

LA PLUVISELVA TROPICAL
COMO FUENTE ECOLOGICA
DE INFECCIONES ARBOVIRALES
EN PANAMA.

Por Pedro Galindo V.

Las selvas de hojas anchas que cubren grandes extensiones de nuestro territorio y que llevaron al eminente escritor español Vicente Blanco Ibañez a referirse a nuestro país como "Panamá La Verde", parecieran al observador casual extenderse de horizonte a horizonte y desde las riberas de nuestros mares hasta las altas cimas de los montes como un manto verde homogéneo y monótono. Sin embargo, para el botánico y para el ecólogo, estas selvas son verdaderos paraísos compuestos por miles de especies de plantas reunidas en distintas asociaciones ecológicas que forman diferentes Zonas Vitales con faunas muy características.

El estudio ecológico de las selvas tropicales apenas está saliendo de su infancia y los verdaderos expertos en esta compleja rama de la Ciencia pueden contarse con los dedos de una mano. La misma novedad de estos estudios ha traído como consecuencia cierta confusión en la terminología utilizada para la descripción de las distintas zonas vitales, de manera que se hace necesario que definamos cuidadosamente los términos usados al referirnos a estas zonas. El Dr. Holdridge, tal vez la autoridad máxima en silvicultura neotropical, reconoce un número crecido de asociaciones ecológicas selváticas en Panamá y por lo menos una media docena de zonas vitales primarias. Nosotros dividiremos las selvas tropicales panameñas en cinco categorías principales, a saber: 1) Selvas tropicales deciduas; 2) Pluviselvas tropicales; 3) Selvas tropicales transicionales; 4) Selvas húmedas subtropicales; 5) Selvas tropicales de crecimiento secundario. Debemos comprender que estos tipos de selva ocurren frecuentemente en forma continua y que la transición de un tipo a otro es casi siempre gradual.

El tipo de selva que cubre una determinada región tropical es precisada por factores edáficos y meteorológicos, que debemos tener muy en cuenta al enfocar la problemática de las selvas panameñas.

Ahora entremos a definir cada uno de los tipos de selva que cu-

bren el istmo de Panamá:

1) Selvas tropicales deciduas. La característica principal de estas selvas es la pérdida de las hojas por un alto porcentaje de los árboles durante la estación seca, que es siempre rigurosa y perdura por varios meses. Esta pérdida de las hojas es una medida de protección para evitar el escape excesivo de humedad através de la transpiración por las hojas. Los rayos del sol penetran sin muchos obstáculos hasta el suelo de estas selvas durante casi seis meses del año, lo que trae como resultado un crecimiento herbáceo y epifítico abundante en el suelo de la selva. La apariencia física de las selvas tropicales deciduas es de grandes árboles con copas que alcanzan hasta 60 ó 70 metros sobre el suelo, el cual aparece cubierto por plantas herbáceas como heliconias y aráceas y por marañas de bejucos trepadores que dificultan el progreso a pie del observador. Especies indicadoras de este tipo de selva son el Guayacán (Tabebuia guayacana), algunas especies de Erithrina, el Corotú (Enterolobium cyclocarpum) algunos higuerones (Ficus, sp.) etc. Estas selvas se encuentran primordialmente sobre la vertiente pacífica del istmo, desde el canal de Panamá hasta la frontera con Costa Rica.

2) Pluviselvas tropicales. Estas selvas cubren aquellas regiones del istmo sometidas a temperaturas medianas anuales mayores de 24°C y con una precipitación pluvial de más de 100 pulgadas anuales, repartida proporcionalmente durante todo el año, de manera que ningún mes recibe menos de 4 ó 5 pulgadas de lluvia. Las pluviselvas tropicales se caracterizan por árboles muy altos y gruesos con un dosel superior permanente y tan denso que muy pocos rayos solares logran penetrar hasta el suelo de la selva. Este fenómeno trae como consecuencia la casi total inhibición de crecimientos herbáceos y epifíticos en el suelo, el cual aparece abierto, permitiendo el movimiento de una persona con soltura y una gran visibilidad. Este tipo selvático es característico de las laderas de la Serranía del

Darién, de la región de Portobelo y de grandes extensiones selváticas de la provincia de Bocas del Toro. Árboles indicadores de esta zona vital, son el Cativo (Prioria copaifera), el Sangrillo (Pterocarpus officinalis), el Cedro Bateo (Carapa slateri), el Cerillo (Symphonia globulifera), el Cedro Amargo (Cedrela mexicana), etc.

