

Bio-écologie d'*Haemagogus (Haemagogus) janthinomys* Dyar au Brésil

Établissement du cycle gonotrophique en laboratoire et estimation du taux de survie⁽¹⁾

Jean-Pierre HERVÉ⁽²⁾, Gregorio C. SÁ FILHO⁽³⁾,
Amélia P. A. TRAVASSOS DA ROSA⁽⁴⁾, Nicolas DÉGALLIER⁽²⁾

Résumé

*La durée du cycle gonotrophique d'*Haemagogus janthinomys*, établie en laboratoire, a une valeur moyenne égale à dix jours. Le taux de survie quotidien des femelles de cette espèce est estimée à 0,95 dans une forêt des environs de Belém. La courbe de mortalité théorique est déduite de ces valeurs et son intérêt épidémiologique est discuté.*

Mots-clés : *Haemagogus janthinomys* — Culicidae — Cycle gonotrophique — Taux de survie — Fièvre jaune — Brésil.

Sumário

BIOECOLOGIA DO *HAEMOGOGUS (HAEMOGOGUS) JANTHINOMYS* DYAR NO BRASIL : ESTABELECIMENTO DO CICLO GONOTRÓFICO EM LABORATÓRIO E ESTIMATIVA DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA. *A duração do ciclo gonotrófico do *Haemagogus janthinomys*, estabelecido em laboratório, tem um valor médio igual a dez dias. A taxa de sobrevivência quotidiana das fêmeas desta espécie é estimada em 0,95 em uma floresta às proximidades de Belém.*

*A curva de mortalidade teórica, estabelecida à partir deste valor, mostra que, ao fim de três meses, mais de 1 % das fêmeas de uma população de *Hg. janthinomys* ainda permanecem vivas e que, em caso de epizootia amarílica, uma importante percentagem da população destas fêmeas é suscetível de transmitir o vírus da febre amarela.*

*Os autores deduzem que *Hg. janthinomys* desempenha verdadeiramente um papel importante na epidemiologia da febre amarela no Brasil.*

Palavras chaves : *Haemagogus janthinomys* — Culicidae — Ciclo gonotrófico — Taxa de sobrevivência — Febre amarela — Brasil.

Summary

BIOECOLOGY OF *HAEMOGOGUS (HAEMOGOGUS) JANTHINOMYS* DYAR IN BRAZIL : STUDY OF THE GONOTROPHIC CYCLE IN THE LABORATORY AND ESTIMATION OF THE SURVIVAL RATE. *The duration of the gonotrophic cycle of *Haemagogus janthi-**

(1) Travail réalisé dans le cadre d'une convention Fundação S.E.S.P./CNPq/ORSTOM et ayant bénéficié de subventions de la part de ces trois organismes.

(2) Entomologiste médicale ORSTOM, Instituto Evandro Chagas, C.P. 621, 66000 Belém, Pará, Brésil.

(3) Entomologiste médical à l'I.E.C., même adresse.

(4) Virologue à l'I.E.C., même adresse.

nomys, determined in the laboratory, has a mean value of ten days. The daily survival rate of females in a forest near Belém equals 0,95.

The theoretical mortality curve, established from that value, shows that, after three months, more than 1 % of the females are yet alive. Thus, during an epizootic of yellow fever, an important fraction of females are able to transmit the virus. The authors assume that *Hg. janthinomys* may play an important role in the yellow fever epidemiology in Brazil.

Key words : *Haemagogus janthinomys* — Culicidae — Gonotrophic cycle — Survival rate — Yellow fever — Brazil.

1. Introduction

Le virus amaril a été isolé à partir d'*Haemagogus janthinomys* Dyar, 1921, à plusieurs reprises tant au Brésil que dans le reste de la région néotropicale (Boshell-Manrique et Osorno-Mesa, 1944 ; Laemmert *et al.*, 1946 ; Waddell et Taylor, 1946 ; Causey et Maroja, 1959 ; Aitken, 1960 ; Causey *et al.*, 1961 ; Pinheiro *et al.*, 1981 ; Hoch *et al.*, 1981 ; Travassos da Rosa *et al.*, sous presse). Ce moustique s'est, en outre, avéré apte à transmettre expérimentalement la fièvre jaune (Antunes et Whitman, 1937 ; Bates et Roca-Garcia, 1945a et b ; Bates et Roca-Garcia, 1946a). Son aire de répartition est très vaste. Elle intéresse l'ensemble des forêts d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud jusqu'au nord de l'Argentine (Arnell, 1973) et coïncide avec l'aire d'endémicité amarile.

