

# ESTUDIOS ADICIONALES SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA RED CONCENTRICA DE LAS ARAÑAS

H. M. Peters

Instituto Tropical de Investigaciones Científicas, San Salvador,  
e Instituto de Zoología de la Universidad Tübingen

De nuestros trabajos sobre la red concéntrica de las arañas, surgen dos complejos de problemas que cada vez hacen mayor su evidencia.

1) Considerando la red como resultado de un sistema organizado de movimientos, tratamos de alcanzar algunas conclusiones, deduciéndolas de la estructura medible a las regulaciones centro-nerviosas motivantes (1). Este problema no lo puede solucionar solamente la fisiología. Las proporciones de la red pueden resultar hasta cierto grado de las proporciones de la araña, especialmente de su aparato locomotor. Estudios morfológico-anatómicos, paralelos a los fisiológicos, deben ayudar a decidir hasta que punto es aplicable una u otra posibilidad; es decir, en que manera cooperan los mecanismos centro-nerviosos con los factores anatómico-morfológicos (2).

2) El otro complejo de cuestiones concierne a las coincidencias y las diferencias en la conducta de las distintas especies. El camino más llano para abordar este problema es la comparación de las estructuras de las redes en las distintas especies. A pesar de que hay mediciones extensas hasta hoy, únicamente las de la epeira *Aranea diadema* (3) y de *Zilla x-notata* (4), y de que otras especies podían ser consideradas solamente en pequeña escala, ya está justificada la hipótesis de trabajo o sea que corresponden ciertas tendencias fundamentales de la conducta en las especies más distintas; así que la gran variabilidad en las formas realmente existentes de las redes concéntricas, tendrían que ser reducidas, por lo esencial, a la diferencia de ciertas condiciones iniciales, las cuales producen, junto con las tendencias de la conducta, los resultados definitivos y ca-

racterísticos para cada especie.

Ese es a grandes rasgos el esbozo del conjunto de problemas, a la solución de los cuales este trabajo quiere contribuir. El material nuevo fué elaborado durante mi permanencia en El Salvador (Centro América) como huésped del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas, de donde pude traer una colección de fotografías de redes, que fueron evaluadas en Tübingen. Para nuestros problemas, eran de interés entre otras, las arañas espinas tropicales (*Gasteracanthidae*). Por la forma de su aparato locomotor, algunas de éstas se distinguen completamente de las corrientes.

Había que preguntarse si se podían encontrar discordancias correspondientes en la estructura de la red.

En otro trabajo he expuesto algunas observaciones netamente descriptivas acerca de arañas salvadoreñas (5), que están solamente poco relacionadas con los problemas a que se refiere el presente estudio. En ese trabajo se encuentran detalles ecológicos y etológicos y además descripciones de los tipos de redes en general, sin entrar más detenidamente en la estructura.

Yo agradezco otra vez a los señores Prof. Dr. ADOLF MEYER-ABICH y al Dr. ARISTIDES PALACIOS, Director del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador, por la hospitalidad que me brindaron y al Ministerio del Interior de la República Federal de Alemania y al Ministerio de Cultura de Württemberg-Hohenzollern por su generosa ayuda.

LA CONDUCTA DE LAS ARAÑAS EN DEPENDENCIA DEL ESPACIO DE LAS MALLAS EN LAS REDES

Las distancias angulares de los hilos radiales y las distancias entre las vueltas

de las espiras auxiliares en las redes concéntricas, son diferentes según la especie (fig. 1).

Para el análisis de la conducta de las arañas en la hechura de la red, esta realidad es de interés. Fijando los hilos adhesivos el animal se mueve (comenzando en la periferia de la red) de radio a radio y fija en cada uno de ellos el hilo para la captura de sus presas. Así, poco a poco la araña acércase al centro de la red, el cual élla ronda en vueltas que cada vez se hacen más cortas. Para llegar de un rayo al otro, ocupa si es necesario la espira adhesiva. Los movimientos de que se vale para avanzar y el método de la fijación del hilo adhesivo forman un todo orgánico de movimiento, como voy a demostrarlo en seguida más claramente. Su forma depende en alto grado de los espacios entre las mallas, que son formadas por la espira auxiliar y los hilos radiales. Es muy claro que una araña, según el tamaño de estas mallas, tiene que hacer movimientos diferentes. Cuando las distancias son pequeñas, es suficiente un movimiento pequeño de las extremidades para salvarlas.

Resulta que "espacio de mallas" es una idea relativa; es decir, tenemos que aplicarla a las medidas propias de la araña (6). Una primera orientación sobre la variabilidad existente resulta de la fig. 1. Aquí se encuentran sectores de redes de las especies centroamericanas estudiadas junto con la red triangular de la especie alemana *Hyptiotes paradoxus* (fig. 1 b).

Todas las figuras tienen la misma escala, solamente la red de *Hyptiotes* está disminuída por la mitad en relación con las otras. En la misma escala que las redes están dibujadas las respectivas arañas que habían hecho la red representada en la figura; solamente en el caso de  $\alpha$  y  $\beta$  fueron usadas otras arañas, pero del mismo tamaño que tenían las elaboradoras de las redes respectivas. Se trata de arañas adultas o al menos mayores en edad y de redes de dimensiones normales.

Las figuras de las redes son calcos de fotografías, que habían sido copiadas en el tamaño natural. Las arañas fueron transfor-

madas en preparados por medio de potasa cáustica, fotografiadas y dibujadas conforme las fotos. Las figuras contienen todas las vueltas de la espira auxiliar. En cambio, de los hilos adhesivos, solamente aparecen periféricos.

Mirando los dos extremos, *Nephila* (a) y *Hyptiotes* (b), se reconoce que la argüipida grande pasa por algunas mallas de una vez; la ulobórida pequeña, en cambio, tiene que recorrer un camino largo de rayo a rayo. Las otras especies se pueden clasificar entre estos extremos. A pesar de que las formas de moverse son enormemente diferentes, las dos arañas fijan sus hilos adhesivos en distancias iguales desde la periferia hasta el centro. Esto indica que hay en la araña mecanismos centrales que regulan y ordenan los diferentes factores de la locomoción para fijar los hilos adhesivos. Explicado lo anterior, como si dijéramos en un paréntesis ilustrativo, en lo siguiente analizamos la conducta de algunas especies para el arreglo de los hilos adhesivos en lo que concierne a la dependencia de las dimensiones de los espacios en las mallas formadas por la espira auxiliar y los hilos radiales.

#### 1) *Nephila clavipes* (L.)

Sobre la manera con que *Nephila* elabora los hilos adhesivos, ya WIEHLE ha dado algunos detalles. Las observaciones sobre *N. madagascariensis* puedo contestar y ampliar para la especie americana. Cuando la araña está tirando los hilos adhesivos, su eje longitudinal queda siempre más o menos en dirección de los hilos radiales (fig. 2). *Nephila* avanza de lado y oscila entre los márgenes laterales. Al contrario de eso, una epeira, por ejemplo, se mueve más o menos a través del área de la red (fig. 3) y ronda su centro (8).

Para simplificar la descripción, M. JACOBI-KLEEMANN ha nominado AB ("Aussenbeine") las patas que están puestas hacia afuera durante las vueltas, y IB ("Innenbeine") las que están puestas hacia el centro de la red. Respecto a *Nephila*, yo voy