3) Selvas tropicales transicionales. Estas selvas presentan características intermedias entre las pluviselvas tropicales y las selvas tropicales deciduas. Las regiones cubiertas por ellas se ven sometidas a una estación seca que nunca alcanza la intensidad ni la duración de las estaciones secas en aquellas regiones cubiertas por selvas deciduas. Como consecuencia, algunos árboles pierden sus hojas, pero el porcentaje de árboles deciduos es mucho menor. La región cubierta por selvas transicionales en Panamá, se extiende desde las zonas bajas de Darién, através de la cuenca del alto Bayano y de las laderas de la cordillera de Cerro Azul hasta la parte central de la Zona del Canal de Panamá. Especies de árboles típicos de esta zona vital son el María (Callophyllum longifolium), el Caobo (Swietenia macrophylla), el Espavê (Anacardium excelsum), etc.

4) Selvas húmedas subtropicales o selvas nebulosas. La temperatura es el factor determinante de mayor importancia en este tipo de selvas. Ellas ocurren en regiones altas (a más de 1,000 metros de altura sobre el nivel del mar) sometidas a temperaturas medias anuales de menos de 24°C. La temperatura en estas selvas es más baja debido al efecto enfriante de las nubes que cubren las cimas de las montañas durante casi todos los días del año. La precipitación de lluvia es algo menor que en las laderas cubiertas por pluviselvas tropicales debido a que las nubes que causan la precipitación se forman sobre las cimas y vierten mayor cantidad de agua sobre las laderas. A pesar de ésto, la humedad relativa en las selvas nebulosas es mayor que en las pluviselvas tropicales debido a que la temperatura media es más baja en las primeras y por consiguiente el

el punto de saturación del medio ambiente es alcanzado con menor cantidad de vapor de agua. Las características principales de estas selvas son: primero, la abundancia de plantas epifíticas, tales como orquídeas y bromelias, a corta distancia sobre el suelo de la selva que aparece casi siempre supersaturado de agua; y segundo, la densa capa de musgo que cubre casi por completo los troncos de los árboles. En Panamá existen 5 zonas con crecimientos apreciables de selvas nebulosas, a saber: a) las montañas de Chiriquí y Bocas del Toro más arriba de los 1,500 mts. de elevación sobre el nivel del mar; b) la cúspide de Cerro Campana en la parte occidental de la provincia de Panamá; c) la cúspide de Cerro Jefe, unas 20 millas lineales al este de la ciudad de Panamá; d) los puntos más altos de la Serranía del Darién, tales como Cerro Malí, Cerro Taca y Cerro Quía; e) los filos, más arriba de los 1,300 mts., que se extienden hasta Cerro Pirre, al Oeste del Valle de Cana en Darién. Las especies de árboles indicadoras de esta zona vital son los robles del género Quercus, los aguacates silvestres (Persea americana), árboles de los géneros Pinnatus y Podocarpa y las altas palmas cerosas del género Ceroxylum.

5) Selvas de crecimiento secundario. Cuando una extensión de selva primaria es destruida a hierro y fuego, una serie de sucesiones ecológicas, lentas pero inexorables, ocurren antes que la asociación alcance su climax. Durante el primer año la vegetación herbácea domina el paisaje, con la formación de altos hierbatales seguidos durante el segundo año por densos grupos de heliconias y marañas de matorrales o rastrojos más o menos espinosos. A la sombra de esta vegetación herbácea hacen su aparición durante el tercer año los árboles pioneros de crecimiento rápido tales como el Guarumo (Cecropia spp.), el laurel (Cordia alliodora), la balsa (Ochroma lagopus) y el Cuipo (Cavanillesia platanifolia). Este último es un árbol decíduo de muy rápido crecimiento y que alcanza extraordinaria altura.

Al llegar la selva de crecimiento secundario a su climax, su dosel superior aparece formado por cuipos que han llegado a su crecimiento máximo, mientras a la sombra de ellos empiezan a hacer su aparición las especies de árboles de la selva primaria. Las selvas de crecimiento secundario en climax, son comunes en la cuenca del bajo Bayano y en las regiones bajas de las cuencas de los ríos Chucunaque y Tuira en la provincia del Darién. Selvas de crecimiento secundario en distintas etapas de sucesión ecológica son comunes en todas las regiones selváticas del istmo sujetas a la creciente presión de una población humana en activo proceso de crecimiento.