Le pouvoir de transmission de cette espèce reste cependant à évaluer. Son taux de survie est, à cet égard, un élément dont la connaissance apparaît indispensable (Fine et LeDuc, 1978 ; Cornet *et al.*, 1980 ; Scott *et al.*, 1983). Nous nous sommes donc proposés d'établir, en laboratoire, la durée du cycle gonotrophique d'*Hg. janthinomys* et d'en déduire le taux de survie de la population naturelle dont proviennent les femelles de notre expérience.

2. Matériel et méthodes

2.1. ZONE D'ÉTUDE

Les femelles d'*Hg. janthinomys* ont été récoltées dans l'enceinte de l'I.P.E.A.N (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuarias do Norte), dans la nappe de forêt amazonienne enserrant, au nord et à l'est, la ville de Belém (1°28' S, 47°55' W). Cette forêt, non inondable, est du type humide sempervirent (Rizzini, 1979). Le climat est équatorial.

En février 1982 (période correspondant au milieu de la saison des pluies), la température moyenne était à Belém de 26°C avec une température maximum moyenne de 31°8 et une température minimum moyenne égale à 23°. L'humidité relative est restée comprise entre 80 et 94 % avec une moyenne égale à 87 %, tandis que la pluviométrie était de 324,8 mm.

2.2. PRINCIPE

Lorsqu'il y a concordance gonotrophique, la durée du cycle gonotrophique d'une espèce culicidienne peut être estimée par l'intervalle de temps séparant deux repas sanguins successifs.

Hg. janthinomys est une espèce qu'il est très difficile de maintenir en élevage et nous n'avons pu obtenir que les femelles de cette espèce s'alimentent jusqu'à réplétion en captivité. Elles ont donc été capturées sur appât et gorgées au moment de la capture. L'intervalle de temps entre le repas de sang et la ponte (correspondant aux deuxième et troisième phases de Becklemishev, *in* Detinova, 1963) a été mesuré. La durée moyenne de la première phase de Becklemishev (repos après la ponte et recherche de l'hôte) a été établie par la mesure de l'intervalle de temps séparant la ponte des premières tentatives des femelles de s'alimenter, même s'il ne s'agissait que de la prise d'une très petite quantité de sang.

La durée du cycle gonotrophique a été obtenue par addition des différentes phases de Becklemishev ainsi obtenues.

2.3. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Les femelles d'*Hg. janthinomys* ont été capturées sur appât humain ⁽¹⁾ le 11 février 1982. Elles ont eu toute aptitude à se gorger jusqu'à réplétion au moment de la capture. Après confirmation de leur identité spécifique, elles ont été placées individuelle-

(1) La réalité de la protection vaccinale anti-amarile du personnel ayant participé à cette expérience a été préalablement confirmée au moyen de tests sérologiques.

ment dans des piluliers cylindriques en matière plastique (diamètre = 2,5 cm ; hauteur = 5 cm) dont le fond et les parois étaient garnis de papier filtre (Bates et Roca-Garcia, 1945a). Le tube est fermé au sommet au moyen d'un tissu moustiquaire sur lequel est disposé quotidiennement un morceau de coton imbibé d'eau distillée sucrée. Le papier filtre est maintenu humide en permanence. Il en résulte, à l'intérieur du tube, une humidité relative toujours voisine de 100 %. La température pendant l'expérience est restée comprise entre 27 et 29°C.

L'âge physiologique de la population de femelles d'*Hg. janthinomys* a été estimé par la méthode de Detinova (*op. cit.*) sur un échantillon de femelles capturées dans la même localité, le 12 février 1982.