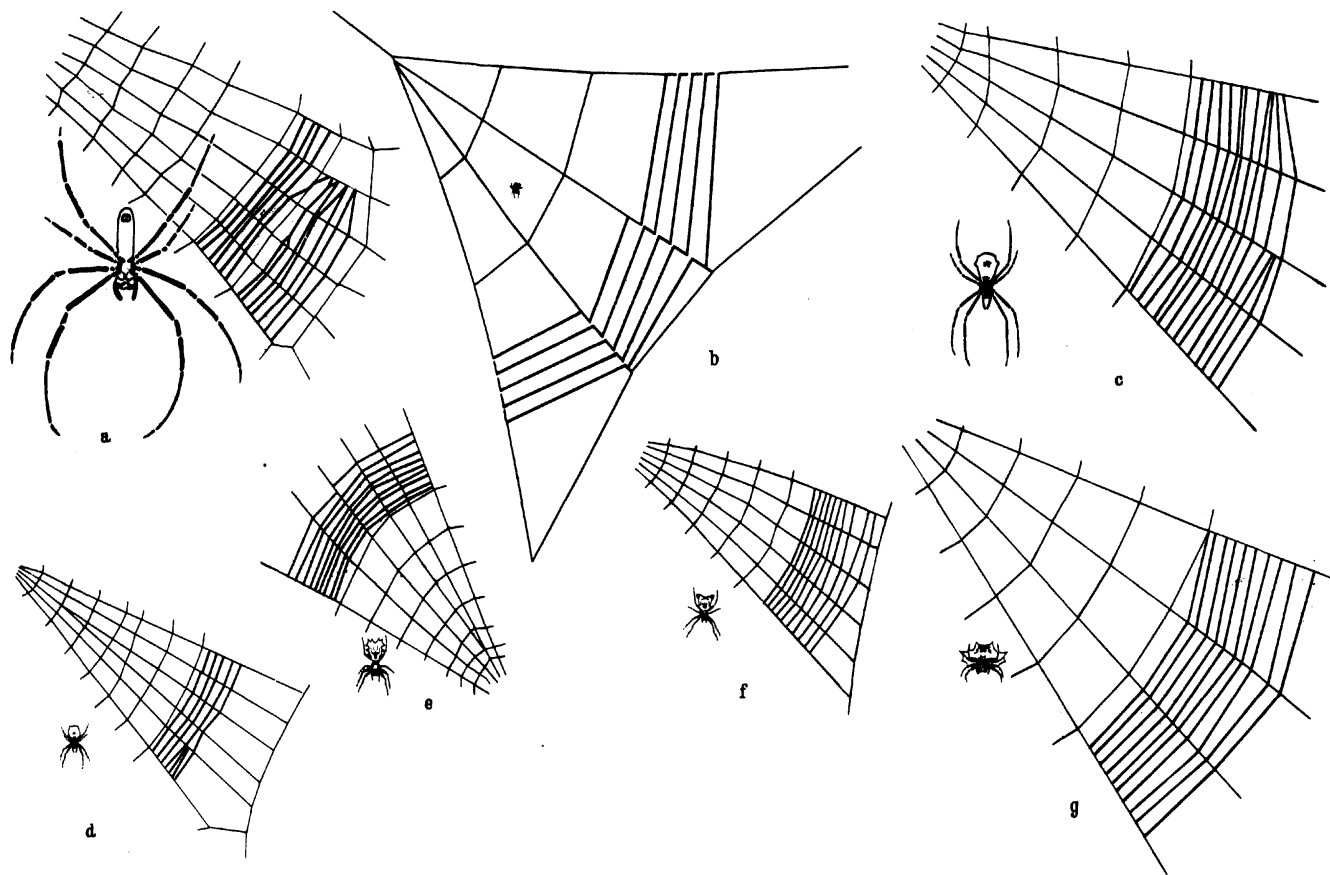


Fig. 1. Sectores de redes hechos por distintas especies de arañas. a *Nephila clavipes* (L.), b *Hyptiotes paradoxus* WALCK., c *Argyope argentata* (FABR.), d *Cyclosa trifida* F. CAMBR., e *Micrathena gracilis* (WALCK.), f *Micrathena duodecimspinoso*(L.), g *Gasteracantha cancriformis* L. Para detalles véase el texto. Red. a ½ (fig. b ~ 1/5).

a usar VB para las patas del lado avanzante y RB para las otras. Las cifras 1 - 4 significan las patas singulares en la sucesión de adelante hacia atrás.

Los pares de las patas delanteras dan amplios movimientos, como de tanteo, durante los cuales, especialmente las dos VB 1 y 2, tienen que moverse para buscar un asidero. También las otras patas tienen que ponerse frecuentemente en movimiento, como en un tanteo del tacto, es esta situación táctil poco clara. Por eso, toda la forma del movimiento tiene algo inestable, arrítmico, al contrario de la epeira y otras formas, por ejemplo, en las cuales las mallas favorecen un curso rítmico del movimiento. Sobre todo los dos pares de patas delanteras que sirven para la locomoción, se mueven arriba arrítmicamente, mientras que las dos traseras mantienen todavía un cierto ritmo. En avanzando la pata larga VB 1, por ejemplo, manotea ampliamente hacia un lado. Mientras élla notablemente se encorva con lentitud y tira hacia adelante el cuerpo, es decir, no da más que un paso, fija por medio de sus patas traseras el hilo adhesivo en varios sectores.

En tirando este hilo desde un rayo al otro (fig. 2), VB 3 toma como primera pata el rayo, hasta el cual hay que tirar el nuevo hilo. Inmediatamente después sigue la pata VB 4, que fija precisamente en el cruce formado por el tiro anterior de hilo adhesivo con ese hilo radial. En las figuras, estas dos patas ya han tomado el rayo. Entretanto

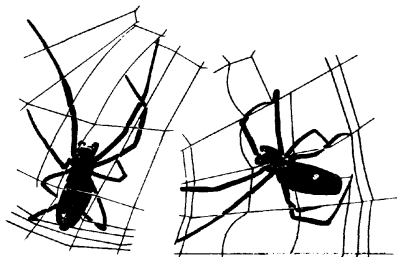


Fig. 2 *Nephila clavipes*. Posición en la tirada de un hilo adhesivo. Calco reducido de una fotografía.

RB 4 ha cogido el nuevo hilo adhesivo saliente de las hileras y tírale mas afuera. Si la distancia entre los rayos es grande, son necesarios varios movimientos de tirar uno

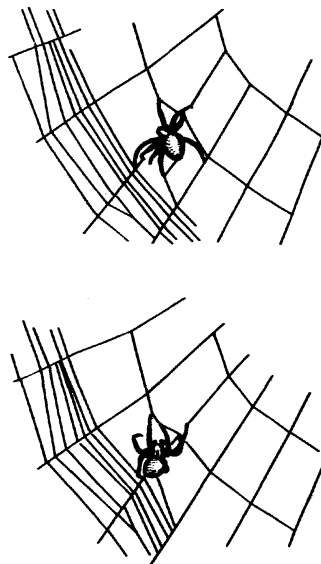


Fig. 3. *Aranea diadema*. Dos fases en la tirada de un hilo adhesivo. Dibujados por M. JACOBI-KLEEMANN conforme cinematografías. Reduc. a 1/2.

tras otro. Si no, es suficiente halar una sola vez para dar la longitud necesaria al hilo. En las figuras se precisa el momento poco antes de la fijación del hilo adhesivo. Mientras VB 3 y VB 4 tiran el radio que habfan tomado un poquito por abajo, el abdomen con las hileras se levanta en un movimiento ascendente inclinado, para fijar el hilo adhesivo entre los asideros de VB 3 y VB 4.

Al mismo tiempo ayuda RB 4 apretando el hilo adhesivo nuevo de abajo arriba, considerablemente hasta más allá del plano de la red.

En comparación con la epeira (fig. 3) es evidente, que en *Nephila* la primera pata no cuenta en manera alguna como palpo. La epeira se orienta con AB 1 sobre la distancia, en la cual hay que fijar el hilo adhesivo, en palpando el tiro anterior de hilo adhesivo, inmediatamente antes de la fijación (fig. 3,

parte superior). La simplificación del método en *Nephila* resulta del talle mucho más voluminoso en relación con las mallas de la red; así es imposible un uso correspondiente de la primera pata.

Ya hemos dicho que en avanzando de rayo a rayo, *Nephila* guarda la dirección de su eje longitudinal hacia el cubo de la red. Eso significa, en comparación con el modo de moverse de otras arañas, también una simplificación. El momento de la fijación requiere de todas las arañas una posición, en la cual el polo anterior del cuerpo esté más o menos vuelto hacia el centro de la red. Es porque solamente en esta forma las extremidades colaborantes en la fijación pueden ser puestas así, como es necesario para fijar el hilo.

Eso se ve otra vez en la fig. 2. *Nephila* puede guardar la dirección, en la cual el cuerpo se encuentra en el momento de la fijación, por medio del gran radio de acción de sus patas, simplemente con caminar de lado. Pero arañas más pequeñas (comp. otra vez fig. 3) deben darse la vuelta para poder avanzar al próximo rayo mediante el uso de la espira auxiliar.

## 2) *Micrathena gracilis* (WALCKENAER)

El radio de acción de la pata de *Micrathena* (fig. 1 e) está en relación con el espacio de las mallas; así, que la araña-también en la periferia de la red-puede avanzar fácilmente de un rayo al otro, cuando se mueve transversalmente a los radios, usando la espira auxiliar (fig. 4). Haciendo eso, AB 4 se agarra cada vez en el cruce de la última vuelta del hilo adhesivo con los radios (flechas en fig. 4). El método de la fijación corresponde al de *Nephila*, solamente que *Micrathena* vuelve relativamente poco el eje longitudinal del cuerpo al centro de la red (fig. 5). Precisamente como la función de sacar afuera el hilo adhesivo en *Nephila* queda únicamente para RB 4, lo hace IB 4 en *Micrathena*.

Correspondiendo a la distancia relativamente más grande entre los rayos, es suficiente tirar una sola vez. Que la epeira-al menos en las partes periféricas-utiliza las patas

cuartas de los dos lados, las cuales tiran alternativamente, eso es debido a la distancia más grande que hay que salvar.

