

PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE VIGILANCIA DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS EN ZONAS COLINDANTES CON LA CARRETERA TRANSAMAZONICA EN BRASIL.

IV. ESTUDIO ENTOMOLOGICO¹

Donald R. Roberts,² Alfred L. Hoch,² Norman E. Peterson³ y Francisco P. Pinheiro⁴

De noviembre de 1974 a noviembre de 1976, se efectuó un estudio entomológico en zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Brasil, con el propósito de definir la distribución de las poblaciones de insectos hematófagos según el hábitat y la ubicación de dichos insectos en el tiempo y en el espacio. En este trabajo se describen y analizan las características de los grupos de insectos vectores.

Introducción

Los estudios en gran escala de los agentes que provocan las enfermedades han tratado del problema más importante: la

presencia de agentes etiológicos en la población, mediante el aislamiento de dichos agentes y/o mediante pruebas serológicas para confirmar la existencia de infecciones anteriores. Es evidente la necesidad de aislar y caracterizar los agentes que provocan enfermedades en el hombre. Además, para poner en claro el probable mecanismo de adquisición de las enfermedades, con frecuencia se emplean los datos serológicos acerca de la variación según las estaciones y la distribución según la edad y el sexo, concierne a determinadas enfermedades que afectan a una población (1). Cuando se estudian específicamente las enfermedades transmitidas por insectos, también es importante contar con datos cuantitativos sobre la distribución temporal y espacial de los vectores y huéspedes reservorios, es decir, la caracterización de las agrupaciones de vectores y huéspedes que se han formado en relación con las poblaciones humanas, o de las agrupaciones que se asocian con hábitat naturales que pueden ser invadidos por el hombre.

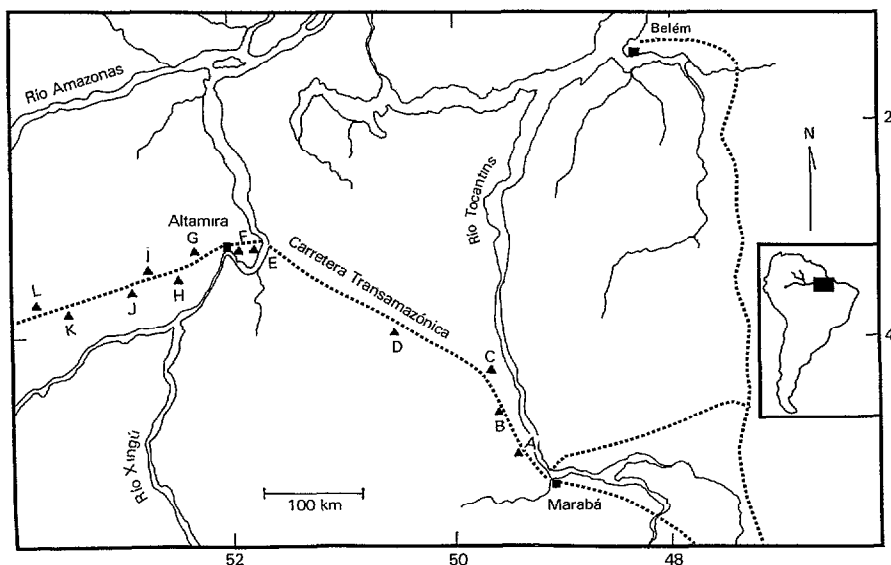
¹ Este programa se llevó a cabo bajo los auspicios del Ministerio de Salud Pública de Brasil. Las investigaciones se efectuaron en el Instituto Evandro Chagas, Belém, Pará, Brasil, según el Proyecto BRA 4311 de la OPS, respaldadas por el Contrato para Investigaciones No. DAMD 17-74-G-9378, U.S. Army Medical Research and Development Command, Office of the Surgeon General, Washington, D.C. Las opiniones aquí expresadas son las de los autores y no deben interpretarse como oficiales ni reflejan las opiniones del Departamento del Ejército. Las solicitudes de separatas deben dirigirse a: Reprints Section, Division of Academic Affairs, Walter Reed Army Institute of Research, Walter Reed Army Medical Center, Washington, D.C. 20012. Este artículo es el último de una serie de cuatro. El primero, que se refiere a la ecología de la región, se publicó en el *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, Vol. 91, No. 2, 1981; el segundo, sobre la epidemiología de las infecciones por arbovirus, apareció en el Vol. 91, No. 3, 1981, del *Boletín*, y el tercero, acerca del estudio de los mamíferos, se incluyó en el Vol. 91, No. 4, 1981, de esa publicación.

² Departamento de Entomología, Walter Reed Army Institute of Research, Walter Reed Army Medical Center, Washington, D.C. 20012.

³ Ecólogo, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Brasilia, D.F., Brasil 70.000.

⁴ Director del Instituto Evandro Chagas, Fundação de Serviços da Saúde Pública, Belém, Pará, Brasil 66.000.

FIGURA 1—Mapa de la región estudiada, cercana a la Carretera Transamazónica. Las letras A a L designan cada uno de los 12 sitios de recolección de muestras.



De noviembre de 1974 a noviembre de 1976, se llevó a cabo un programa de estudio de los insectos en zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil, con el fin de obtener información acerca de la distribución de los insectos hematófagos según el hábitat y la ubicación temporal y geográfica. Nuestro propósito específico era caracterizar los hábitat existentes, de acuerdo con sus respectivas agrupaciones de insectos, que tuvieran mayores probabilidades de participar en la transmisión de enfermedades a los colonos, y también determinar las probables circunstancias del contacto entre los vectores y el ser humano. Con este fin, el programa de muestreo se proyectó de tal manera que su meta fundamental fuera la obtención de muestras uniformes con señuelos humanos. Simultáneamente se reunieron más datos en las mismas zonas, mediante otros programas de estudio relacionados con el hombre y los animales (1, 2). La finalidad de este informe es ofrecer una descripción de la región estudiada y de los métodos empleados, ade-

más de comunicar las observaciones preliminares sobre la ecología del mosquito y sobre el papel que desempeñan los insectos como plagas y vectores de enfermedades del hombre en la región amazónica.

Materiales y métodos

Zonas estudiadas. Se efectuó un estudio de rutina en sitios escogidos, desde el río Araguaya, al este de Marabá, Pará, hasta 160 km al oeste de Altamira (figura 1). Abarcaba una distancia de aproximadamente 800 km, a través de bosques vírgenes, caracterizados como bosque tropical veranero siempreverde (3). Ya se han proporcionado antes detalladas descripciones ecológicas y sociológicas de la región (1, 4-7). La colonización de las zonas que bordean la carretera se efectuó sobre la base de parcelas de tierra (100 ha) llamadas lotes, cada uno de ellos ocupado por una familia. En cada lote existían por lo menos cuatro hábitat evidentes: terreno desbrozado, vegetación secundaria, bosque tropical

CUADRO 1—Descripción de 12 sitios de estudio colindantes con la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil. De 1974 a 1976, se realizó el muestreo ordinario de esos sitios para estudiar los insectos importantes desde el punto de vista de la salud.

Sitios de recolección	Descripción general de los sitios			Descripción de la casa del colono y del tronco de árbol			
	Ubicación (gleba-lote)	Arroyos o ríos existentes	Agua estancada en ha	Tipo de casa ^a	Relieve del lugar donde está la casa ^b	Distancia (m) hasta el lindero del bosque ^c	Distancia (m) hasta un río o depósito de agua ^c
A	G05 L05	Arroyo	1.0-1.5	B/P	PB/PA	500/100	75/45
B	G29 L03	Arroyo	1.5-1.0	M/F	TLL/PB	875/275	125/875
C	G38 L06	Arroyo	1.0-1.5	P/P	PA/PA	92/50	150/350
D	G66 L09	Ninguno	0.5-0.75	B/P	PB/PB	475/40	250/--
E	G20 L09	Río	2.0-3.0	M/F	PB/PB	35/45	500/500
F	G18 L04	Arroyo	Charcas después de las lluvias	M/F	PA/TLL	140/75	100/0
G	G10 L01	Ninguno	Ninguna	M/F	PA/TLL	90/90	—
H	G12 L05	Arroyo	Ninguna	M/F	PB/PA	75/250	290/150
I	G35 L01	Arroyo	Ninguna	B/P	PA/PA	800/100	375/300
J	G36 L07	Arroyo	Charcas después de las lluvias	L/F	PA/PA	30/30	55/50
K	G51 L03	Arroyo	Charcas por inundación	B/P	TLL/TLL	550/260	520/290
L	G62 L02	Arroyo	2.0-2.5	P/P	TLL/PB	25/20	150/20

^a Materiales empleados en la construcción de paredes y techos (B=barro, P=hojas de palma, M=madera, F=fibra de asbesto y L=ladrillos).

^b Descripción general del relieve del suelo del lugar donde se instaló el sitio de recolección, en la casa de un colono o en el tronco de un árbol (PB=parte baja de una pendiente, PA=parte alta de una pendiente y TLL=terreno llano).

^c Desde la casa del colono/tronco del árbol.

en el nivel del suelo y bóveda arbórea. Se realizó el muestreo ordinario en un total de 12 lotes que colindaban con la carretera, descritos en el cuadro 1. La altura de los árboles que sobresalían, la bóveda y los troncos de los árboles eran de 20 a 30 m, de 10 a 18 m y de 10.5 a 14.5 m, respectivamente.