3. Évaluation de la durée du cycle gonotrophique d'*Hg. janthinomys*

268 femelles d'*Hg. janthinomys* ont été récoltées, gorgées sur homme et ramenées au laboratoire. Seules 125 d'entre elles (47 %) ont pondu ; les autres femelles sont mortes en élevage.

3.1. TEMPS SÉPARANT LE REPAS DE LA PONTE (fig. 1)

Les femelles ont pondu entre les 4^e et 26^e jours ayant suivi leur repas sanguin. 89 % d'entre elles ont pondu entre les 5^e et 14^e jours. L'existence de pontes au-delà du 15^e jour (11 % de la totalité, répartis sur dix jours) est certainement due à un phénomène de rétention de ponte.

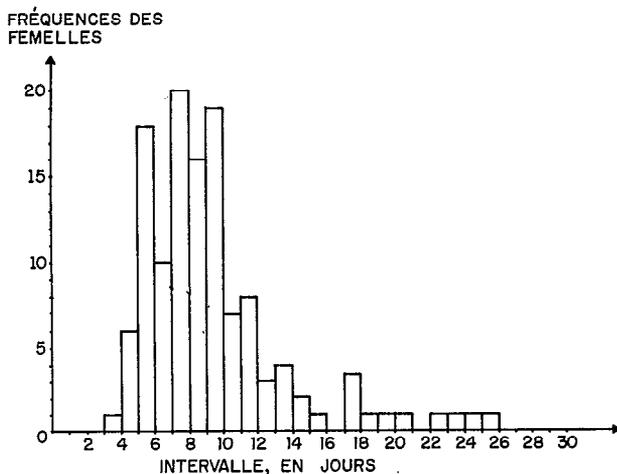


FIG. 1. — Fréquence des femelles déposant une ponte, en fonction du nombre de jours séparant cette observation de celle du repas sanguin

Un pic de fréquence très net existe entre les valeurs six et dix jours (66 % des observations). La valeur modale correspond au 8^e jour, tandis que la médiane est située entre les 8^e et 9^e jours. La durée moyenne des phases deux et trois de Becklemishev a donc été estimée à huit jours.

3.2. TEMPS SÉPARANT LA PONTE DU REPAS SUIVANT

Cette durée n'a pu être évaluée expérimentalement pour tous les individus, car une partie des femelles sont mortes. Sa valeur a cependant été établie à partir des 65 femelles survivantes. Cette durée est restée comprise entre 24 et 48 heures, 48 heures constituant la valeur la plus souvent rencontrée (77 % des cas). La durée de la première phase de Becklemishev a donc été estimée à deux jours.

3.3. DURÉE TOTALE DU CYCLE GONOTROPHIQUE

La durée du cycle gonotrophique d'*Hg. janthinomys* (somme des phases un, deux et trois de Becklemishev) est donc comprise entre sept jours (5 + 2) et seize jours (14 + 2), alors que la durée moyenne du cycle est égale à dix jours.

A noter que, au cours d'expériences visant à étudier la transmission du virus amaril de singe à singe par l'intermédiaire d'*Hg. janthinomys* (Antunes et Whitman, 1937 ; Bates et Roca-Garcia, 1945a et b), l'intervalle entre deux repas consécutifs, chez les femelles de ce moustique, a varié entre 10 et 21 jours. Ces données, à la fois fragmentaires et faussées par les conditions expérimentales (l'intervalle entre deux repas, déterminé pour les besoins de l'expérience, ayant été imposé aux moustiques), restent cependant tout-à-fait compatible avec notre évaluation de la durée du cycle gonotrophique.

3.4. ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES APRÈS LA PONTE

43 des 125 femelles ayant pondu ont été disséquées pour connaître l'état physiologique de leurs ovaires.

72 % d'entre elles ont des follicules au stade II de Christophers (Christophers *et al.*, 1928). Neuf femelles possèdent, en outre, de trois à cinq œufs résiduels. Il s'agit, dans tous les cas, de femelles ayant accompli un cycle gonotrophique normal.

