

Revista de la Facultad de Medicina
Bogotá, Colombia, 1947, Vol. VIII, No. 1
344

LA DISTRIBUCION ESTACIONAL DE FIEBRE AMARILLA HUMANA Y DEL MOSQUITO *HAEMAGOGUS* EN LA INTENDENCIA DEL META (COLOMBIA) (*)

Por Augusto Gast G. y Marston Bates.

Las zonas de las estribaciones de la cordillera en la Intendencia del Meta han sido por muchos años de gran interés desde el punto de vista de fiebre amarilla selvática. Las condiciones generales de estas zonas en relación con la endemicidad de esta enfermedad han sido descritas por Boshell (1938) y el pormenorizado trabajo de campo llevado a cabo por Bugher y sus colaboradores (1944) incriminó al *Haemagogus capricornii* como el principal vector en esa región. En el curso de este trabajo, el virus fue aislado en 13 ocasiones de ejemplares capturados en las zonas donde habían ocurrido infecciones humanas. Más tarde esta especie fue confirmada como vector eficiente en el laboratorio (Bates y Roca, 1945 a y 1945 b), e infecciones experimentales en micos han sido mantenidas por el espacio de un año en el laboratorio de Villavicencio, usándose estos mosquitos como agente de transmisión. Experimentalmente muchas otras especies de mosquitos se han mostrado capaces de transmitir el virus y una de ellas (*Aedes leucoclaenus*), en una sola ocasión, resultó infectada en el curso del trabajo de Bugher y sus colaboradores. Sin embargo, con la excepción del *Haemagogus capricornii*, las otras especies son demasiado escasas para que tengan importancia verdadera con relación a la diseminación del virus. Varias especies de *Haemagogus* han sido encontrados en otras regiones de Colombia, pero en el área de Villavicencio la población de estos mosquitos parece ser morfológicamente homogénea, representando una sola especie (Kumm, Osorno y Boshell, 1945), lo que simplifica en gran parte los estudios epidemiológicos.

En el año de 1941 se principiaron los trabajos de campo relati-

(*) Los estudios y observaciones en que se basa el presente artículo se llevaron a cabo con el apoyo y bajo los auspicios del Instituto de Estudios Especiales "Carlos Finlay", que sostiene cooperativamente el Ministerio de Trabajo, Higiene y Previsión Social de la República de Colombia y la División Sanitaria Internacional de la Fundación Rockefeller.

vos a la biología del *Haemagogus capricornii* en el área de Villavicencio con el objeto de estudiar los hábitos de este mosquito en relación con su papel como un vector del virus de fiebre amarilla. Como una parte de este programa, un método-rutina de captura de mosquitos adultos fue establecido y mantenido sin cambio alguno por el espacio de 3 años, con el fin de determinar las fluctuaciones estacionales en abundancia de ésta y otras especies de mosquitos.

El Servicio de Viscerotomía, establecido por el Gobierno de Colombia en septiembre de 1934, proporciona un método útil para señalar la distribución geográfica de los casos fatales de fiebre amarilla ocurridos en el país. Teniendo en cuenta los datos suministrados por este Servicio, claramente se aprecia que la enfermedad no se presenta uniformemente durante todo el año, sino que, por el contrario, muestra cierta correlación con la época de las lluvias. En el presente artículo se analizan los resultados de tres años de observaciones sobre mosquitos en relación con los obtenidos por el Servicio de Viscerotomía durante un período de once años. Con los fines presentes, hemos limitado el análisis de los resultados de viscerotomía a la Intendencia del Meta, es decir, a la región controlada por los puestos de viscerotomía que funcionan en Restrepo, Villavicencio, Acacias y San Martín. Las condiciones climatológicas de las regiones mencionadas arriba son semejantes, siendo posible así comparar los datos de viscerotomía con los mosquitos obtenidos en Villavicencio.

Viscerotomía.