Métodos de recolección. Se recolectaron insectos en una serie de hábitat diferentes en cada lote, durante gran parte del día y de la noche, mediante distintos métodos de recolección. Hubo tres equipos de recolección con dos personas por equipo, uno en la zona de Marabá y dos en la de Altamira. En cada lote se tomaron muestras durante dos días cada tres semanas; para cada dos días de recolección se emplearon 25 señuelos humanos, cuatro trampas de luz durante las dos

noches y dos recolecciones de una hora con una trampa de Shannon. Las recolecciones ordinarias se efectuaron de acuerdo con un programa uniforme y se revisaron continuamente los registros de campo para verificar que aquellas se realizaban adecuadamente. Se llevó un registro de los datos ecológicos y meteorológicos de cada recolección. Durante todo el programa se puso énfasis en el empleo de señuelos humanos con el fin de lograr la captura selectiva de las especies más antropofílicas. A medida que se posaban los insectos, se aspiraban con un aspirador bucal y se colocaban en envases de cartón de 0.473 dm³, tapados con una red de mallas finísimas. Durante los 15 minutos de una captura típica con señuelo humano, se recogían únicamente los insectos que se posaban en las piernas y brazos del reco-

lector. Se empleó este método uniforme pues, si era necesario, una sola persona podía realizar la recolección.

Los ejemplares, una vez muertos, se conservaron en nitrógeno líquido. El traslado a grandes distancias por malos caminos producía graves daños a estos materiales crioconservados, pero pudieron reducirse empleando tanques de 10 litros en el campo, que semanalmente se vaciaban en un tanque de almacenamiento en cada laboratorio de campo (uno en Marabá y otro en Altamira). El contenido de estos depósitos se enviaba por avión todos los meses al Instituto Evandro Chagas en Belém, Brasil, donde se conservaban los ejemplares a -70°C para su posterior identificación sobre una mesa refrigerada. Se identificaron hasta ejemplares de la familia Culicidae (mosquitos) y muestras escogidas de Ceratopogonidae (jejenes que pican). Solo los ejemplares de los géneros *Wyeomyia*, *Culex*, *Haemagogus* y *Chagasia* presentaron serios problemas de identificación. Si bien recientemente se ha realizado una revisión del género *Haemagogus* (8), no se completó la traducción al portugués de las claves taxonómicas hasta el final del programa de estudio. Los ejemplares de Psychodidae (mosquitos sangradores de la arena) y Simuliidae (mosquitos negros) solo fueron separados según el sexo y contados.

Análisis de los datos. Se analizaron los datos concernientes a los mosquitos utilizando tres índices para el estudio de la fauna, a saber, el índice de abundancia de las especies (IAE) (9), el "cociente de similitud" (CS) (10) y el "porcentaje de similitud" (%S) (11). Aplicando estos tres índices a los datos de la recolección con señuelos humanos, se obtuvo la mayor parte de la información relacionada con la distribución de las poblaciones de mosquitos.

El IAE sirvió para establecer una clasificación de las especies de un hábitat, se-

gún su distribución espacial y abundancia numérica.⁴ Mediante la fórmula de "IAE normalizado", se transformaron los índices de abundancia de las especies para obtener una escala de valores de 0.0 a 1.0 para cada hábitat según la hora (9). El índice de %S mide el grado de similitud de la fauna de dos sitios en términos de la composición de las especies.⁵ El CS compara la cantidad de ejemplares de diversas especies correspondientes a dos muestras o grupos de muestras.⁶ Este último índice resulta influido por el tamaño de la muestra (o grupos de muestras) (12). Se utilizaron diagramas reticulares para analizar los índices y determinar las características similares de las poblaciones.

Resultados

Se recolectó un total de 76,804 insectos hematófagos durante el programa ordinario de estudio de 12 sitios colindantes con la Carretera Transamazónica en Brasil. Existen discrepancias entre esta cifra total y las estadísticas posteriores porque las colecciones misceláneas de insectos, por ejemplo, ejemplares de Tabanidae, se

⁴ Una vez que se clasificaron las especies según su abundancia numérica en cada uno de los cuatro sitios, se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{IAE} = \frac{a + R_j}{K}$$

en la cual c = la categoría de mayor valor numérico + 1, a = c multiplicada por el número de sitios en que no existía la especie, R_j = la suma de las categorías asignadas por especie y K = el número de sitios de recolección. El IAE normalizado se determina con esta fórmula:

$$\frac{c - \text{IAE}}{c - 1}$$

⁵ El índice se obtiene sumando los porcentajes más bajos de las especies encontradas en ambas muestras (hábitat):

$$\%S = \% \text{ mfn. } (a, b, c, \dots \times).$$

⁶ El CS pone de relieve las especies raras (9), ya que da más importancia al número de especies encontradas en ambos hábitat:

$$\text{CS} = \frac{2j}{a + b}$$

(en esta fórmula, j = el número de especies que tienen en común, a = el número de especies en el hábitat A, y b = el número de especies en el hábitat B).

CUADRO 2—Cantidades medias de insectos hematófagos capturados mediante señuelos humanos en 12 sitios de zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Brasil, de 1974 a 1976.

Período y hábitat	Número de horas/hombre (número de recolecciones)	Cantidad media de ejemplares reunidos por hora/hombre				Cantidad total de picaduras por hora/hombre
		Simuliidae	Ceratopogonidae	Phlebotomidae	Culicidae ^a	
Día						
Bosque	712.5 (1,414)	1.15	1.13	0.46	4.0	6.74
Vegetación secundaria	484 (832)	3.53	0.07	<0.01	1.83	5.44
Ambiente peridomiciliario	207 (223)	5.49	<0.01	0	0.13	5.63
Bóveda arbórea	844 (844)	3.27	0.34	<0.01	2.08	5.70
Noche						
Bosque	958 (1,165)	0.22	2.00	7.73	6.11	16.06
Ambiente peridomiciliario	782 (935)	0.12	0.77	0.05	11.61	12.55

^a Las cantidades de las muestras (denominadores) no siempre fueron idénticas a las correspondientes a otros grupos de insectos porque se tabularon los ejemplares de culicidos solo en algunas muestras.

contaron pero no se incluyeron en los estudios más detallados. La mayoría de los insectos se obtuvieron mediante la recolección con 6,546 señuelos humanos, 1,176 trampas de luz CDC y 564 trampas de Shannon, y las cifras totales de ejemplares de Simuliidae, Ceratopogonidae, Psychodidae y Culicidae llegaron a 6,745, 4,267, 27,647 y 28,145, respectivamente. Alrededor del 28, 99.7, 25.2 y 63.6% de los psicódidos, simúlidos, ceratopogónidos y culicidos, respectivamente, se recolectaron empleando señuelos humanos.

En el cuadro 2 se presentan las cantidades relativas de insectos hematófagos atraídos por señuelos humanos, clasificados según el hábitat y la hora. Entre los insectos hematófagos, que pican durante el día, predominaron los mosquitos negros en el ambiente peridomiciliario. Estos mosquitos actuaban únicamente durante el día y se encontraron en los 12 sitios de recolección. Los jejenes se mostraban activos en el bosque durante el día, pero la noche era el momento de su actividad máxima. Si bien su distribución nocturna reveló cierta preferencia por el

bosque, también actuaban en el ambiente peridomiciliario. Por el contrario, los mosquitos de la arena no se aventuraban fuera del bosque y se mostraban activos principalmente por la noche. Fue muy raro encontrar mosquitos en el medio peridomiciliario durante el día, pero ese fue el hábitat en que desarrollaban mayor actividad cuando oscurecía.

En tres sitios escogidos al azar, se intentaron numerosas recolecciones de insectos en el interior de las casas por medio de señuelos humanos (cuadro 3). Fueron muy pocos los ejemplares capturados dentro de las casas durante la noche.

En total, 14 géneros de culicidos estuvieron representados en las muestras reunidas con señuelos humanos. Según la abundancia, estos géneros se clasificaron en forma arbitraria en importancia mayor, intermedia o menor (cuadro 4). *Anopheles* y *Mansonia* figuran como géneros de mayor importancia por el sorprendente predominio numérico de sus ejemplares. En las muestras reunidas durante la noche se identificó un porcentaje elevado de ejemplares de *Culex*, mientras que, en las muestras obtenidas durante el día, dicho

CUADRO 3—Cantidades medias de culicidos recolectados por hora/hombre en el interior de tres casas cercanas a la Carretera Transamazónica, de noviembre de 1975 a noviembre de 1976. Las cifras se basan en un total de 265 muestras distintas, obtenidas con señuelos humanos y durante un periodo de 15 min. para cada muestra.

Especies	Cantidad reunida por hora/hombre
<i>Aedes scapularis</i>	0.016
<i>Anopheles nuñeztovari</i> ^a	0.194
<i>oswaldoi-ininii</i> ^a	0.016
<i>triannulatus</i>	0.062
<i>Coquillettidia lynchii</i>	0.001
<i>venezuelensis</i>	0.023
<i>Culex corniger</i>	0.001
<i>coronator</i>	0.039
<i>quinquefasciatus</i>	0.001
<i>Mansonia humeralis</i>	0.039
<i>titillans</i>	0.536
<i>Psorophora cingulata</i>	0.001
<i>Trichoprosopon digitatum</i>	0.016
<i>Uranotaenia colosomata</i>	0.001
<i>Anopheles</i> spp.	0.031
<i>Culex</i> spp.	0.023
	1.000

^a Las claves disponibles no eran adecuadas para una identificación fidedigna de estas especies.

porcentaje fue del 9.5%. Los ejemplares del subgénero *Melanoconion* constituyeron la mayor parte (56%) de los *Culex* reunidos durante el día, mientras que, durante la noche, solo llegaron al 31.8%.