Les 28 % de femelles restantes présentent, en l'absence de toute trace de sang résiduel, des follicules au stade II joints à quelques follicules au stade IV. Il s'agit toujours de femelles qui ont pondu avant le 9^e jour. Leur ponte est toujours peu impor-

tante (entre un et treize œufs). Il pourrait s'agir de femelles ayant pris un repas sanguin insuffisant pour permettre la maturation de la totalité de leurs œufs. Autrement dit, dans le cas de la prise d'un repas de sang incomplet, les femelles d'*Hg. janthinomys* seraient susceptibles de développer quelques œufs jusqu'à maturation. Ainsi l'importance de la ponte d'une femelle de cette espèce pourrait-elle être fonction, entre autre, du volume de sang ingéré par cette dernière.

4. Évaluation du taux de survie

Le taux de survie quotidien a été calculé grâce à la formule de Coz *et al.* (1961), modifiée pour les moustiques dont la première ponte ne nécessite qu'un seul repas sanguin (Germain *et al.*, 1977) :

$$T_s = \sqrt[c]{\frac{P}{NP + P}} \text{ ou encore Taux de survie} =$$

$\sqrt[c]{\text{taux de parturité}}$ où c représente la durée moyenne du cycle gonotrophique exprimée en jours, P le nombre de femelles paires et NP le nombre de femelles nullipares.

Le taux de parturité de la population de femelles d'*Hg. janthinomys* a été établi à partir d'un échantillon de 134 femelles récoltées le 12 février 1982 à l'I.P.E.A.N. Il était alors égal à 61,2 % (82 femelles paires). La valeur du taux de survie a été calculée :

$$T_s = \sqrt[10]{0,6119} \text{ soit } T_s = 0,952$$

Cette valeur est très élevée. Elle permet de tracer la courbe de mortalité théorique d'une population de femelles d'*Hg. janthinomys* à cette période de l'année (fig. 2). De l'analyse du profil de cette courbe, on peut déduire que, en février :

- la population de femelle d'*Hg. janthinomys* est diminuée de moitié entre les 14^e et 15^e jours ; elle est réduite au dixième de sa valeur le 46^e jour ;
- au bout de deux mois, plus de 5 % de la population est encore vivante et il faut attendre 93 jours (plus de trois mois) pour que ne survive que 1 % de la population.

Les données, déjà disponibles, relatives à la durée de vie d'*Hg. janthinomys* sont très peu nombreuses. En laboratoire, Bates et Roca-Garcia (1946b) ont obtenu la transmission du virus de la fièvre jaune par l'intermédiaire d'*Hg. janthinomys*, 60 jours après le repas infectant, ce qui implique,

pour ce moustique, une longévité d'au moins deux mois, dans les conditions de l'expérience. Causcy *et al.* (1950) ont recapturé des femelles d'*Hg. janthinomys* sept jours après leur lâcher. Il s'agit d'un chiffre très inférieur à la longévité réelle du moustique, mais c'est le seul dont nous disposons *in natura*.

5. Discussion

5.1. CRITIQUE DE LA MÉTHODE

Notre expérience a été réalisée en laboratoire. On peut donc penser que la durée du cycle gonotrophique, telle que nous l'avons obtenue ici, diffère légèrement de sa durée réelle dans la nature. Deux phénomènes ont pu intervenir pour influencer nos résultats :

- une rétention de ponte consécutive au fait que les femelles captives ne rencontrent pas, dans les conditions de l'expérience, le gîte de ponte idéal ;
- un raccourcissement du cycle dû au fait que la phase de recherche de l'hôte est quasi inexistante dans les conditions de laboratoire.

Il convient de remarquer qu'il s'agit de deux phénomènes aux effets antagonistes. On peut donc considérer nos résultats comme une première approximation qu'il conviendra de préciser dans les conditions naturelles.

