

Estudios sobre hematozoarios

I. *Plasmodium mexicanum* Thompson y Huff, 1944, en sus huéspedes naturales

por

D. PELAEZ, R. PEREZ REYES y A. BARRERA ¹

Laboratorio de Parasitología

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N.

México, D. F.

En busca de parásitos hemáticos, hace un par de años comenzamos a revisar sistemáticamente la sangre de cuantos reptiles procedentes de la Mesa Central llegaban a nuestro laboratorio. Desde entonces habíamos tenido ocasión de estudiar varios géneros y especies de Lacertilia, Ophidia y Chelonia, hallando algunas formas de *Haemogregarina*, un hematozoario parecido a *Dactylosoma* y microfilarias; pero, hacia los últimos meses de 1947, decidimos limitar nuestras investigaciones de modo exclusivo a los iguánidos del género *Sceloporus*, del que hasta ahora han sido citadas del Distrito Federal seis especies. Dos de éstas en particular (*S. scalaris* y *S. microlepidotus*) pueden considerarse como domésticas y muy abundantes en todos los jardines, mientras que otras dos (*S. ferrariperezi* y *S. spinosus*) son bastante comunes en los alrededores de la ciudad.

Teníamos la idea de buscar principalmente *Plasmodium*, ya que la descripción de *P. mexicanum* fué hecha por Thompson y Huff (1944) sobre un hematozoario encontrado en *Sceloporus ferrariperezi ferrariperezi* de la parte alta de Michoacán, la misma subespecie a que pertenecen los *S. ferrariperezi* del Distrito Federal y que, al extenderse por la parte meridional de la Región Neártica, cubre con un área de distribución prácticamente continua las provincias bióticas Austro-oriental y Austro-occidental, abarcando, según Smith (1939): "Central Mexico, including Hidalgo, west central Vera Cruz, Mexico, Distrito Federal, northern Puebla, eastern Morelos, southern Guanajuato, and northern Michoacan".

En los primeros ejemplares que logramos de este iguánido al comienzo del presente año, capturándolos en una barranca de las Lomas de Chapultepec (D. F.) muy próxima a la "Colonia Virreyes", encontramos abundantes gametocitos del *Plasmodium* a que se refiere la presente nota, y posteriormente, el 25 de abril, pudimos colectar en la misma localidad algunos *S. microlepidotus microlepidotus* infectados por un *Plasmodium* que creemos idéntico al anterior.

Las numerosas capturas de *S. ferrariperezi* realizadas después en la localidad nos han proporcionado abundante material de este hematozoario, ya que un elevado porcentaje de los reptiles se hallaron parasitados por él y en el citado barranco de las Lomas de Chapultepec es donde únicamente encontramos lagartijas infectadas.

¹ Trabajo leído en la sesión ordinaria del Seminario de Parasitología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (I. P. N.) el día 23 de julio de 1948.

En general, todas las especies de *Plasmodium* saurianos se conocen imperfectamente, porque los autores que las estudiaron tuvieron materiales escasos y pocos reptiles infectados (Wenyon, 1926; Russell, 1946). Quizás las únicas excepciones entre ellas son *P. mexicanum* y *P. floridense* Thompson y Huff, 1944, que han podido ser investigadas con más amplitud debido a que fueron inoculadas a varios huéspedes experimentales e incluso se ha ensayado en ellas el efecto de la quinina (Thompson, 1946).

El primitivismo de estos *Plasmodium*, el hecho de que, parasitando animales poiquilotermos, son muy semejantes en su morfología y biología a los aviares, y la posibilidad del fácil mantenimiento de reptiles infectados en el laboratorio, son circunstancias que abren amplias facilidades para su investigación y, cuando se tenga un conocimiento profundo de ellos, posiblemente queden dilucidados diversos problemas referentes a la biología, filogenia y evolución de los plasmódidos y se obtendrán valiosos datos sobre el comportamiento de aquellos productos antipalúdicos que vayan dirigidos hacia la eliminación de formas exoeritrocíticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los *Sceloporus* fueron capturados a mano en gran parte; pero, dada la extraordinaria agilidad de algunas especies, los hábitos arborícolas de otras y lo escarpado y anfractuoso del terreno en casi todas las localidades exploradas, para coleccionar muchos ejemplares fué necesario utilizar rifles de aire comprimido, cuya pequeña munición no produce en la mayoría de los casos más que lesiones ligeras o traumatismos de los que sanan con facilidad las lagartijas. Sin embargo, varias veces se cobraron muertas o tan mal heridas que resultó imposible conservarlas para observaciones posteriores y, en tales casos, se tomaron siempre en el mismo campo las muestras correspondientes de sangre y diversos órganos del ejemplar, las cuales se llevaron después al laboratorio para su tinción y estudio.

Las lagartijas vivas o con heridas leves se mantuvieron en buen estado varios meses dentro de terrarios de madera y vidrio con arena y piedras en el fondo. Cuando la temperatura del laboratorio era demasiado baja, en los primeros meses del año, colocamos en el interior de los terrarios un foco eléctrico que suministró el calor suficiente para que los reptiles se mantuviesen activos y comieran con avidez las moscas y *Drosophila* con que les alimentábamos. Hacia mediados del mes de abril, suprimimos este aditamento, debido a que las temperaturas registradas en el exterior y dentro del laboratorio mostraron desde entonces en adelante muy pequeñas diferencias. Una hembra de *S. ferrariiperexi* dió a luz cinco ejemplares (Núms. 56-60) y otras dos de *S. microlepidotus*, también en cautividad, parieron uno cada una.

Por causas que en principio no nos explicábamos, en el mes de mayo murió en pocos días una cantidad considerable de lagartijas. Todos los ejemplares muertos presentaban una notable emaciación y el síntoma común de emitir heces blanquecinas y casi líquidas. Al observar dichos excrementos al microscopio quedamos admirados de la enorme cantidad de trofozoítos que contenían de un flagelado muy móvil y, haciendo preparaciones teñidas con hematoxilina férrica de tales excrementos, comprobamos que se trataba de un tricomonárido (*Trichomonas* sp.), al que juzgamos responsable de la epizootia mencionada, ya que, al realizar exámenes coprológicos de ejemplares sanos, los *Trichomonas* no aparecieron o estaban en número muy escaso. Para evitar el contagio de unas lagartijas a otras, desde ese momento aislamos en jaulas particulares a los ejemplares que quedaron o fuimos capturando posteriormente.

En todos los *Sceloporus* colectados (excepto uno) pudimos identificar la especie y subespecie sin dificultad empleando las claves y minuciosas descripciones que publicó Smith (1939) en su excelente trabajo "The Mexican and Central American Lizards of the genus *Sceloporus*".