En cada hábitat se calcularon los índices normalizados de abundancia de las especies de Culicidae tanto en las muestras diurnas como nocturnas (cuadro 5). Sesenta y cuatro especies estaban representadas en los 12 sitios de estudio y en ocho de ellas los índices normalizados variaron entre 0.67 y 1.0. Tres de las ocho especies predominaban juntas en las muestras diurnas correspondientes al suelo del bosque, a saber, *Psorophora albipes* (Theobald), *Trichoprosopon digitatum* (Rondani) y *Wyeomyia aporonoma* (Dyar y Knab), *Sabethes chloropterus* (von Humboldt) y *S. glaucodaemon* (Dyar

y Shannon) fueron las especies dominantes en la bóveda arbórea. Una sola especie, *Anopheles nuñeztovari* (Gabaldon), se obtuvo durante la noche con una frecuencia y en cantidades relativamente elevadas en la zona de vegetación secundaria cercana a las casas. Otras dos especies de anofeles, *A. oswaldoi* (Peryassu) y *A. triannulatus* (Neiva y Pinto), resultaron sistemáticamente abundantes en las muestras diurnas y nocturnas reunidas en el bosque, pero en los hábitat de vegetación secundaria se las encontró únicamente de noche.

En otras cinco especies el IAE alcanzó valores intermedios; dichas especies

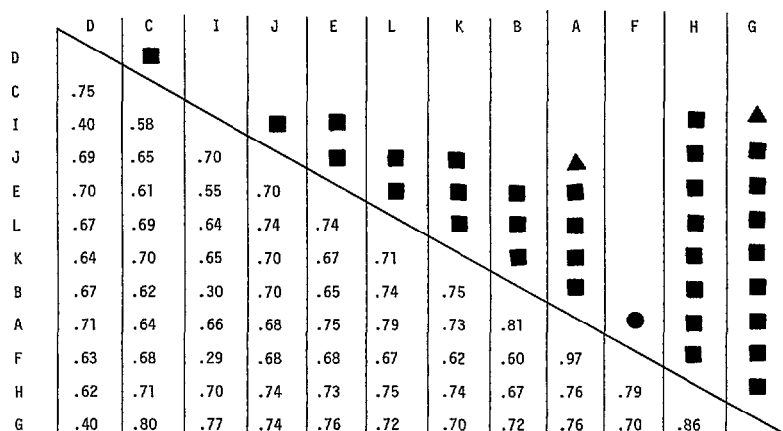
CUADRO 4—Porcentaje de ejemplares identificados como especie en cada uno de los 14 géneros. Los ejemplares se obtuvieron mediante señuelos humanos en muestras reunidas a nivel del suelo, en 12 sitios de estudio cercanos a la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil.

Géneros ^b	Porcentaje identificado como especie ^a	
	Muestras diurnas	Muestras nocturnas
Géneros mayores		
<i>Anopheles</i>	86.7	99.1
<i>Mansonia</i>	100.0	99.9
Géneros intermedios		
<i>Wyeomyia</i>	19.2	—
<i>Coquillettidia</i>	85.4	36.3
<i>Sabethes</i>	75.2	—
<i>Psorophora</i>	70.5	95.7
<i>Culex</i>	9.5	32.1
<i>Aedes</i>	91.6	39.1
<i>Haemagogus</i>	33.7	—
Géneros menores		
<i>Trichoprosopon</i>	77.8	94.7
<i>Límatus</i>	67.4	—
<i>Chagasia</i>	—	48.5
<i>Uranotaenia</i>	—	—
<i>Orthopodomyia</i>	—	—

^a No se calcularon los porcentajes cuando se había reunido un total de menos de 50 ejemplares.

^b Se enumeran los géneros según el orden descendente de su abundancia numérica en las muestras reunidas con señuelos humanos; los géneros se clasificaron según el número total de ejemplares atrapados: géneros menores = 0 a 600 ejemplares, géneros intermedios = 600 a 3,000 ejemplares y géneros mayores = 3,001 ejemplares o más.

CUADRO 6—Diagrama reticular de las cifras del "cociente de similitud" de 12 sitios cercanos a la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil, concernientes a los mosquitos (culicidos) recolectados mediante señuelos humanos. Se calcularon esos valores según los datos combinados de todas las muestras obtenidas en diversos hábitat de cada sitio (■ = CS de 70 a 79; ▲ = CS de 80 a 89; ● = CS de 90 a 99).



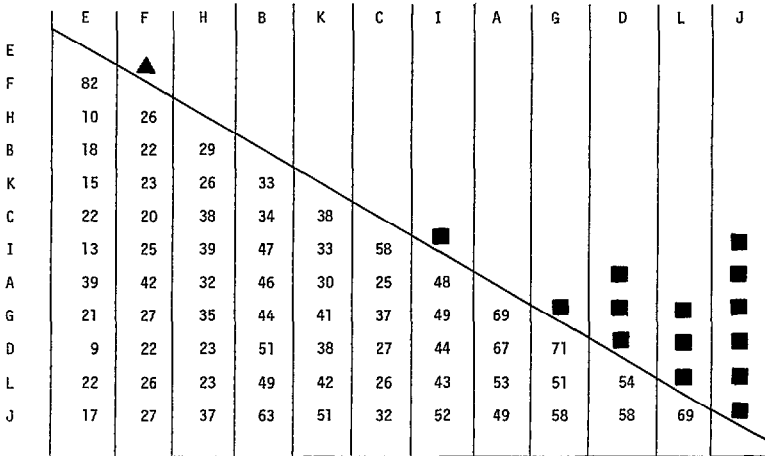
tenían importancia por su distribución temporal y espacial. *Coquillettidia venezuelensis* (Theobald) estuvo representado por índices inferiores a 0.50 en las muestras diurnas y nocturnas reunidas en el bosque al nivel del suelo y en las muestras nocturnas recogidas en la vegetación secundaria. En otra especie de interés, *Haemagogus leucoclaenus* (Dyar y Shannon), el valor del índice obtenido a nivel del suelo fue casi igual al correspondiente a la bóveda arbórea. En otras dos especies, *Limatus durhamii* (Theobald) y *S. bipartipes* (Dyar y Knab), los valores del IAE fueron más elevados en las muestras diurnas obtenidas en la vegetación secundaria que en las reunidas de noche en ese mismo hábitat o, a cualquier hora, en otros hábitat. Las hembras adultas de *Mansonia titillans* (Walker) fueron relativamente más abundantes en las muestras nocturnas recogidas en la vegetación secundaria.

Los valores del CS de las muestras obtenidas con señuelos humanos y agrupadas por lote fueron uniformemente altos y no se encontraron relaciones geográficas en

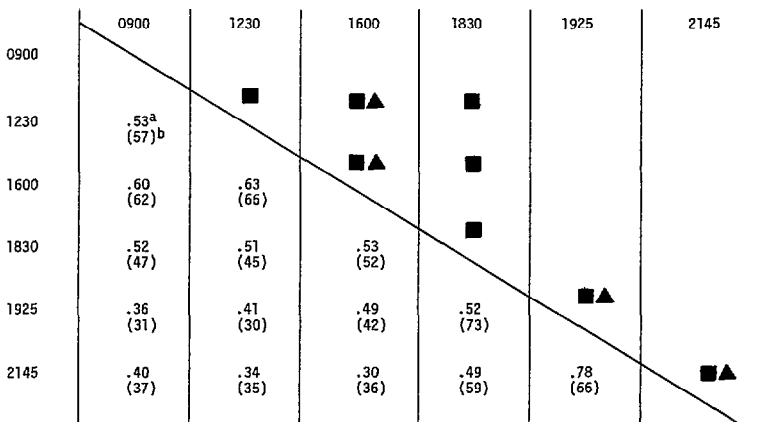
la composición de las especies (cuadro 6). Se calcularon estos índices del CS en aproximadamente 461 muestras por sitio, que incluyeron recolecciones diurnas y nocturnas realizadas en zonas despejadas y en el bosque (a nivel del suelo y en los troncos de los árboles). Los índices obtenidos con las muestras reunidas al atardecer cerca de las casas de los colonos y en el bosque resultaron ligeramente inferiores. Los valores del CS obtenidos al comparar las muestras reunidas en la bóveda arbórea de distintos lotes fueron también invariablemente superiores a 0.5.

Las cifras del %S fueron uniformemente más bajas (con una mayor variación de los índices) que las del CS (cuadro 7). Los índices elevados obtenidos al comparar algunos sitios, por ejemplo, el E y el F, y los índices bajos obtenidos con otros, revelaron que la abundancia numérica de las especies variaba considerablemente de un sitio a otro. No existieron diferencias notables en las cifras del %S entre los lotes en el caso de: 1) las muestras agrupadas reunidas con señuelos humanos en todos los hábitat y períodos; 2) las muestras ob-

CUADRO 7—Diagrama reticular de las cifras del “porcentaje de similitud” de 12 sitios cercanos a la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil, concernientes a los mosquitos (culicidos) recolectados mediante señuelos humanos. Se calcularon esos valores según los datos combinados de todas las muestras obtenidas en diversos hábitat de cada sitio, de 1974 a 1976 (■ = %S de 51 a 75; ▲ = %S de 76 a 100).



CUADRO 8—Diagrama reticular de los valores medios del “cociente de similitud”^a y el “porcentaje de similitud”^b de intervalos de recolección, según la hora del día, en 12 sitios cercanos a la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil. Las recolecciones mediante señuelos humanos se efectuaron en los bosques de cada sitio, de 1974 a 1976 (■ = CS > 0.5; ▲ = %S > 60).



^a Valores del CS.
^b Valores del %S.

tenidas con señuelos humanos en el bosque al atardecer, y 3) las muestras reunidas con señuelos humanos cerca de las casas. Las cifras más elevadas del %S correspondieron a las muestras recogidas en la bóveda arbórea.