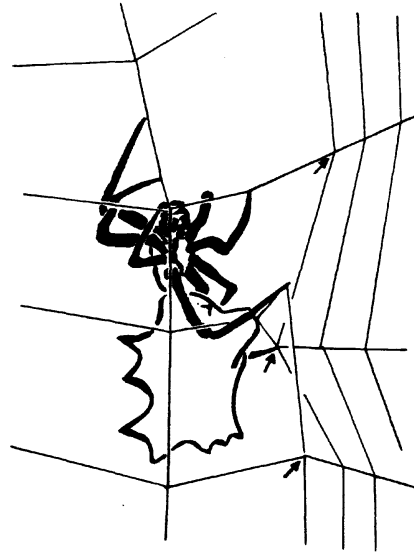


Fig. 4. *Micrathena gracilis*. Posición en la tirada de un hilo adhesivo. La 4ª pata exterior está agarrada todavía en el cruce de un radio con un hilo adhesivo, la 4ª pata interior tiene todavía el hilo adhesivo fijado en este momento. La araña ya ha avanzado un poco y la 3ª pata exterior ha soltado el radio en el cual fué fijado el nuevo hilo adhesivo (comp. fig. 5). Dibujado conforme a una fotografía. Curso del hilo reconstruido en parte. Aum. ~ 2½ veces.

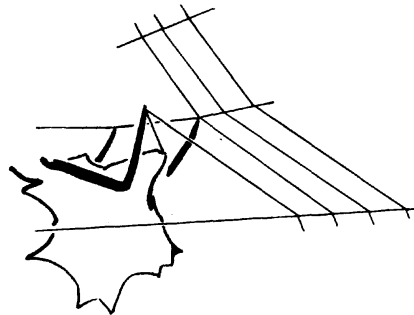


Fig. 5. *Micrathena gracilis*. Posición inmediatamente antes de fijar un hilo adhesivo. La 3ª y 4ª pata exterior han tomado el radio. La 4ª pata interior ha llevado el nuevo hilo adhesivo al lugar de fijación. Esquema.

### 3) *Gasteracantha cancriformis* (L)

*Gasteracantha* (fig. 1 g) es aquí de interés especial, porque la forma del cuerpo aplanada de manera dorso-ventral y muy comprimida en el sentido de su longitud, desvía mucho de lo normal. Esta especie puede moverse sólo "lerdamente". Porque las extremidades son cortas, el animal es inferior a otras en "agilidad". Esto explicaría porque *Gasteracantha* en caminando de rayo a rayo queda con la espira auxiliar agarrada con una tenacidad, que no he encontrado en ninguna otra especie.

Al menos IB 1-3 avanzan únicamente en la espira auxiliar, y las patas exteriores las ocupan tan frecuentemente como les es posible. Entre otras, epeiras se van por sí mismas al lugar en que hay que fijar el hilo adhesivo.

*Gasteracantha*, en cambio lo tira hacia ella (fig. 6). Cuando AB 1-3 han llegado al próximo radio, "corren" en éste hacia fuera, mientras que IB 1-3 siguen el curso de la espira auxiliar. Pero como las patas IB no dejan la espira auxiliar, las extremidades exteriores atraen el rayo más y más a la araña. Así resulta una acodadura cada vez más aguda del sector de la red con sus hilos adhesivos hacia el interior, como lo muestra la fig. 6. Ya cuando el animal atrae el rayo, la pata muy extendida AB 1 hace movimientos tentantes rápidos hacia fuera hasta entrar en contacto con la vuelta más cercana del hilo adhesivo (más o menos en x). Inmediatamente después la araña se da la vuelta para la fijación del hilo adhesivo, de modo que ella coloca la cabeza dirigida más hacia el centro de la red. En esta vuelta, AB 4, que había tenido antes el nuevo hilo adhesivo, toma el rayo. Se agarra en el mismo lugar o muy cercano a él, y en el cual va a fijar un momento después el hilo de la captura (más o menos en • de la fig. 6).

Mientras tanto IB 4 ha llevado este hilo a una distancia favorable del lugar de la fijación. La pequeñez relativa de las patas y las distancias notables entre los radios requieren el uso de ambas patas del cuarto par para sacar hacia fuera el hilo de las hileras. Mientras la araña avanza, estas dos extremidades tra-

bajan alternativamente. Al iniciar la labor se puede contar hasta más o menos 7 movimientos halantes de cada pata. Cuando la araña poco a poco se acerca más al centro de la red - es decir cuanto más chicas son las distancias de un rayo a otro - tanto más pequeña es la cantidad de éstos.

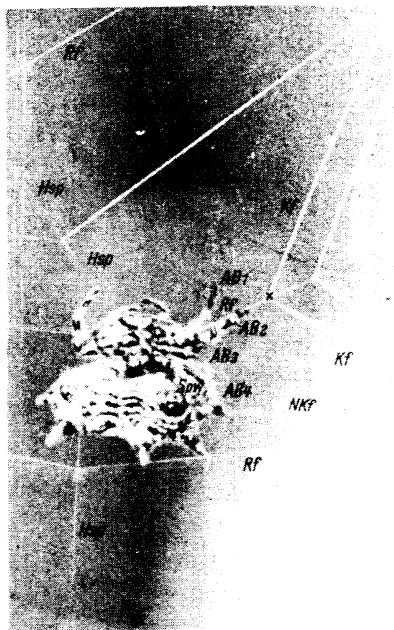


Fig. 6. *Gasteracantha cancriformis*. Posición en la tirada de un hilo adhesivo. Hsp espira auxiliar, Rf hilos radiales, Kf hilos adhesivos, NKf nuevo hilo adhesivo, AB 1-4 patas exteriores, Spw hileras, X lugar en el cual la pata táctil va a entrar en contacto, • lugar en el cual va a fijarse el nuevo hilo adhesivo. Más detalles en el texto. Fotografía. Aum. ~ 2 veces.

Como diferencia característica, en comparación con *Nephila*, *Micrathena* y *Aranea*, conviene tomar nota de lo siguiente:

1) *Gasteracantha* no se va por sí misma al punto de fijación del hilo adhesivo, sino que tira hacia sí.

2) AB 4 no agarra en el cruce formado por el radio con el último tiro del hilo adhesivo, sino a alguna distancia de éste.

3) La araña fija el hilo adhesivo muy cerca del punto donde agarra AB 4.

## LA MEDICION DE LA DISTANCIA

Las observaciones nuevas llaman la atención hacia un problema, que ya considerábamos solucionado. De experimentos, sobre todo con epeira, resultó, que el animal determina por medio de movimientos táctiles de AB 1 la distancia en la cual se tiene que fijar el nuevo hilo adhesivo. Según las observaciones en *Nephila*, este procedimiento no puede ser válido en general, porque esta araña no ocupa la pata primera como pata del tacto antes de fijar el hilo adhesivo. Se tiene, por cierto, que añadir que *Nephila*, sobre todo después de volverse en los márgenes de la red, a veces hace un movimiento táctil de gran extensión hacia abajo con VB 1, hasta la punta de la pata toca el más interno de los hilos adhesivos. Pero es completamente otra cosa de lo que puede observarse en *Aranea*, porque el toque se realiza a tan gran distancia del lugar de fijación que puede servir únicamente para la orientación general sobre la dirección del avance, no para la determinación de la distancia del punto concreto de fijación; aparte de esto, ese movimiento que es táctil, se verifica solamente en casos muy excepcionales. Para la determinación de la distancia es aplicable únicamente VB 4, y como "medida", se cree que *Nephila* utiliza la distancia desde la punta de esta pata hasta las hileras en el momento de la fijación. Para demostrarlo conviene observar lo siguiente (9):

Si se destruyen algunos tramos de los hilos adhesivos, los próximos hilos se dislocan en los sectores correspondientes cuando la araña llega la próxima vez al punto estropeado (fig. 7). VB 4 toma los rayos correspondientes y se desliza a lo largo de ella hasta que encuentra un apoyo en el próximo hilo adhesivo no destruido. Este hilo adhesivo, pues, tiene la distancia "normal" del último tiro que no se destruye. Solamente una vez en 6 experimentos, la araña fijó su hilo como si no hubiera tenido lugar ninguna destrucción. En este caso, la araña inmediatamente agarró con fuerza, un poquito debajo del entrecruzamiento anterior, sin empujar VB 4 hasta el próximo hilo asequible.

