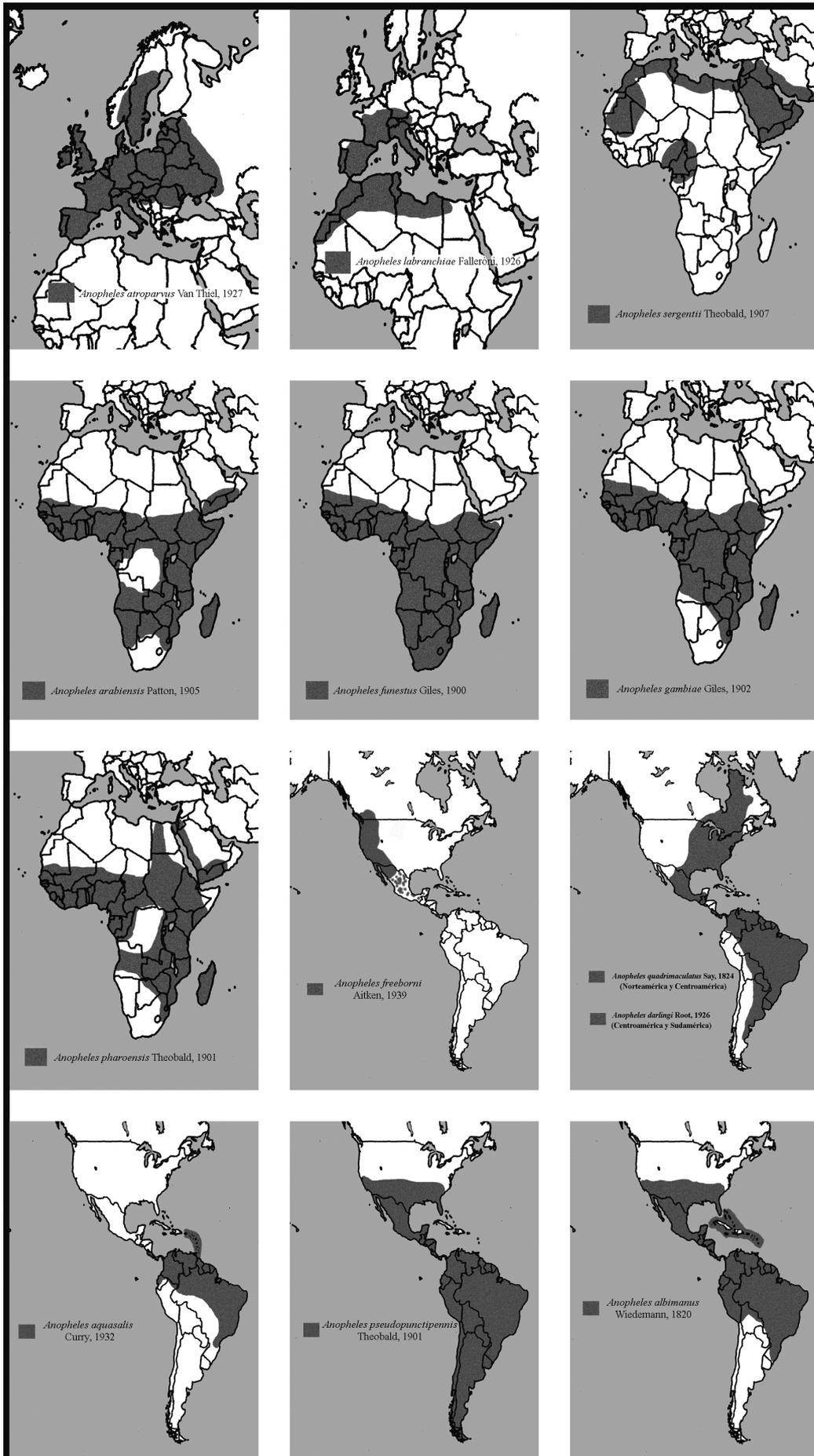


Lámina 4.