Otros análisis de las cifras del CS y el %S revelaron relaciones en el tamaño y la composición de las especies de las muestras según la hora de recolección (cuadro 8). En el período de muestreo al atardecer, ambos índices alcanzaron cifras intermedias entre las logradas durante el día y las correspondientes a la noche. Además, en el caso de los dos índices, el muestreo de las 09.00 h era ligeramente más parecido al de las 16.00 h que al del mediodía.

También se aplicaron los índices para comparar los métodos de muestreo y los hábitat de cada uno de los 12 lotes. Los valores medios del CS que resultaron al comparar los métodos de muestreo fueron superiores o iguales a 0.5 (cuadro 9). Los valores medios del %S en las mismas comparaciones fueron bajos, excepto cuando se consideraron las muestras obtenidas con trampas de Shannon y las reunidas con señuelos humanos; en este caso, dichas cifras fueron relativamente altas.

No hubo diferencias muy notables en los valores del CS o del %S al comparar el bosque con las zonas despejadas, ya fuera considerando las muestras logradas con trampas de luz o las obtenidas mediante señuelos humanos. Sin embargo, tanto las cifras del CS como las del %S resultaron bajas cuando se compararon las muestras reunidas con señuelos humanos en la bóveda arbórea con las obtenidas a nivel del suelo.

Discusión

Los datos que presentamos en este trabajo proporcionan una breve descripción de la distribución temporal y espacial de

CUADRO 9—Valores medios del “cociente de similitud” (CS) y del “porcentaje de similitud” (%S), concernientes a los culícidos recolectados en diversos hábitat con tres métodos de recolección, empleados en 12 sitios de estudio cercanos a la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil, de 1974 a 1976.

Tipos de recolección	Valores medios de los índices de 12 sitios	
	CS	%S
En el bosque, a nivel del suelo y por la noche		
Trampas de luz comparadas con trampas de Shannon	0.52	37
Trampas de luz comparadas con la captura mediante señuelos humanos	0.50	35
Trampas de Shannon comparadas con la captura mediante señuelos humanos	0.59	58
Comparación de las muestras reunidas en el bosque con las obtenidas en las zonas despejadas, por la noche		
Trampas de luz	0.61	53
Captura mediante señuelos humanos	0.53	47
En el bosque, muestras diurnas reunidas mediante señuelos humanos		
Comparación de las muestras obtenidas en los troncos de los árboles con las reunidas a nivel del suelo	0.36	18

los insectos hematófagos a los que están expuestos los colonos de zonas colindantes con la Carretera Transamazónica. El perfeccionamiento de esta descripción se ve limitado por la confusión taxonómica que caracteriza a los grupos estudiados.

La identificación de los insectos constituyó uno de los mayores obstáculos para lograr los objetivos de nuestro estudio. No se intentó identificar ejemplares de simúlidos y flebotomos, grupos muy complejos en lo que concierne a su taxonomía, fundamentalmente porque los recursos humanos y el tiempo necesarios para una identificación precisa estaban más allá de

las posibilidades del proyecto. Se hizo un importante esfuerzo para identificar todas las especies de culícidos y, en 1975, se comenzó también a tratar de identificar las especies de ceratopogónidos. Puesto que en el caso de estos últimos se requieren procesos de aclaramiento, disección y montaje, solo se prepararon para la identificación sublotos de las muestras obtenidas en el campo (los resultados se informarán por separado).

Si bien se han estudiado más los culícidos que las otras tres familias, no pudimos identificar las especies de los diversos géneros con la misma facilidad y seguridad. Aun culícidos tan estudiados como los anofeles presentaron problemas de taxonomía. Por ejemplo, al concluir el programa de estudio se descubrió que los ejemplares que habíamos identificado como *A. oswaldoi* incluían otra especie (*Anopheles ininüi*, Senevet y Abonnenc) que antes no se sabía que existía en Brasil (13). Además, encontramos poblaciones de: 1) variantes individuales de una especie como *A. nuñeztovari*, 2) una especie nueva, o 3) poblaciones de *A. aquasalis* recolectadas en el interior (14). Aunque algunos ejemplares se clasificaron de manera tentativa como *A. aquasalis*, no podemos estar absolutamente seguros de su identidad. Encontramos problemas más difíciles en la identificación de las especies de *Wyeomyia* (el tercer género en importancia numérica), *Culex* (en especial el subgénero *Melanoconion*) y *Chagasia* (cuadro 4). Estos resultados confirman la necesidad urgente de otros estudios taxonómicos de los insectos más importantes desde el punto de vista de la salud, que habitan la cuenca amazónica.

Se analizaron los datos concernientes a las muestras reunidas con señuelos humanos para obtener cálculos estimados de la abundancia relativa de las especies en el tiempo y en el espacio, determinada por las densidades absolutas de las poblaciones y por la atracción que tiene el

hombre para las especies existentes. Se pueden comprender las influencias recíprocas de estos dos factores al considerar el efecto de dos situaciones particulares sobre nuestros cálculos de la abundancia relativa: 1) la presencia, en poblaciones de densidad elevada, de una especie no atraída por los señuelos humanos, y 2) la presencia, en poblaciones de escasa densidad, de una especie muy atraída por el hombre, por ejemplo, *Anopheles darlingi* (Root). La primera situación no influiría sobre los cálculos de la abundancia relativa, mientras que la segunda produciría efectos importantes. Es evidente que la atracción ejercida por el hombre y la densidad de la población de insectos son factores esenciales en cualquier evaluación de un posible vector de enfermedades. La atracción del hombre es difícil de evaluar y es posible que algunas especies capturadas mediante señuelos humanos no se hubieran alimentado con la sangre del huésped. Sin embargo, como no se cuenta con pruebas contradictorias no parece probable que las especies que prefieren alimentarse de sangre específica, no humana, se posen de ordinario en los señuelos. No obstante, se admite que este fenómeno podría explicar en parte el número escaso de ejemplares de algunas especies reunidas con el método mencionado.

A pesar de que encontramos que muchas especies sudamericanas eran atraídas por los señuelos humanos, la mayoría de los ejemplares recogidos estaba constituida por relativamente pocas especies. Aitken (15) ha comunicado resultados similares. La fuerte atracción que tiene el hombre se comprobó también al observar que las muestras reunidas con trampas de Shannon y con señuelos humanos se asemejaban más, tanto cualitativa como cuantitativamente, que las muestras recogidas con trampas de Shannon y de luz. Si bien en estos dos últimos métodos se emplea la luz para atraer a los

insectos, la similitud de las muestras reunidas con señuelos humanos y con trampas de Shannon tal vez refleje la influencia decisiva de la presencia continua del hombre cuando se emplea ese último método. Así, las muestras en cuya obtención la presencia del ser humano ha sido un factor importante deben proporcionar una descripción precisa de los insectos que probablemente pican al hombre en determinadas condiciones. Pensamos que esto se aplica en particular a los datos que presentamos en este informe, puesto que se reunieron grandes cantidades de muestras uniformes tanto durante 1) todas las estaciones en el transcurso de dos años, como 2) la mayoría de las horas del día en que la población humana estaba en actividad.

La evaluación del hombre como fuente de alimentación de insectos hematófagos y de estos últimos como vectores de enfermedades del ser humano, bajo determinadas condiciones, depende del grado de contacto entre los vectores y el hombre. Puesto que los modelos de comportamiento del hombre influyen mucho sobre este contacto, durante los dos años de observación continua se elaboró una descripción general de las pautas de comportamiento de los colonos que habitaban las zonas vecinas a la Carretera Transamazónica. Las mujeres y los niños pequeños permanecían cerca de las casas tanto en el día como en la noche. Las principales actividades alejadas de los hogares consistían en lavar ropas, traer agua, ir a la escuela o visitar a los vecinos. Las visitas se realizaban principalmente al atardecer y de ordinario se hacían recorriendo el camino de una a otra casa. Los sitios donde corría agua (arroyos, ríos, etc.) eran los lugares preferidos para lavar y bañarse. Los hombres y los muchachos mayores generalmente estaban en casa de noche pero trabajaban en los campos durante el día. El período de más intensa actividad humana en el bosque se producía

a fines de la estación de lluvias y en la primera mitad de la época seca, cuando los colonos talaban y desbrozaban el bosque para la quema, que se realizaba de septiembre a noviembre. La caza era la principal actividad del hombre que implicaba la exposición a los insectos hematófagos del bosque, activos por la noche.

El resto de este informe se ocupa de la importancia para la salud que tiene cada una de las cuatro familias de insectos hematófagos, según la influencia de la ecología de los vectores y del comportamiento del hombre. Como los datos acerca de los culícidos permitieron un estudio más minucioso, se analiza con más detalle la importancia de esa familia.

Simuliidae. Los mosquitos negros fueron los insectos hematófagos que predominaron durante el día. Además, sistemáticamente abundaron más en las zonas peridomiciliarias que en la vegetación secundaria o en el bosque. Los mosquitos negros transmiten al hombre *Onchocerca volvulus* y *Mansonella ozzardi* en otras regiones de la cuenca amazónica (16, 17), pero no encontramos esos agentes etiológicos en la región de nuestro estudio. Hasta ahora no se conocen otras enfermedades importantes del ser humano transmitidas por los mosquitos negros.

Además del peligro de la transmisión de enfermedades, las picaduras del mosquito negro son terriblemente molestas y pueden producir reacciones alérgicas graves, en especial cuando son densas las poblaciones de dicho insecto y los seres humanos han sufrido escasas exposiciones anteriores. Esas eran las circunstancias en la zona de Altamira y, en el período de 1971-1973, se registraron entre los colonos varios casos de un síndrome hemorrágico que parecía ser el resultado de reacciones alérgicas a las picaduras de mosquitos negros (18). La densidad de las poblaciones de mosquitos negros variaba de acuerdo con la estación y el sitio de recolección; la abundancia máxima se

producía en la época de lluvias (5). Registramos la mayor abundancia en el sitio 5 durante el mes de marzo, tanto en 1975 como en 1976, con un índice de ataques que llegaba a 168 picaduras por hora y por persona. Cuando no se presentaban reacciones alérgicas, el efecto a corto plazo de los índices elevados de ataques consistía en decoloración de la piel, provocada por manchas subcutáneas de sangre en el sitio de cada picadura.

