

RELACIONES ENTRE LA MORFOLOGIA Y LA SELECCION DE HABITAT EN UNA COMUNIDAD DE QUIROPTEROS NEOTROPICALES

POR JUAN CARRANZA ALMANSA *, LUIS M. ARIAS DE REYNA MARTINEZ *,
CARLOS IBÁÑEZ ULARGUI ** Y SEBASTIAN J. HIDALGO DE TRUCIOS *

INTRODUCCION

La segregación de las especies simpátridas, tendiente a la ocupación de los posibles nichos de un área determinada, lleva consigo una serie de adaptaciones, algunas de las cuales se reflejan en características morfológicas particulares.

Así, diferencias en el tamaño de ciertas estructuras alimenticias es suficiente para considerar una segregación de las especies en base al tamaño de partícula que seleccionan, tanto en aves (Hutchinson, 1959; Klopfer y MacArthur, 1961) como en quirópteros (Tamsitt, 1967; McNab, 1971; Fenton, 1972 y 1975; Fleming et al., 1972, Smith y Genoways, 1974; Bonaccorso, 1975; Ibáñez 1979).

Por otra parte, podemos estudiar comparativamente la estructura de las comunidades de quirópteros en base a la morfología de las especies (Findley, 1973 y 1976; Fenton, 1975).

La comparación morfométrica en especies simpátridas, asociada al conocimiento de sus respectivos nichos ecológicos, puede orientarnos acerca del significado adaptativo de determinadas estructuras. En esta línea hay que destacar los trabajos de Fenton, 1972; Findley et al., 1972; Vaughan, 1959 y 1966; Ibáñez, 1979; entre otros.

La selección de hábitats determinados dentro de un área, constituye una componente importante en la segregación de las especies (Handley, 1967). En el presente estudio tratamos de determinar las asociaciones entre la morfología de las especies y el hábitat que éstas seleccionan, con objeto de conocer el significado adaptativo de las estructuras morfológicas, dentro de una comunidad en concreto.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el hato "El Frío", en los llanos de Apure (Venezuela); las características de la zona han sido ampliamente

* Cátedra de Fisiología Animal, Laboratorio de Etología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

** Estación Biológica de Doñana, c/ Paraguay, 1,2, Sevilla, España.

descritas por Ojasti (1973), Ramia (1975), Castroviejo y López (1979), entre otros. Dentro de esta zona se eligió un área de unas 60 Hás de extensión en la que se encontraban representados los principales tipos de hábitats existentes en "El Frío": áreas de sabana, de bosque ("matas") y curso de agua.

En la sabana del área de estudio, la mayor parte de la cual se encontraba inundada en nuestra época, predominan las comunidades nitrófilas que consisten en un herbazal denso, de hasta 1,80 mts de altura, donde domina el Brusco macho (*Cassia tora*), las Escobas (*Sida glomerata* y *Sida acuta*) y en los bancos y zonas elevadas el Mastranto (*Hyptis suaveolens*).

La vegetación arbórea en nuestra área ocupa una extensión de 197.500 m² aproximadamente; con árboles de altura media, en las partes centrales de las "matas", de unos 20 a 25 metros. Entre las especies más representadas figuran el Camoruco (*Sterculdia apetala*), el Cañafístolo (*Cassia moschata*), el Guayabito (*Eugenia biflora*), el Yagrumo (*Cecropia peltata*), el Jobo (*Spondias mombin*), el Bototo (*Cochiospermum vitifolium*), el Floramarillo (*Tubebuia* sp.) y el Drago (*Pterocarpus podocarpus*).

La toma de datos se realizó desde final de julio a principios de octubre de 1979. Período incluido en su totalidad dentro de la época de lluvias (Ojasti, 1973).

En el área de estudio se establecieron de modo selectivo 13 puntos o estaciones de muestreo, tratando de representar los diferentes hábitats.

En cada estación se muestreó colocando una red japonesa de 4 paños, de dimensiones 12 x 2,5 metros, existiendo para el conjunto de las redes tres alturas diferentes que vinieron determinadas principalmente por las características de la vegetación. De este modo la red número 2 se colocó entre 2,0 y 4,5 metros de distancia al suelo, sobre la sabana; las redes 7 y 12 entre 6,5 y 9 metros, sobre la orla de la "mata"; y el resto de las redes entre 0 y 2,5 metros, de las cuales 8 se situó sobre la tapa del caño y el resto dentro de la cubierta vegetal de las "matas".

Con respecto a la vegetación, podemos clasificar las redes según estén sobre la cobertura vegetal (2, 7, 8 y 12) o dentro de ella (el resto). Las redes situadas sobre la cobertura vegetal (Tipo 1: 2, 7, 8 y 12) se colocaron desde el límite superior de la vegetación hacia arriba, de modo que los diferentes paños dentro de la red nos indican la distancia a la superficie base de referencia. En el caso de las redes situadas dentro de la cobertura vegetal (Tipo 2: 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13) los diferentes paños nos indican la proximidad del vuelo al suelo, dándonos una idea de la posible estratificación vertical.

La proximidad de alguna masa de agua se anotó en clases de valores, de 0 a 3, inversamente proporcionales a la distancia.

En cada estación de muestreo se midió la cobertura del estrato vegetal en el que está situada la red y del que está sobre ella. Esta medida se hizo mediante dos pares de transectos lineales de la misma longitud de la red y situados paralelamente a ella, a una distancia de 3 y 6 metros, y a ambos lados. El valor de cobertura obtenido se expresó en tanto por ciento (Greigh-Smith, 1964). Para una estimación de la cantidad de fruto se utilizó el Yagrumo (*Cecropia peltata*) por su abundancia, y por ser el único de

los vegetales cuyas semillas encontró Ibáñez (1979) como integrantes de la dieta de los murciélagos frugívoros en "El Frío", que se encontraba en plena fructificación en la época y área de estudio. Como valor de abundancia de Yagrumo en cada estación de muestreo se utiliza la cantidad de pies femeninos de *Cecropia peltata* con fruto maduro en el momento del estudio y en un radio de 50 metros de distancia a la red.