Desde el día 3 de enero del presente año hemos tenido oportunidad de estudiar 118 ejemplares cuya clasificación, sexos y localidades anotamos en la tabla siguiente:

ESPECIE	LOCALIDAD	♂ ♂	♀ ♀	TOTAL
<i>S. ferrariperezi ferrariperezi</i> Cope, 1885.....	Lomas de Chapultepec, D. F.	18	32	50
<i>S. ferrariperezi ferrariperezi</i> Cope, 1885.....	Santa Catarina, D. F.	1	2	3
<i>S. ferrariperezi ferrariperezi</i> Cope, 1885.....	Tulpetlac, Méx.	2	2	4
<i>S. microlepidotus microlepidotus</i> Wiegmann, 1834.....	Lomas de Chapultepec, D. F.	9	19	28
<i>S. microlepidotus microlepidotus</i> Wiegmann, 1834.....	México, D. F.	—	1	1
<i>S. microlepidotus microlepidotus</i> Wiegmann, 1834.....	Zempoala, Mor.	—	1	1
<i>S. spinosus spinosus</i> Wiegmann, 1828.....	Lomas de Chapultepec, D. F.	3	4	7
<i>S. spinosus spinosus</i> Wiegmann, 1828.....	Tulpetlac, Méx.	2	3	5
<i>S. scalaris scalaris</i> Wiegmann, 1828.....	Lomas de Chapultepec, D. F.	2	5	7
<i>S. scalaris scalaris</i> Wiegmann, 1828.....	México, D. F.	3	1	4
<i>S. aeneus aeneus</i> Wiegmann, 1834.....	México, D. F.	—	1	1
<i>S. aeneus aeneus</i> Wiegmann, 1834.....	Zempoala, Mor.	1	1	2
<i>S. horridus horridus</i> Wiegmann, 1834.....	Temixco, Mor.	2	1	3
<i>S. ochoterenae</i> Smith, 1934.....	Oaxtepec, Mor.	1	—	1
<i>S. sp.</i>	Malinalco, Méx.	—	1	1
		44	74	118

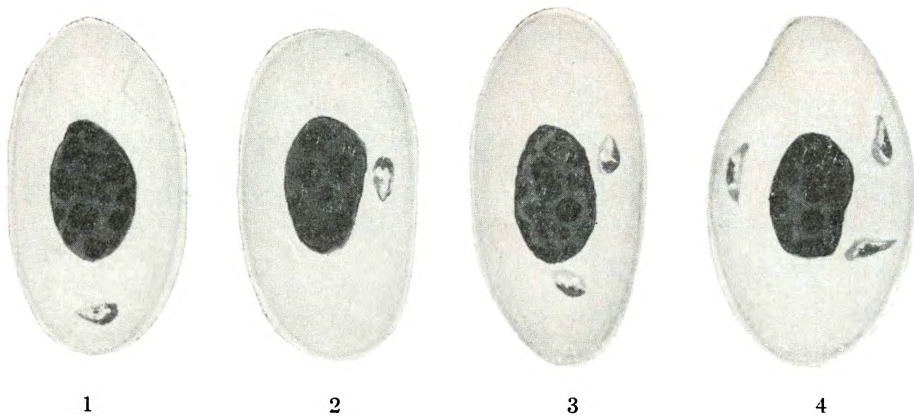
De todas las lagartijas capturadas se tomaron a su ingreso, y después periódicamente, preparaciones de sangre por extensión de una gota obtenida normalmente del extremo de un dedo. Cuando murieron se hicieron además de las preparaciones rutinarias de sangre, improntas y frotis de los siguientes órganos: bazo, hígado, corazón, cerebro y médula roja. Todas las preparaciones se fijaron con alcohol metílico y se tiñeron por el método de Giemsa. Se conservaron asimismo piezas de los órganos citados para su estudio posterior, fijándolas en Bouin o en Zenker formolado. Los ejemplares una vez disecados, se conservaron en formol al 5% en nuestro laboratorio, y pasarán después al de Zoología de la propia Escuela.

Las inoculaciones que realizamos en algunos ejemplares limpios de parásitos a partir de otros naturalmente infectados, se hicieron siempre siguiendo la técnica descrita por Thompson y Huff (1944), tomando la sangre para tal objeto de los dedos del animal donador o por punción cardíaca e inyectando a los receptores intramuscular o intraperitonealmente.

DESCRIPCIÓN DE LAS FASES HEMÁTICAS EN LOS HUÉSPEDES NATURALES

De los numerosos ejemplares de *Sceloporus* que hemos colectado en las Lomas de Chapultepec con infección natural por *Plasmodium*, nos pareció conveniente elegir para la descripción del parásito el Núm. 26, por ser el que ofrecía una mayor abundancia de trofozoítos y esquizontes en diversos grados de desarrollo, y los Núms. 5 y 6, en cuya sangre dominaban francamente los gametocitos o eran las únicas formas existentes. Todos estos ejemplares pertenecen a la especie *S. ferrariperezi ferrariperezi*. Además, habiendo encontrado algunos *S. microlepidotus microlepidotus* en la misma localidad con idéntica infección, señalamos en la descripción de cada fase del hematozoario las analogías o diferencias observadas en el aspecto de los parásitos de ambos huéspedes, tomando como base las preparaciones de sangre obtenidas de los números 42 y 43.

Trofozoítos (figs. 1-4).—Se encuentran principalmente en eritrocitos y, de modo más raro, en normoblastos, sin causar nunca hipertrofia de la célula para-



Figs. 1-4 Trofozoítos de *P. mexicanum* en eritrocitos de *Sceloporus ferrariperezi*. 1, posición polar; 2, lateral; 3, doble infección; 4, triple infección. Todas las figs. $\times 2,670$ (D. Peláez pinx.)

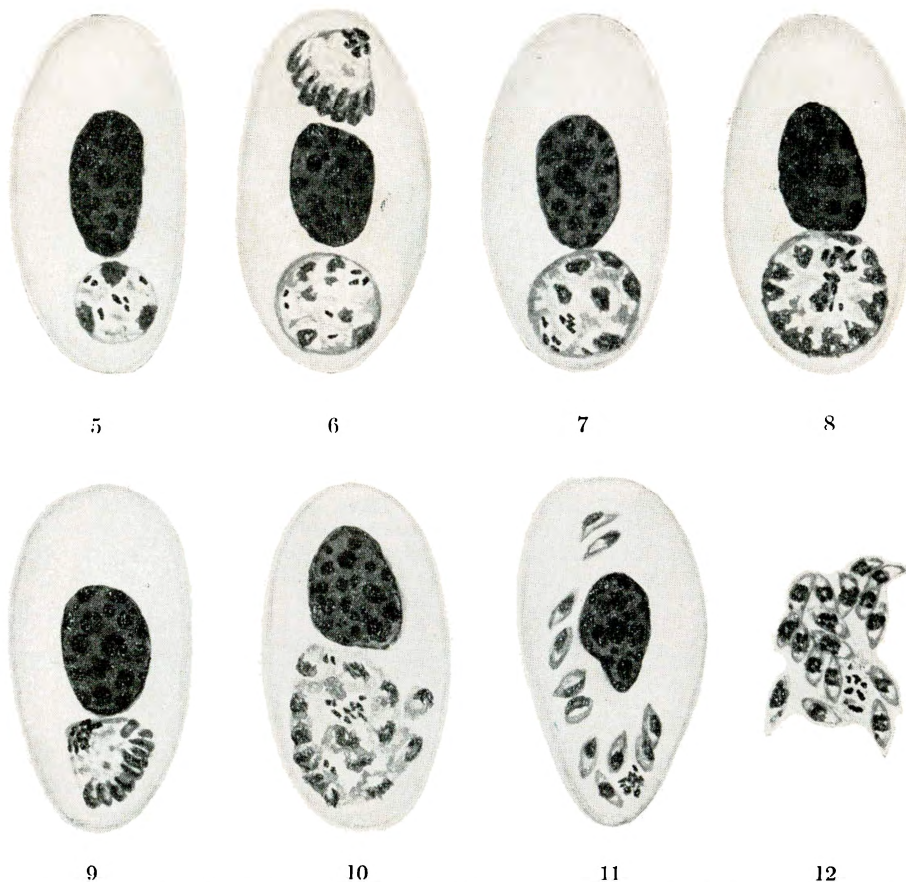
sitada ni desplazamiento del núcleo, aunque con relativa frecuencia se hallan en contacto con él. En los eritrocitos se observan bastantes infecciones dobles y aún triples (figs. 3 y 4). La posición del trofozoíto en el interior de la célula es de preferencia polar o subpolar, ya que en un recuento de 1 000 trofozoítos, tan sólo el 20% de las formas estudiadas aparecen en situación lateral.