Ceratopogonidae. Los jejenes sangradores capturados mediante señuelos humanos alcanzaban su máxima abundancia en el bosque y durante la noche; en el día su número se reducía aproximadamente a la mitad. Se capturaron muy pocos en los hábitat peridomiciliarios antes del anochecer y, aun entonces, era baja la densidad de las poblaciones.

La primera enfermedad importante conocida que transmite el jején sangrador es el virus Oropouche (ORO). Este virus produce epidemias urbanas y es transmitido por *Culicoides paraensis* (Goeldi) (19-22). Si bien el virus ORO parece ser endémico en toda la región del Amazonas (19), no se encontró el vector urbano, *C. paraensis*, en los sitios rurales estudiados, con excepción de uno. Hay indicios de que esta especie prolifera en sitios de incubación creados por el hombre, que progresan paralelamente al tiempo de residencia en el lugar (21). Así, esta especie atraída por el hombre puede propagarse a lo largo de la Carretera a medida que se establezcan más colonos. No se conoce el vector del virus ORO en el ciclo selvático. Sin embargo, no parece probable que se produzca entre los colonos un grado elevado de transmisión de la fiebre Oropouche por otros jejenes sangradores, ya que estos actúan fundamentalmente de noche y en el bosque.

Psychodidae. Se recolectaron mosquitos de la arena casi exclusivamente en el bosque y en especial por la noche. Estas preferencias en cuanto al hábitat y las

características de su comportamiento disminuyen la importancia de los mosquitos de la arena como plaga y vectores de enfermedad fuera del bosque. Existe una elevada incidencia de leishmaniasis dérmica entre los trabajadores forestales y la forma crónica de leishmaniasis mucocutánea compensa su escasa prevalencia con sus consecuencias desfigurantes.

Si bien rara vez se atraparon mosquitos de la arena cerca de las zonas habitadas por los colonos, se reunieron algunos ejemplares en el bosque durante el día, temprano por la mañana y en las últimas horas de la tarde. Resulta interesante que una especie muy atraída por el hombre, *Psychodopygus wellcomei* (Fraiha, Shaw y Lainson), exista en el estado de Pará y se muestre extraordinariamente activa tanto en el día como en la noche. Ward et al. encontraron que *P. wellcomei* constituía el 98.6% de los insectos sangradores diurnos capturados en 7.75 horas/hombre (23).

Lutzomyia unbratilis (Ward y Fraiha), vector de la leishmaniasis americana (leishmaniasis dérmica) al norte del Amazonas, ataca tanto durante el día como en la noche, especialmente cuando se perturba su reposo en los troncos de los árboles. La periodicidad diel de la actividad para encontrar un huésped tiene obviamente importancia para la transmisión de la leishmaniasis (24). Si bien este tipo de comportamiento se limita a los hábitat del bosque, reduce la separación espacial y temporal entre las poblaciones humanas y los mosquitos de la arena como vectores de enfermedades. Esto se aplica con seguridad al caso de los obreros que trabajan en el bosque durante el día.

Las encuestas serológicas entre los colonos revelaron una prevalencia muy escasa de anticuerpos contra el grupo de virus flebótomos (5), aunque se sabe que algunos de dichos virus causan enfermedades en el hombre (25). Por el contrario, se encontraron índices elevados de positividad

al investigar la presencia de esos mismos virus en el suero de animales salvajes, atrapados en las mismas zonas (5). El escaso índice de infección en el ser humano puede reflejar el relativo aislamiento de los colonos con respecto a los mosquitos vectores, que habitan en el bosque y atacan de noche.

Culicidae. La abundancia de estos mosquitos, tanto en el día como en la noche, y su comprobada capacidad para actuar como vectores de diversos agentes etiológicos, definen a los culícidos como la única familia de hematófagos de mayor importancia desde el punto de vista de la salud, en la región que atraviesa la Carretera Transamazónica. En el ambiente peridomiciliario se encontraron esos mosquitos durante la noche, aunque eran escasos en el día. Por el contrario, resultaron relativamente abundantes en todos los otros hábitat tanto de día como de noche. Las mayores cantidades de ejemplares se obtuvieron en la captura nocturna y las densidades máximas se encontraron en los hábitat peridomiciliarios. Los anofelinos predominaban en número en todos los hábitat excepto en la bóveda arbórea. Su abundancia era probablemente el resultado de la frecuente presencia de charcas de diversos tamaños a lo largo de la Carretera, donde la elevada plataforma del camino obstruía los sistemas de drenaje natural.

Existía una gran similitud en la composición de las especies de hábitat idénticos de los distintos sitios, pero dicha similitud disminuía cuando se consideraban las especies abundantes (cuadros 6, 7 y 9). Esto sucedía especialmente en el caso de las muestras reunidas a nivel del suelo y traducía las condiciones variables de incubación creadas por la construcción de la Carretera y la colonización. Las muestras reunidas en la bóveda arbórea eran más homogéneas, en cuanto a las especies más abundantes y a la composición general de las especies, que las muestras recogidas en

el bosque a nivel del suelo. Además, era escasa la similitud entre los dos hábitat en lo que concernía a especies o abundancia numérica de las especies reunidas (cuadro 9). Estas observaciones indican que la bóveda arbórea es muy estable, la fauna de mosquitos es notablemente homogénea y está relativamente aislada de la del suelo; el aspecto más importante es que esa fauna resulta muy poco afectada por las alteraciones del medio, provocadas por la construcción de caminos, el desmonte, etc., que se realizan en zonas adyacentes.

Según los índices calculados de la abundancia de las especies, se encontró que ocho especies predominaban especialmente en las muestras reunidas con señuelos humanos; se analiza por separado la importancia de cada especie desde el punto de vista de la salud.

P. albipes. Esta especie de sangrador diurno predominó en el bosque y se encontró en la mayoría de los sitios estudiados. Se han aislado cepas de virus Una, Ilheus (ILH) e Ieri de *P. albipes* atrapados en ambientes naturales. Solo se obtuvo un cultivo puro del virus Una en *P. albipes*, mientras que fueron muchos los cultivos de este tipo obtenidos de *Psorophora ferox* (von Humboldt). Las encuestas serológicas en que se utilizaron las pruebas HI y N indican que las infecciones en el hombre por virus Una no son frecuentes (26). Se ha obtenido un cultivo puro de este virus de ratones centinelas en Trinidad y dos, en Argentina, de caballos enfermos (25).

El virus Ilheus, como el Una, se aísla con mayor frecuencia de *P. ferox*, pero también se ha aislado de especies de *Aedes* y *Culex* (27). Este virus parece asociarse con los bosques de tierras bajas y las aves, y con *P. ferox* (25). Los índices de anticuerpos contra el virus ILH son mucho más elevados en los hombres que en las mujeres y se encuentran altos índices de prevalencia en los grupos de mayor edad (28, 29). Se han registrado

infecciones en el hombre en Brasil, Trinidad, Panamá y Colombia (30-33).

El virus Ieri ha sido aislado tres veces de *P. ferox* y una de *P. albipes* (34). No se cuenta con información que se refiera a infecciones en el hombre por este virus no incluido en un grupo.

En Trinidad, se aisló un solo cultivo puro del virus de la encefalomiелitis equina venezolana (EEV) con una combinación de muestras de *P. ferox* y *P. albipes*. Puesto que esos cultivos eran típicos de los mosquitos *Culex*, no parece probable que las hembras de *P. albipes* sean vectores naturales importantes (25).

Trichoprosopon digitatum. Este insecto, activo de día, predominó en las muestras reunidas con señuelos humanos en el bosque, a nivel del suelo. También se recogieron cantidades considerables durante el día en la vegetación secundaria y, después de las 18:30 h, en el bosque. Se han aislado virus Pixuna así como virus del grupo *Wyeomyia* en muestras combinadas de *T. digitatum* (25).

No se ha realizado ninguna encuesta serológica para detectar anticuerpos contra el virus Pixuna que, en cuanto a los antígenos, se asemeja a uno de los virus del grupo EEV, a saber, el Mucambo (35, 36). Se han aislado varios integrantes del grupo de virus *Wyeomyia* del *T. digitatum* o en muestras combinadas de *Trichoprosopon* no identificados. Las encuestas serológicas realizadas en Panamá indican que un gran porcentaje de poblaciones humanas puede haber sufrido antes infecciones por virus de este grupo (37). Desgraciadamente, no se sabe qué vertebrados actúan como reservorios y no se dispone de datos serológicos sobre la infección en el hombre por virus del grupo *Wyeomyia*, que se refieran a la cuenca amazónica.

Wyeomyia aporonoma. Este mosquito, que se alimenta durante el día y a nivel del suelo, se obtuvo en cantidades ligeramente mayores en el bosque que en los

hábitat de vegetación secundaria. Se han aislado el virus Kairi y otros virus muy relacionados con él, los del grupo *Wyeomyia*, de *W. aporonoma* y de otras especies de *Wyeomyia*. Una encuesta serológica para detectar el virus Kairi, efectuada cerca de Belém, Brasil, reveló un índice de resultados positivos del 3%. Además de los cultivos puros de este virus con especies de *Wyeomyia*, con frecuencia se ha aislado en muestras combinadas de *Aedes scapularis* (Rondani) (25).