Hasta aquí hemos examinado los principales tipos de selvas que cubren el istmo de Panamá. Ahora entraremos a estudiar los detalles ecológicos de la pluviselva tropical que constituye nuestro tema central. Para entrar en materia, definiremos nuevamente lo que entendemos por pluviselva tropical. Esta es una selva que crece en regiones con temperatura medias anuales de más de 24°C y con una precipitación anual de lluvia de más de 100 pulgadas distribuída de manera que ningún mes del año recibe menos de 4 ó 5 pulgadas de agua. En climax, esta selva está compuesta por una variedad de especies de árboles con pocas muestras de dominio por ninguna especie en particular. El dosel superior ondula entre 40 a 60 metros sobre el suelo, y se presenta muy tupido durante todo el año de manera que muy pocos rayos solares logran penetrar hasta el suelo. Las ramas superiores de los árboles más antiguos se ven cubiertas por plantas epifíticas entre las que se destacan las orquídeas, las bromelias y las aráceas. De 10 a 20 metros abajo del dosel superior puede precisarse un segundo techo formado con frecuencia por las capas de varias especies de palmas, o por especies de árboles cuyo desarrollo máximo es menor que el de los gigantes de la selva o también por especies que componen el dosel superior. El suelo de la pluviselva, como notamos anteriormente, muestra una casi total ausencia de cre-

cimiento herbáceo y aparece abierto y desmenuzado, casi como en los parques boscosos de las regiones templadas. Un buen número de los árboles más antiguos muestran grandes protuberancias basales que forman oscuros recintos donde buscan refugio varias especies de mamíferos, reptiles e insectos.

Como dijimos anteriormente, la zona vital que llamamos pluviselva tropical está muy lejos de constituir una unidad biológica homogénea. Dentro de dicha zona vital pueden reconocerse distintas asociaciones ecológicas de características bien definidas. Para poder analizar la pluviselva tropical en el corto tiempo que disponemos, hemos decidido presentar un ejemplo clásico, como es la selva que cubre el sector al noroeste de la población de Almirante, provincia de Bocas del Toro, y que se extiende desde el mar hasta el límite de las selvas nebulosas que cubren esta región arriba de los 1,500 mts. sobre el nivel del mar. Esta selva fué objeto hace varios años de un estudio preliminar inédito, por parte de los ecólogos Holdridge y Budowski, contratados por el Instituto de Fomento Económico para determinar las potencialidades de estas selvas como fuente de materia prima, para el establecimiento de una industria manufacturera de papel en Panamá. En 1951 y 1952, en compañía del Dr. Harold Trapido, realizamos estudios ecológicos sobre los mosquitos que habitan una de las comunidades bióticas de estas selvas, y como parte de dichos estudios se recogieron importantes datos sobre la temperatura y humedad relativa de dicha comunidad. Desde 1959, con la colaboración de varios colegas del Laboratorio Conmemorativo Gorgas, hemos venido efectuando estudios sobre la ecología de los arbovirus en estas selvas, lo cual nos ha permitido llevar a cabo numerosas observaciones sobre su composición y sobre otras características ecológicas pertinentes. Por último, la Chiriquí Land Co., que por más de 30 años se ha dedicado a la explotación del banano y el cacao en esta región, ha recopilado una gran cantidad de datos mete-

reológicos continuos muy valiosos para permitir la debida interpretación de las observaciones realizadas por nosotros.

Para llevar a cabo en forma ordenada la descripción de las distintas asociaciones bióticas que componen esta selva, empezaremos por estudiar las asociaciones que se extienden a lo largo de la costa y procederemos luego tierra adentro hasta llegar a las regiones altas donde la pluviselva tropical limita con la zona vital de las selvas nebulosas.

Como la región de Almirante está situada dentro de las quietas aguas de la Laguna de Chiriquí, la vegetación arborea ha logrado sentar sus raíces a varios pies de profundida dentro del agua salada de la Laguna. Aquí notamos un crecimiento puro de mangle rojo (Rhizophora mangle) con sus típicas raíces arqueadas. En estas aguas relativamente profundas, el mangle rojo no alcanza su desarrollo máximo y apenas tiene la apariencia de un arbusto que no pasa de una altura de 4 ó 5 metros. Si seguimos esta asociación estero adentro hacia aguas menos profundas, notamos como los mangles rojos van adquiriendo mayor grosor y más altura hasta llegar a alcanzar 20 ó 25 metros. El dominio del mangle rojo se va también diluyendo y hacen su aparición otras especies de árboles como el mangle blanco (Laguncularia racemosa), y el mangle negro (Avicennia nitida) y los helechos de agua salobre. Si penetramos aún más hacia agua menos salobres pero todavía con un apreciable contenido de Cloruro de Sodio, notamos una de las más interesantes asociaciones de la pluviselva tropical panameña, cual es la llamada Asociación de Orey, constituida por crecimientos casi puros del árbol llamado Orey (Cannosperma panamensis) un miembro de la familia Anacardiaceae y por lo tanto pariente cercano del marañón (Anacardium marginale) y del espavé (A. excelsum). Esta asociación es particularmente interesante debido a que constituye una de las raras asociaciones selváticas tropicales donde existe un dominio marcado de una especie de