Los trofozoítos más jóvenes corresponden casi exactamente en su morfología y medidas a los merozoítos descritos por Thompson y Huff (1944). Son semilunares, fusiformes o piriformes, su citoplasma se tiñe de azul claro (algo más intensamente en la periferia) y el núcleo de carmín o púrpura. Carecen de vacuolas y la cromatina se observa en posición central o adherida a uno de los bordes del trofozoíto. Los más pequeños miden $1.28 \times 1.02 \mu$. Conforme van creciendo cambian de forma, tomando un aspecto redondeado u oval, aparece en el centro o hacia uno de sus extremos una vacuola pequeña y el pigmento, de

color café obscuro y en número de 1 a 5 gránulos, se distribuye en ellos irregularmente, unas veces en plan periférico y otras constituyendo pequeños acúmulos (1 ó 2) de situación variable.

Los trofozoítos más grandes tienen un contorno menos regular, la vacuola es de mayor tamaño y alcanzan a medir 3.6μ de diámetro máximo.

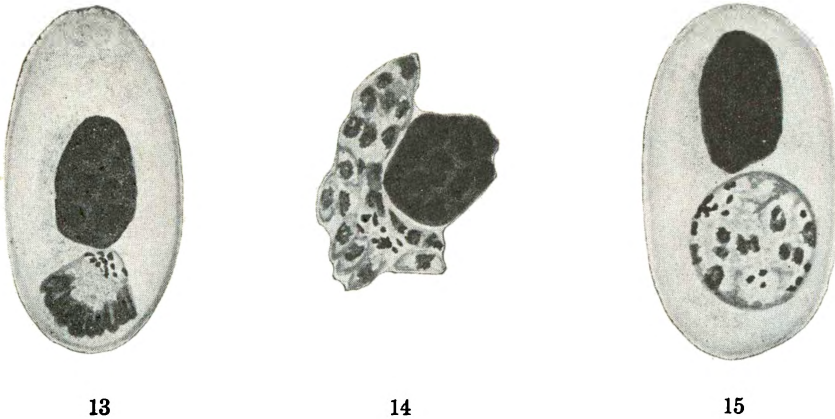
Los trofozoítos tienen el mismo aspecto en *S. ferrariperezi* y en *S. microlepidotus*.



Figs. 5-12.—Formas de división de *P. mexicanum* en eritrocitos de *Sceloporus ferrariperezi*. 5-8, esquizontes de contorno circular en diferentes grados de madurez. En la fig. 9 puede verse una doble infección en la que uno de los dos esquizontes tiene la característica forma de "abanico" que se muestra en la fig. 9 aislada; 10, esquizonte maduro en el que los merozoítos comienzan a separarse; 11 y 12, merozoítos sueltos en el interior de un eritrocito y en el plasma sanguíneo respectivamente. Todas las figs. $\times 2,670$. (D. Peláez pinx.)

Esquizontes (figs. 5-10).—Muy abundantes en eritrocitos, más escasos en normoblastos y policromatófilos y rarísimas formas apigmentadas en linfocitos. Los más jóvenes tienen una forma redondeada o ligeramente oblonga, presentando su citoplasma teñido de un azul semejante al de los trofozoítos y dos gruesos puntos de cromatina de color púrpura o rojo-vinoso. Su pigmento está

constituido por dos a cuatro granos de color pardo oscuro, casi negro, y tiene una distribución irregular. Conforme la cromatina va dividiéndose en mayor número de masas, el pigmento tiende a agruparse en la parte central del parásito, aumentando la cantidad de granitos de hemozoína. Los esquizontes más jóvenes ocupan diversos lugares en el interior de la célula huésped, aunque muestran una marcada tendencia a localizarse en contacto con el núcleo. Los que ofrecen mayor número de masas cromáticas son casi siempre polares y su cromatina se dispone en general periféricamente, concentrándose el pigmento en el centro del citoplasma. Con mucha frecuencia se encuentran dos esquizon-



Figs. 13-15.—Formas de división de *P. mexicanum* en eritrocitos de *Sceloporus microlepidotus*. 13, esquizonte en "abanico"; 14, esquizonte totalmente maduro en el que los merozoítos se agrupan todavía en una masa compacta alrededor del núcleo picnótico del eritrocito en que se desarrollaron; 15, esquizonte de contorno circular. Todas las figs. $\times 2,670$ (D. Pe-láez pinx.)

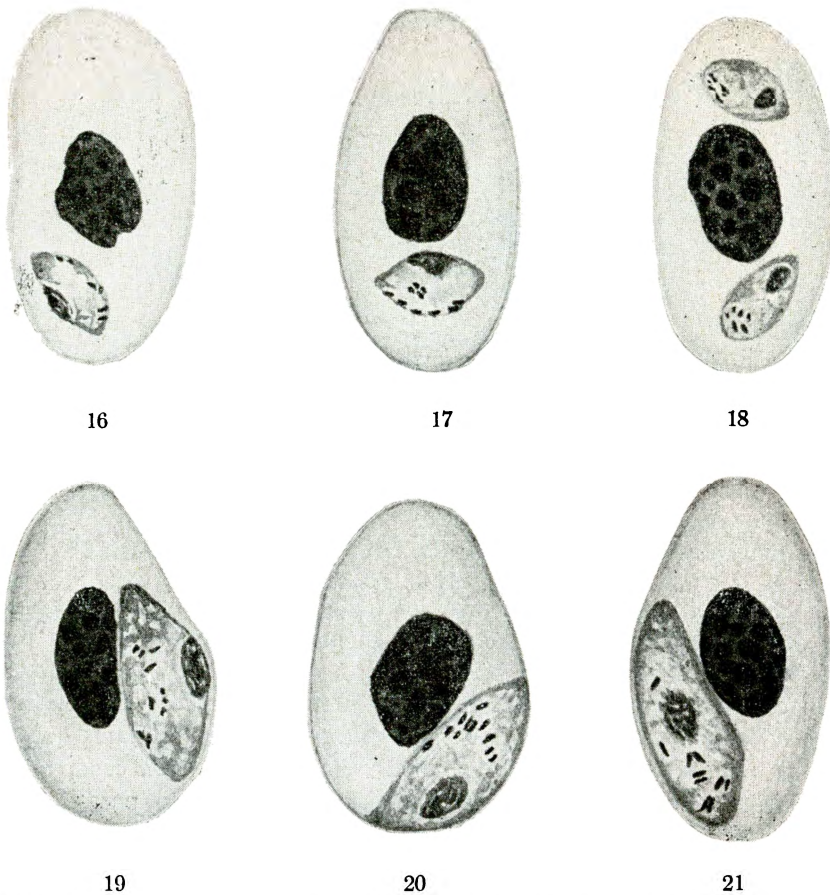
tes en una sola célula (fig. 6) y, más raramente, tres. Los esquizontes mayores miden $8.46 \times 6.40 \mu$.

Los esquizontes maduros ofrecen generalmente la forma de "abanico" (fig. 9), con 8 a 10 granitos de pigmento concentrados en el vértice y las masas de cromatina (de 10 a 17) formando el borde semicircular del mismo. Otros esquizontes maduros son casi totalmente circulares. Nunca hemos apreciado hipertrofia de las células rojas que contienen esquizontes, aunque casi siempre hay un leve desplazamiento nuclear y muchas veces aparecen ligeras deformaciones del núcleo de la célula huésped en el punto de contacto con el parásito. En los escasísimos linfocitos que vimos con esquizontes apigmentados, estas formas tienen un aspecto circular, con la cromatina teñida de carmín claro u oscuro y el citoplasma de un azul semejante al del linfocito, estando separados ambos por una delgada línea clara. El núcleo de los linfocitos que presentan estas formas se halla profundamente alterado y es reniforme o semilunar, ocupando el parásito su concavidad. Tanto en *S. ferrariperezi* como en *S. microlepidotus*, los esquizontes al parecer son idénticos (figs. 13-15).