Sabethes chloropterus y *Sabethes glaucodaemon*. *Sabethes chloropterus* y su congénere, el *S. glaucodaemon*, se mostraban activos durante el día y sus IAE alcanzaron las cifras más altas en las muestras reunidas en la bóveda arbórea. Se han aislado varios virus en *S. chloropterus*, a saber, el de la encefalitis de San Luis, el ILH y el virus Aruac. Además, como consecuencia de su relativa abundancia durante la estación seca y por compartir el hábitat arbóreo con especies de *Haemagogus*, se sospecha que *S. chloropterus* sea vector de la fiebre amarilla selvática (38).

No se han aislado virus específicamente de *S. glaucodaemon*. No obstante, además de las tres cepas obtenidas en *S. chloropterus*, se han aislado virus Mucambo, Mayaro, de la fiebre amarilla, Kairi, Sororoca, Murutucu e integrantes del grupo *Wyeomyia*, en muestras combinadas de especies pertenecientes a la tribu Sabethini. Este Sabethini, relativamente no estudiado pero frecuente, puede ser un probable vector de arbovirus (25).

Anopheles nuñeztovari, *A. oswaldoi ininii* y *A. triannulatus*. Con excepción de los tres hábitat de la bóveda arbórea, estos anofelinos eran dominantes o codominantes en todos los hábitat a todas horas. Desgraciadamente, los cálculos del IAE de *A. oswaldoi* no son totalmente fidedignos ya que con esta especie se agruparon ejemplares de *A. ininii* (véase la primera parte del análisis).

Los índices de abundancia más elevados se obtuvieron con *A. triannulatus*. Las densidades relativamente altas observadas en las muestras reunidas de día y de noche, tanto en el bosque como en la vegetación secundaria, revelan la ubicuidad de esos insectos. Las mayores diferencias entre la abundancia relativa de las muestras diurnas y la de las nocturnas se encontraron al considerar los hábitat de vegetación secundaria, donde estos mosquitos resultaron menos abundantes en las muestras reunidas durante el día. Sin embargo, *A. nuñeztovari* y *A. triannulatus* presentaron los IAE más elevados en las muestras nocturnas correspondientes a la vegetación secundaria. En las muestras reunidas en la bóveda arbórea, solo se obtuvieron con cierta regularidad ejemplares de *A. triannulatus*.

El desplazamiento nocturno de estos anofelinos comunes hacia las zonas despejadas cercanas a las casas de los colonos aumenta las posibilidades de transmisión de enfermedades. Sus ataques diurnos en el bosque y, con menor frecuencia, en la vegetación secundaria, constituyeron también características del comportamiento que favorecen dicha transmisión.

No se encontró el principal vector del paludismo *Anopheles darlingi* (Root) en ninguno de los 12 sitios estudiados. La persistencia del paludismo en los colonos varones de mayor edad, que habitaban la región estudiada, nos llevó a la conclusión de que el paludismo se transmitía en forma exofilica (13). El comprobado papel de vector que cumple *A. nuñeztovari* en Colombia (39) y su evidente proclividad a buscar huéspedes en las zonas cercanas a las casas de los colonos constituían un buen fundamento para sospechar que esta especie actuaba como vector exofilico. Sin embargo, nuestras observaciones no proporcionaron bases suficientes para excluir también a *A. triannulatus* o a *A. oswaldoi-ininii* como probables vectores.

Además de las ocho especies dominan-

tes, otras cinco especies (*C. venezuelensis*, *H. leucocelaenus*, *L. durhamii*, *S. bipartipes* y *M. titillans*) eran importantes por las características de su comportamiento y por sus índices intermedios de abundancia. Cuatro de ellas alcanzaban su máxima abundancia en los hábitat de vegetación secundaria, *L. durhamii* y *S. bipartipes*, durante el día, y *C. venezuelensis* y *M. titillans*, por la noche. Los valores intermedios del IAE de *M. titillans* fueron en gran parte resultado de la excesiva densidad de las poblaciones en los sitios E y F; no existían o era escasa la densidad de las poblaciones de esos mosquitos en todos los otros sitios. Los sitios E y F estaban cerca de grandes zonas inundadas por el río Xingú. La especie restante, *H. leucocelaenus*, ofrece especial interés porque era la única que se reproducía en la bóveda arbórea; además, su IAE alcanzaba valores casi iguales a nivel del suelo y en la bóveda. Ya se ha comunicado antes la ausencia de una estratificación vertical en el caso de *H. leucocelaenus*; también se ha opinado que esta especie podría constituir un eslabón importante en la transmisión del virus de la fiebre amarilla desde la bóveda arbórea al suelo (40).

Se ha logrado aislar una serie de virus en estas especies moderadamente abundantes. Se han obtenido los virus Mayaro, Bus-suquara, Guama, Catu, Moju, ORO e Itaporanga en muestras combinadas de *C. venezuelensis*. Con muestras de *L. durhamii* se han preparado cultivos puros de virus del grupo Wyeomyia y virus Guama. En el caso de *S. bipartipes*, no se ha podido aislar ningún virus. Con *Mansonia titillans* se han obtenido cultivos del virus Bussuquara y también se ha comprobado mediante experimentos que dicho insecto puede transmitir el virus Kairi (25). Por último, se han obtenido cultivos de virus Una, ILH, Maguari y virus del grupo Wyeomyia, de *H. leucocelaenus* (25). Como la mayoría de las cepas del virus Mayaro obtenidas de los invertebrados han pro-

venido de *Haemagogus* no identificados, se debe considerar a *H. leucocelaenus* como un vector potencial que transmite el virus Mayaro a los trabajadores forestales.

Se conoce bien el papel de los insectos en el ámbito peridomiciliario como vectores de zoonosis y enfermedades que se presentan incidental o exclusivamente en el hombre. En este análisis hemos enumerado una serie de agentes etiológicos conocidos o probables, que causan enfermedades al hombre y que se han aislado de insectos hematófagos de la cuenca amazónica. La mayoría de esos agentes existen en los medios selváticos y parecen contar con huéspedes intermediarios específicos e insectos vectores; es importante señalar que, con excepción de *C. paraensis* en un sitio y muy pocos ejemplares de *C. quinquefasciatus* (Say), no se identificó, en nuestros sitios de estudio en la región amazónica, ninguna especie endofágica o endofílica. Probablemente existían poblaciones de *A. darlingi* (una especie endofágica) en las zonas aisladas atravesadas por la Carretera o cercanas a los hábitat de agua dulce; sin embargo, la mayor parte de la Carretera surcaba "tierra firme" (tierras altas). Los efectos epidemiológicos de: 1) las condiciones sociológicas y ambientales, 2) la ausencia de especies endofágicas y 3) la escasa densidad de la población humana daban como resultado pocas probabilidades de una transmisión eficaz de cualquier enfermedad propagada por insectos, que afecte exclusivamente al hombre, por ejemplo, la malaria.

Además, los calveros, generalmente amplios, que rodeaban las casas de los colonos constituían un medio de condiciones inaceptables para la búsqueda de huéspedes en el caso de la mayoría de los insectos diurnos, con excepción de los mosquitos negros. Así, se registró una parcial separación espacial entre la población de colonos y las poblaciones de insectos hematófagos selváticos. Esta separación

espacial llegaba a su distancia mínima durante las horas del crepúsculo, cuando los colonos se encontraban en el ambiente peridomiciliario. Tanto las especies diurnas como las nocturnas se mostraban activas al atardecer y a esa hora aparecían algunas especies en la vegetación secundaria y el ambiente peridomiciliario (cuadro 5). Muchas especies eran muy activas y, en general, el número de ejemplares de las muestras fue mayor al atardecer que en los otros momentos de recolección (cuadro 8). Sin embargo, la exposición de los colonos a las especies nocturnas fue mínima después del atardecer, ya que generalmente permanecían en el interior de sus viviendas y pocas especies penetraban en ellas en busca de huéspedes.

En conclusión, las mayores molestias las producían los mosquitos negros, que existían en poblaciones de gran densidad y buscaban huéspedes durante el día cerca de las casas de los colonos. Estos eran los únicos insectos generalmente activos en las zonas despejadas en el día. Después de considerar la distribución espacial y temporal de los otros insectos hematófagos, pensamos que los cazadores, además de los obreros forestales y agricultores, constituían las poblaciones más expuestas a las enfermedades endémicas transmitidas por insectos. Sin duda la eficacia de los terrenos despejados como barrera ecológica contra las numerosas poblaciones de vectores variaba de acuerdo con la hora, las condiciones meteorológicas, la estación y las especies existentes en un sitio determinado. Se realizarán análisis más minuciosos de los datos concernientes a las muestras reunidas, con el fin de definir la influencia de estas variables sobre el comportamiento de los vectores.

Resumen

Se realizó un programa de estudios entomológicos durante dos años (1974-1976)

en zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Pará, Brasil. Se reunieron muestras con señuelos humanos con el propósito de caracterizar los hábitat de la región, según sus respectivas agrupaciones de insectos hematófagos con mayores probabilidades de transmitir enfermedades a la población de colonos.

Se recogió un total de 76,804 insectos hematófagos mediante el muestreo ordinario en 12 sitios cercanos a la Carretera. Los mosquitos negros eran los insectos sangradores diurnos que predominaban en los hábitat de las zonas despejadas peridomiciliarias. Estas zonas constituían eficaces barreras contra los demás insectos hematófagos durante el día. Los jejenes se mostraban activos en el bosque durante el día, pero la noche era el momento de su mayor actividad y a esa hora se atrapaban algunos jejenes también en el ambiente peridomiciliario. Rara vez se capturaron mosquitos de la arena fuera del bosque; estos insectos actuaban principalmente de noche. A pesar de que en muy pocas ocasiones se atraparon culícidos en las zonas despejadas, durante el día, se recolectaron cantidades elevadas de ellos cerca de las casas en la noche. En comparación, fue muy bajo el número capturado en el interior de las casas (un promedio de 1/hora/hombre).