árbol. De la comunidad del Orey tierra adentro, llegamos a los extensos planos de aluvión sujetos a las frecuentes inundaciones de los grandes ríos que surcan la región y cuyos suelos se encuentran bajo agua durante largas épocas del año. Aquí, conforme el suelo pierde su salinidad, el crecimiento de Orey cede su lugar a una de dos asociaciones, dependiendo de la profundidad del agua que inunda los suelos. En aguas más profundas y perdurables encontramos una asociación de palmas de ciénagas, dominada por la robusta palma (Raphia taedigera). En aguas menos profundas y más temporales notamos la primera asociación típica de pluviselva tropical, que es la llamada pluviselva tropical pantanosa. Esta selva cuyo suelo está cubierto por agua durante largas épocas del año, se caracteriza por árboles altos y gruesos con numerosas protuberancias basales. La variedad de especies de árboles es grande aunque se puede precisar una definitiva predominancia de dos especies en particular, el Sangrillo (Pterocarpus officinalis) y el Cerillo (Symphonia globulifera), lo que llevó a Holdridge y Budowski a denominar esta asociación ecológica como asociación de Cerillo-Sangrillo. Otra especie, muy característica de la región es el Cativo (Prioria copaifera).

Las copas de los árboles más antiguos de esta asociación forma el dosel superior que es sumamente tupido durante todo el año. El segundo techo de esta selva está formado por un espeso crecimiento de la palma de coquillo (Manicaria saccifera) y por árboles más pequeños. Estas selvas cubren grandes extensiones de los planos de aluvión al norte de Almirante y se extienden hacia el Oeste hasta una altura de 50 mts. sobre el nivel del mar, donde empiezan a formarse las laderas, los filos y los riscos que constituyen la división continental y que en esta región alcanzan grandes alturas que sobrepasan los 3,000 metros de elevación sobre el nivel del mar. Desde los 50 metros hasta una elevación de 1,500 mts., estas laderas y filos está cubiertos por una asociación de pluviselva tropical que nosotros hemos

denominado Pluviselva tropical de laderas . Esta asociación se diferencia de la pluviselva pantanosa en que existe un buen sistema de drenaje del suelo, de manera que hasta en los períodos de intensas lluvias el suelo de la selva nunca aparece cubierto por agua. Aquí también desaparece la predominancia de los sangrillos y cerillos y la variedad de especies de árboles es mucho mayor. Esta asociación ocupa la mayor parte de las tierras de la provincia de Bocas del Toro.

En resumen tenemos que la pluviselva tropical que cubre la región de Almirante desde las orillas de La Laguna de Chiriquí hasta el contorno de los 1,500 mts. de elevación sobre el nivel del mar, puede dividirse en una serie de asociaciones ecológicas así:

- a) Asociación de manglares en aguas saladas y salobres.
- b) Asociación de Orey en tierras semi-salobres.
- c) Asociación de Palmas en tierras profundas cubiertas durante la mayor parte del año por aguas dulces.
- d) Asociación de pluviselva pantanosa en tierras cubiertas por aguas dulces de menor profundidad y durante menor tiempo.
- e) Asociación de pluviselvas de laderas en suelos bien drenados en las laderas, filos y riscos que se alzan para formar la división continental entre los 50 y 1,500 metros sobre el nivel del mar.