Los muestreos se realizaron durante las tres primeras horas de oscuridad, período de máxima actividad de los quirópteros (Ibáñez, 1979). Todos los individuos capturados, una vez anotadas sus características, fueron puestos inmediatamente en libertad en el mismo lugar de su captura.

La existencia de datos biométricos, con amplia representación de cada una de las especies de nuestra área, debidos a Ibáñez (1979) para "El Frío", ha hecho posible el presente estudio sin la necesidad de influir notablemente sobre la comunidad sacrificando un gran número de ejemplares. En este sentido, se han elegido 10 de los índices morfológicos utilizados por Ibáñez (1979) para la comprobación taxonómica, según su significación en la separación de las especies (Ibáñez, 1979), los cuales se relacionan en la Tabla I. y se han utilizado sus valores para cada una de las especies de nuestra área.

Los datos fueron procesados en el Centro de Cálculo de la Universidad de Sevilla, utilizando el análisis en correspondencias escrito de T. Ibáñez en 1971 y adaptado por R. Fernández, cuyas características han sido analizadas por Fernández Ales et al. (1977).

TABLA I. — *Relación de los índices morfológicos utilizados en nuestro estudio (extraído de Ibáñez, 1979).*

Nº 1 :	Punta del ala: $3D/Ant$.
Nº 2 :	Envergadura relativa: $(Ant + 3D)/LCC$
Nº 3 :	Estrechez alar: $(Ant + 3D)/5D$
Nº 4 :	Carga alar: $Peso^2/[(Ant + 3D/2)5D]^3$
Nº 5 :	Longitud de la cola: LC/LCC
Nº 6 :	Extremidad posterior: $(Pie + T)/LCC$
Nº 7 :	Longitud de las orejas: O/LCB
Nº 8 :	Longitud del pulgar: P/Ant
Nº 9 :	Serie molar: SMS/SDS
Nº 0 :	Serie dental: SDS/LCB

ABREVIATURAS:

3D :	Longitud del 3º dedo
Ant :	Longitud del antebrazo
5D :	Longitud del 5º dedo
LCC :	Longitud cabeza-cuerpo
T :	Longitud de la tibia
O :	Longitud de la oreja
LC :	Longitud de la cola
LCB :	Longitud cóndilo-basal
SMS :	Longitud de la serie molar superior
SDS :	Longitud de la serie dental superior

TABLA II. — Relación de las especies obtenidas en nuestro estudio. Se indica el número de individuos capturados en redes japonesas para cada una de ellas, así como aquellas que se han utilizado para el presente estudio.

Taxones representados	Nº capturas	Taxones utilizados
Familia Emballonuridae:		
	2	
	0	<i>S. canescens</i>
	9	
	2	
Familia Noctilionidae:		
	50	<i>N. leporinus</i>
	79	<i>N. albiventris</i>
Familia Phyllostomatidae:		
Subfamilia Phyllostomatinae:		
	2	<i>Micronycteris minuta</i>
	6	<i>Tonatia brasiliensis</i>
	4	<i>Phyllostomus discolor</i>
	28	<i>Phyllostomus elongatus</i>
	57	<i>Phyllostomus hastatus</i>
	13	<i>Trachops cirrhosus</i>
Subfamilia Glossophaginae:	1	<i>Glossophaga longirostris</i>
Subfamilia Carollinae:	2	<i>Carollia perspicillata</i>
Subfamilia Stenoderminae:		
	10	<i>Sturnira lilitum</i>
	2	<i>Uroderma magnirostrum</i>
	4	<i>Vampyrops brachycephalus</i>
	72	<i>Artibeus jamaicensis</i>
Subfamilia Desmodontinae:	73	<i>Desmodus rotundus</i>
Familia Vespertilionidae:		
	4	<i>Myotis nigricans</i>
	17	<i>Rhogeessa tumida</i>
	1	<i>Lasturus borealis</i>
Familia Molossidae:		
	1	<i>Molossops temminckii</i>
	3	<i>Molossops planirostris</i>
	5	<i>Eumops bonariensis</i>
	2	<i>Eumops glaucinus</i>
	1	<i>Molossus molossus</i>

RESULTADOS

Se capturaron 469 individuos, representantes de 26 especies de las cuales sólo se han considerado las 14 más representadas (tabla II) además de la familia Molossidae que por estar cada una de las especies que la integran representada en nuestras capturas y por poder ser considerada como una unidad peculiar distinta del resto de las familias en estudio (Vaughan, 1966), la hemos considerado como un solo grupo.

Hemos subdividido el estudio en los siguientes apartados:

1. Asociaciones entre los índices morfológicos y las estaciones de muestreo del área de estudio.
2. Relación entre estos índices y cada una de las variables del hábitat consideradas, es decir:
 - 2.1. Morfología y cobertura.
 - 2.2. Morfología y cercanía al agua.
 - 2.3. Morfología y abundancia de Yagrumo.
 - 2.4. Morfología y características (Paño y Tipo) de red.
3. Asociaciones entre los índices morfológicos y todas las variables del hábitat en su conjunto.