Solo ocho del total de 64 especies de mosquitos se obtuvieron en abundancia en el muestreo ordinario de los 12 sitios. Tres de las ocho especies predominaban juntas en las muestras diurnas reunidas en el suelo del bosque, a saber, *Psorophora albipes* (Theobald), *Trichoprosopon digitatum* (Rondoni) y *Wyeomyia aporonomia* (Dyar y Knab). *Sabethes chloropterus* (von Humboldt) y *S. glaucodaemon* (Dyar y Shannon) predominaban en la bóveda arbórea. *Anopheles nuñeztovari* (Gabalton) se recolectó con frecuencia y en nú-

mero elevado durante la noche en los matorrales cercanos a las casas. Otros dos anofelinos, *A. oswaldoi* (Peryassu) y *A. triannulatus* (Neiva y Pinto), también abundaban de día y de noche en el bosque, pero solo durante la noche en los hábitat de vegetación secundaria.

Se analiza la importancia para la salud y como plaga de las especies dominantes y de los demás insectos hematófagos. Después de considerar el papel como vectores de los grupos de insectos incluidos en este informe, además de su distribución temporal y espacial, los autores piensan que los cazadores, los trabajadores forestales y los agricultores constituyen la población más expuesta a las enfermedades endémicas transmitidas por insectos. Esta conclusión se basa en: 1) la ausencia general de especies endofágicas en la mayoría de los sitios, y 2) la barrera ecológica que representan los terrenos despejados alrededor de las casas de los colonos. ■

Agradecimiento

Expresamos nuestra gratitud a los numerosos organismos brasileños y personas que nos proporcionaron el apoyo necesario para efectuar estos estudios: Fundação de Serviços de Saúde Pública (FSESP), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), Dr. Miguel Azevedo y personal del Instituto Evandro Chagas. Agradecemos el apoyo y estímulo brindados por los Dres. Craig H. Llewellyn y Kenneth E. Dixon. Manifestamos nuestro sincero agradecimiento a José Bento Pereira Lima, Raimundo Pio Girard Martins, Antônio Dulcimar Almeida Magalhaes, Antonio Paulo Barros y Carlos Roberto Batista da Silva, por su dedicación y esfuerzo durante la realización de estos estudios. También deseamos expresar nuestra gratitud muy especial a la memoria de Jorge Maia, por su excepcional colaboración durante el primer año de la investigación.

REFERENCIAS

- (1) Dixon, K. E., C. H. Llewellyn, A. P. A. Travassos da Rosa y J. F. Travassos da Rosa. Programa multidisciplinario de vigilancia de las enfermedades infecciosas en zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Brasil. II. Epidemiología de las infecciones por arbovirus. *Bol Of Sanit Panam* 91(3):201-208, 1981.
- (2) Peterson, N. E., D. R. Roberts y F. P. Pinheiro. Programa multidisciplinario de vigilancia de las enfermedades infecciosas en zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Brasil. III. Estudio de los mamíferos. *Bol Of Sanit Panam* 91(4): 324- 339, 1981.
- (3) Beard, J. Climax vegetation in Tropical America. *Ecol* 25:127-158, 1944.
- (4) Peterson, N. E., D. R. Roberts y F. P. Pinheiro. Programa multidisciplinario de vigilancia de las enfermedades infecciosas en zonas colindantes con la Carretera Transamazónica en Brasil. I. Ecología de la región. *Bol Of Sanit Panam* 91(2):137-148, 1981.
- (5) Pinheiro, F. P., G. Bensabath, A. H. P. Andrade, Z. C. Lins, H. Fraiha, A. T. Tang, R. Lainson, J. J. Shaw y M. C. Azevedo. Infectious diseases along Brazil's Transamazon Highway: Surveillance and research. *Bull Pan Am Health Organ* 8(2):111-122, 1974.
- (6) Noqueira, D. P. The transamazon route and the health of its workers: a challenge. *J Occup Med* 19(7):487-489, 1977.
- (7) Smith, N. J. H. Brazil's Transamazon Highway settlement scheme: agrovilas, agropoli, and ruropoli. *Assoc Am Geog Proc* 8:129-132, 1976.
- (8) Arnell, J. H. Mosquito studies (Diptera, Culicidae) XXII. A revision of the genus *Haemagogus*. *Contrib Am Ent Inst* 10(2):1-174, 1973.
- (9) Roberts, D. R. y B. P. Hsi. An index of species abundance for use with mosquito surveillance data. *J Environ Ent* 8(6):1007-1013, 1979.
- (10) Sørensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol Skr (K Danske Vidensk Selsk N S)* 5:1-34, 1948. Citado en: Southwood, T. R. E. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Londres: Chapman and Hall, 1966. Pág. 333.
- (11) Raabe, E. W. Über den "Affinitätswert" in der planzensoziologie. *Vegetatio Haag* 4:53-68, 1952. Citado en: Southwood, T. R. E. *Ecological methods with special reference to the study of insect populations*. Londres: Chapman and Hall, 1966. Pág. 333.
- (12) Southwood, T. R. E. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Londres: Chapman and Hall, 1966. Pág. 333.
- (13) Faran, M. E. Trabajo inédito. Department of Entomology, Walter Reed Army Institute of Research, Washington, D.C., 1980.
- (14) Dixon, K. E., D. R. Roberts y C. H. Llewellyn. Contribuições ao estudo epidemiológico da malária em trechos da Rodovia Transamazônica, Brasil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 21(6):286-292, 1979.
- (15) Aitken, T. H. G., C. B. Worth y E. S. Tikasingh. 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, 1968.
- (16) Moraes, M. A. P., H. Fraiha y G. M. Chaves. Onchocerciasis in Brazil. *Bull Pan Am Health Organ* 7(4):50-56, 1973.
- (17) Shelley, A. J. y A. Shelley. Further evidence for the transmission of *Mansonella ozzardi* by *Simulium amazonicum* in Brazil. *Ann Trop Med Parasitol* 70:213-217, 1976.
- (18) Pinheiro, F. P., G. Bensabath, D. Costa, O. M. Maroja, Z. C. Lins y A. H. Andrade. Haemorrhagic syndrome of Altamira. *Lancet* 1:639-642, 1974.
- (19) Pinheiro, F. P., A. P. A. Travassos da Rosa, J. F. Travassos da Rosa, R. Ishak, R. B. Freitas, M. L. C. Gomes, J. W. Leduc y O. F. P. Olivia. Oropouche virus. I. A review of clinical epidemiological and ecological findings. *Am J Trop Med Hyg* (En prensa).
- (20) Dixon, K. E., A. P. A. Travassos da Rosa, J. F. Travassos da Rosa y C. H. Llewellyn. Oropouche virus. II. Epidemiological observations during an epidemic in Santarém, Pará, Brazil, in 1975. *Am J Trop Med Hyg* 30(1):161-164, 1981.
- (21) Roberts, D. R., A. L. Hoch, K. E. Dixon y C. H. Llewellyn. Oropouche virus. III. Entomological observations from three epidemics in Pará, Brazil, in 1975. *Am J Trop Med Hyg* (En prensa).
- (22) Pinheiro, F. P. A. L. Hoch, M. L. C. Gomes y D. R. Roberts. Oropouche virus. IV. Laboratory transmission by *Culicoides paraensis*. *Am J Trop Med Hyg* (En prensa).
- (23) Ward, R. D., J. J. Shaw, R. Lainson y H. Fraiha. Leishmaniasis in Brazil. VIII. Observations on the phlebotomine fauna of an area highly endemic for cutaneous leishmaniasis, in the

- Serra dos Carajás, Pará State. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 67(2):174-183, 1973.
- (24) Lainson, R. y J. J. Shaw. The role of animals in the epidemiology of South American leishmaniasis. En: Lunsden, W. H. R. y D. A. Evans (Eds.). *Biology of kinetoplastid*. Nueva York: Academic Press, 1979.
- (25) Theiler, M. y W. G. Downs. *The arthropod-borne viruses of vertebrates*. New Haven: Yale University Press, 1973. Págs. 281-291.
- (26) Causey, O. R., J. Casals, R. E. Shope y S. Udomsakdi: Aura and Una. Two new group A arthropod-borne viruses. *Am J Trop Med Hyg* 12:777-781, 1963.
- (27) Aitken, T. H. G. A survey of Trinidadian arthropods for natural virus infections (Aug. 1953-Dec. 1958). *Mosquito News* 20:1-10, 1960.
- (28) Causey, O. R. y M. Theiler. Virus antibody survey on sera of residents of the Amazon Valley in Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 7:36-46, 1958.
- (29) Downs, W. G. y C. R. Anderson. Notes on the epidemiology of Ilheus virus infection in Trinidad, B. W. I. *Caribb Med J* 18:74-79, 1956.
- (30) Causey, O. R., C. E. Causey, O. M. Maroja y D. G. Macedo. 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* 10:227-249, 1961.
- (31) Spence, L., C. R. Anderson y W. G. Downs. Isolation of Ilheus virus from human beings in Trinidad, West Indies. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 56:504-509, 1962.
- (32) Sirhongse, S. y C. M. Johnson. The isolation of Ilheus virus from man in Panama. *Am J Trop Med Hyg* 16:516-518, 1967.
- (33) Prias-Landínez, E., C. Bernal-Cubides y A. Morales-Alarcon. Isolation of Ilheus virus from man in Colombia. *Am J Trop Med Hyg* 17:112-114, 1968.
- (34) Spence, L., C. R. Anderson, T. H. G. Aitken y W. G. Downs. Bush Bush, Jeri, and Lukini viruses. Three unrelated new agents isolated from Trinidadian forest mosquitoes. *Proc Soc Exp Biol Med* 125:45-50, 1967.
- (35) Shope, R. E., O. R. Causey, A. H. P. de Andrade y M. Theiler. The Venezuelan equine encephalomyelitis complex of group A arthropod-borne viruses, including Mucambo and Pixuna from the Amazon region of Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 13:723, 1964.
- (36) Young, N. A. y K. M. Johnson. Antigenic variants of Venezuelan equine encephalitis virus: their geographic distribution and epidemiologic significance. *Am J Epidemiol* 89:286, 1969.
- (37) Sirhongse, S. y C. M. Johnson. Wyeomyia subgroup of arbovirus: isolation from man. *Science* 149:863-864, 1965.
- (38) Galindo, P., H. Trapido y S. J. Carpenter. Observations on diurnal forest mosquitoes in relation to sylvan yellow fever in Panama. *Am J Trop Med* 30(4):533-573, 1950.
- (39) Elliott, R. Ecology and behaviour of malaria vectors in the American region. *Cah ORSTOM Ser Entomolog Med Parasitolog* 7(1):29-33, 1969.
- (40) Galindo, P., S. J. Carpenter y H. Trapido. Ecological observations on forest mosquitoes of an endemic yellow fever area in Panama. *Am J Trop Med* 31(1):98-137, 1951.