5.2. COMMENTAIRES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Antunes et Whitman (1937) ont réalisé la transmission expérimentale du virus de la fièvre jaune de singe à singe avec *Hg. janthinomys* après un délai de 14 jours suivant l'infection des moustiques. Bates et Roca-Garcia (1945a), quant à eux, ont obtenu la contamination de singes par piqûres après des délais variant de 10 à 17 jours. Ces mêmes auteurs (Bates et Roca-Garcia, 1945b) ont montré que, lorsque la température reste comprise entre 24 et 27°C, la durée du cycle extrinsèque du virus amaril chez cette espèce varie de 20 à 24 jours, tandis qu'à la température constante de 30°C cette durée est ramenée à 13-15 jours. Ils ont également démontré que la durée du cycle extrinsèque est de 12 jours lorsque la température, au cours des 24 heures, est égale à 25°C pendant 20 heures et à 35°C pendant 4 heures (moyenne journalière voisine de 26°C) (Bates et Roca-Garcia, 1946b). En fait, c'est très certainement cette alternance 25-35°C qui se rapproche le plus des conditions naturelles auxquelles sont soumis les

moustiques, lesquels, en canopée, ne subissent des températures relativement élevées que pendant des temps assez courts (correspondant au milieu de la journée).

Il en résulte que, dans les conditions de température rencontrées dans la nature, la durée de deux cycles gonotrophiques (20 jours) est largement suffisante pour permettre la transmission de la fièvre jaune par *Hg. janthinomys*. Autrement dit, environ 37 % de la population des femelles qui se sont contaminées sur un singe virémique est susceptible de transmettre le virus amaril (fig. 2). En outre, au bout de trois mois, plus de 1 % de cette population de moustiques sera encore infectée.

Haemagogus janthinomys est une espèce que l'on rencontre en canopée (Galindo *et al.*, 1950 ; Galindo et Trapido, 1957 ; Aitken *et al.*, 1968) où elle fait preuve d'une forte primatophilie (Davis, 1945 ; Martinez, 1950). Son cycle d'agressivité fait correspondre son maximum d'activité avec les heures les plus chaudes de la journée (Kumm et Novis, 1938 ; Causey et Santos, 1949 ; Aitken *et al.*, *op. cit.* ; Dégallier *et al.*, 1978), c'est-à-dire avec la période de repos des singes. Autrement dit il existe un étroit contact entre ce vecteur potentiel de la fièvre jaune et les singes qui sont les seuls hôtes vertébrés, actuellement connus avec certitude, de cette arbovirose. Ce moustique peut se rencontrer, en certaines circonstances, au niveau du sol où il pique alors très volontiers l'homme (Galindo *et al.*, *op. cit.* ; Galindo et Trapido, 1955). Enfin la valeur de son taux de survie, établi ici expérimentalement, est très élevé.

POURCENTAGE
DE FEMELLES
SURVIVANTES

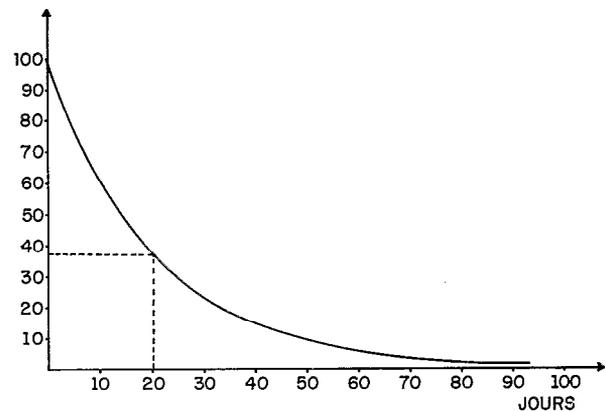


FIG. 2. — Courbe théorique de mortalité des femelles d'*Hg. janthinomys* à Belém. Le pourcentage de femelles ayant accompli deux cycles gonotrophiques — point signalé sur la courbe — correspond à l'abscisse 20 jours (voir texte, parag. 5)