El aparato "viscerótomo" ideado por el doctor E. R. Rickard (Rickard, 1931; Soper, Rickard y Crawford, 1934; Rickard, 1937) que permite mediante una técnica sencilla la extracción post-mortem de una muestra de hígado sin la práctica de autopsia propiamente dicha, así como el fácil manejo del aparato por persona sin conocimiento alguno sobre medicina, hizo posible el descubrimiento de la fiebre amarilla en regiones en donde esta enfermedad había pasado inadvertida y también ha permitido el estudio sistemático de regiones donde esta enfermedad es endémica.

En septiembre de 1934 se dio principio en Colombia a la organización del llamado "Servicio de Viscerotomía", con el establecimiento de los correspondientes puestos de viscerotomía en regiones donde la fiebre amarilla ha existido endémicamente y en las que por sus condiciones climatológicas son potencialmente sospechosas para la propagación de dicha enfermedad. Un puesto de viscerotomía consiste en un empleado ya entrenado en el manejo del viscerótomo, provisto de todos los elementos necesarios para el envío de las

muestras obtenidas al laboratorio central, incluyendo asimismo todos los datos relacionados con la persona viscerotomizada.

La viscerotomía sola es practicada en las personas que mueren dentro de los primeros 10 días de enfermedad, siendo así que las defunciones debidas a la fiebre amarilla se presentan en el curso de los primeros días. La rutina sistemática de miles de muestras de hígado en el control de la fiebre amarilla en Colombia, también ha ayudado enormemente a la epidemiología de otras enfermedades tales como el paludismo y ha facilitado el hallazgo de nuevas entidades patológicas, como la leishmaniosis visceral (Gast, 1944).

Método para determinar la abundancia de los mosquitos.

El doctor Jorge Boshell Manrique, en 1940 durante los estudios epidemiológicos que llevó a cabo sobre la fiebre amarilla, descubrió que el *Haemagogus capricornii* era más abundante en el follaje de los árboles que a nivel del suelo. En el año siguiente, cuando comenzaron los detallados estudios ecológicos, se prestó especial atención a los factores ambientales que gobernaban tal distribución de los mosquitos. En árboles de la selva se construyeron escaleras con plataformas a diferentes alturas en donde pudieran realizarse capturas sistemáticas de mosquitos, y al mismo tiempo se establecieron a nivel del suelo, varias estaciones de captura. Los resultados de dichos estudios han quedado consignados en un artículo publicado recientemente (Bates, 1944), en el que aparece la siguiente conclusión:

“El *Haemagogus capricornii* se ha encontrado relativamente más abundante en el follaje de los árboles que a nivel del suelo. En las capturas hechas a nivel del suelo, se ha presentado más abundantemente en lugares secos y desmontados que en los sitios húmedos y sombreados; en la captura en árboles muy alto, arriba de la zona media de follaje (i. e. a más de 20 metros sobre el suelo), dicha especie vuelve a ser relativamente escasa. Esta distribución por bandas o zonas del mosquito es más clara durante la época de lluvia y la diferencia entre las capturas en el suelo y en los árboles es menos grande hacia el mediodía de los días despejados y secos. De los datos anteriores podría deducirse que el porcentaje de humedad relativa puede ser un factor decisivo en la orientación del vuelo del mosquito”.

Tan pronto como se completaron los estudios preliminares sobre la distribución de los mosquitos *Haemagogus*, se decidió seleccionar una serie de estaciones fijas en las cuales pudieran efectuarse capturas rutinarias por espacio de algunos años, con el objeto de investigar las fluctuaciones anuales en la abundancia de los mosqui-

tos. Con tal fin se usaron catorce estaciones de captura, siete en plataformas colocadas en la parte alta de los árboles con sus respectivas siete estaciones situadas a nivel del suelo. Los árboles escogidos para ello estaban situados en tres bosques diferentes: dos en una área plana (Ocoa); otros dos, en las estribaciones de la Cordillera (Forzosa) y los tres restantes, en una área intermedia (Cuchilla) situada en la zona vecina de una quebrada. En Ocoa y La Cuchilla se hicieron capturas rutinarias una vez a la semana y en La Forzosa, dos veces a la semana, por espacio de tres años consecutivos.