Pasemos en primer lugar a ocuparnos del estudio de las posibles asociaciones entre los índices morfológicos y las distintas estaciones de muestreo. Para ello hemos elaborado una matriz en base a las frecuencias de captura de individuos, cualquiera que sea su especie, en cada una de las 13 estaciones de muestreo, para cada uno de los valores de cada índice morfológico, y la hemos sometido a análisis en correspondencias.

En la figura 1 hemos representado la distribución espacial, en el plano definido por los ejes I y II del análisis, de las estaciones de muestreo y de los índices morfológicos descompuestos en sus clases de valores. Los índices han sido representados mediante dos dígitos, el primero de los cuales indica el número asignado al mismo en la Tabla I, y el segundo el número de la clase de valores, según se han agrupado los valores de los índices en base a los datos de Ibáñez (1979) para las especies en estudio. Estas clases pueden variar de 0 a 5, pudiendo faltar alguna de ellas para determinados índices.

De este modo (fig. 1) observamos que la red alta n° 7 aparece asociada a valores altos de la carga alar (43) y a valores bajos de la longitud de las patas (61). La red de la sabana (n° 2) aparece asociada a valores altos de estrechez alar (34). La red n° 8 (caño) se asocia a patas largas (65) y gran envergadura (25) así como a series dental (05) y molar (95) desarrolladas. El resto de las estaciones de muestreo, entre las que están incluidas todas las de "cobertura", quedan bastante agrupadas y asociadas a gran número de valores de los índices morfológicos, entre los cuales se encuentran, si nos fijamos en los de valores más extremos, la carga alar baja (41), y las alas anchas (31) y cortas (21).

Para una mayor resolución de este último grupo veamos la distribución espacial de los índices morfológicos y las estaciones de muestreo en el plano

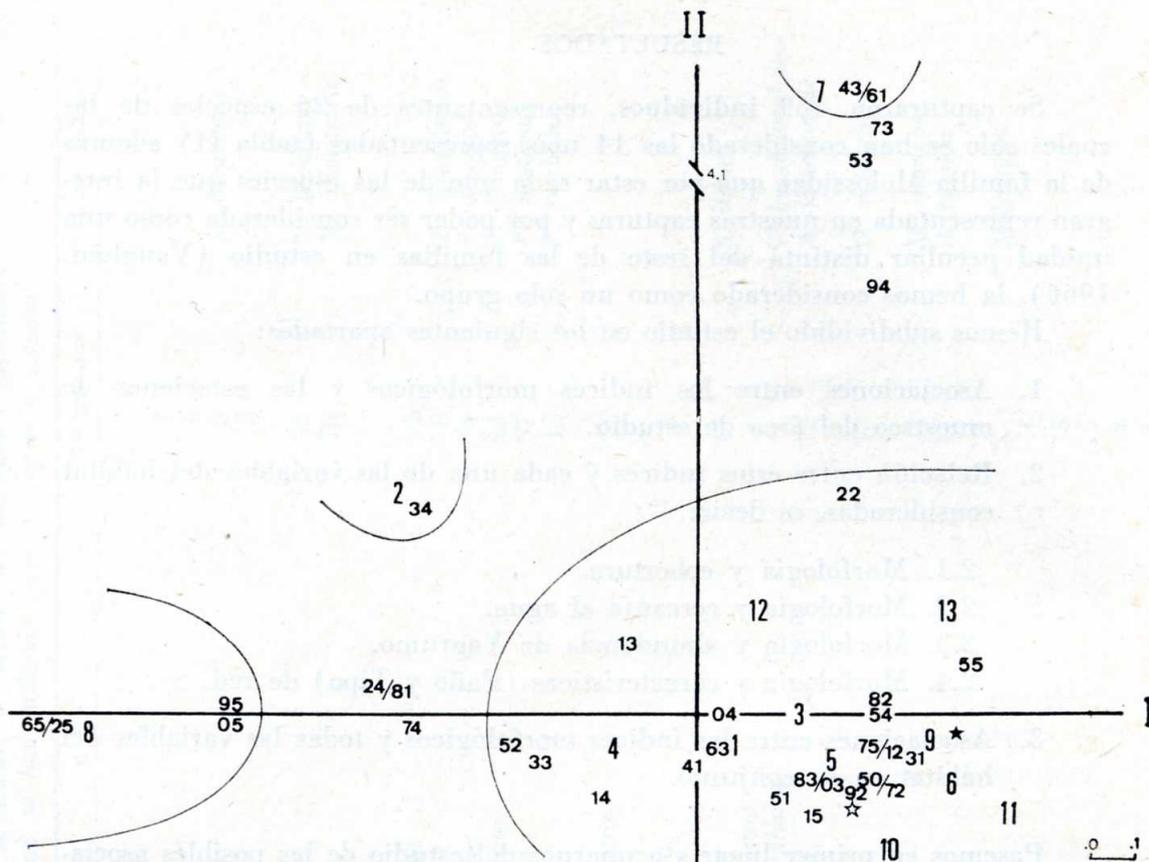


Fig. 1. — Representación, en el plano definido por los ejes I y II, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias de captura de individuos, en cada una de las 13 estaciones de muestreo, con cada uno de los valores de cada índice morfológico.