Ces données écologiques sont autant de facteurs en faveur de l'hypothèse selon laquelle *Hg. janthinomys* jouerait un rôle important à la fois dans la transmission du virus de la fièvre jaune entre singes et dans le passage du virus à l'homme (Hervé *et al.*, sous presse), même si cette espèce n'est jamais rencontrée en abondance tant au canopée qu'au sol.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 9 septembre 1985.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN (T. H. G.), 1960. — A survey of Trinidadian arthropods for natural virus infections (August 1953 to December 1958). *Mosq. News*, 20, 1 : 1-10.
- AITKEN (T. H. G.), WORTH (C. B.), et TIKASINGH (E. S.), 1968. — Arbovirus studies in Bush-Bush forest, Trinidad, W.I., september 1959-december 1964. III. Entomologic studies. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 17, 2 : 253-268.
- ANTUNES (P. C. A.), et WHITMAN (L.), 1937. — Studies on the capacity of mosquitoes of genus *Haemagogus* to transmit yellow fever. *Am. J. Trop. Med.*, 17, 6 : 825-831.
- ARNELL (J. H.), 1973. — Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXII. A revision of the genus *Haemagogus*. *Contr. Am. Entomol. Inst.*, 10, 2, 174 p.
- BATES (M.) et ROCA-GARCIA (M.), 1945a. — Laboratory studies of the *Saimiri-Haemagogus* cycle of jungle yellow fever. *Am. J. Trop. Med.*, 25, 3 : 203-216.
- BATES (M.) et ROCA-GARCIA (M.), 1945b. — The douroucouli (*Aotus*) in laboratory cycles of yellow fever. *Am. J. Trop. Med.*, 25, 5 : 385-389.
- BATES (M.), et ROCA-GARCIA (M.), 1946a. — Experiments with various colombian marsupials and primates in laboratory cycles of yellow fever. *Am. J. Trop. Med.*, 26, 4 : 437-453.
- BATES (M.), et ROCA-GARCIA (M.), 1946b. — The development of the virus of yellow fever in *Haemagogus* mosquitoes. *Am. J. Trop. Med.*, 26, 5 : 585-605.
- BOSHELL-MANRIQUE (J.) et OSORNO-MESA (E.), 1944. — Observations on the epidemiology of jungle yellow fever in Santander and Boyaca, Colombia, september 1941 to april 1942. *Am. J. Hyg.*, 40 : 170-181.
- CAUSEY (O. R.), CAUSEY (C. E.), MAROJA (O. M.), et MACEDO (D. G.), 1961. — The isolation of Arthropod-Borne Viruses, including members of two hitherto undescribed serological groups, in the amazon region of Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 10, 2 : 227-249.
- CAUSEY (O. R.), KUMM (H. W.) et LAEMMERT (H. W.), 1950. — Dispersion of forest mosquitoes in Brazil : further studies. *Am. J. Trop. Hyg.*, 30 : 301-312.