Las capturas fueron hechas por hombres que vestían overoles azules, cada uno de ellos sentado en una estación particular durante una hora, capturando todos los mosquitos que llegaban a picarlo en este período de tiempo. Dichas capturas fueron siempre efectuadas simultáneamente por dos hombres, uno estacionado en la parte alta del árbol y el otro, al pie del mismo. Los mosquitos eran capturados en pequeños tubos de vidrio y transportados vivos al laboratorio para identificarlos en talegos separados por cada estación. Cada hombre estaba provisto de reloj, psicrómetro y fotómetro. Al principio y al fin de cada hora de captura se hicieron observaciones sobre el medio ambiente, tales como medidas de luz, temperatura y humedad; estos datos se anotaron en el laboratorio en tarjetas perforadas, especiales para tal fin, en las cuales también quedaron incluidos los datos relacionados con la identificación de los mosquitos y los resultados de la captura.

Rutinariamente las capturas fueron hechas entre las horas de 10 a. m., y 2 p. m. por ser en esta parte del día más abundantes los *Haemagogus*. Los hombres que hacían las capturas tenían similar atracción para los mosquitos; pero para mayor precaución y con el fin de evitar cualquier parcialidad que pudiera surgir dadas las diferencias entre ellos, los hombres capturadores fueron turnados en las diferentes estaciones. La abundancia de los mosquitos quedó expresada en términos de "captura por hombre-hora", o sea, el número de mosquitos cogidos por un hombre durante una hora de captura efectuada en una estación determinada.

Clima.

En el laboratorio de Villavicencio se han mantenido observaciones meteorológicas desde el principio de 1941: los promedios mensuales se presentan en el Cuadro N° 1, el cual da una idea sobre el clima de esa región. Las condiciones climáticas de Acacias y Restrepo son probablemente muy parecidas a las de Villavicencio, ya que tales poblaciones tienen una situación semejante a la de Vi-

llavicencio respecto a la Cordillera. El factor más saliente en el ciclo climatérico anual es la estación seca, que por lo general abarca desde mediados de diciembre hasta mediados de marzo. Durante este período se presentan generalmente unos pocos aguaceros; pero la rata de evaporación es tan alta, que tienen poco efecto. Muchos caños y charcos se secan de modo continuo o intermitente, algunas especies de árboles pierden sus hojas, el nivel de la mesa de agua baja considerablemente, etc. La estación seca es seguida inmediatamente por el período de lluvias intensas (abril y mayo) y estas dos condiciones parecen determinar las fluctuaciones anuales en las poblaciones de mosquitos. Al tabular las observaciones meteorológicas encontramos más satisfactorio iniciar el año el 1° de marzo en lugar del 1° de enero, ya que marzo es el "mes cero" tanto para la fiebre amarilla como para los mosquitos, los acontecimientos de enero y febrero constituyen esencialmente la fase terminal del ciclo anual y el nuevo ciclo de lluvias, mosquitos y fiebre amarilla empieza hacia el fin de marzo.

Incidencia de la fiebre amarilla humana.