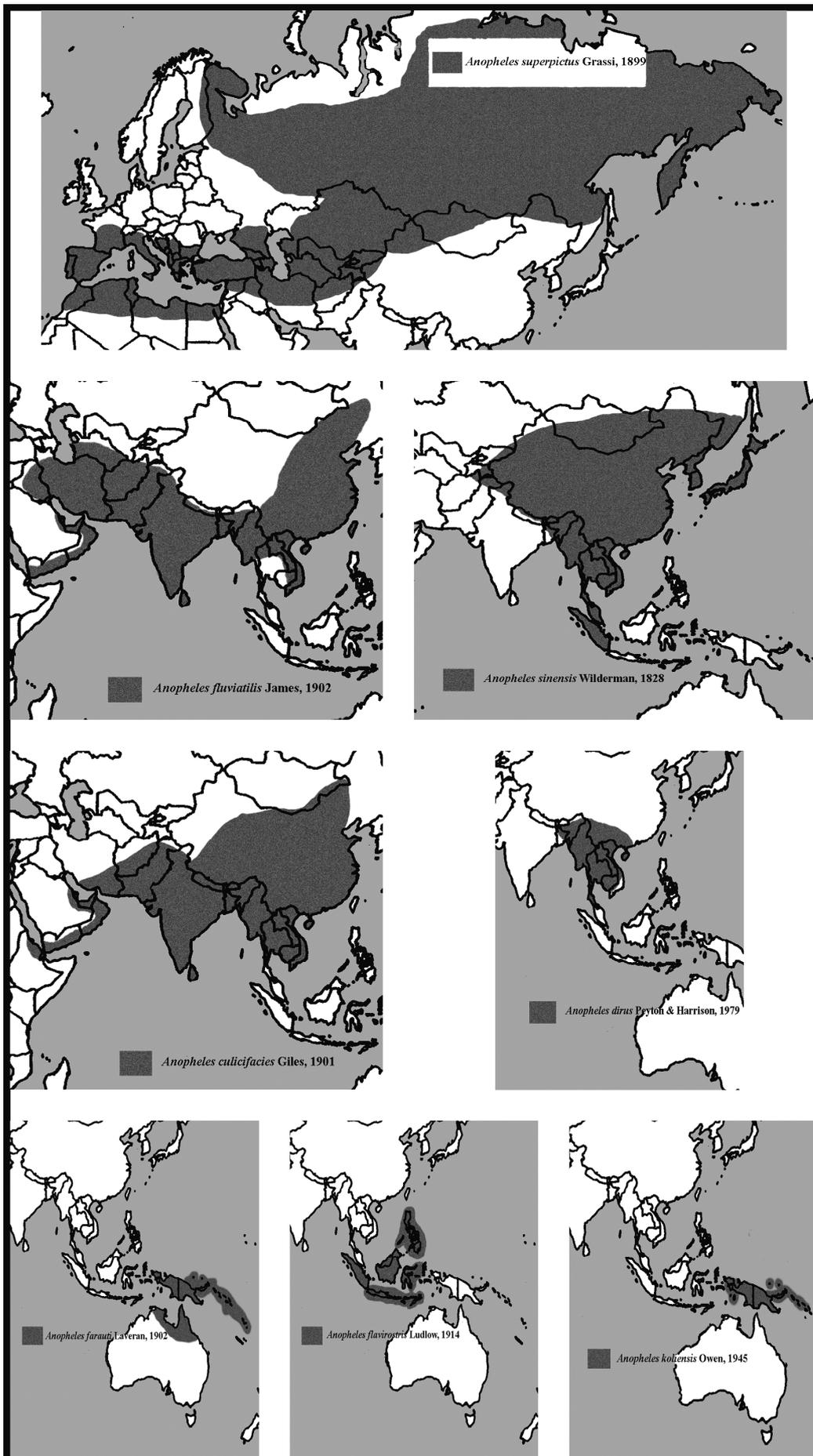


Lámina 5