**A multidisciplinary program of infectious disease surveillance along
the Transamazon Highway in Brazil.
IV. Entomological surveillance (Summary)**

A program of entomological surveillance was conducted for two years (1974-1976) along the Transamazon Highway, Pará, Brazil. Routine collections from human bait were performed to characterize the available habitats by their respective groupings of hematophagous insects

most likely to transmit diseases to the colonist populations.

A total of 76,804 hematophagous insects were collected from routine surveillance at 12 sites along the highway. Black flies were the dominant daybiting insects in the cleared

peridomiciliary habitat. The cleared areas around houses were effective daytime barriers to all the other hematophagous insects. Biting midges were active in the forest during daylight; but peak activity occurred at night, at which time some midges were caught in the peridomiciliary environment as well. Sand flies were rarely collected outside the forest and were mainly night-active. Although mosquitoes were infrequently collected in open areas during daylight, peak numbers were collected near houses at night. In comparison, very low numbers were collected indoors (average of 1/man-hr).

Only 8 from a total of 64 mosquito species were routinely collected in abundance at all 12 sites. Three of the eight species were codominants in daytime collections on the forest floor, viz., *Psorophora albipes* (Theobald), *Trichoprosopon digitatum* (Rondoni) and *Wyeomyia aporonoma* (Dyar and Knab). *Sabethes chloropterus* (von Humboldt) and *Sa.*

glaucodaemon (Dyar and Shannon) were dominants in the tree canopy. *Anopheles nuñeztovari* (Gabaldon) were collected in high frequency and numbers at night in scrub growth near houses. Two other anophelines, *An. oswaldoi* (Peryassu) and *An. triannulatus* (Neiva and Pinto), also were abundant both day and night in the forest; but only at night in the secondary scrub habitats.

The medical importance and pest value of the dominant species, along with that of the other hematophagous insects, is discussed. Based on the vector roles of the insect groups included in this report, and their temporal and spatial distributions, as documented, we believe hunters along with forest and field workers were the target populations for the endemic insect-borne diseases. This was primarily a result of 1) a general absence at most sites of any endophagic species and 2) the ecological barrier presented by cleared land around the colonists' houses.

Programa multidisciplinário de vigilância das doenças infecciosas em zonas confinantes com a Estrada Transamazônica no Brasil. IV. Estudo entomológico (Resumo)

Realizou-se um programa de estudos entomológicos durante dois anos (1974-1976) em zonas confinantes com a Estrada Transamazônica no Pará, Brasil. Recolheram-se amostras com engodos humanos para caracterizar os habitat da região, segundo as suas respectivas agrupações de insectos hematófagos com maiores probabilidades de transmitir doenças à povoação de colonos.

Recolheram-se em total 76.804 insectos hematófagos por meio da amostragem comum em 12 lugares próximos da Estrada. As moscas pretas eram os insectos sangradores diurnos que predominavam nos habitat das zonas desocupadas peridomiciliárias. Estas zonas constituíam barreiras eficazes contra os outros insectos hematófagos durante o dia. Os mosquitos mostravam-se activos na floresta durante o dia, mas a noite era o momento da sua máxima actividade e a essa hora apanhavam-se alguns mosquitos também no ambiente peridomiciliário. Raras vezes se apanharam moscas da areia fora da floresta; estes insectos mostravam-se principalmente activos de noite. Apesar de que em muito poucas ocasiões se apanharam culicídeos nas zonas desocupadas durante o dia,

reüniram-se grandes quantidades perto das casas durante a noite. Relativamente, foi muito reduzido o número capturado dentro das casas (uma média de 1/hora/homem).

Só oito do total de 64 espécies de mosquitos se conseguiram em abundância na amostragem comum dos 12 lugares. Tres das oito espécies predominavam juntas nas amostras diurnas recolhidas no solo da floresta, que foram: *Psorophora albipes* (Theobald), *Trichoprosopon digitatum* (Rondoni) e *Wyeomyia aporonoma* (Dyar e Knab). *Sabethes chloropterus* (von Humboldt) e *S. glaucodaemon* (Dyar e Shannon) predominavam na abóbada florestal. *Anopheles nuñeztovari* (Gabaldon) conseguiu-se frequentemente e em número elevado nos matos próximos das casas. Outros dois anofelinos, *A. oswaldoi* (Peryassu) e *A. triannulatus* (Neiva e Pinto), também eram abundantes na floresta de dia e de noite, mas só durante a noite nos habitat de vegetação secundária.

Analizam-se a sua importância para a saúde e a sua acção como praga das espécies dominantes e dos outros insectos hematófagos. Depois de considerar o papel como vectores dos grupos de

insectos incluídos neste relatório, além da sua distribuição temporal e espacial, os autores pensam que os caçadores, os trabalhadores florestais e os agricultores constituem a população mais exposta às doenças endêmicas transmitidas

por insectos. Esta conclusão baseia-se em dois pontos: 1) a ausência geral de espécies endofágicas na maioria dos lugares, e 2) a barreira ecológica que representam os terrenos desalojados que rodeiam as casas dos colonos.

Programme multidisciplinaire de surveillance des maladies infectieuses dans des zones longeant la route transamazonique, au Brésil.

IV. Etude entomologique (Résumé)

On réalisa un programme d'études entomologiques de deux ans (1974-1976) dans des zones longeant la route transamazonique, dans l'Etat de Pará, au Brésil. On rassembla des échantillonnages obtenus avec appât humain dans le but de caractériser les habitat de la région par leurs groupements respectifs d'insectes hématophages les plus susceptibles de transmettre des maladies aux populations de colons.

On rassembla un total de 76,804 insectes hématophages, selon la méthode d'échantillonnage ordinaire, dans 12 emplacements situés le long de la route. Les insectes hématophages diurnes qui prédominèrent dans les habitat défrichés péri-domiciliaires furent les mouches noires. Les zones défrichées autour des maisons constituaient des barrières diurnes efficaces pour tous les autres insectes hématophages. Les petits moustiques hématophages ("jéjén") étaient actifs dans la forêt pendant la journée, mais leur activité maxima avait lieu pendant la nuit, moment où quelques moustiques furent pris aussi dans l'environnement péri-domiciliaire. On captura rarement des mouches des sables hors de la forêt et ces insectes se manifestaient surtout pendant la nuit. Quoique l'on captura peu fréquemment, à la lumière du jour, des moustiques dans les zones défrichées, on les recueillait en nombre élevé près des maisons, la nuit. En comparaison, le nombre de ces insectes capturés à l'intérieur des maisons fut très bas (moyenne de 1/heure-homme).

Sur un total de 64 espèces de moustiques, huit espèces seulement furent capturées en abondance

par échantillonnage ordinaire aux 12 emplacements choisis. Au cours des échantillonnages de jour on observa que trois des huit espèces étaient également prédominantes au sol de la forêt, à savoir: *Psorophora albipes* (Theobald), *Trichoprosopon digitatum* (Rondoni) et *Wyeomyia aporonoma* (Dyar et Knab). *Sabethes chloopterus* (von Humboldt) et *S. glaucodaemon* (Dyar et Shannon) étaient prédominantes au faite des arbres. *Anopheles nuñeztovari* (Gabaldon) furent capturées avec fréquence et en grand nombre, la nuit, dans les touffes de buissons près des maisons. Deux autres anophèles, *A. oswaldoi* (Peryassu) et *A. triannulatus* (Neiva et Pinto), se trouvaient en abondance, à la fois le jour et la nuit, dans la forêt; mais on ne les trouvait que la nuit dans les habitat de buissons secondaires.

Dans cet article, on analyse l'importance pour la santé et le rôle en tant que fléau des espèces dominantes et des autres insectes hématophages. Après avoir examiné le rôle comme vecteurs des groupes d'insectes mentionnés dans cette étude, et leur répartition temporaire et spatiale, telle qu'enregistrée, les auteurs pensent que les chasseurs, de même que les travailleurs forestiers et les agriculteurs, sont les populations les plus exposées aux maladies endémiques transmises par les insectes. Cette conclusion se base sur: 1) l'absence générale d'espèces endophages, dans la plupart des emplacements, et 2) la barrière écologique créé par les terres défrichées autour des maisons des colons.