Ahora fijaremos un vistazo a las condiciones ambientales que predominan en la pluviselva y para poder hacerlo analizaremos ciertas condiciones físicas y meteorológicas que son las que contribuyen a la formación del microclima de la selva, como son: la temperatura, la humedad relativa, la intensidad de la luz solar, la precipitación pluvial y el viento.

a) Precipitación pluvial - La barrera que forman las altas montañas al Suroeste de Almirante induce un levantamiento abrupto de las masas de aire húmedo que traen los vientos alisios del Noroeste, lo cual produce abundante precipitación pluvial durante todo el año. El promedio anual de lluvia de 1949 a 1959 fué de 104.30 pulgadas,

oscilando entre 4.21 pulgadas en Septiembre a 15.39 pulgadas en Diciembre. Una de las características del patrón pluvial de esta zona, es la extrema variación en la cantidad de precipitación mensual de año en año. Sin embargo, en términos generales, Septiembre aparece como el mes más seco y Diciembre como el más lluvioso.

b) Temperatura - En observaciones realizadas de Septiembre de 1959 a Agosto de 1962, pudimos notar que la temperatura absoluta varió de un mínimo de 18°C registrada en Enero y Febrero de 1962 a un máximo de 33°C registrada durante Abril y Junio de 1960 y de nuevo durante Enero, Abril y Agosto de 1962. Debemos aclarar que estos extremos de temperatura fueron registrados por instrumentos expuestos a la intemperie y que las temperaturas en un ambiente selvático tienden a ser más homogéneas. También es natural esperar que, dentro de la selva, las condiciones ambientales en el suelo tienen necesariamente que ser distintas a las del techo de la selva. Trapido y Galindo(1957) en Almirante y Allee(1926) en Barro Colorado, han realizado observaciones sobre los factores de temperatura, humedad, luz y vientos en el suelo y en el dosel de pluviselvas tropicales de laderas y sus conclusiones son las siguientes:

a) El movimiento horizontal de aire en el suelo de la selva es prácticamente nulo. Hay un aumento gradual de movimiento de aire entre el suelo y el techo de la selva y un aumento aún mayor entre las ramas del techo y la zona inmediatamente arriba del techo.

b) La temperatura cerca del suelo de la selva es muy constante, fuera de los pequeños y escasos rayos solares que logran penetrar hasta el suelo de la selva. La temperatura en el dosel de la selva es mucho menos constante que en el suelo y la temperatura media es mayor. La humedad relativa en el suelo de la selva está casi siempre muy cerca del punto de saturación. En Almirante, el promedio mensual de la humedad media aparece cerca del punto de saturación tanto en el suelo como en el dosel de la selva.

En general, de los datos arriba mencionados se puede llegar a la conclusión de que las condiciones ambientales en el suelo de la selva son notablemente constantes y que conforme se sube al techo de la selva, las condiciones simulan más y más aquellas encontradas a ras del suelo en la periferie de la selva.

Hasta aquí hemos tratado de describir en forma sucinta lo que constituye una pluviselva tropical. Ahora entraremos a examinar como actúa la pluviselva como fuente de infecciones arbovirales en Panamá.

Para aquellos de ustedes que no tienen conocimientos virológicos, pasaremos a definir los arbovirus. Estos son agentes virales capaces de producir infecciones en una o más especies de vertebrados con las concomitantes reacciones inmunológicas específicas. La infección en el vertebrado está siempre acompañada de una viremia prolongada o pasajera, que sirve para pasar la infección a artrópodos hematófagos que actúan como transmisores biológicos de estos agentes. Entre los arbovirus encontramos agentes de algunas muy importantes enfermedades del hombre, como son la fiebre amarilla, las encefalitis arbovirales (St. Louis, del Este, del Oeste y Venezolana) etc.

Los arbovirus que han sido aislados de pluviselvas panameñas y sus orígenes son los siguientes:

- 1) virus Mayaro - mosquito y hombre.
- 2) virus Una - mosquitos.
- 3) virus de la Encefalitis del Este - caballos, mosquitos, aves y hombre.
- 4) virus de la encefalitis Venezolana - hombre, aves, roedores y mosquitos.
- 5) virus de la fiebre amarilla - monos, hombre, mosquitos.
- 6) virus de la encefalitis de San Luis - hombre, mosquitos, aves.
- 7) virus de Ilheus - hombre, aves, mosquitos.
- 8) virus Bussuguara - hombre, roedores, mosquitos.