Una posición intermedia a la epeira ocupa *Micrathena*. Ella posee movimientos táctiles de AB 1, pero éstos prácticamente no tienen una significación. Ellos ocurren sólo cuando la araña se encuentra a una distancia relativamente grande del próximo tiro de hilos adhesivos, como ocurre en la periferia de la red; pero también en ese caso ella palpa su "marcha en el vacío" (LORENZ). AB 1, por cierto hace un movimiento hacia un lado, pero parece no importarle a la araña el que la pata haya hecho contacto o no; y como la distancia franqueable hasta el tiro de hilos adhesivos más interno es muy grande, la pata que palpa toca el hilo adhesivo solamente algunas veces. Mientras la araña se acerca en las vueltas siguientes a la espira auxiliar, tanto más frecuentemente deja de oprimir en el movi-



Fig. 7. Ejemplo para un experimento con *Nephila clavipes*. En 2 sectores fué destruído el hilo adhesivo últimamente tirado; cuando la araña regresó al lugar del estorbo (dirección de la flecha), llevó el nuevo tiro del hilo adhesivo en la distancia "regular" al hilo adhesivo más cercano. Los lugares en los cuales agarró la pata táctil (VB 4), están marcados por puntos. Fotografía calcada.

miento táctil. Al fin, AB 1 corre a lo largo de la espira auxiliar y entonces acaba completamente el balanceo lateral. Es claro que en tales circunstancias *Micrathena* tiene que orientar las distancias de los hilos adhesivos en su mayoría de acuerdo con el punto de apoyo ocupado por AB 4. Experimentos, como lo hemos descrito para *Nephila*, demuestran la exactitud de esta conclusión.

*Gasteracantha* se porta más como la epeira. Respectivas experiencias llevan al conocimiento de la gran importancia de AB 1 como órgano táctil.

Resumiendo se pueden distinguir dos diferentes métodos para la determinación de la distancia de los hilos adhesivos:

1. *El tipo de Nephila*: Al cual corresponde también *Micrathena gracilis*, que determina las

distancias únicamente con la cuarta pata exterior (respectivamente VB 4).

2. *El tipo de Aranea*: en el que también se cuenta *Gasteracantha cancriformis*, hace uso adicional de la primera pata exterior.

El empleo de uno u otro método es un resultado de la relación proporcional entre el tamaño de la araña y los espacios de las mallas en la red.

La comparación de los dos métodos obliga a inquirir sobre si por medio del movimiento táctil, según el segundo tipo, es determinada

contacto, se vuelve y se mueve tanto en dirección al cubo de la red, hasta llegar al punto en el cual debe doblar el nuevo hilo adhesivo. Desgraciadamente, el comportamiento de *Hyptiotes* en relación a esta cuestión no ha sido estudiado todavía [comp. WIEHLE 1927 (7), PETERS 1938 (3)]. Valiéndome de una imagen, diré que parece que la mayoría de las arañas toma las medidas con un compás de puntas, pero *Hyptiotes* toma sus medidas según el principio del podómetro.

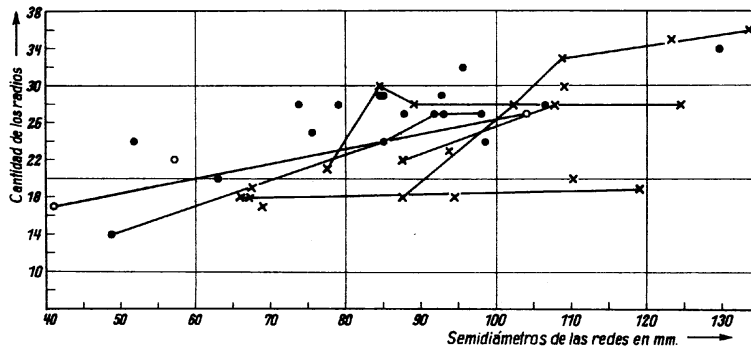


Fig. 8. *Gasteracantha cancriformis*. Cantidad de radios en relación al tamaño de la red. Los puntos referentes a redes de un solo individuo están unidos por líneas. Si esta línea está interrumpida en un punto, este no pertenece al grupo. Cantidad total de redes 41. • animales adultos; X edad incierta, pero todos en estadios mayores; o más o menos a medio crecer.

inmediatamente la distancia definitiva, en consecuencia de lo cual se "trasladaría" la medida tomada por esta pata a AB 4, o si AB 1 solamente precisa el lugar para agarrar con AB 4, lo que sería normativo para la determinación de la distancia definitiva. Esta disyuntiva se puede desvanecer únicamente por medio de nuevos experimentos.

Para completar este concepto hago constar que *Hyptiotes* determina las distancias según un método completamente distinto. Esta araña muy pequeña tiene que caminar mucho para llegar de un rayo al próximo (fig. 1 b). Ella no puede simplemente dar la vuelta con su pata táctil como la epeira, para ganar la distancia de un nuevo tiro de hilo adhesivo al anterior. Probablemente, ella corre al próximo hilo adhesivo asequible hasta hacer

Al problema de la validez general de las reglas estructurales.

#### 1) LA REGLA PARA LOS RAYOS

Nuestros estudios sobre las leyes estructurales de las redes concéntricas, hasta hoy se referían en la mayor parte a la epeira *Aranea diadema* y a *Zilla x-notata*. Para ampliar la base sobre un estudio comparativo, he hecho extensivas las investigaciones a algunas especies centroamericanas.

Una regla encontrada desde ya hace tiempo (regla para los rayos) dice: La distancia angular de los hilos radiales en las redes de la misma especie, están inversamente proporcionadas al tamaño de la red. Se tiene que tomar en cuenta en este asunto el estadio de la edad (del tamaño) de la araña, porque

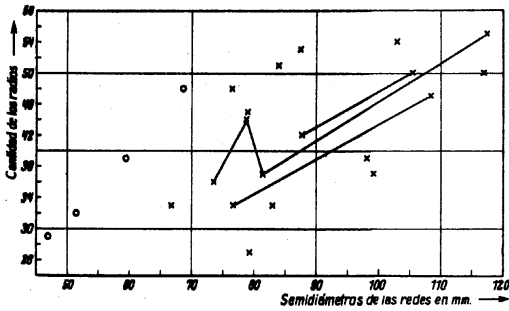


Fig. 9. *Micrathena gracilis*. Cantidad de radios en relación al tamaño de la red. Detalles en el texto y en la leyenda de la fig. 8. Cantidad total de redes 23.

por lo general, las redes de animales jóvenes tienen más rayos que las de los mayores. El más detallado estudio sobre la dependencia de la graduación angular de las distintas condiciones, es el de G. MAYER (4).

El método más simple para comprobar dicha regla, es: contar los hilos radiales y referirlos al tamaño de la red (10). Las figuras 8-10 demuestran la regla de los rayos para *Gasteracantha cancriformis*, *Micrathena gracilis* y *Argyope argentata*. Especialmente contundentes son las observaciones en tales redes, que tienen su origen de los mismos animales, porque en estos casos no ejerce influencia la edad (el tamaño) de los productores. Los puntos de medida referentes a estos casos están conectados por líneas en el dibujo. Por lo demás, el material fué dispuesto lo mejor posible, según los estadios de la edad. Se comparó en este asunto, sobre todo, el relato sobre *Argyope argentata* y las leyendas de las figuras.

Como medida para el tamaño de la red, sirve el semidiámetro de la región donde se efectúa la captura, es decir, del área limitada por la última vuelta externa de hilos adhesivos. Dicho semidiámetro se encuentra cuando se divide por 4 la suma resultante del eje grande de la región donde se efectúa la captura y del eje pequeño. El eje grande es el diámetro de la región donde se efectúa la captura a lo largo de la línea secante de la red con un plano vertical imaginario, puesto a través del cubo; el eje pequeño se mide a lo largo de la

línea secante con un plano horizontal pasando el centro de la red.

Las mediciones se llevaron a cabo: una parte en el campo, y otra (en *Argyope argentata* exclusivamente) en redes de animales en cautividad. Como apenas se puede provocar *Micrathena* y *Gasteracantha* a hacer redes en el laboratorio, se pusieron arañas de esta especie alrededor del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas, al aire libre; para evitar confusiones, ellas fueron marcadas.

Comparándola con las especies mencionadas, en *Cyclosa trifida* y *C. caroli*, salta a la vista un aumento especialmente rápido de la cantidad de los rayos, en relación al tamaño de la red (fig. 11 y 12).