	★	01,91,21,85,11.			
	☆	62,93,32,23.			
Eje	% Inercia	% Inercia acumulada	Eje	% Inercia	% Inercia acumulada
I	46,356	46,356	III	13,169	86,943
II	27,418	73,774	IV	4,980	91,923

Indices morfológicos

- | | | | |
|---------|----------------------|---------|----------------------|
| 1 | Punta del ala | 6 | Extremidad posterior |
| 2 | Envergadura relativa | 7 | Longitud de la oreja |
| 3 | Estrechez alar | 8 | Longitud del pulgar |
| 4 | Carga alar | 9 | Serie molar |
| 5 | Longitud de la cola | 0 | Serie dental |

En la figura se representan mediante dos dígitos, el primero de los cuales corresponde al número asignado a cada índice, y el segundo al número de la clase de valores, según se han agrupado los valores de los índices en base a los datos de Ibáñez (1979). (Para mayor aclaración ver Tabla I y texto).

definido por los ejes III y IV del mismo análisis (fig. 2). En el lado positivo del eje III se reúnen las estaciones de muestreo de más alto valor de Yagrumo (1, 4, 6, 10, 12) asociándose a valores intermedios de varios índices (serie molar, 93; extremidad posterior, 62; estrechez alar, 32; pulgar, 82; serie dental, 04; envergadura, 23) y a valores altos de longitud de la punta del ala (13, 14, 15). En el lado negativo del eje III quedan el resto de las estaciones de muestreo (5, 9, 11, 13) asociadas a una serie de índices entre los que cabe destacar como más extremos, punto alar corta (11, 12), valores bajos de estrechez alar (alas anchas, 31) y de envergadura (21), pulgar largo (85) y cola larga (55).

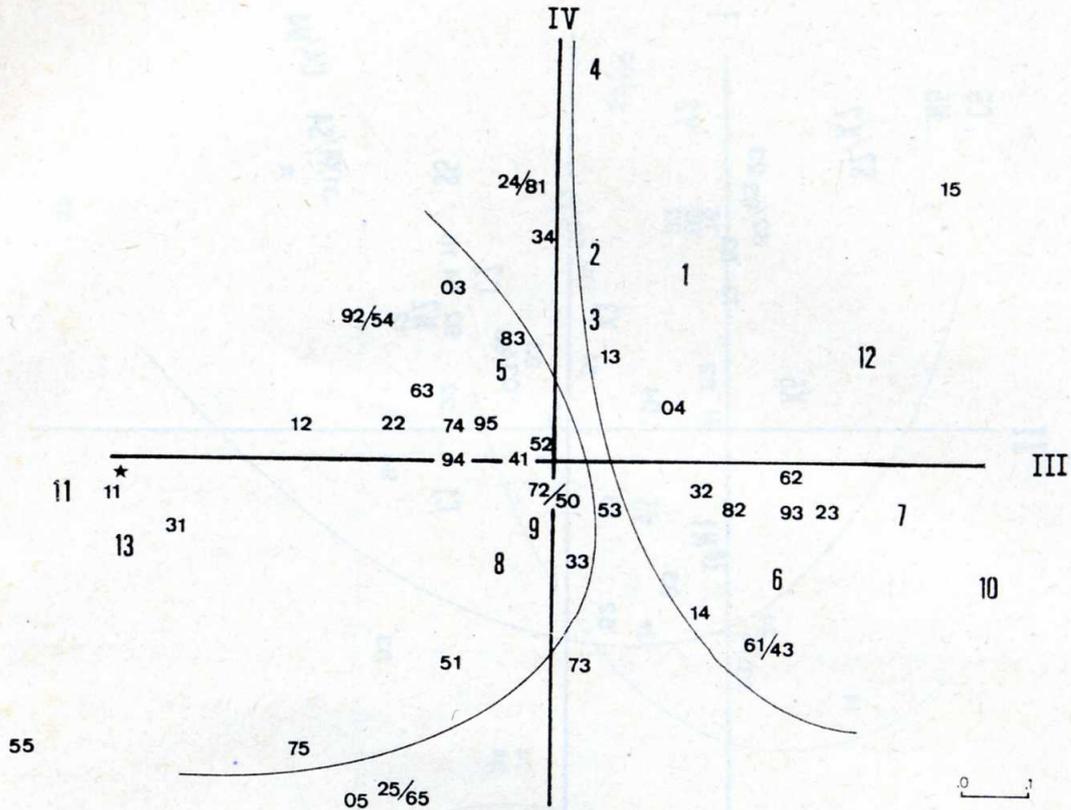


Fig. 2.— Representación, en el plano definido por los ejes III y IV, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias de captura e individuos, en cada una de las 13 estaciones de muestreo, con cada uno de los valores de cada índice morfológico. Clave de índices morfológicos en tabla I, figura 1.

★ 01,91,85,21.

Nos ocupamos a continuación de las asociaciones entre los índices morfológicos y cada una de las variables del habitat consideradas, que son: cobertura, cercanía al agua, abundancia de Yagrumo, y características (Paño y Tipo) de red; y por último de la relación entre los índices morfológicos y todas las variables del habitat en conjunto.

Con este fin hemos elaborado 4 matrices de frecuencias de captura, correspondientes a cada una de las variables del habitat, y las hemos sometido a análisis en correspondencias en primer lugar a cada una por separado (figs. 3 a 6) y después en conjunto (fig. 7).

En la figura 3 podemos observar que las características morfológicas, según los índices descritos y para las especies en estudio, que se asocian a la cobertura vegetal son fundamentalmente carga alar baja (41), alas de poca envergadura (21) y anchas (31). Mientras que a ausencia de cobertura se asocian fundamentalmente carga alar alta (43), alas de gran envergadura (25) y estrechas (34), series molar (95) y dental (05) desarrolladas, y pulgar corto (81).