- 9) virus Ossa - hombre, roedores, mosquitos.
- 10) virus Madrid - hombre, roedores, mosquitos.
- 11) virus Caraparú - roedores
- 12) virus Nepuyo - roedores
- 13) virus Patois - roedores, mosquitos.
- 14) virus Zegla - roedores
- 15) virus Guamá - roedores y mosquitos
- 16) virus Wyeomyia - hombre y mosquitos
- 17) virus Cache Valley - mosquitos
- 18) virus Guaroa - hombre, mosquitos
- 19) virus Estomatitis Vesicular - (tipo Indiana) chitras (Phlebotomus), hombre, ganado vacuno.
- 20) virus Changuinola - hombre, chitras (Phlebotomus)

El tiempo disponible no nos permite discutir la ecología dentro de la selva de cada uno de estos agentes virales, razón por la cual hemos escogido los virus de la fiebre amarilla y de la encefalitis venezolana para presentar dos tipos distintos de ecología dentro de los arbovirus cuyos hospederos habitan la pluviselva tropical. Fiebre Amarilla - Esta ha sido una enfermedad del hombre bien conocida desde el siglo XVII. A principio de este siglo se demostró la naturaleza viral del agente etiológico de la enfermedad y su transmisión de hombre a hombre por intermedio del mosquito doméstico Aedes aegypti. En la década de 1930-1940 los trabajos de la Fundación Rockefeller demostraron que esta enfermedad es en realidad una infección natural de los monos que habitan las pluviselvas tropicales de Sur América, transmitida entre los simios por mosquitos selváticos del género Haemagogus. El hombre al invadir la selva recibe la infección de mosquitos infectados y al traer la infección al habitat doméstico inicia una cadena de transmisión de hombre a Aedes aegypti a hombre, cadena que logra producir las explosivas epidemias urbanas tan conocidas en la historia de la medicina. Ahora estudiemos el ciclo natural

de la enfermedad en el ambiente selvático.

Por investigaciones llevadas a cabo por la Fundación Rockefeller en Sur América y por el Laboratorio Conmemorativo Gorgas en Centro-América y Panamá, se ha demostrado que todas las especies de monos americanos son susceptibles a la infección con el virus amarílico y que todas estas especies circulan virus en la sangre en títulos suficientemente altos como para infectar a los mosquitos vectores. Sin embargo, la tolerancia del hospedero a la infección varía mucho de acuerdo con la especie. Entre los monos panameños, los menos tolerantes son los monos cotudos (Alouatta palliata), los monos nocturnos (Aotus trivirgatus) y los monos tití (Saguinus geoffroyi), ya que muy pocos especímenes sobreviven la infección. Los monos araña rojos (Ateles geoffroyi) toleran la infección mejor, pero como el 50 % de los especímenes infectados sucumben. Los monos araña negros (Ateles griseus) y los cariblanco (Cebus capucinus) son muy resistentes al virus y a pesar de que muestran síntomas de enfermedad muy pocos mueren a consecuencia de ella.

Como es bien sabido las especies de monos que habitan la pluviselva tropical en Panamá son: el mono cotudo, los monos arañas, el mono nocturno y el mono cariblanco. Estos monos son estrictamente arbóreos y todas sus actividades se desenvuelven en el dosel superior de la selva. Con excepción del mono nocturno, las otras especies son diurnas y pasan el día totalmente expuestos en las ramas superiores de los árboles. Los monos nocturnos pasan el día en madrigueras profundas construídas en grandes ramas huecas.

Los mosquitos Haemagogus son dípteros diurnos y arbóreos de un color azul brillante. Las hembras de estos mosquitos salen en busca de sangre durante las horas del día y alcanzan su actividad máxima entre las 11 a.m. y las 2 p.m. Ellas son extremadamente arbóreas y es raro encontrarlas en el suelo, excepto en los linderos de la selva, donde las condiciones ambientales se asemejan a las del dosel

de la selva. A la hora que los Haemagogus alcanzan su actividad máxima, o sea al medio día, los monos se encuentran aletargados, reposando después de haber terminado su comida matinal; en estas condiciones los Haemagogus logran saciarse de sangre, sin muchas interrupciones. Existe pues una relación estrecha de parásitos hospedero entre los Haemagogus y los monos.

Cuando el virus de la fiebre amarilla llega a determinada pluviselva tropical se establece una cadena de transmisión de mono a Haemagogus a mono que es solo interrumpida cuando los hospederos vertebrados se mueren o son inmunizados por la infección.