En los Cuadros Nos. 2 y 3 se presentan los casos humanos de muerte por fiebre amarilla, comprobados por medio del examen histo-patológico practicado en las muestras de hígado suministradas por el Servicio de Viscerotomía. El Cuadro N° 3 está dispuesto como el de los datos climatéricos, iniciándose el año en marzo, con el objeto de mostrar más claramente su relación con el ciclo anual. Debe notarse que en 8 de los 11 años de observación ocurrieron defunciones, lo que parece indicar que la fiebre amarilla es verdaderamente endémica en esa área. En los meses de febrero, marzo, abril y mayo se observa una disminución en el número de casos, es decir, en coincidencia con la última parte de la época seca y la primera de la de lluvias. El nivel de incidencia es alto de julio a enero, con un máximo probable en noviembre y diciembre. Tratándose de un número de casos tan pequeño, sería aventurado atribuirle mayor valor a las diferencias mensuales dentro de esos dos períodos, pero la diferencia entre el nivel de casos humanos en el período febrero-marzo y julio-enero parece ser claro y significativo.

La vacunación contra la fiebre amarilla fue intensificada en esta área durante el período en que se obtuvieron los datos de defunción por causa de dicha enfermedad. Sin embargo, no es posible asegurar qué consecuencias haya tenido este hecho en la incidencia de la enfermedad. Con la excepción de 1941, las defunciones han sido muy escasas en los años posteriores a 1936, hecho que probablemente depende del mayor porcentaje de población vacunada; pero

la fiebre amarilla en esta área es una enfermedad vinculada principalmente a zonas inaccesibles de bosques, en donde los habitantes son difíciles de controlar. La existencia del servicio de vacunación es bien conocida en la comarca, y cada día la gente del campo aprecia más el valor de la vacuna, pero aún es posible encontrar "fundaciones" en las cuales los trabajadores nunca se han preocupado por hacerse vacunar. Aquí tampoco es posible tener noción precisa de la relación que tienen los datos de la viscerotomía con el número verdadero de defunciones, pues la eficacia de los puestos de viscerotomía en distritos apartados como Acacias, Restrepo y San Martín, depende de la actividad de la persona encargada. Muy importante es también el hecho de que los sitios donde con mayor frecuencia ocurren casos de fiebre amarilla están en regiones remotas de donde es difícil traer los cadáveres a los centros poblados. Es muy probable que en los últimos años se haya comprobado una mayor proporción de defunciones debido al mejoramiento de los transportes y demás servicios públicos.

Ninguno de estos factores (intensificación de la vacuna y eficacia del Servicio de Viscerotomía) afecta el valor de la distribución estacional de los casos de fiebre amarilla, pero se hace más difícil la evaluación de las diferencias anuales. La ausencia casi completa de la fiebre amarilla en los años de 1938 y 1939 es ciertamente significativa, pues durante ese período se hizo toda clase de esfuerzos para localizar casos necesarios al estudio epidemiológico, y el personal del recién fundado laboratorio de Villavicencio casi llegó a la conclusión de que la fiebre amarilla había desaparecido de la zona. El aumento de casos en 1941 es un hecho, pero resulta imposible adivinar cuánto mayor hubiera sido, si la vacunación no hubiese, al menos parcialmente, disminuído la infección humana. En otras palabras, mientras 1941 puede ser comparado con 1938 y 1939, no puede serlo con 1936 y años anteriores a éste. Desafortunadamente no existen datos meteorológicos sino a partir de 1941, de manera que no hay objeto en tratar de relacionar la incidencia de fiebre amarilla con las variaciones climáticas, año por año.

Incidencia de Haemagogus capricornii.