En la Fig. 4 apreciamos que los valores más extremos de los índices que se asocian a la cercanía al agua son los que indican pulgar pequeño (81), series dental (05) y molar (95) desarrolladas, alas largas (25) y estrechas (34), y patas largas (65). Si nos fijamos en la representación anterior (fig. 3) vemos cómo nos aparece “ausencia de cobertura” asociada a patas largas

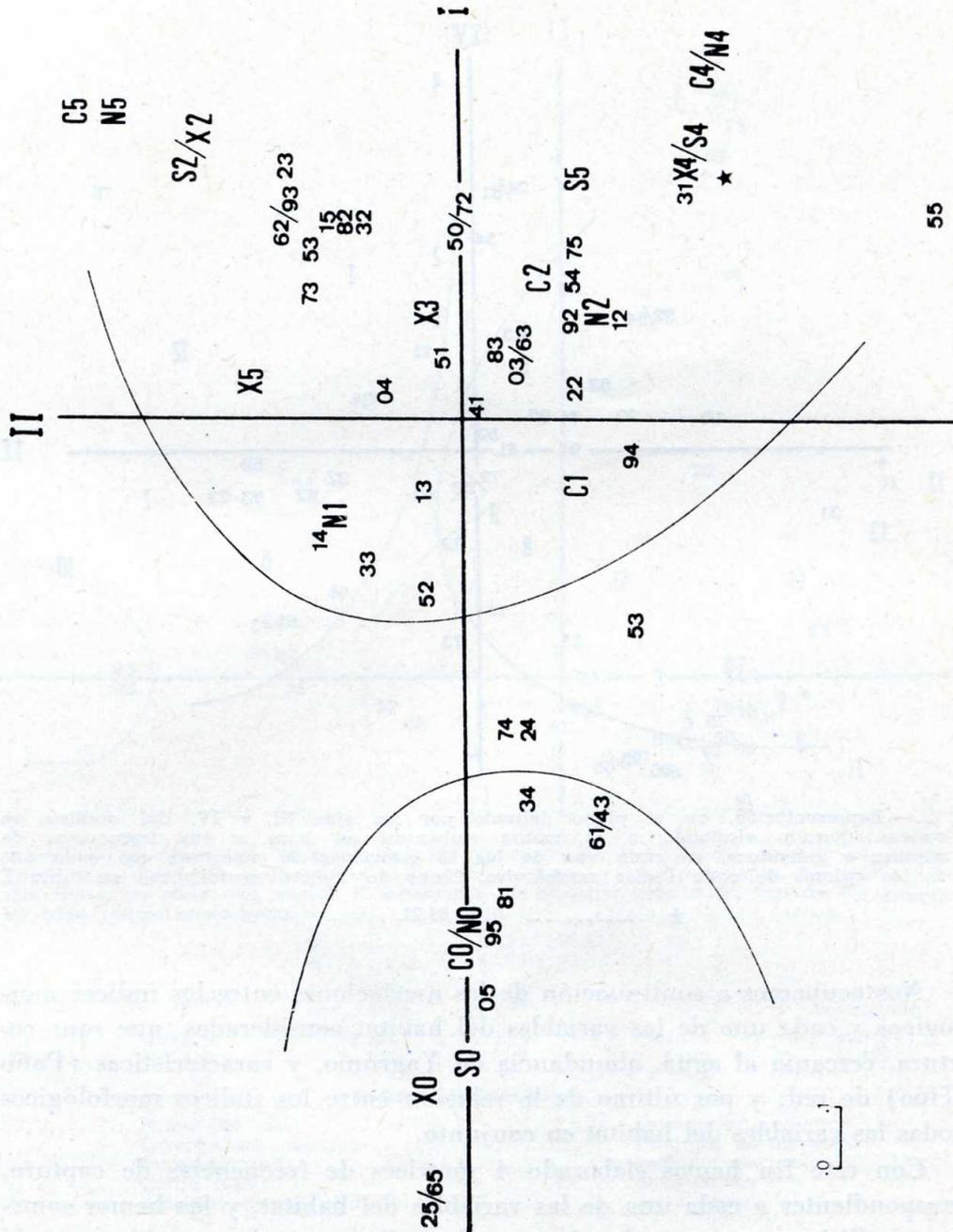


Fig. 3.— Representación, en el plano definido por los ejes I y II, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias de captura, para cada uno de los valores de las variables que indican cobertura (C,N,S,X), de individuos con cada uno de los valores de cada índice morfológicos en tabla 1, y figura 1.

★ 01,91,85,21,11.

Variables:

- C,N Cobertura del estrato en que está situada la red, a ambos lados respectivamente.
- S,X Cobertura del estrato que está sobre la red, a ambos lados de ella respectivamente.

Eje	% Inercia	% Inercia acumulada
I	73,387	73,387
II	18,218	91,605
III	4,438	96,043

(65) y cortas (61); el presente análisis (fig. 4) nos diferencia ambos valores, asociando patas largas (65) a valores altos de proximidad al agua (A3).