Las larvas de los mosquitos Haemagogus se desarrollan en huevos en las ramas de los árboles que se llenan de agua pluvial. Los huevos son depositados por las hembras arriba del nivel superior del agua y las larvas nacen al subir el nivel del agua por precipitación de agua lluvia. En pluviselvas tropicales, donde la precipitación pluvial es abundante durante todo el año, la producción de Haemagogus es continúa, de manera que la potencialidad receptora de la selva para el virus amarílico está siempre latente. Aquí la única limitación que existe para el desarrollo del virus es la existencia de vertebrados susceptibles, ya que los monos o mueren o se inmunizan de por vida una vez infectados, de manera que una vez que el virus de fiebre amarilla llega a un lugar en la pluviselva, pronto la población susceptible de monos desaparece y el virus amarílico se desvanece. Sin embargo, como las pluviselvas existen en forma continúa sobre grandes extensiones de tierra, el virus continúa moviéndose através de la selva, originando las llamadas olas epizoóticas de fiebre amarilla.

Como hemos visto, la cadena de transmisión de fiebre amarilla ocurre en el techo de la selva. Si el hombre invadiera la selva sin perturbarla, podría vivir semanas enteras dentro de la selva sin adquirir la infección amarílica. Sin embargo, si se perturba el dosel de la selva por medio de la tala de árboles, se produce en los claros re-

sultantes condiciones ambientales similares a las que ocurren en el dosel de la selva, creando así una gradiente o escalera ambiental que se extiende desde el dosel superior hasta el suelo del claro en la selva, permitiendo que los Haemagogus desciendan a picar al hombre, para transmitirle el virus de la fiebre amarilla.

Esta historia natural del virus de fiebre amarilla en las pluviselvas tropicales, encuentra su ejemplo típico en las enormes extensiones de este tipo de selva que cubren los valles de los grandes ríos sudamericanos, como son los ríos Amazona, Orinoco, Magdalena, etc., donde el virus amarílico puede moverse silenciosamente através del dosel de la selva por años sin que la cadena de transmisión sea interrumpida. En Panamá, la ecología del virus en la pluviselva difiere del cuadro que acabamos de pintar, ya que las pluviselvas que existen en el istmo están separadas entre sí por extensos crecimientos de selvas tropicales de transición que cubren el centro del istmo. Como vimos anteriormente, estas selvas están sujetas a una estación seca de varios meses de duración. Durante dicha estación los Haemagogus persisten en el estado de huevo y los adultos desaparecen de la selva. En estas épocas, el virus amarílico no podría sobrevivir. Sin embargo, trabajos realizados por el Laboratorio Conmemorativo Gorgas han demostrado que hay otro mosquito selvático, el Sabethes chloropterus, que persiste en el estado adulto durante la estación seca y que es capaz de mantener bajo condiciones óptimas ambientales y en forma precaria, la cadena de transmisión de mono a mono hasta que los Haemagogus hacen nuevamente su aparición con el advenimiento de las lluvias y restablecen la transmisión activa del virus.

En resumen, en las pluviselvas tropicales el virus de la fiebre amarilla es transmitido de mono a mono, por mosquitos del género Haemagogus, que son insectos diurnos y arbóreos que solamente des-

cienden a picar al suelo de la selva cuando las condiciones ambientales de éste, se asemejan a las existentes en el dosel de la selva. El hombre solamente adquiere la infección cuando perturba el balance natural del techo de la selva a través de la tala de árboles o cuando se dedica a faenas agrícolas en regiones adyacentes a la selva. En la pluviselva tropical, la infección amarílica no permanece en un mismo lugar por períodos de más de dos o tres semanas, debido a que la población de vertebrados susceptibles o se inamuniza o muere. La infección se mueve a través de la selva en forma de olas epizooticas muy características, en tal forma que se hace fácil predecir los lugares que pueden ser invadidos una vez que se conozca la ecología de dichos lugares.

La Encefalitis Equina Venezolana - El virus de la EEV fué aislado por vez primera hace unos 25 años del cerebro de un caballo que murió de una encefalitis aguda en Venezuela. Desde entonces el virus ha sido reportado de Brazil, Trinidad, Colombia, Ecuador, República Dominicana, Panamá, Mexico y el estado de Florida en los Estados Unidos. En Colombia, Venezuela y República Dominicana se han reportado extensas epidemias producidas por este virus con numerosas muertes. Sin embargo, estas epidemias han ocurrido siempre en regiones semi-áridas, donde la EEV no existe en forma endémica y enzootica y donde la población vertebrada es altamente susceptible a la infección.

Trabajos realizados por la Fundación Rockefeller en Trinidad y Brasil y por el Laboratorio Conmemorativo Gorgas en Panamá durante los últimos años han demostrado que la EEV es normalmente una infección de ratas silvestres transmitida entre ellas por mosquitos Culex del subgénero Melanoconion. Cuando el transmisor es una especie con ancho espectrum de hospederos vertebrados, el virus se infiltra entre las poblaciones de vertebrados que dichos mosquitos atacan, como son los marsupiales, las aves, los equinos y el hombre.