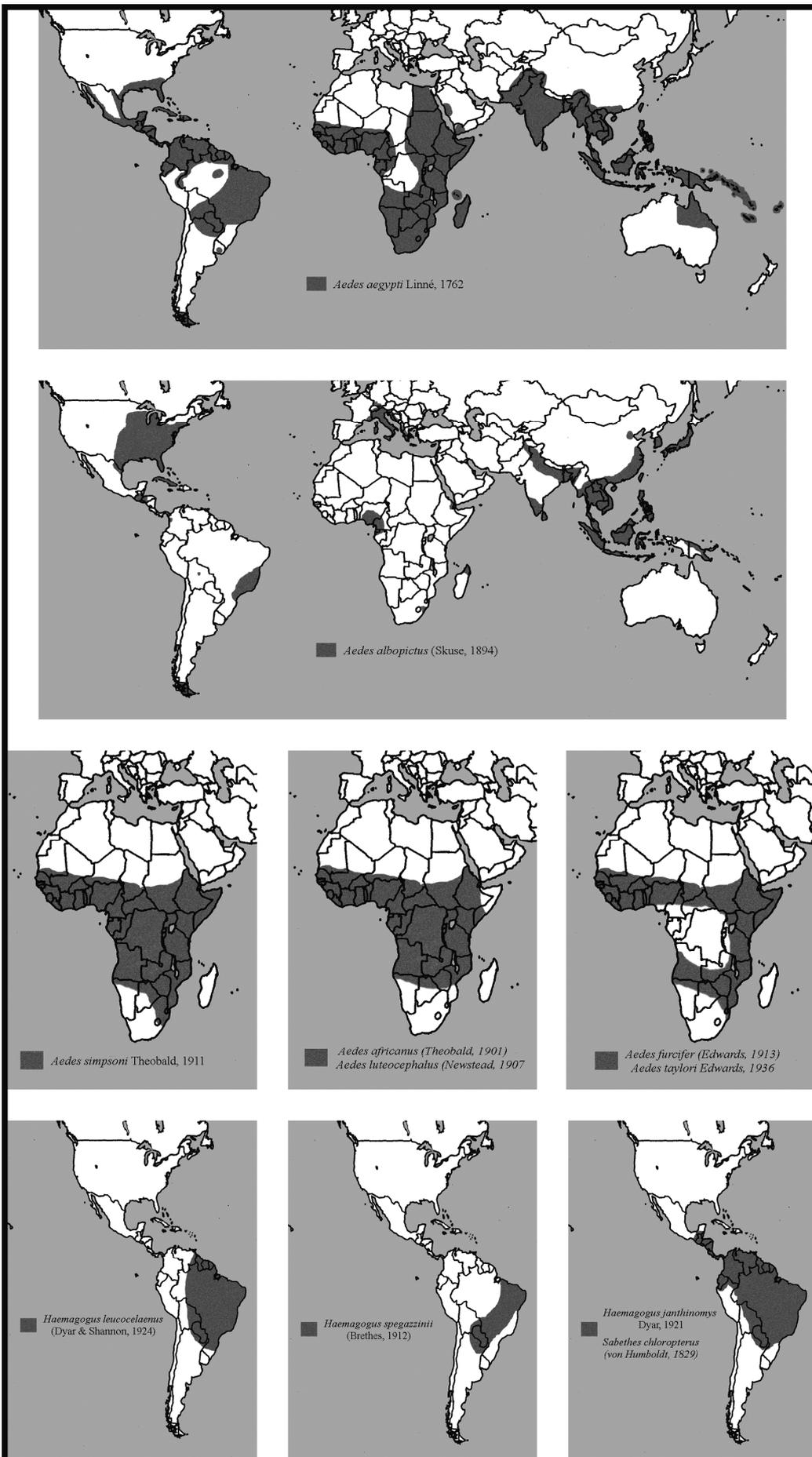


Lámina 6.