Merozoítos (figs. 11 y 12).—Son fusiformes, con su máximo diámetro transversal, contenido unas tres veces en el longitudinal. El citoplasma se tiñe de azul

claro y el núcleo vesicular de color violeta-rojizo, ocupa más de una tercera parte del merozoíto. En el interior del eritrocito se encuentran masas aisladas de pigmento que quedan en libertad al romperse la célula que las contiene. El número de merozoítos observado en múltiples esquizontes maduros oscila entre 10 y 17 (promedio 12-14).

Gametocitos.—Exclusivamente en normoblastos y en eritrocitos maduros tanto en *S. ferrariperezi* como en *S. microlepidotus*.



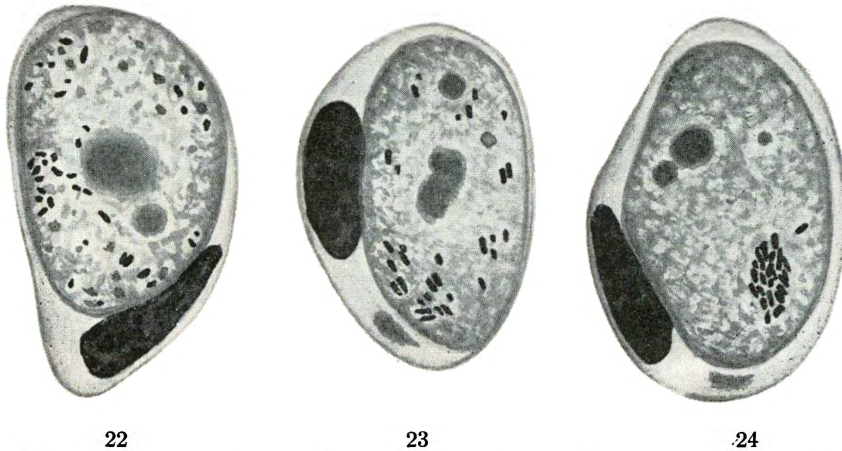
Figs. 16-21.—Gametocitos jóvenes de *P. mexicanum* en eritrocitos de *Sceloporus ferrariperezi*. 16-18, formas muy jóvenes que no causan deformación de la célula huésped, aunque en la última se trata de una infección doble; 19-21, gametocitos más desarrollados que deforman el eritrocito ligeramente, aunque aún no pueden diferenciarse en ellos los sexos. Todas las figs. $\times 2,670$. (D. Peláez pinx.)

Los pregametocitos más jóvenes (figs. 16-21) no causan hipertrofia de la célula huésped y, en muchos casos, tampoco la deforman ni desplazan el núcleo. Los menores son casi redondos, pero cuando crecen se hacen ovoides con sus extremos apuntados y romos, presentando de 7 a 11 granitos bacilares de pigmento pardo-negruzco en un polo, en los dos o en la periferia. Cerca del centro

se observa el núcleo como una masa oblonga, bien delimitada y de color rosa pálido, que casi siempre tiene una posición parietal en el gametocito, midiendo su diámetro máximo 2.2μ . El citoplasma se tiñe en los gametocitos jóvenes de azul claro y, dentro del eritrocito, su posición es principalmente subpolar o polar.

Cuando los gametocitos alcanzan la mitad del volumen de los maduros pueden ya diferenciarse con claridad los micro- de los macrogametocitos, puesto que su cromatina tiene características muy distintas.

En *S. ferrariperezi* los macrogametocitos maduros son ovoides (figs. 22-24), producen hipertrofia del eritrocito y empujan el núcleo de éste lateral y, en



Figs. 22-24.—Macrogametocitos totalmente desarrollados de *P. mexicanum* en eritrocitos de *Sceloporus ferrariperezi*. Todas las figs. $\times 2,670$. (D. Peláez pinx.)

algunos casos, polarmente. Con el método de coloración de Giemsa el citoplasma se tiñe de un color azul intenso; el núcleo se presenta como una masa bastante bien definida de un color rojo brillante y en ocasiones se puede apreciar un nucléolo coloreado más intensamente que el resto del núcleo. El pigmento, de color pardo oscuro, se presenta, generalmente, en gránulos bacilares que pueden reunirse en una masa, cerca de un extremo del parásito, o bien están repartidos irregularmente en el citoplasma. En el interior del eritrocito parasitado, cerca de un polo del núcleo del mismo, se observa, frecuentemente, una pequeña masa, que se tiñe del mismo color azul con que se colorea el citoplasma del parásito. No sabemos el significado verdadero de éste por nosotros llamado "resto citoplásmico". Como promedio de cien medidas efectuadas obtuvimos el de $15.4 \times 8.3 \mu$ para los diámetros mayor y menor, variando ambos entre $12.6-18.1 \mu$ y $6.3-10.2 \mu$ respectivamente.

En *S. microlepidotus* (figs. 25-27) los eritrocitos se distorsionan notablemente por la acción de los macrogametocitos que, además, deforman y desplazan al núcleo de un modo mucho más patente que como sucede en *S. ferrariperezi*. La hemozoína se presenta en forma de corpúsculos granulares de color casi negro. No hemos notado la presencia de restos citoplásmicos. Estas formas miden $10.8-17.2 \mu \times 8.4-12.8 \mu$ (promedio: $12.6 \times 10.5 \mu$) y son redondas u ovals.

En *S. ferrariperezi* los microgametocitos (figs. 28-30) son como los macrogametocitos, ovales, el núcleo presenta su cromatina un tanto difusa y la distorsión del eritrocito y el desplazamiento del núcleo son en todo muy semejantes a los causados por el macrogametocito aunque en menor grado, ya que estas formas son ligeramente más pequeñas, midiendo $11.0-16.5 \mu \times 5.5-8.6 \mu$ (promedio: $13.8 \times 7.1 \mu$).

El citoplasma se tiñe de un color azul pálido, ocupando una estrecha zona periférica de límites imprecisos y la mayor parte del microgametocito aparece teñida de rosa, un poco más intenso en el centro, permitiendo estos caracteres



Figs. 25-27.—Macrogametocitos totalmente desarrollados de *P. mexicanum* en hematíes de *Sceloporus microlepidotus*. Todas las figs. $\times 2,670$. (D. Peláez pinx.)

su fácil distinción de los macrogametocitos. El pigmento es siempre de forma bacilar, variando mucho el número de gránulos que pueden encontrarse en cada parásito (4 a 32) y con mucha frecuencia se halla circunscrito a un solo polo del microgametocito; pero no son raras las formas en que la hemozoína aparece distribuída de modo irregular por todo su citoplasma. En ocasiones se aglutinan los gránulos formando 1 ó 2 masas.

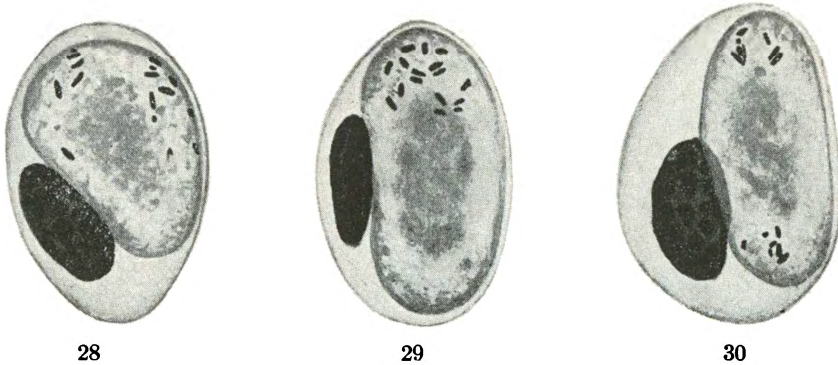
En *S. microlepidotus* los microgametocitos (figs. 31-33) tienen un aspecto semejante por lo que hace a sus afinidades tintóreas, pero suelen llenar casi por completo el eritrocito parasitado, aplastando el núcleo del mismo sobre el estroma de la célula huésped. El pigmento es semejante al de los macrogametocitos en este mismo huésped. Miden $14.0-10.2 \mu \times 10.9-7.3 \mu$ (promedio: $12.0 \times 9.3 \mu$).