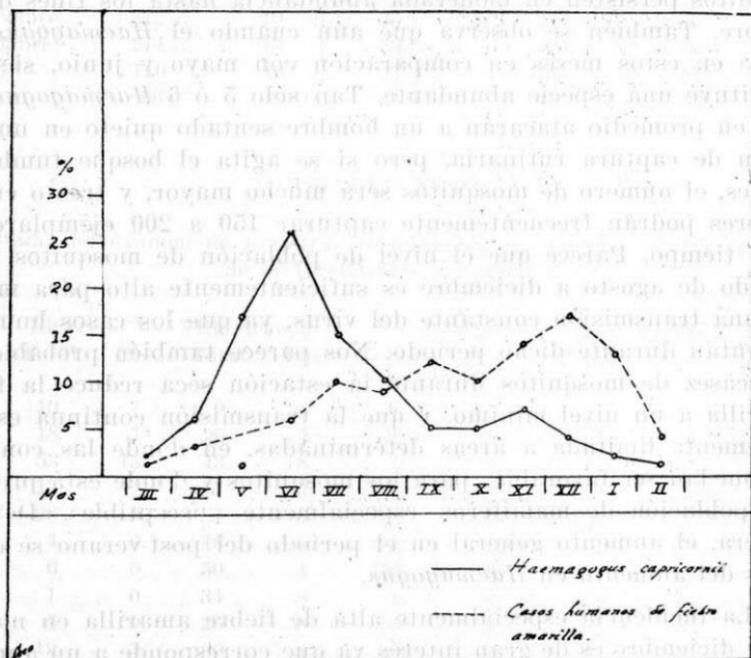
Los datos obtenidos de las capturas semanales rutinarias de *Haemagogus capricornii* en los años de 1942, 1943, y 1944, se encuentran en el Cuadro N° 4. La mayor abundancia es siempre en junio. Durante la época seca (enero a marzo), la especie se torna escasa hasta el extremo de que en febrero de 1944 no fue capturado ningún ejemplar; este verano sin embargo fue uno de los más severos de que tengamos noticia y si nos atenemos a la memoria de los

habitantes de la región, puede haber sido sin precedente. En otros años había sido posible hallar algunos ejemplares durante la época seca. La persistencia del *Haemagogus capricornii* durante esta época tiene su importancia porque explicaría el mantenimiento del virus de un año a otro por intermedio de pases continuos entre mosquitos y mamíferos. Es de notarse que el *Haemagogus capricornii* es el mosquito diurno más común en los bosques de la región de Villavicencio en todo tiempo y en cualquier tipo de bosque.

Significación de la fluctuación estacional.

En la Gráfica Nº 1 aparecen simultáneamente las curvas de

GRAFICA Nº 1



Distribución anual de Casos humanos de Fiebre Amarilla y del Mosquito *Haemagogus capricornii*, expresados en Porcentajes de Promedios Mensuales.

fluctuaciones de *Haemagogus capricornii* y de casos fatales de fiebre amarilla en igual escala: en ambas, las cifras mensuales son expresadas en porcentaje del total anual. Como hemos visto, muy probablemente las dos curvas representan las fluctuaciones verdaderas de los fenómenos estudiados. De acuerdo con los estudios realizados, es el mosquito *Haemagogus* el vector preponderante del virus en esta región y especialmente el agente de infección al hombre. Es

pues de gran interés el especular sobre las posibles relaciones que podrían existir entre estas dos curvas. Al interpretar estas relaciones debe tenerse presente que la infección del hombre es probablemente accidental, sin hacer parte del ciclo básico del mantenimiento del virus, el cual es casi seguro debe su continuidad a los mamíferos selváticos, tales como los primates.

La fiebre amarilla humana y el *Haemagogus capricornii* alcanzan ambos un mínimo en febrero y marzo. La población de *Haemagogus* aumenta repentinamente en abril y mayo, y llega a su máximo en junio. La ascensión en el número de casos de fiebre amarilla se demora relativamente y el primer máximo no se alcanza hasta un mes después del de los mosquitos. Se observa una disminución de la población de *Haemagogus* en los meses de julio y agosto, y los mosquitos persisten en moderada abundancia hasta los fines de diciembre. También se observa que aún cuando el *Haemagogus* sea escaso en estos meses en comparación con mayo y junio, siempre constituye una especie abundante. Tan sólo 5 ó 6 *Haemagogus* por hora en promedio atacarán a un hombre sentado quieto en una estación de captura rutinaria, pero si se agita el bosque tumbando árboles, el número de mosquitos será mucho mayor, y tres o cuatro hombres podrán frecuentemente capturar 150 a 200 ejemplares en corto tiempo. Parece que el nivel de población de mosquitos en el período de agosto a diciembre es suficientemente alto para mantener una transmisión constante del virus, ya que los casos humanos aumentan durante dicho período. Nos parece también probable que la escasez de mosquitos durante la estación seca reduce la fiebre amarilla a un nivel mínimo, y que la transmisión continua es probablemente limitada a áreas determinadas, en donde las condiciones puedan ser favorables para los mosquitos y donde está presente una población de mamíferos especialmente susceptibles. De esta manera, el aumento general en el período del post-verano se queda atrás del aumento en *Haemagogus*.