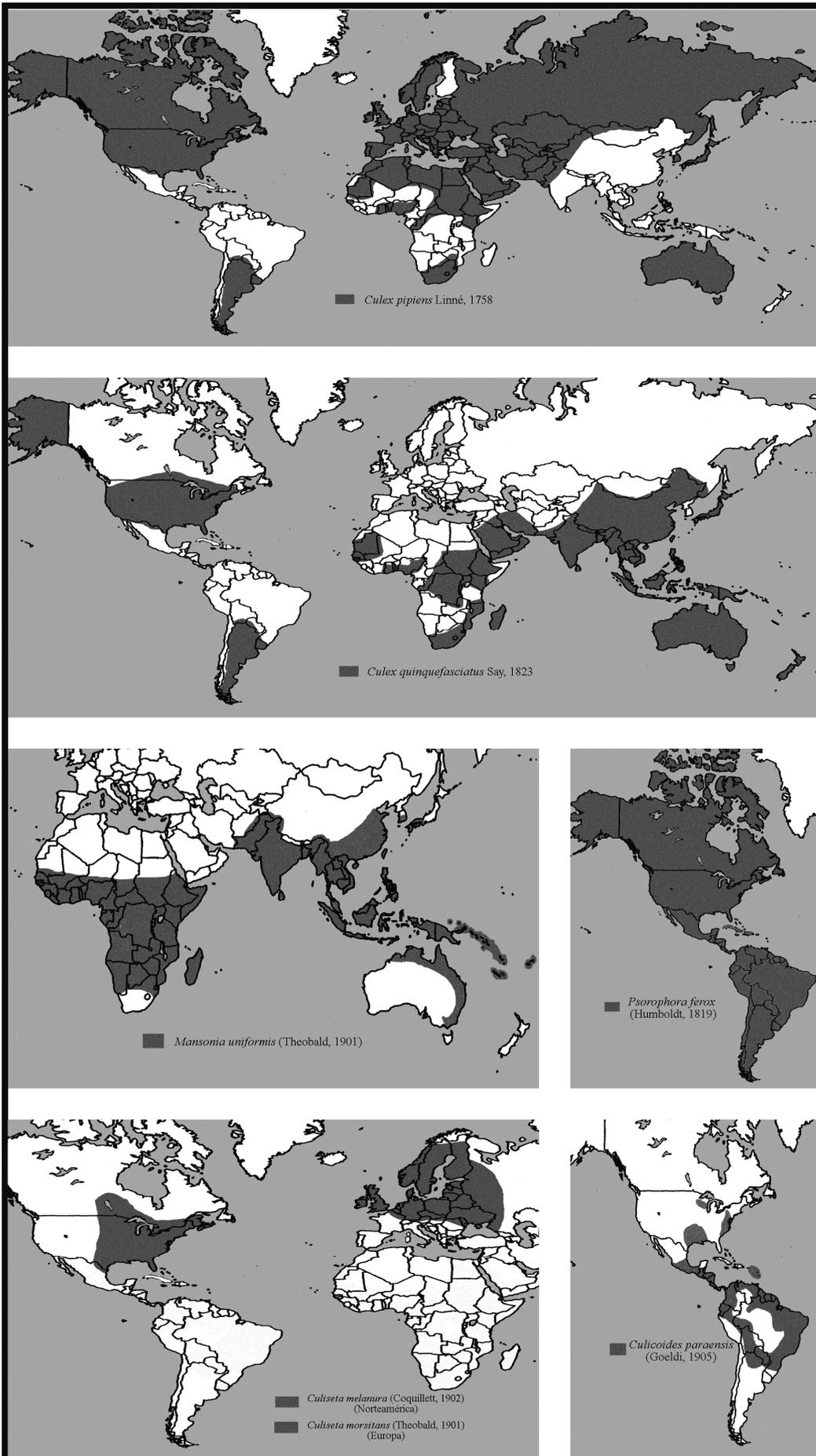


Lámina 7.