EVOLUCIÓN DE LA PARASITEMIA

Los primeros ejemplares que capturamos los días 3 y 6 de enero de 1948 pertenecían a la especie *S. ferrariperezi ferrariperezi* (Núms. 1 y 2) y únicamente mostraron masas de hemozoína en hígado y bazo. Los siguientes, de las mismas fechas y especie (Núms. 4, 5 y 6), presentaron abundantes gametocitos maduros en células rojas y tan sólo, tras de una meticulosa observación de las preparaciones de sangre que hicimos de ellos, pudimos descubrir en el Núm. 4 algunos trofozoítos (probablemente pregametocitos muy jóvenes) escasísimos y

unos cuantos esquizontes, también muy raros, hasta con cinco puntos de cromatina.

El 4 de abril, el ejemplar Núm. 26, colectado en la misma localidad y muerto por desgracia dos días después, presentó en el examen de su sangre una intensa parasitación de los eritrocitos por trofozoítos y esquizontes en diversos grados de desarrollo, observándose también algunos pregametocitos muy escasos. Veinte días después otro macho joven de *S. ferrariiperezi* (Núm. 35), capturado en las Lomas de Chapultepec, mostró una parasitemia abundante de trofozoítos y esquizontes en sangre periférica y, habiéndole conservado en el laboratorio durante



Figs. 28-30.—Microgametocitos totalmente desarrollados de *P. mexicanum* en eritrocitos de *Sceloporus ferrariiperezi*. Todas las figs. $\times 2,670$. (D. Peláez pinx.)

un mes aproximadamente, con objeto de apreciar la aparición de gametocitos y su evolución mediante el estudio casi diario de su sangre, pudimos notar la presencia de las primeras formas jóvenes de éstos a los 5 días de tenerle en observación. Los numerosos exámenes efectuados posteriormente en este ejemplar, revelaron que los gametocitos evolucionan, al parecer, muy lentamente en el interior de las células huésped, ya que, 23 días después de haber encontrado los primeros, el tamaño de los mayores apenas llegaba a las dos terceras partes del que muestran los gametocitos totalmente desarrollados de este *Plasmodium*.

En una hembra de la misma especie (Núm. 18), obtenida el 21 de marzo en la citada localidad, los primeros exámenes parasitológicos de su sangre fueron negativos para *Plasmodium*, aunque se vieron en ella numerosas formas de *Haemogregarina* sp. y *Dactylosoma*? Dos meses después (28 de mayo) aparecieron los primeros trofozoítos y esquizontes, y la parasitemia continuaba activa varios días más tarde, cuando el ejemplar desapareció del laboratorio. Es probable que la parasitosis de este *Sceloporus* se encontrase en su período inicial (prepatente, con parásitos prácticamente invisibles en sangre periférica) cuando fué capturado, ya que señalamos el hecho de que las preparaciones hemáticas que se hicieron de él durante varios días, fueron totalmente negativas. Sin embargo, la posibilidad de que se infectase en el laboratorio no hay que desecharla por completo, como veremos más adelante, puesto que se conservó en la misma jaula en que teníamos más de una docena de lagartijas con *Plasmodium* y ectoparásitos.

El ejemplar Núm. 36 es un caso idéntico al anterior.

El día 25 de abril, en el mismo barranco donde habíamos encontrado anteriormente numerosos ejemplares de *S. ferrariperezi* infectados con el hematozoario que nos ocupa, capturamos dos machos adultos de *S. microlepidotus microlepidotus* cuya sangre mostró los eritrocitos parasitados en proporción de 10 por 10,000, en su mayor parte gametocitos maduros y un escaso número de esquizontes y trofozoítos. Estos han sido los únicos ejemplares de esta especie (Núms. 42 y 43) que hemos encontrado con infección natural, suponiendo su descubrimiento el hallazgo de un nuevo huésped para el *Plasmodium* objeto de este trabajo.



Figs. 31-33.—Microgametocitos totalmente desarrollados de *P. mexicanum* en hematíes de *Sceloporus microlepidotus*. Todas las figs. $\times 2,670$. (D. Peláez pinx.)

Del estudio de cincuenta *S. ferrariperezi* y veintiocho *S. microlepidotus*, procedentes todos ellos de las Lomas de Chapultepec, podemos sacar en consecuencia que la infección por *P. mexicanum* es, al parecer, mucho más frecuente en la primera de estas dos especies, ya que, mientras el 90% de los ejemplares a ella pertenecientes mostró su sangre infectada por dicho hematozoario, en *S. microlepidotus* la incidencia que se obtiene en el corto número observado es de 7.13% (2 individuos).

La observación que hacen Thompson y Huff en la página 54 de su trabajo (1944) de que “la infección hemática en el huésped natural, *Sceloporus ferrariperezi*, del que fué aislada la cepa, consistía primordialmente en gametocitos”, reforzada más adelante (p. 63) con las siguientes palabras “...the infection in the natural host consisted of few parasites (which were mainly gametocytes)...”, nos parece en lo absoluto concordante con nuestros primeros hallazgos; pero, como ya anotamos antes, en muchos casos posteriores hemos podido apreciar que las formas dominantes eran las esquizogónicas y que, al principio del período patente de las infecciones experimentales que llevamos a cabo, las únicas formas presentes fueron siempre trofozoítos y esquizontes (*S. ferrariperezi*, *S. microlepidotus* y *S. spinosus*).

Podríamos hallar quizás en tales datos una explicación del predominio o no de las formas sexuales sobre las asexuales que hemos observado en diversos ejemplares recién capturados. Al parecer, los primeros parásitos que se patentizan en la sangre periférica de las citadas lagartijas son trofozoítos y esquizontes;

después, tras un lapso no menor de ocho días (*S. ferrariperezi* Núm. 47), se comienza a encontrar entre ellos escasísimos pregametocitos, aumentando estas formas en número, en días posteriores, aunque su tamaño crece con mucha lentitud. En el ejemplar Núm. 35, mantenido en observación, como antes anotamos, 23 días después de que los primeros pregametocitos aparecieron en su sangre, el tamaño de los gametocitos en las últimas muestras que se le tomaron llegaba escasamente a las dos terceras partes del habitual para los gametocitos maduros.

No conocemos la duración de la parasitemia en los huéspedes naturales; pero, de las observaciones que hemos podido realizar sobre la evolución de los parásitos en *S. ferrariperezi* parece deducirse que el período activo de estos hematozoarios no pasa en general de un año y que, después sobreviene un estado crónico (muy parecido probablemente al ya observado por numerosos investigadores en *Plasmodium* aviares) caracterizado por la gradual desaparición de los parásitos en sangre periférica y la presencia de pigmento en diversas vísceras (bazo, hígado, etc.), e incluso en sangre.

Los trofozoitos y esquizontes, según nuestras observaciones, empiezan a aparecer en los ejemplares capturados en su medio natural hacia los comienzos de la primavera. Un mes después, se observan los primeros pregametocitos y éstos continúan su desarrollo, lentamente, hasta que, en los últimos meses del año, resulta casi imposible encontrar en la sangre de los *Sceloporus* infectados otras formas que no sean gametocitos totalmente maduros. Más adelante es posible que incluso los gametocitos lleguen a desaparecer, dejando como único residuo perceptible de la parasitemia la hemozoína, cosa que parece estar acorde con el hecho de que algunos ejemplares adultos de *S. ferrariperezi* y *S. microlepidotus*, que capturamos en las Lomas de Chapultepec al lado de otros infectados, no presentaron más que pigmento en sus vísceras.