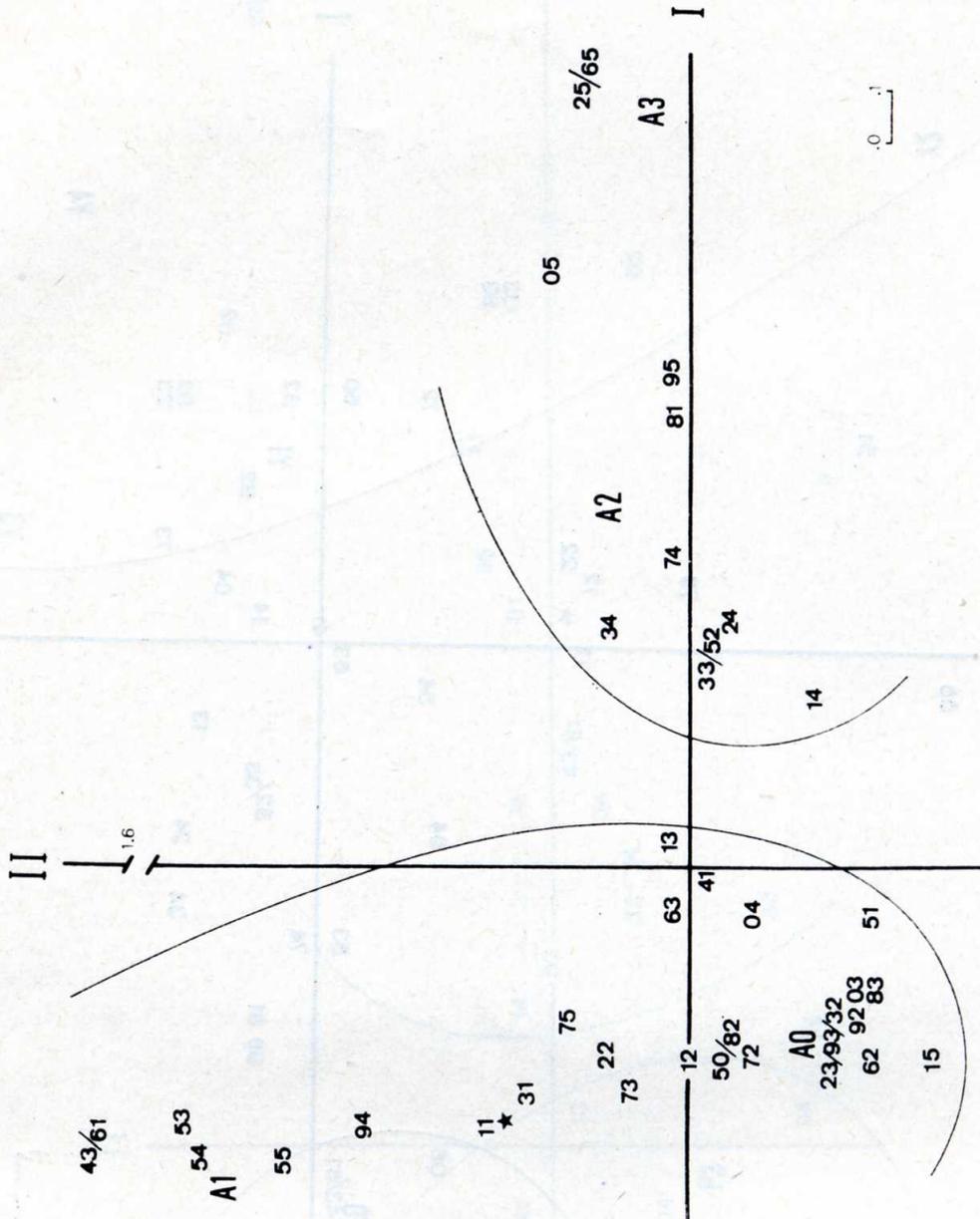


Fig. 4.— Representación, en el plano definido por los ejes I y II, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias de captura de individuos con cada uno de los valores de los índices morfológicos, para cada valor del índice de cercanía al agua (A). Clave de índices morfológicos en tabla I y figura 1.

★ 01,91,85,21.

Eje	% Inercia	% Inercia acumulada
I	78,701	78,701
II	19,496	98,197
III	1,802	99,999

La figura 5 nos indica que las características morfológicas de valores más acentuados que se asocian a la abundancia de Yagrumo son la ausencia de cola (50) y la longitud de la punta del ala (15). Recordemos que asociados a cobertura (fig. 3) encontrábamos valores extremos en ambos sentidos para estos índices (cola larga, 55, y ausencia de la misma, 50; punta alar larga, 15, y corta, 11) quedando de este modo diferenciados, dentro de “co-