La incidencia especialmente alta de fiebre amarilla en noviembre y diciembre es de gran interés ya que corresponde a un aumento relativamente pequeño de la población de *Haemagogus*. Nos parece más probable que ese fenómeno tenga su explicación en las costumbres de las faenas de agricultura local, pues en esa época tienen lugar las extensas talas de bosques que preceden a las quemas de la época seca y a los plantíos que se efectúan a principios de la época de lluvias. La población humana se encuentra, por lo general, mucho más expuesta a la infección en ese tiempo que en cualquier otra época del año.

CUADRO N° 1

Promedios mensuales de datos meteorológicos tomados en el Laboratorio de Villavicencio.

Mes.	Lluvia: mm. días	Temperatura Media C°	Porcentaje Humedad Relativa, 12 m.	Evaporación total en mm.
Marzo	226	15	27.2	135
Abril	552	23	26.9	89
Mayo	736	26	26.2	62
Junio	473	26	25.5	62
Julio	404	27	25.4	64
Agosto	492	23	26.2	82
Septiembre	528	19	26.8	92
Octubre	503	23	27.1	92
Noviembre	372	19	27.1	96
Diciembre	214	13	26.7	105
Enero	110	10	27.3	124
Febrero	66	8	27.9	139

CUADRO N° 2

Resultado del examen de muestras recibidas de los puestos de Viscerotomía de la Intendencia del Meta.

Año	Restrepo		Villavicencio		Acacias		San Martín		Total Positivos
	Total	Pos.	Total	Pos.	Total	Pos.	Total	Pos.	
1934	10	7	0	0	—	—	—	—	7
1935	18	7	25	5	19	9	—	—	21
1936	53	15	43	18	9	3	—	—	34
1937	17	1	17	5	6	0	—	—	6
1938	26	0	4	0	0	0	—	—	0
1939	4	0	18	0	5	0	—	—	0
1940	6	0	50	4	36	2	2	2	8
1941	1	0	34	8	18	7	3	0	15
1942	5	0	25	0	54	5	5	0	5
1943	19	3	30	4	38	2	1	0	9
1944	5	0	34	0	31	0	22	0	0
Totales	164	31	280	44	216	28	33	2	105

CUADRO N° 3

Distribución por meses de muestras positivas para fiebre amarilla.

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Total
N° casos positivos	1	3	1	6	11	9	13	10	15	18	14	4	105
%	1	3	1	6	10	9	12	10	14	17	13	4	100

CUADRO N° 4

Promedios mensuales de captura de *Haemagogus capricornii* en la región de Villavicencio (mosquito por hombre-hora).

Mes	1942	1943	1944	Promedio	Porcentaje
Marzo	3.0	0.6	2.3	2.0	2
Abril	6.9	5.9	5.8	6.2	6
Mayo	19.1	11.5	16.6	15.7	17
Junio	39.0	15.5	19.2	24.6	26
Julio	17.5	9.4	15.6	14.2	15
Agosto	13.0	9.2	7.2	9.8	10
Septiembre	7.9	3.7	4.0	5.2	5
Octubre	5.6	4.5	5.0	5.0	5
Noviembre	7.6	4.9	8.8	7.1	7
Diciembre	4.5	3.9	4.9	4.4	4
Enero	3.8	0.8	0.8	1.8	2
Febrero	1.0	0.7	0	0.6	1