Quizás la parasitación por este *Plasmodium* confiere inmunidad a los huéspedes naturales (Thompson, 1944). Aunque, por estar trabajando actualmente en la investigación de este punto, no podemos hacer sino hipótesis al respecto, parece sugerente el hecho de que resultaron negativas varias de las inoculaciones intentadas por nosotros en ejemplares adultos capturados en la misma localidad y limpios aparentemente de parásitos, según el estudio de varias muestras de su sangre que hicimos durante más de un mes antes de efectuar la inoculación.

Con el objeto de comprobar si efectivamente estábamos trabajando con una sola especie de *Plasmodium*, inoculamos varios *Sceloporus* limpios pertenecientes a las dos especies que encontramos con infección natural y algunos más de otra especie, *S. spinosus*, que es frecuente en localidades próximas a la de nuestros hallazgos. Los *S. ferrariperezi* inoculados procedían de Tulpetlac, Méx., y los *S. microlepidotus* de México, D. F., lugares ambos en los que nunca hemos encontrado ejemplares infectados por *P. mexicanum*. Todas las inoculaciones se hicieron a partir de *S. ferrariperezi* cuya sangre mostraba abundantes trofozoitos y esquizontes, obteniendo resultados positivos en 5 ejemplares: *S. ferrariperezi* Núm. 47, *S. microlepidotus* Núms. 24 y 42, y *S. spinosus* Núms. 50 y 107¹.

Las formas de *Plasmodium* observadas en los ejemplares inoculados expe-

¹ *S. spinosus* es, por tanto, un nuevo huésped experimental de *P. mexicanum* y el comportamiento del parásito en él, será descrito en un trabajo posterior.

rimentalmente, eran semejantes a las encontradas en los huéspedes con parasitemia natural y pudimos comprobar que las primeras que aparecieron en ellos fueron trofozoítos y esquizontes, como sucede en las infecciones naturales.

POSIBLES VECTORES

Aragão y Neiva (1909), al describir *Plasmodium diploglossi* y *P. tropiduri*, intentaron investigar la posibilidad de que ciertos culicinos (*Culex confirmatus* y *C. teniorhynchus*) actuasen como vectores de dichos hematozoarios. El experimento no pudo llevarse a cabo porque no lograron que los mosquitos se alimentasen sobre el único ejemplar de *Diploglossus* infectado que poseían y a este respecto anotan lo siguiente: "Tendo morrido, inesperadamente, o animal infetado não foi possível experimentar com outros mosquitos e demais insetos sugadores de sangue e ixódidias. Nenhum ecto-parasita foi encontrado sobre os animais infetados ou não".

Huff (1941) logró hacer picar algunos *Aedes aegypti* sobre un *Sceloporus undulatus* que tenía *Plasmodium floridense*, hallando en la disección posterior de los insectos, uno infectado con un solo oociste.

Posteriormente, Thompson y Huff (1944 a) al revisar las especies de *Plasmodium* saurianos de Norteamérica, hicieron algunos experimentos con resultados totalmente negativos, empleando cerca de 200 mosquitos (*Aedes aegypti* y *Culex pipiens*) que consiguieron alimentar sobre *Sceloporus olivaceus* parasitados por *Plasmodium mexicanum* y *P. rhadinurum* e *Iguana iguana rhinolopha* infectada con este último *Plasmodium*. Al reseñar los resultados de este experimento, hacen resaltar dichos autores el hecho de que todos los mosquitos que chuparon sangre de reptiles infectados con *P. rhadinurum* murieron en las 24 horas siguientes (excepto 5 que estaban moribundos), sugiriendo que los parásitos fueron letales para los mosquitos empleados.

Por nuestra parte, tratando de esclarecer en lo posible el problema de los huéspedes definitivos y la forma de transmisión natural de *Plasmodium mexicanum*, comenzamos por observar cuidadosamente las lagartijas en su medio natural y los artrópodos que pudieran hallarse en relación más o menos directa con ellas. Durante los siete meses que hemos venido visitando los lugares en que capturamos los iguánidos parasitados, no vimos nunca culicinos en los refugios habituales de las lagartijas y, sin embargo, en el 100% de los ejemplares de *S. ferrariperezi* capturados y en los dos *S. microlepidotus* infectados con *P. mexicanum*, encontramos un pequeño ácaro del género *Hirstiella* (*Trombidioidea*, *Pterygosomidae*) como ectoparásito muy numeroso, escondido a medias debajo de las escamas de los repliegues laterales de la nuca y de los miembros posteriores. Cuando estos ácaros son muy abundantes, se extienden por todo el dorso del animal infestado¹.

Aplastando entre porta y cubre algunos de estos ectoparásitos logramos convencernos de que eran hematófagos, encontrando además que los *Plasmodium* de

¹ Agradecemos cumplidamente al Dr. Edward W. Baker, del U. S. National Museum de Washington, la clasificación de los ácaros, cuya especie, siendo nueva y próxima a *Hirstiella trombidiformis* Berlese, ha sido enviada posteriormente para su descripción al Dr. Frederic Cunliffe, de Dryden, Maine.

los eritrocitos ingeridos por ellos, se mantenían sin deformación aparente en el interior de su intestino.

Cuando a mediados de mayo nacieron en el laboratorio cinco lagartijas de una sola hembra de *S. ferrariperezi*, decidimos realizar una prueba sobre el probable papel que como transmisores del *Plasmodium* pudieran jugar los ácaros del género *Hirstiella* que encontramos casi invariablemente como ectoparásitos de los citados iguánidos.

Para ello, aislamos inmediatamente en un frasco bocal amplio las cinco lagartijas recién nacidas (Núms. 56, 57, 58, 59 y 60) sobre un fondo de arena limpia y, durante un par de semanas, hicimos frecuentes preparaciones de su sangre, comprobando que se encontraba libre de hematozoarios. También fué verificada en ellas la total ausencia de ectoparásitos mediante minuciosos exámenes de la totalidad de su tegumento con el auxilio de una lupa binocular.

Después, desprendimos con cuidado varios ácaros repletos de sangre de los ejemplares Núms. 5 y 6 (en los que, desde hacía ya tres meses los únicos estadios de *Plasmodium* que se encontraban circulantes eran gametocitos), y los pusimos en el interior del frasco bocal, viendo que, rápidamente, se prendieron a las lagartijas. La observación periódica posterior de la sangre de éstas dió los siguientes resultados:

Durante los siete primeros días, se mantuvieron limpias de parásitos o pigmento.

A los diez días, observamos en dos de ellas (Núms. 59 y 60) pigmento fagocitado por células circulantes o en masas de tamaño variable libres en el suero.

Al 16º día, el ejemplar Núm. 60 mostró escasos trofozoítos y esquizontes jóvenes de *Plasmodium* en sus hematías, así como algunas formas de *Haemogregarina* sp. (la presencia de este último parásito la teníamos anotada de los ejemplares de quienes procedían los ácaros).

Por haber muerto los cinco ejemplares entre el 28º y el 31º días posteriores a su nacimiento, no pudimos continuar la observación; pero en la necropsia del Núm. 60 nos fué dable comprobar la existencia de pigmento de *Plasmodium* en bazo e hígado y llegamos a encontrar esquizontes con tres puntos de cromatina. Suponemos que la muerte de las lagartijas se debió a que las *Drosophila* que les administramos no eran un alimento adecuado.

Como puede considerarse que en los reptiles es prácticamente imposible la parasitación congénita por protozoos hemáticos, debido a que sus huevos (incluso en especies ovovivíparas como ésta) se hallan dotados de un grueso corion y los embriones carecen de relación directa con la madre, parece lógico suponer que los ácaros transmitieron los hematozoarios (*Plasmodium* y *Haemogregarina*) con que se infectaron en los huéspedes de que procedían y, además, antes de la transmisión, dichos parásitos debieron evolucionar en el interior de *Hirstiella* hasta transformarse en formas infectantes, porque los ejemplares a que estuvieron adheridos con anterioridad, ya dijimos que mostraban tan sólo gametocitos en su sangre periférica desde tres meses antes.