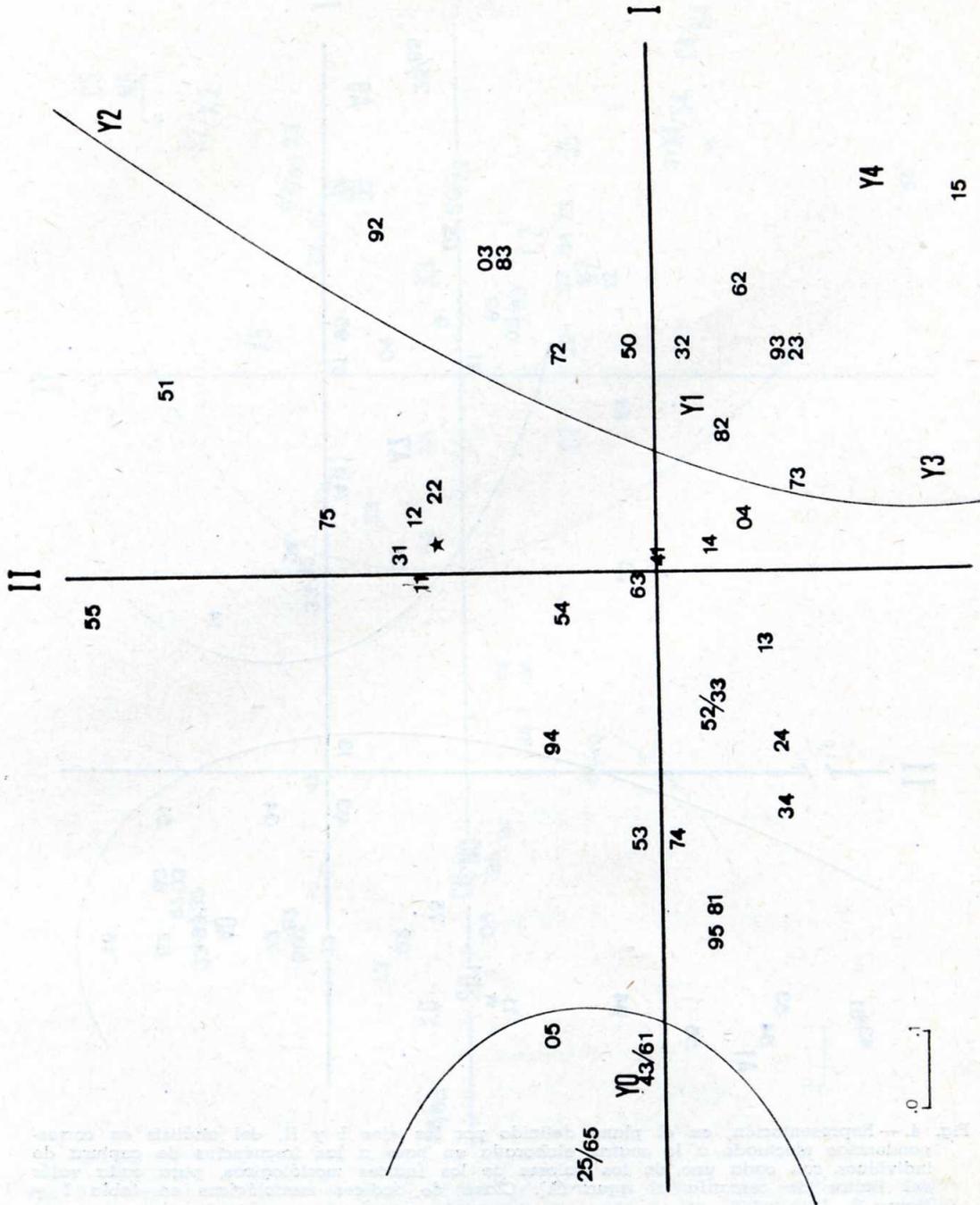


Fig. 5.— Representación, en el plano definido por los ejes I y II, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias de captura, para cada valor de Yagrumo (Y), de individuos con cada uno de los valores de los índices morfológicos. Clave de índices morfológicos en tabla I y figura 1.

★ 01,91,85,21.

Eje	% Inercia	% Inercia acumulada
I	68,643	68,643
II	23,658	92,301
III	6,202	98,503

bertura”, ausencia de cola (50) y punta alar larga (15) asociándose a Yagrumo.

En el lado positivo del eje I de la figura 6 se encuentra el Tipo 1 de red asociado a los valores de los índices morfológicos que veíamos como pro-