Hay que advertir, que la cantidad de radios no se refiere al diámetro de las redes, sino a la longitud mediana de los radios. Claro que es un método más preciso. Para las distancias angulares de los radios, es decisivo, en el sentido estricto de la palabra, el tamaño del área limitada por el margen de la red. Pero esto, por medio del tamaño de la región donde se efectúa la captura, se puede expresar sólo con cierta aproximación, porque los hilos adhesivos no llenan completamente el marco y quedan vacíos por lo que, naturalmente, según el caso, son diferentes en el tamaño. Pero las faltas son tan pequeñas, que se puede prescindir de ellas, si se trata solamente de una comprobación cualitativa de la regla para los rayos. En las especies

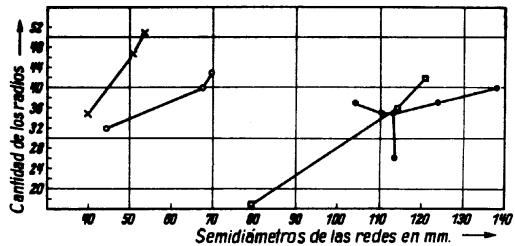


Fig. 10. *Argyope argentata*. Cantidad de radios en relación al tamaño de la red, 15 redes de 4 distintos individuos. Estadios de talle en crecimiento de izquierda a derecha. • animal adulto.

del género *Cyclosa* fué calculada, como he dicho antes, la longitud mediana de los radios para cada red, cosa que se puede efectuar naturalmente, sólo por medio de la

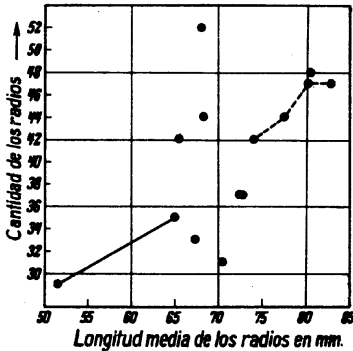


Fig. 11. *Cyclosa trifida*. Cantidad de radios en relación al tamaño de la red. 14 redes de 3 individuos adultos. Los puntos referentes a las dos redes del animal solo, unidos por línea ininterrumpida; los 4 puntos del segundo individuo unidos por línea articulada; los 8 puntos del tercero, no unidos.

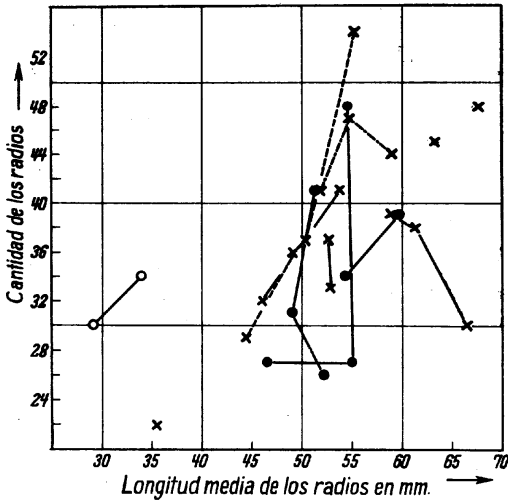


Fig. 12. *Cyclosa cgrilli*. Cantidad de radios en relación al tamaño de la red. 27 redes de 12 distintos individuos. • animales adultos; X edad incierta, pero todos son animales mayores; o más o menos a medio crecer.

fotografía. Para el caso vale como longitud radial la distancia de los puntos de fijación en el hilo marginal desde el centro de la red (= centro del cubo). No fueron tomados en cuenta algunos radios, cuyo curso no era

completamente claro; lo mismo se hizo en cuanto al radio con el lazo superior de estabilización (11). Pero por eso solamente muy pocos rayos no entraron en consideración, así que el resultado, como se ve en las fig. 11 y 12, no sufrió alteración alguna.

Se tiene que preguntar como se explican las diferencias en las relaciones entre tamaño de red y cantidad de rayos en el grupo de *Argyope*, *Gasteracantha* y *Micrathena* (al cual pertenecen también la epeira y *Zilla*) por un lado y en las especies del género *Cyclosa* por otro.

Se tienen que interpretar los resultados primeramente en relación con las mediciones extremas en *Aranea diadema* y *Zilla x-notata*.

Según ellos, los ángulos sectoriales oscilan alrededor de un valor medio más o menos

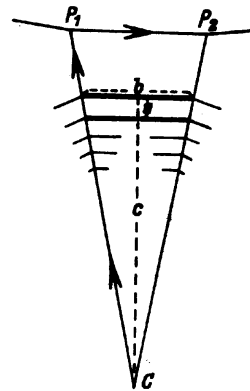


Fig. 13. Esquema para la aclaración de algunas mediciones. Detalles en el texto.

constantes. Esto se puede demostrar de la manera siguiente (fig. 13): Medimos la longitud b de la parte extrema del hilo adhesivo de los sectores y la anotamos en un sistema de coordenadas contra su distancia desde el centro de la red (12). En el medio estadístico se muestra entonces una dependencia lineal de b de c (fig. 25 lo representa para la epeira),

Las figuras 14-16 muestran las situaciones correspondientes a *Argyope argentata*, *Gasteracantha cancriformis* y *Micrathena gracilis*. En las dos primeras especies no hay duda para establecer la dependencia. En cuanto *Argyope*, esta conclusión será demostrada

más tarde por el estudio estadístico (fig. 24).

En consideración al pequeño alcance del material y a la gran oscilación, por el momento, se pudo considerar la relación en *Micrath-*

mencionado - todavía un principio completamente distinto para el arreglo de hilos radiales.

Cuando se marca, entonces, b en relación

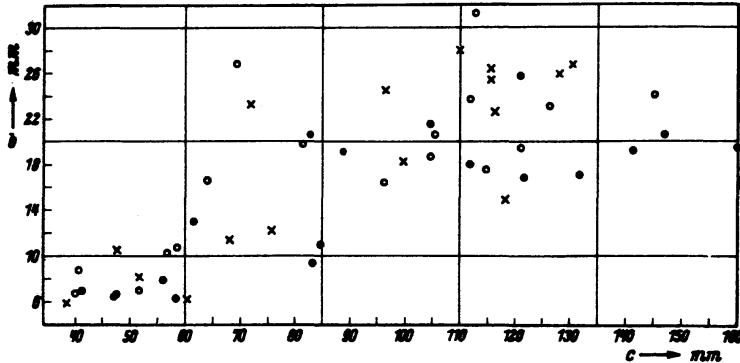


Fig. 14. *Argiopsis argentata*. Representación de las graduaciones angulares. 397 sectores en 51 grupos de 18 redes de 6 animales distintos en varias edades. X sectores del cuadrante superior; o cuadrantes laterales; e cuadrantes inferiores.

na, sólo como probable. He tratado de explicar la constancia de la graduación angular de la manera siguiente (13): Cuando la araña tira un hilo radial (fig. 13), élla fija el principio del hilo nuevo en el centro de la red y camina en uno de los rayos ya terminados (según lo indica la flecha) hasta el márgen de la red (hasta P<sub>1</sub>). Desde P<sub>1</sub> élla corre hasta P<sub>2</sub>, donde fija el nuevo rayo. La típica distancia angular resulta del hecho - según nuestra hipótesis - de que la araña, en el medio estadístico, observa exactamente una relación constante de los recorridos (C - P<sub>1</sub> a P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>). Sobre las circunstancias en que se exceptúan estas proporciones, se pueden comparar los estudios de G. MAYER (4). Aquí, sobre todo las relaciones al tamaño de la red son de interés. El aumento de la cantidad de los rayos en redes relativamente grandes demuestra, que la araña marca en el márgen una distancia (P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>) corte en relación a C - P<sub>1</sub>, siempre que C - P<sub>1</sub> sea relativamente grande e inverso. Queda por investigar, por qué lo hace; pero, que lo hace, no hay duda. Mas que no es así en todas las especies, esto lo demuestran nuevos estudios en el género *Cyclosa*. Las mediciones en estas especies ponen de manifiesto que hay - fuera del

a c para *Cyclosa trifida* y *C. caroli* (fig. 17 y 18), resulta que los dos valores varían independientemente. A lo sumo, en *Cyclosa caroli*, en la zona de los hilos radiales relativamente cortos (al lado izquierdo de la

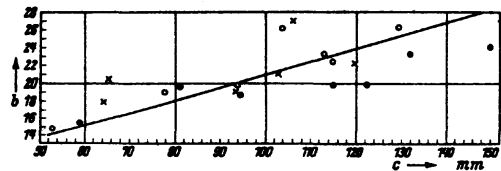


Fig. 15. *Gasteracantha cancriformis*. Representación de las graduaciones angulares. Símbolos como en fig. 14. 112 sectores en 20 grupos de 7 distintas redes de 6 animales diferentes. La línea de regresión está marcada.