Aunque es muy sugerente el resultado obtenido con este sencillo experimento, nos proponemos confirmar el papel vector de este ácaro en relación con

Plasmodium mexicanum y *Haemogregarina* sp. con la investigación de los hematozoarios en su interior, para lo cual hemos incluido en parafina varios ejemplares que estudiaremos próximamente, dando en una comunicación posterior los resultados que obtengamos.

Por otra parte, el hecho anotado anteriormente de que algunos *Sceloporus ferrariperezi* (Núms. 18 y 36) no tenían parásitos hemáticos en el momento de ser capturados y tan sólo dos meses después de estar en la misma jaula con otros infectados con *Plasmodium* y abundantes *Hirstiella* presentaron trofozoitos y esquizontes en sangre periférica, parece concordar con los resultados del experimento que consignamos.

DISCUSIÓN

Las observaciones que anotamos en las páginas que anteceden muestran en muchos puntos indudables discrepancias con las consignadas por Thompson y Huff en 1944. Esto puede explicarse fácilmente por el hecho de que los citados autores trabajaron sobre una cepa aislada por inoculación en iguánidos diferentes de los huéspedes naturales, mientras que el presente estudio corresponde a los datos obtenidos de la investigación llevada a cabo sobre *Plasmodium mexicanum* en *Sceloporus ferrariperezi* y *S. microlepidotus* naturalmente infectados.

Son bien conocidas las acciones que diferentes huéspedes pueden ejercer sobre un mismo parásito modificando su morfología y biología. Thompson y Huff (1944) ya lo consignan así, incluso para *P. mexicanum*, al hablar del distinto comportamiento del hematozoario con respecto a su período de incubación, producción de gametocitos y distribución en diferentes células de los huéspedes en que fué estudiado, agregando una breve reseña de hechos semejantes observados por Taliaferro y Taliaferro (1934 y 1934 a), Wolfson (1939, 1940) y Rodhain (1938 y 1938 a) para *P. brasilianum*, *P. falciparum* y *P. relictum*.

La plasticidad de *P. mexicanum* está bien demostrada por el hecho de contar con numerosos huéspedes posibles en el grupo de los iguánidos; pero en cada uno se comporta de modo distinto y su morfología y biología reflejan esta disparidad en forma más o menos notable. Al estudiar esta especie en infecciones naturales hemos podido hallar en ella ciertos caracteres nuevos o divergentes de los consignados en la descripción original que nos parecen interesantes de destacar a continuación.

a) En los huéspedes naturales, durante los primeros períodos de parasitemia aparente, es notable la franca dominancia de formas esquizogónicas en sangre periférica, y tan sólo en una etapa mucho más avanzada la parasitosis se caracteriza por la existencia casi única o exclusiva de gametocitos en las preparaciones hemáticas.

b) Prácticamente las únicas células que albergan parásitos en *S. ferrariperezi* y *S. microlepidotus* son las que poseen hemoglobina y, aunque encontramos con suma frecuencia esquizontes de este *Plasmodium* en diversas células blancas circulantes, casi todos poseían hemozoína, por lo que dedujimos que eran consecuencia de la fagocitosis.

c) En determinada fase de su desarrollo es frecuente que los esquizontes muestren una característica forma de "abanico" en los huéspedes naturales.

d) El número de merozoítos en nuestros ejemplares oscila entre 10 y 17 (12 - 14 como promedio), mientras que Thompson y Huff dicen haber encontrado comúnmente segmentantes que dan lugar de 17 a 20 merozoítos.

e) Los macrogametocitos en *S. ferrariperezi* miden como promedio $15.4 \times 8.3 \mu$ y los microgametocitos $13.8 \times 7.1 \mu$. En *S. microlepidotus* los macrogametocitos $12.6 \times 10.5 \mu$ y los microgametocitos $12.0 \times 9.3 \mu$.

f) Los gránulos de hemozoína tienen diferente aspecto en los parásitos de los huéspedes naturales: en *S. ferrariperezi* son casi siempre bacilares, mientras que en *S. microlepidotus* aparecen en forma redondeada y son más pequeños.

g) En los ejemplares altamente parasitados son frecuentes las infecciones dobles y triples de los eritrocitos por trofozoítos, pregametocitos jóvenes e incluso esquizontes maduros.

Por otra parte, creemos oportuno recalcar algunos hechos observados en relación con el posible vector de *P. mexicanum*.

Parece existir una concordancia notable entre la época del año, las fases de *Plasmodium* en sangre periférica y el desarrollo de *Hirstiella*.

Por lo que respecta a los parásitos, al comienzo del año se observan tan sólo gametocitos en la sangre circulante y las primeras formas esquizogónicas aparecen en los meses de marzo y abril, multiplicándose activamente los trofozoítos y esquizontes durante los siguientes meses para, en el mes de junio aproximadamente, dejar su lugar a pregametocitos de lento desarrollo, los cuales, transformándose en gametocitos en el interior de los hematíes, duran de seis a siete meses, al parecer, y son las únicas formas que pueden verse, ya envejecidas en el invierno.

Los ácaros del género *Hirstiella* estudiados por nosotros, viven durante casi toda su vida como ectoparásitos de las lagartijas, y no abandonan el huésped más que cuando, llegados a la madurez sexual (en el mes de agosto) y después de la cópula, buscan un lugar adecuado del terreno para depositar sus huevecillos. A veces, probablemente en forma accidental, los hemos visto que, desprendidos y en el fondo del terrario buscaban afanosamente una nueva lagartija y, al hallarla, trepaban a ella con rapidez.

El hecho de que durante toda su vida sean hematófagos, los capacita en cualquiera de sus estadios para efectuar la transmisión de los hematozoarios. No obstante, aunque no lo hemos comprobado, quizás las ninfas son las que se infectan con más frecuencia, dado que tal fase coincide con la época de mayor abundancia de gametocitos en el huésped y, como ya dijimos que durante su desarrollo los pequeños ácaros parece que pasan raramente en su medio natural de una lagartija a otra, es posible que los adultos de *Hirstiella* invernen ya infectados en el suelo, adhiriéndose a un nuevo iguánido en la primavera siguiente y produciendo con sus picaduras la infección. Aun en los casos en que los citados ectoparásitos se hallaban produciendo severas infestaciones, nunca notamos malestar apreciable en las lagartijas ni observamos que éstas se los comieran, por lo que parece quedar descartada la transmisión por la ingestión del ácaro, al menos normalmente, como sucede en otros Sporozoa.

La evolución de los Sporozoa hemáticos y, sobre todo, las hipótesis relativas a la antigüedad y diversificación de sus géneros y especies, han sido motivo de algunos trabajos realizados por distintos investigadores, entre los que se destacan los que Huff (1938, 1942, y 1945) y Thompson y Huff (1944) publicaron sobre *Haemoproteus*, *Leucocytozoon* y *Plasmodium*.

A la luz de los últimos descubrimientos sobre sus respectivos ciclos biológicos en aves, reptiles y dípteros y, haciendo varias consideraciones sobre los agentes transmisores, Huff (1942 y 1945) compara los tres géneros citados, hace notar el paralelismo entre las relaciones zoológicas de parásitos y huéspedes, la acción patógena diferente que tales hemosporidios ejercen sobre los vertebrados e insectos que parasitan y alega además ciertos hechos admitidos sobre la paleontología de los huéspedes definitivos, llegando a la conclusión de que los tres géneros mencionados, aunque tienen algunas características comunes, presentan suficientes diferencias para su separación taxonómica, y supone que originariamente *Plasmodium*, *Haemoproteus* y *Leucocytozoon* fueron parásitos de invertebrados, adaptándose después al parasitismo de vertebrados.