Como los mosquitos transmisores habitan típicamente lugares bajos, la infección por el virus venezolano ocurre en su forma enzoótica y endémica en lugares bajos y pantanosos y uno de sus habitats preferidos es la pluviselva tropical pantanosa, como la que cubre los extensos planos de aluvión al norte de Almirante. El Laboratorio Conmemorativo Gorgas ha conducido durante los últimos cuatro años intensas investigaciones sobre la ecología del virus venezolano en la pluviselva tropical pantanosa de Almirante, estudios que resumiremos brevemente, solo con el objeto de presentar los puntos salientes de la historia natural de otro arbovirus de la pluviselva tropical con ecología muy distinta a la de la fiebre amarilla.

El virus de EEV en Almirante ocurre normalmente en roedores silvestres, particularmente en la rata de algodón (Sigmodon hispidus) que habita los grandes hierbatales que crecen en los linderos de la selva y en la rata semiespinosa (Proechimys semispinosus) que es un habitante de la selva. El virus es transmitido de rata a rata por mosquitos Culex del subgénero Melanoconion primordialmente por la especie Culex vomerifer, Culex taeniopus y Culex opisthopus. Estas especies se crían en los grandes pantanos boscosos tan comunes en dicha área. Como hemos visto anteriormente, la precipitación pluvial en esta región es tan abundante durante todo el año, que los pantanos nunca llegan a secarse por completo y así se mantiene una población alta de vectores durante todo el año.

Este fenómeno acompañado del hecho de que los vertebrados que actúan como hospederos se procrean rápidamente, asegura una ininterrumpida cadena de transmisión de roedor a mosquito Melanoconion a roedor. De manera que, a pesar de que ocurren altas y bajas anuales en la intensidad de la infección, existe transmisión activa del virus venezolano durante todos los meses del año.

En estudios sobre los hábitos de los mosquitos vectores se han comprobados los siguientes hechos:

1) Los vectores son casi exclusivamente nocturnos en su búsqueda de sangre.

2) Estos mosquitos ocurren normalmente tanto en el suelo de la selva como en su dosel superior.

3) Si bien la selva es su habitat preferido, estas especies invaden el ambiente peridoméstico cuando las casas están construídas en los linderos de los pantanos selváticos.

4) Los roedores silvestres son los vertebrados preferidos por estos mosquitos en su búsqueda de sangre. Sinembargo, hay una amplia gama de especies de vertebrados que son atacados con frecuencia, entre los que se destacan el hombre, los equinos, los marsupiales y las aves.

Guardando en mente los datos que acabamos de esbozar, podemos formarnos una imagen clara de lo que ocurre con el virus de EEV en Almirante y que podemos resumir en la forma siguiente:

1) El virus es transmitido de rata a rata por los mosquitos Culex (Melanoconion) vomerifer, C. (M.) taeniopus y C. (M.) opisthopus. Dicha cadena de transmisión ocurre en el suelo de la selva, ya que las ratas que actúan como principales hospederos, Sigmodon hispidus y Proechimys semispinosus son terrestres.

2) En épocas cuando la población de mosquitos es alta, hay un número apreciable de ellos que atacan otros vertebrados pasándoles la infección. Como estos insectos son tanto terrestres como arbores, hay oportunidad para infectar tanto los animales terrestres como arboreos, y así tenemos como se encuentran infectados con relativa frecuencia las aves, los marsupiales y los equinos.

3) Como estos mosquitos invaden el ambiente peridoméstico y atacan al hombre durante el crepúsculo y la prima noche en las inmediaciones de las viviendas, tanto niños como adultos adquieren la infección, de manera que el porcentaje de personas que han sido infectadas por el virus venezolano es siempre alto en el sector de Almirante.

te que se encuentra en los linderos de los pantanos boscosos.

En estos apuntes hemos tratado de presentar en forma esquemática cómo la pluviselva tropical puede actuar como fuente ecológica de infecciones arbovirales con historias naturales completamente distintas, con el objeto de recalcar la importancia que tiene la ecología como ciencia básica en el estudio de muchas enfermedades del hombre.

Es lógico pensar que sin la ayuda principalísima de la ecología, la ciencia médica se hubiera visto imposibilitada a delucidar la epidemiología de enfermedades tan importantes como son la fiebre amarilla y las encefalitis arbovirales.