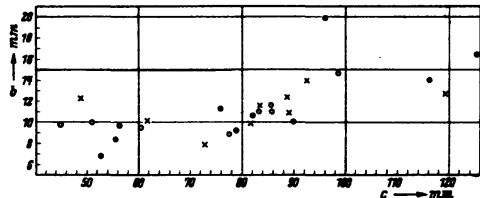


Fig. 16. *Micrathena gracilis*. Representación de las graduaciones angulares. Símbolos como en la fig. 14. 214 sectores en 27 grupos de 10 distintas redes de 10 animales de diferentes edades.

figura) se podría presumir una correlación. Pero el material no es lo suficiente abundante para llegar a esta conclusión. Sea como fuere, *b* oscila en *Cyclosa trifida* alrededor de un valor más o menos constante; y en *C. caroli*

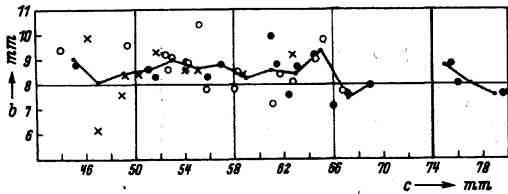


Fig. 17. *Cyclosa trifida*. Representación de las graduaciones angulares. Símbolos como en la fig. 14. 344 sectores en 44 grupos de 17 redes de 3 animales adultos. Está marcada la curva de los valores medios para los grupos.

sucede casi lo mismo. Esto indica, que en el margen los puntos de la fijación de los hilos radiales tienen más o menos la misma distancia. Así, distinguiéndose de las otras especies, la relación  $P_1 - P_2$  a  $P_1 - C$ , no es constante, sino el valor absoluto de  $P_1 - P_2$ . "Constante" significa, como hemos dicho, solamente la oscilación alrededor de un cierto valor fijo. La fig. 19 demuestra esto con toda claridad; aquí en redes de *Cyclosa trifida*, fueron medidas las distancias ( $P_1 - P_2$ ) de los hilos radiales en el margen de la red. Los valores resultantes de las mediciones fueron clasificados en grupos, según la extensión; así en el dibujo está representada

la frecuencia de cada grupo. Como, por razones no discutidas en este trabajo, se tenía que pensar en la posibilidad que para los sectores superiores resultaran otros valores que para los inferiores, las mediciones respectivas fueron tratadas por separado. La parte rayada en la fig. 19 se refiere exclusivamente a los valores que resultan de los cuadrantes superiores de la red; y la parte no rayada solamente a los valores de los inferiores.

Los "cuadrantes" resultan cuando se ponen simétricamente dos ejes cruzándose en sentido vertical a través del cubo de la red, así que se forman un cuarto superior y un inferior y también un cuarto lateral derecho y un izquierdo. Las medidas tomadas en el cuadrante superior son menos numerosas, porque allí se acumulan sectores en los cuales no se pueden medir exactamente las distancias, por mediar circunstancias que lo impiden. Claro que allí regularmente no entra en cuenta tampoco el sector, a través del cual se tira el lazo de estabilización con los capullos (5).

La figura muestra que los valores de *b* resultan de una distribución casual. El valor más frecuente es 9 hasta 10 mm, del mismo modo para la parte superior y la inferior de la red, así resulta que es la medida media, que marcan animales adultos en el margen de la red. Intencionalmente se emplearon para estas

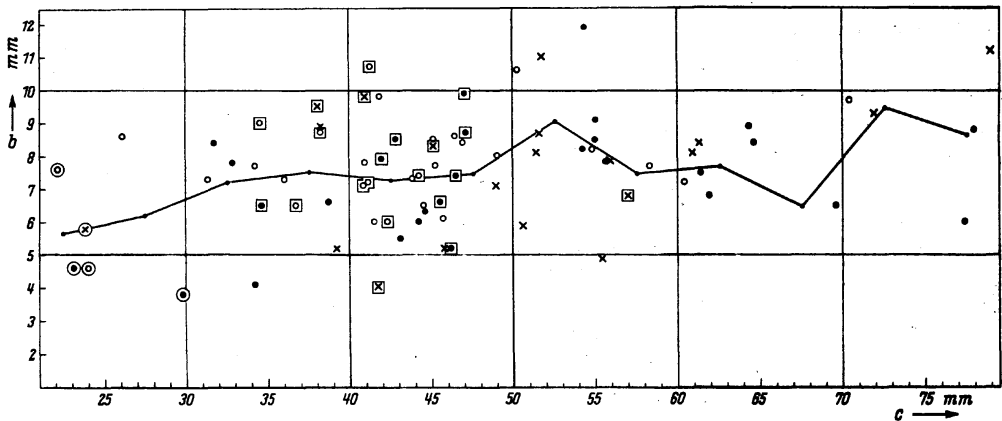


Fig. 18. *Cyclosa caroli*. Representación de las graduaciones angulares. Símbolos como en la fig. 14. 630 sectores en 79 grupos de 31 redes de 13 (14?) individuos. La mayoría de las redes de animales adultos, o al menos de edades mayores. Los puntos referentes a animales que son con seguridad adultos, están dentro de cuadrados; y los símbolos para redes de una araña joven orladas circularmente.

mediciones únicamente redes de arañas del mismo grupo de edad. Es obvio que de animales menores en edad resultan valores más pequeños.

Regresamos a nuestro punto de partida. Ahora es explicable el alza extraordinariamente rápida de la cantidad de rayos por medio del aumento del tamaño de la red en las especies del género *Cyclosa*; porque, cuando la araña marca distancias iguales en el margen, la cantidad de los hilos radiales tiene que aumentarse rápidamente en relación con el ensanchamiento de la extensión del margen. Este crece considerablemente ya con una prolongación pequeña de los radios.

Un arreglo de los radios según el principio de *Cyclosa*, fué afirmado ya en 1920 por HINGSTON para "*Araneus nauticus*" (14): "Every radius is secured to the frame four paces from an adjoining radius, thus all the radii are equidistant and perfect symmetry is attained". Como el autor no ha comprobado más su tesis, la critiqué en un trabajo de 1937 (3) e impugné su validez general. Una araña, procediendo según el principio de *Cyclosa*, no puede alcanzar sin mayor dificultad, iguales distancias angulares de los radios; hay que pensar que los hilos marginales, en relación

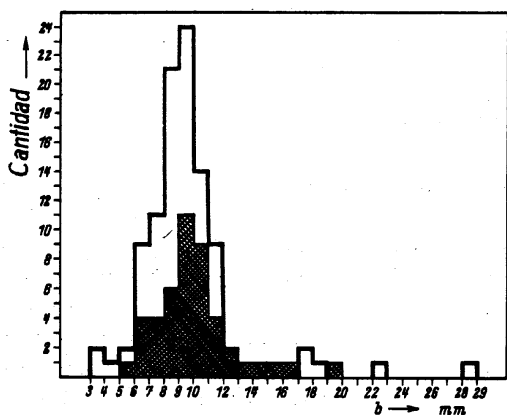


Fig. 19. *Cyclosa trifida*. Distancias de puntos terminales de radios vecinos en los hilos marginales. Rayado; valores de los cuadrantes superiores de las redes; blanco; valores de los cuadrantes interiores. Cantidad de los valores de medidas: arriba 46 (15 redes), abajo 106 (14 redes). Las redes son de 3 animales adultos.

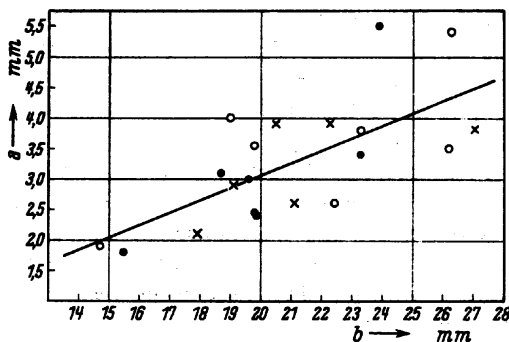


Fig. 20. *Gasteracantha cancriformis*. Distancia a del hilo adhesivo extremo hasta el siguiente en relación a la longitud b del hilo extremo. 112 sectores en 20 grupos de 7 redes de 6 animales distintos. La línea de regresión está marcada. Símbolos como en fig. 14.

a los rayos, toman un rumbo unas veces más, otras veces menos oblicuo. Además, en las redes de *Cyclosa*, los hilos radiales situados en la parte superior de la red tienen una distancia angular mucho más grande que en la inferior. Esto es una consecuencia simple de ese principio y de la realidad, que las redes se extienden por abajo mucho más que por arriba.

2) LA REGLA DE LOS COCIENTES SEGMENTALES CONSTANTES

Designamos la distancia del hilo adhesivo extremo de un sector desde el próximo con a (fig. 13) y la longitud de la parte extrema del hilo adhesivo con b; de las mediciones en las redes de la epelra y de *Zilla x-notata*, resultó que a está en una dependencia lineal de b. A pesar de ser relativamente pequeño el material para las especies centroamericanas, por principio se pueden comprobar también para ellas relaciones semejantes. Las fig. 20 - 24 lo demuestran para *Gasteracantha cancriformis*, *Micrathena gracilis*, *Argyope argentata* y las dos especies del género *Cyclosa*. Por falta de redes de animales menores en edad, el material comprende únicamente valores de mediciones con pequeñas diferencias absolutas. Por eso, la regla es menos evidente en este caso.