Algunos hechos aceptados abogan por el primitivismo de los *Plasmodium* saurianos en relación con las especies que se encuentran en aves y mamíferos. Por ejemplo:

P. mexicanum muestra muy poca especificidad para sus huéspedes vertebrados, puesto que puede desarrollarse al menos en ocho especies pertenecientes a tres géneros diferentes (observaciones de Thompson y Huff y nuestras).

En los huéspedes experimentales invade una amplia variedad de células, llegando incluso a producir formas exoeritrocíticas de dos tipos a la vez ("gallinaceum" y "elongatum"), aunque en los huéspedes naturales y en aquéllos inoculados experimentalmente que son especies de *Sceloporus* muy próximas a *S. ferrariiperezi*, parasita casi exclusivamente células con hemoglobina, fenómeno que quizás se deba a que *P. mexicanum* es un *Plasmodium* que vive desde muy antiguo en tales iguánidos y que al evolucionar en ellos se ha ido adaptando cada vez más a infectar células rojas. Al mismo tiempo, parece no ser muy patógeno para los reptiles afectados, lo que indica también su adaptación.

Por lo que respecta al posible vector, sabemos que *Hirstiella* pertenece al grupo de los Eleutherengona, que se admite como el más primitivo de los Trombidiformes Prostigmata, puesto que Hirst (1923) encontró en las areniscas devónicas de Aberdeenshire un fósil (*Protacarus*) muy cercano al ácaro que nos ocupa. Si el género *Plasmodium* en general se considera hasta ahora constituido por especies cuyos transmisores conocidos (Culicidos) aparecieron en el Jurásico (Huff, 1945 y Edwards, 1932), el caso de *Hirstiella* como posible vector de *P. mexicanum* indica claramente su antigüedad, ya que los ácaros de este grupo tienen fósiles representativos en el Devónico. Además, todos los ácaros de la familia Pterygosomidae (5 géneros) son, excepto uno, ectoparásitos de reptiles Geckonidae, Agamididae e Iguanidae (Vitzthum, 1931), y en las dos últimas familias de Lacertilia mencionadas se ha encontrado un buen número de especies de *Plasmodium*.

Por último, se admite que, a partir de los primitivos Diapsida del Pérmico medio, se diferenciaron a finales del Jurásico los reptiles Squamata y las aves.

grupos ambos que tienen en la actualidad numerosos *Plasmodium* y quizás en los Sauropsida primitivos, donde debieron existir los antecesores de los *Plasmodium* recientes, trombidoideos parecidos a *Protacarus* pudieron actuar como transmisores.

Falta aún mucho por conocer respecto a la biología de *Plasmodium* en general y, sobre todo, acerca de los vectores de numerosas especies, siendo por tanto del mayor interés las investigaciones que habrán de realizarse para el esclarecimiento de estos puntos en los *Plasmodium* de reptiles y batracios principalmente.

RESUMEN

Se cita una nueva localidad para *Plasmodium mexicanum* en *Sceloporus ferrariperezi ferrariperezi* y *S. microlepidotus microlepidotus*, siendo esta última especie, un nuevo huésped natural, y se describen las formas hemáticas del parásito en ambos, haciendo varias consideraciones sobre la evolución de la parasitemia en los huéspedes naturales y en *S. spinosus spinosus*, nuevo huésped experimental.

Se señala como posible vector un ácaro (*Hirstiella* sp.) de la familia Pterygosomidae, que se encuentra como ectoparásito constante en los *Sceloporus* infectados, aportando algunas observaciones y experimentos realizados para la confirmación de su papel como transmisor, sobre el primitivismo de *P. mexicanum* y su adaptación a los huéspedes naturales.

SUMMARY

A new locality is reported where *Plasmodium mexicanum* can be found in *Sceloporus ferrariperezi ferrariperezi* and *S. microlepidotus microlepidotus*, the latter being a new natural host.

The parasitic forms in the circulating blood of both hosts are described and the evolution of the parasitaemia in the natural hosts and in *Sceloporus spinosus spinosus*, a new experimental host, is discussed.

A mite (*Hirstiella* sp.) of the family Pterygosomidae is indicated as a possible vector and is found as a constant ectoparasite on infected *Sceloporus*.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAGAO, H. de B. y A. NEIVA. 1909. Contribuição para o estudo dos parasitas intraglobulares dos lacértidas. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 1: 44-50.
- EDWARDS, F. W. 1932. Diptera, Culicidae. En "Genera Insectorum" de Wytzman. 6-7.
- HIRST, S. 1923. On some arachnid remains from the old red sandstone (Rhynie Chert Bed, Aberdeenshire). *Ann. and Mag. N. H.*, Serie 9, vol. XII.
- HUFF, C. G. 1938. Studies on the evolution of some disease-producing organisms. *Quart. Rev. Biol.* 13: 196-206.
1941. *J. Parasitol.*, 27, Suppl., 29*.
1942. Schizogony and gametocyte development in *Leucocytozoon simondi*, and comparisons with *Plasmodium* and *Haemoproteus*. *J. Inf. Dis.*, 71: 18-32, 3 láms. y 1 fig.

1945. A consideration of the problem of evolution of malarial parasites. *Rev. Inst. Salubr. y Enf. Trop.*, 6: 253-258.
- HUFF, C. G. y W. BLOOM. 1935. A malarial parasite infecting all blood and blood-forming cells of birds. *J. Inf. Dis.*, 57: 315-316.
- RODHAIN, J. 1938. Schizogonie sans pigment chez les pingüins infectés de *Plasmodium praecox (relictum)*. *Compt. rend. Soc. Biol.*, 127: 368-372.
- 1938 a. Schizogonie sans pigment chez un pingüin expérimentalment infecté de *Plasmodium praecox (relictum)*. *Compt. rend. Soc. Biol.*, 127: 838-840.
- RUSSELL, P. F., L. S. WEST y R. G. MANWELL. 1946. Practical Malariology. 81-86. W. B. Saunders Co., Philadelphia & London.
- SMITH, H. M. 1939. The mexican and central american lizards of the genus *Sceloporus*. *Zool. Ser., Field Mus. N. H.*, 26: 1-397, 31 láms. y 59 figs.
- TALIAFERRO, W. H. y L. G. TALIAFERRO. 1934. *Amer. J. Hyg.*, 19: 318*.
- 1934 a. *Amer. J. Hyg.*, 20: 1*.
- THOMPSON, P. E. 1944. Changes associated with acquired immunity during initial infections in saurian malaria. *J. Inf. Dis.*, 75: 138-149.
1946. Effects of quinine on saurian malarial parasites. *J. Inf. Dis.*, 78: 160-166.
- THOMPSON, P. E. y C. G. HUFF. 1942. *J. Parasitol.*, 28 Suppl., 15*.
1944. A saurian malarial parasite, *Plasmodium mexicanum*, n. sp., with both elongatum- and gallinaceum- types of exoerythrocytic stages. *J. Inf. Dis.*, 74: 48-67, 2 láms. y 5 figs.
- 1944 a. Saurian malarial parasites of the United States and Mexico. *J. Inf. Dis.*, 74: 68-79, 1 fig.
- VITZTHUM, H. 1931. 9 Ordnung, der Arachnida: Acari, Milben. En "Handbuch der Zoologie" de W. Kükenthal, Tomo III, 2º cuaderno, 1ª entrega. Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig.
- WENYON, C. M. 1926. Protozoology, II, 982-983. William Wood & Co.
- WOLFSON, F. 1939. Morphological differences in *Plasmodium relictum* in canaries and ducks. *Amer. J. Hyg.*, 30: 123-124.
1940. Exo-erythrocytic schizogony associated with the wood-thrush strain of *Plasmodium cathemerium* in relation to the species of the host. *Amer. J. Hyg.*, 31: 26-35.

* Citado por Thompson y Huff, 1944 y 1944 a.