- CAUSEY (O. R.) et MAROJA (O.), 1959. — Isolation of yellow fever virus from man and mosquitoes in the amazon region of Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 8, 3 : 368-371.
- CAUSEY (O. R.) et SANTOS (G. V. dos), 1949. — Diurnal mosquitoes in an area of small residual forest in Brazil. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 42 : 471-482.
- CHRISTOPHERS (S. R.), SINTON (J. A.), et COVELL (G.), 1928. — How to do a malaria survey. Health Bulletin n° 4. Malaria Bureau n° 6, Government of India, Central Publication Branch, Calcutta, 147 p.
- CORNET (M.), GERMAIN (M.), HERVÉ (J.-P.), et MOUCHET (J.), 1980. — Virus-mosquitoes relationships, in : Proceedings Int. symp., « New aspects in ecology of arboviruses ». Smolenice June 11-15, 1979, Bratislava. *Inst. Virol. Slovak. Acad. Sci. ed.*, 567 : 245-255.
- COZ (J.), GRUCHET (H.), CHAUVET (G.), et COZ (M.), 1961. — Estimation du taux de survie chez les anophèles. *Bull. Soc. Path. exot.*, 54 : 1353-1358.
- DAVIES (D. E.), 1945. — A comparison of mosquitoes captured with an avian bait and human bait. *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 47 : 252-256.
- DÉGALLIER (N.), PAJOT (F.-X.), KRAMER (R.), CLAUSTRE (J.), BELLONY (S.) et LE PONT (F.), 1978. — Rythmes d'activité des Culicidés de la Guyane Française (Diptera, Culicidae). *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 16, 1 : 73-84.
- DETINOVA (T. S.), 1963. — Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âge les diptères présentant une importance médicale, notamment certains vecteurs du paludisme. *Org. Mond. Santé, série monogr.*, n° 47, Genève, 220 p.
- FINE (P. E. M.), et LEDUC (J. W.), 1978. — Towards a quantitative understanding of the epidemiology of Keystone virus in the eastern United States. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 27, 2 : 322-338.
- GALINDO (P.) et TRAPIDO (H.), 1955. — Forest canopy mosquitoes associated with the appearance of sylvan yellow fever in Costa-Rica, 1951. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 4 : 543-549.
- GALINDO (P.) et TRAPIDO (H.), 1957. — Forest mosquitoes associated with sylvan yellow fever in Nicaragua. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 6, 1 : 145-152.
- GALINDO (P.), TRAPIDO (H.) et CARPENTER (S. J.), 1950. — Observations on diurnal forest mosquitoes in relation to sylvan yellow fever in Panama. *Am. J. Trop. Med.*, 30 : 533-574.
- GERMAIN (M.), HERVÉ (J.-P.) et GEOFFROY (B.), 1977. — Variation du taux de survie des femelles d'*Aedes africanus* (Theobald) dans une galerie forestière du sud de l'Empire Centrafricain. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. et Parasitol.*, 15, 4 : 291-299.
- HERVÉ (J.-P.), DÉGALLIER (N.), TRAVASSOS da ROSA (A. P. A.), SÁ FILHO (G. C.), sous presse. — A febre amarela silvestre no Brasil e os riscos de propagação urbana. *Hileia Médica*.
- HOCH (A. L.), PETERSON (N. E.), LEDUC (J. W.) et PINHEIRO (F. P.), 1981. — An outbreak of Mayaro virus disease in Beltera, Brazil. III. Entomological and ecological studies. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 30, 3 : 689-698.
- KUMM (H. W.) et NOVIS (O.), 1938. — Mosquito studies on the ilha of Marajó, Pará, Brazil. *Am. J. Hyg.*, 27, 3 : 498-515.
- LAEMMERT (H. W.), FERREIRA (L.) et TAYLOR (R. M.), 1946. — An epidemiological study of jungle yellow fever in an endemic area of the Brazil. Part II. Investigation of vertebrate hosts and arthropod vectors. *Am. J. Trop. Med.*, Suppl., 26, 6 : 23-69.
- MARTINEZ (A.), 1950. — Algunas capturas de mosquitos en la localidad y alrededores do pocitos en la provincia de Salta (Dipt. Culicidae). *Mis. Est. Pat. Reg. Argentina*, 21, 77 : 61-63.
- PINHEIRO (F. P.), FREITAS (R. B.), TRAVASSOS da ROSA (A. P. A.), GABBAY (Y. B.), MELLO (W. A.) et LEDUC (J. W.), 1981. — An outbreak of Mayaro virus disease in Beltera, Brazil. I. Clinical and virological findings. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 30, 3 : 674-681.
- RIZZINI (C. T.), 1979. — Tratado de fitogeografia do Brazil, Hucited, EDUSP, vol. II, 374 p.
- SCOTT (T. W.), Mc LEAN (R. G.), FRANCOY (D. B.) et GARD (C. S.), 1983. — A simulation model for the vector-host transmission system of a mosquito-borne avian virus, Turlock (Bunyaviridae). *J. Med. Entomol.*, 20, 6 : 625-640.
- TRAVASSOS da ROSA (A. P. A.), HERVÉ (J.-P.), VASCONCELOS (P. F. C.) et TRAVASSOS da ROSA (J. F. S.), sous presse. — Febre amarela silvestre no estado do Pará, 1984. *Boletim Epidemiológico do S.E.S.P. (Ministerio da Saude, Brasil)*.
- WADDELL (M. B.) et TAYLOR (R. M.), 1946. — Studies on cyclic passage of yellow fever virus in South American mammals and mosquitoes. II. Marmosets (*Callithrix penicillata* and *Leontocebus chrysomelas*) in combination with *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med.*, 26, 4 : 455-463.