Como siempre, en nuestras mediciones, la oscilación es muy grande. Donde los colectivos eran bastante amplios, fueron construídas

las curvas medias según el método descrito en página 15 (fig. 23 para *Cyclosa caroli*, fig. 25 para *Argyope argentata*). Así se ve muy claramente que la dependencia de  $a$  y  $b$  es lineal.

Como resulta del uso de símbolos diferentes, los sectores situados en distintos cuadrantes de la red fueron tratados separadamente. La representación para las dos ciclosas muestra, que las distancias en los cuadrantes superiores, por lo general, son más grandes

Es interesante que también *Gasteracantha* sigue la regla, porque en este caso la proporcionalidad de  $a$  y  $b$  debe basarse en las coordinaciones del movimiento, las cuales desvían mucho del comportamiento usual (comp. p. 6).

### 3) LAS RELACIONES ENTRE LOS COCIENTES SEGMENTALES Y LOS COCIENTES SECTORIALES

Según los estudios en *Aranea diadema* y

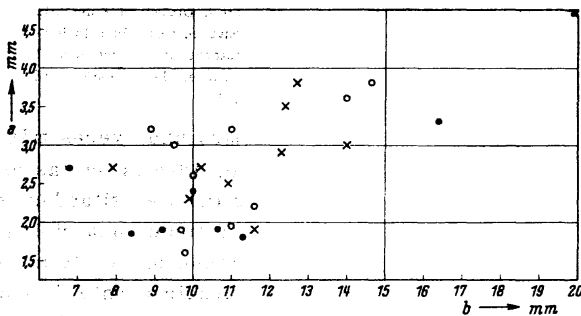
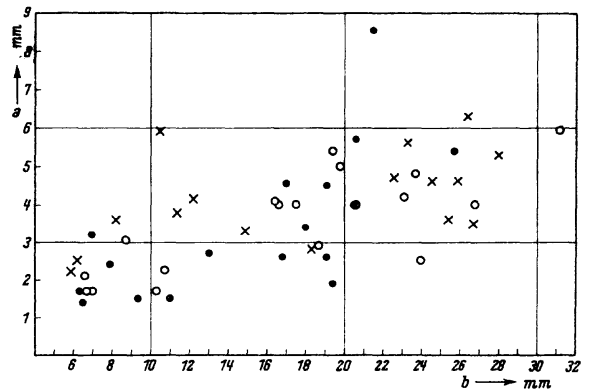


Fig. 21. *Micrathena gracilis*. Distancia  $a$  del hilo adhesivo extremo hasta el siguiente en relación a la longitud  $b$  del hilo extremo. 214 sectores en 27 grupos de 10 redes de 10 animales. Símbolos como en fig. 14.

Fig. 22. *Argyope argentata*. Distancia  $a$  del hilo adhesivo extremo hasta el siguiente en relación a la longitud  $b$  del hilo extremo. 397 sectores en 51 grupos de 18 redes de 6 animales.



que en los inferiores; y que las distancias de los cuadrantes laterales están comprendidas entre unos y otros. Este proceder de las arañas, todavía poco claro, aún no se ha comprobado, tan evidentemente, en ninguna araña de red concéntrica.

Referente al método de medir, me remito a los trabajos anteriores. Únicamente quiero mencionar que en los puntos de medición de las fig. 20 - 24, se trata de los valores medios de  $a$  y  $b$  por cuadrantes de la red y tienen que comparar también las leyendas de las figuras.

*Zilla x-notata*, los cocientes segmentales ( $a/b$ ) están en relaciones monomias con los cocientes sectoriales ( $b/c$ ). En *A. diadema*, sus valores medios casi son iguales (15); en *Z. x-notata*, el valor medio del cociente segmental está muy cerca del duplo del valor del cociente sectorial (valor medio  $a/b = 9,279 \pm 0,11$ ;  $b/c = 0,141 \pm 0,05$ ; cantidad de los sectores medidos  $n = 2377$ ). Fué discutido ampliamente en otro lugar (15), con cuál razón y en cuál sentido estas relaciones se reducen a la regulación nervioso-central.

Queda pendiente la cuestión, sobre si se trata solamente de peculiaridades de las dos especies estudiadas o de reglas de aplicación general.

En la fig. 25 está representada otra vez la situación para la epeira. Se trata aquí de curvas medias. El colectivo comprende redes de arañas de las más distintas clases de edad, es decir de las más pequeñas hasta las más grandes. Las curvas para  $a/b$  y para  $b/c$  son aproximadamente líneas rectas. Por este sistema gráfico de representarlas se expresa de manera clarísima cómo las relaciones entre los dos cocientes son curvas aproximadamente paralelas.

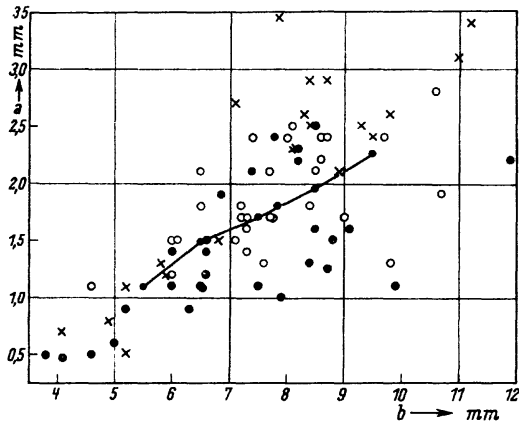


Fig. 23. *Cyclosa caroli*. Distancia  $a$  del hilo adhesivo extremo hasta el siguiente en relación a la longitud  $b$  del hilo extremo. 630 sectores en 79 grupos de 31 redes de 13 (14?) animales. Está marcada la curva aplanada de los valores medios de los grupos.

Por selección de escalas adecuadas, en ordenada y abscisa, se puede acercarla hasta que más o menos se cubran. Naturalmente, las escalas en las dos ordenadas (Ia y Ib) y en las abscisas respectivas (IIa y IIB) están en la misma relación.

Cuando se representan las relaciones para *Argyope argentata*, según el mismo método, resulta una relación casi congruente entre cocientes sectoriales y segmentales. También en este caso, las curvas respectivas son aproximadamente paralelas. Se trata aquí del colectivo ya representado en otra manera en las fig. 14 y 22.

Los detalles de este método de representación los expliqué ya en trabajos anteriores. Primeramente fueron determinados  $\bar{a}$  y  $\bar{b}$  para los sectores de los mismos cuadrantes de una red. Los valores resultantes para  $\bar{a}$  y  $\bar{b}$  se clasificaron en grupos y se calculó el valor medio de cada uno. Una curva de valores medios de grupos se encuentra por ejemplo en la fig. 18. Para demostrar más claramente

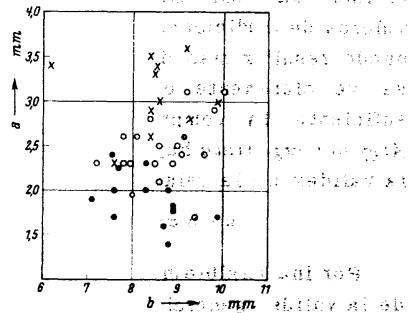


Fig. 24. *Cyclosa trifida*. Distancia  $a$  del hilo adhesivo extremo hasta el siguiente en relación a la longitud  $b$  del hilo extremo. 344 sectores en 44 grupos de 17 redes de 3 animales.

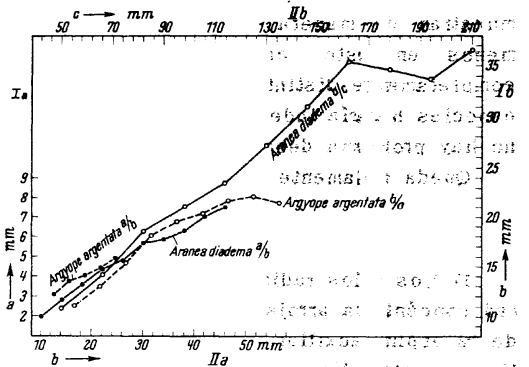


Fig. 25. Representación de los cocientes segmentales y sectoriales en curvas aplanadas medias para *Aranea diadema* y *Argyope argentata*. Detalles en el texto.

la linealidad de la dependencia entre  $a$  y  $b$ , estas curvas fueron aplanadas según el método de GEBELEIN y HEITE (16). Tales curvas aplanadas pueden verse en la fig. 25. En este caso, dicho método pareció más conveniente y por eso también más contundente que el procedimiento con líneas de regresión. Las curvas hubieran podido resultar más paralelas; pero en ese caso hubieran

desaparecido los terminales de las curvas  $b/c$  que las doblan hacia la línea recta. Por supuesto, esos terminales no pueden ser obra de la casualidad (véase abajo).