SUMMARY

Field studies, confirmed by laboratory experimentation, indicate that the mosquito *Haemagogus capricornii* is the chief vector of yellow fever in eastern Colombia. The object of the present article is to compare the seasonal variation in abundance of this mosquito with the seasonal distribution of human yellow fever in the region of Villavicencio. The data for human yellow fever are based on the results of the examination of liver specimens obtained by the "Viscerotomy Service" over a period of 11 years. The data for mosquitoes are based on three years of standardized captures in a series of forest stations near Villavicencio.

The climate of Villavicencio is relatively uniform through the year except for a dry season extending from December through March when rains are comparatively infrequent. Human yellow fever fatalities reach a minimum at the end of the dry season (March), and do not show a significant increase until the second month of rains (June) reaching a peak in November and December. *Haemagogus* mosquitoes become relatively scarce during the dry season, but the population increases rapidly after the onset of the rains, reaching a peak in June, showing a slow but steady decline for the rest of the year except for a slight increase in November. It seems likely that the scarcity of yellow fever in the dry season is dependant on the low population level of *haemagogus* mosquitoes, and the post-dry season increase in yellow fever lags about a month behind the increase in mosquitoes. Human yellow fever remains at a high level through the rest of the rainy season, even though the mosquito population is declining; and the peak of human yellow fever in November and December corresponds to only a slight rise in the mosquito population. It seems likely that the high incidence of yellow fever at this time is related to the habits of the local human population: it is customary to fell large areas of forest at this time, with the object of burning the land in January and February, leaving it ready for planting with the onset of the

rains. The human population is thus in closer contact with the forest in November and December than at any other time of year.

BIBLIOGRAFIA

- Bates, M.**—1944. Observations on the distribution of diurnal mosquitoes in a tropical forest. *Ecology* **25**: 159, 170, 1 fig.
- Bates, M. and M. Roca-García.**—1945. Laboratory studies of the saimiri-haemagogus cycle of jungle yellow fever. *Amer. J. trop. Med.* **in press.**
1945b. The douroucouli (*Aotus*) in laboratory cycles of yellow fever. *Amer. J. trop. Med.* **in press.**
- Boshell-Manrique, J.**—1938. Informe sobre la fiebre amarilla silvestre en la región del Meta, desde julio de 1934 hasta diciembre de 1936. *Rev. Facultad de Med. (Bogotá)*, **6**: 407-427.
- Bugher, J. C., J. Boshell-Manrique, M. Roca-García and R. Osorno-Mesa.**—1944. Epidemiology of jungle yellow fever in eastern Colombia. *Amer. J. Hyg.*, **39**: 16-51, 5 figs., 3 maps.
- Gast-Gálvis, A.**—1941. Resultados del examen de las primeras 5.000 muestras de hígado humano obtenidas en Colombia para el estudio de la fiebre amarilla. *Rev. de Higiene (Bogotá)* **22**: 3-27.
- Kumm, H. W., E. Osorno-Mesa and J. Boshell-Manrique.**—1945. Studies on mosquitoes of the genus *Haemagogus* in Colombia. *Proc. ent. Soc. Washington*, **in press.**
- Richard, E. R.**—1931. The viscerotome, an instrument for the removal of fragments of liver for pathological examination without autopsy. *Rockefeller Foundation Quart. Bull.*, **5**: 310-320, 1 fig.
- Richard, E. R.**—1937. The organization of the viscerotome service of the Brazilian cooperative yellow fever service. *Amer. J. trop. Med.*, **17**: 163-190, 7 figs.
- Soper, F. L., E. R. Rickard and P. J. Crawford.**—1934. The routine post-mortem removal of live tissue from rapidly fatal fever cases for the discovery of silent yellow fever foci. *Amer. J. Hyg.*, **19**: 549, 3 figs., 2 maps.