Desgraciadamente no era posible aumentar el material para *Argyope* quedando pequeño el colectivo en comparación con *Aranea diadema* (1283 sectores de 66 redes) y *Zilla* (2377 sectores de 407 redes). Por eso no quiero revisar más con métodos estadísticos los valores de mediciones de *Argyope*, porque no puede resultar más de este material, que ya se ve claramente en fig. 25. Por eso es suficiente la comprobación final, que en *Argyope argentata* hay un nuevo ejemplo para la validez de la relación

$$a : b \approx b : c$$

Por inadmisibles hay que negar la cuestión de la validez general de tales relaciones simples de los dos cocientes. Como el material es reducido, no voy a discutir la cuestión respecto a *Gasteracantha* y *Micrathena*. Los resultados de las dos especies del género *Cyclosa* muestran de manera bastante clara, que al menos en este caso existen situaciones completamente distintas. Como en estas dos especies  $b$  varía independientemente de  $c$ , ya no hay problema desde un principio.

Queda solamente por considerar, por qué

un grupo de arañas pone  $b$  en una relación con  $c$ , y en otros, en cambio, no existe tal correlación. He supuesto que no es casual la aproximación al sentido horizontal, de los términos  $b/c$  de la fig. 25. Y supongo eso, porque estos términos cortos hacen recordar el caso de *Cyclosa trifida* en el cual esas circunstancias abarcan la curva en su totalidad, y respecto a *C. caroli*, al menos en su mayor parte.

Parece que los términos de las curvas en la fig. 25, indican que la araña relaciona el valor de  $b$  a  $c$ , solamente hasta el valor de  $b$  ha llegado a un valor terminal absoluto; pero desde este momento se vale del método de las ciclosas (17), las cuales parece que obran desde el principio así, como el otro grupo después de haber pasado un límite fijo. Solamente nuevas observaciones pueden mostrar, si estas consideraciones son utilizables.

Desgraciadamente para todos estos estudios hay la necesidad de un gasto técnico enorme. La oscilación muy grande de los valores de medidas hace indispensable utilizar un material copioso, lo cual no se puede conseguir fácilmente, sobre todo porque hay que fotografiar cada red. Esto lo haría comprensible al no especialista, que a pesar de que habiendo trabajado en la materia durante años, estamos todavía en el principio.

#### RESUMEN

1) Los hilos radiales de los rayos de la red concéntrica arrojan, junto con las vueltas de la espira auxiliar, un espacio de las mallas característico para cada especie. El tamaño de la araña, en relación a estos espacios, es muy diferente según las especies. El método para fijar los hilos adhesivos depende en alto grado del espacio relativo de las mallas.

2) Se describen nuevos ejemplos para la validez de la regla de los rayos, estableciendo que las distancias angulares de los hilos radiales en las redes de una especie, van en proporción inversa al tamaño de la red.

3) Un grupo de especies de arañas arregla los hilos radiales de manera, que las distancias marcadas en el margen quedan en una re-

lación aproximadamente constante a la longitud de los hilos radiales. En este caso, las distancias angulares de los rayos oscilan alrededor de un cierto valor. Un otro grupo, en cambio, sigue un principio desviante: estas arañas fijan los hilos radiales dejando a iguales distancias en el margen los puntos de fijación. En este caso, las distancias marcadas en el margen oscilan en torno de un cierto valor.

4) Son descritos nuevos ejemplos para la validez de la regla de los cocientes segmentales constantes. En todas las especies estudiadas hasta hoy en este aspecto, la distancia entre el hilo adhesivo extremo y el siguiente por adentro de un sector, está en

una dependencia lineal de longitud de la parte extrema del hilo adhesivo.

5) Descríbese un nuevo ejemplo de que esta proporción está en relación monoma a la graduación angular.

6) Mediciones nuevas demuestran la dis-

tribución amplia de ciertas reglas fundamentales de la conducta de las arañas y son por eso una contribución a nuestra intención, de reducir a principios generales la variabilidad de las estructuras en las redes.

### Notas.

(1)

Sobre la coordinación de movimientos en la construcción de la espira adhesiva comp. M. JACOBI - KLEEMANN: Ueber die Lokomotion der Kreuzspinne *Aranea diadema* beim Netzbau ( nach Filmanalysen). Z. vergleich. Physiol. **34** (1953).

Sobre la influencia de substancias neurótropas en la conducta comp. H. M. PETERS, P. N. WITT & D. WOLFF: Die Beeinflussung des Netzbauers der Spinnen durch neurotrope Substanzen, Z. vergleich. Physiol. **32** (1950) y además D. WOLFF & U. HEMPEL: Versuche ueber die Beeinflussung des Netzbauers von *Zilla x-notata* durch Pervitin, Scopolamin und Strychnin, Z. vergleich. Physiol. **33** (1951). P. N. WITT ha continuado estos estudios independientemente de nosotros; Verschiedene Wirkung von Pervitin und Coffein auf den Netzbau der Spinnen, Helv. physiol. Acta **7** (1949); d-Lysergsaeure-diethylamid (LSD) im Spinnentest, *Experientia* **7** (1951); Ein einfaches Prinzip zur Deutung einiger Proportionen im Spinnennetz, *Behaviour* **4** (1932).

(2)

H. M. PETERS: Untersuchungen ueber die Proportionierung im Spinnen-Netz, Z. Naturforschg. **6b** (1951); Zentralnervöse Steuerung bei Araneiden (Untersuchungen am Spinnennetz), *Experientia* **9** (1953).

(3)

H. M. PETERS, 1953 l.c.<sup>2</sup>; Probleme des Kreuzspinnennetzes, Z. Morphol. Oekol. Tiere **36** (1939); Ueber das Netz der Dreieckspinne, *Hyptiotes paradoxus*, Zool. Anz. **121** (1938); Studien am Netz der Kreuzspinne (*Aranea diadema* L.) II. Ueber die Herstellung des Rahmens, der Radialfaeden und der Hilfsspirale,

Z. Morphol. Oekol. Tiere **33** (1937).

(4)

l.c.<sup>2</sup> (1951) und G. MAYER: Untersuchungen ueber Herstellung und Struktur des Radnetzes von *Aranea diadema* und *Zilla x-notata* mit besonderer Beruecksichtigung des Unterschiedes von Jugend- und Altersnetzen. Z. Tierpsychol. **9** (1953).

(5)

Z. Morphol. Oekol. Tiere (en prensa).

(6)

A. TILQUIN (La Toile géométrique des Araignées, Paris 1942) ya ha rozado el problema; pero sus descripciones son tan poco precisas, que es difícil entenderse con ellas. No es necesario más que comparar las ilustraciones del trabajo.

(7)

H. WIEHLE: Beitrage zur Kenntnis des Radnetzbauers der Epeiriden, Tetragnathiden und Uloboriden, Z. Morphol. Oekol. Tiere **8** (1927); Neue Beitrage zur Kenntnis des Fanggewebes der Spinnen aus den Familien *Argiopidae*, *Uloboridae* und *Theridiidae*, idem **22** (1931).

(8)

Las comparaciones siguientes toman por base los estudios concienzudos de M. JACOBI - KLEEMANN<sup>1</sup> en la epeira. - En las observaciones sobre *Nephila* y las dos especies siguientes se trata de estadios de desarrollo mayores.

(9)

Comp. PETERS 1939 (l.c.<sup>3</sup>).

(10)

No reporta mayor utilidad dar detalles sobre la cantidad de los radios en las distintas especies, como lo ha hecho KOENIG (Beitrage zur Kenntnis des Netzbauers orbiteler Spinnen,

Z. Tierpsychol. **8**, 1951) sin tomar en cuenta los tamaños de las redes. Cuando WIEHLE (7) comenzó con sus descripciones fundamentales, ese simple hecho de contar tenía algún fundamento; ahora es totalmente anticuado.

(11)

Comp.l.c.<sup>5</sup>, fig. 13.

(12)

El método de la representación gráfica está explicado en p. 15.

(13)

Por última vez l.c.<sup>2</sup>, 1953.

(14)

R. W. G. HINGSTON: A Naturalist in Himalaya, London 1920. Según C. FR. ROEWER (Katalog

der *Araneae* von 1758 bis 1940, vol. 1, Bremen 1942), el nombre válido es *Aranea nautica* (L. KOCH).

(15)

l.c.<sup>2</sup> (1953). En ese estudio están citados también trabajos anteriores.

(16)

H. GEBELEIN & H. J. HEITE: Statistische Urteilsbildung. Berlin 1951.

(17)

Suplemento en la corrección: Sería posible también, que el cambio en la dirección de las curvas se basara en una escasez relativa de sectores de los cuadrantes superiores en los grupos respectivos.