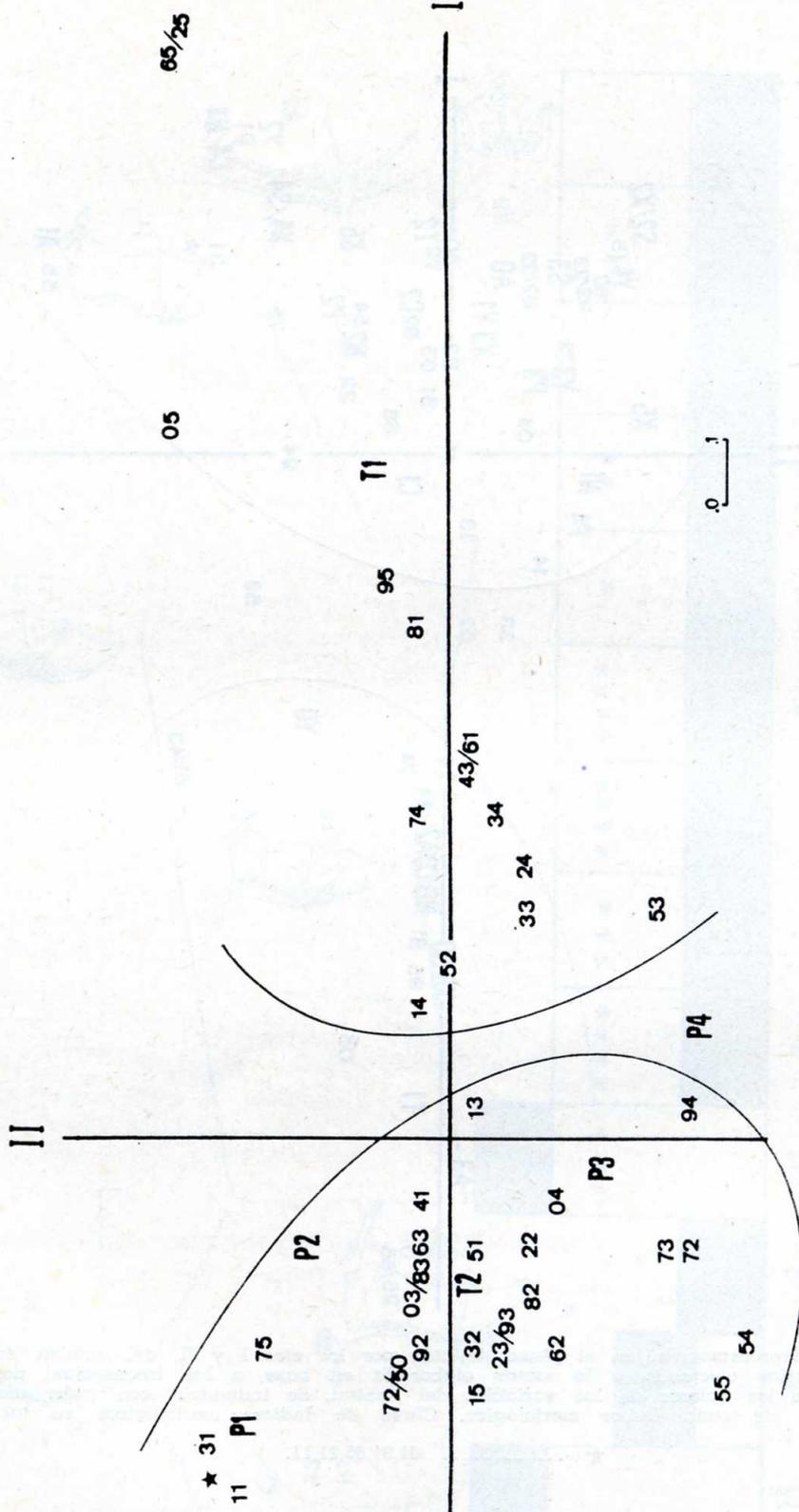


Fig. 6. — Representación, en el plano definido por los ejes I y II, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias de captura para los distintos valores de Paño (P) y Tipo de red (T), de individuos con cada uno de los valores de cada índice morfológico. Clave de índices morfológicos en tabla I y figura 1.

★ 0,91,85,21.

Eje	% Inercia	% Inercia acumulada
I	83,705	83,705
II	14,514	98,219
III	0,983	99,202

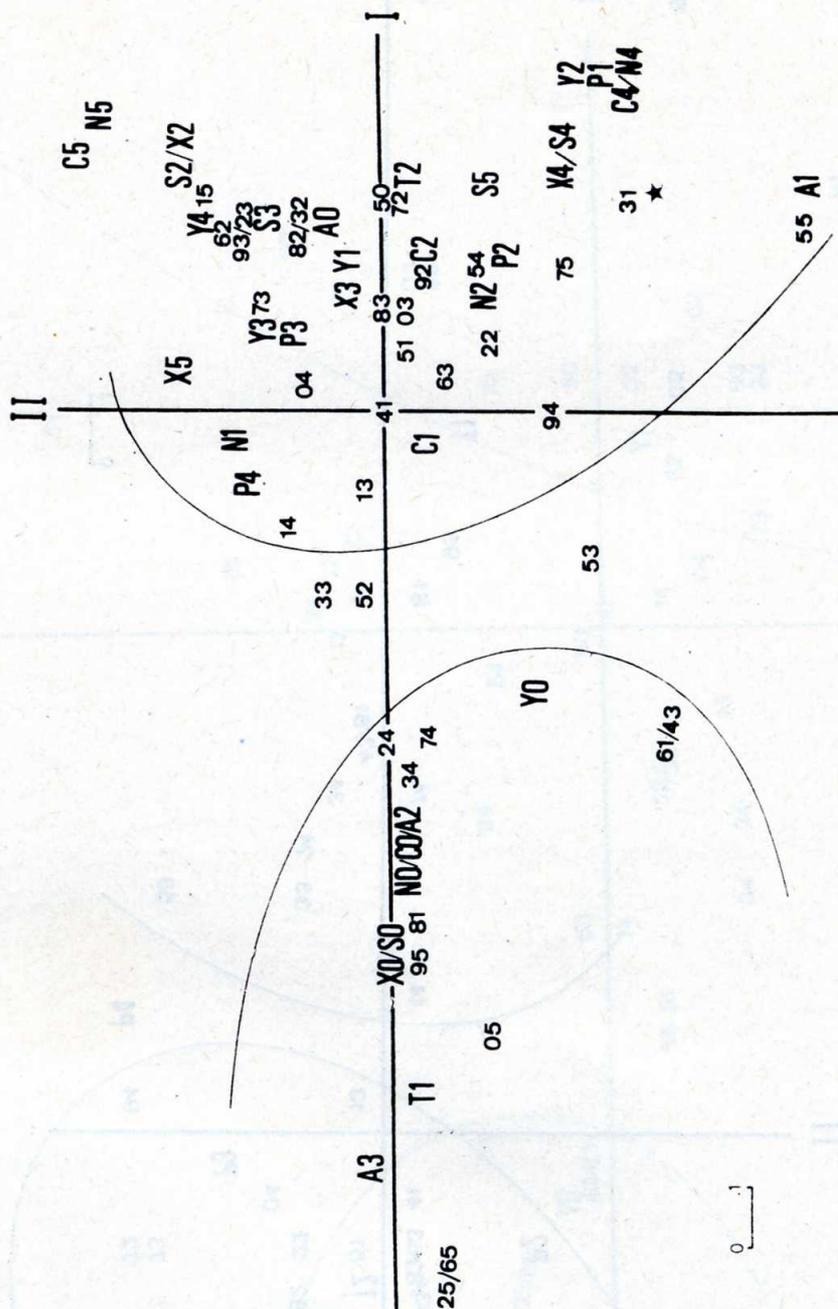


Fig. 7. — Representación, en el plano definido por los ejes I y II, del análisis en correspondencias efectuado a la matriz elaborada en base a las frecuencias, para cada uno de los valores de las variables del habitat, de individuos con cada uno de los valores de cada índice morfológico. Clave de índices morfológicos en tabla I y figura 1.

★ 01,91,85,21,11.

Variables:

- | | | | | | |
|-----|-------|--|-----|-------|---|
| P | | Paño de la red | S,X | | Cobertura del estrato que está sobre la red, a ambos lados. |
| T | | Tipo de red | Y | | Yagrumo |
| C,N | | Cobertura del estrato en que está situada la red, a ambos lados. | A | | Agua |

Eje	% Inercia	% Inercia acumulada
I	73,625	73,625
II	15,229	88,854
III	4,022	92,876

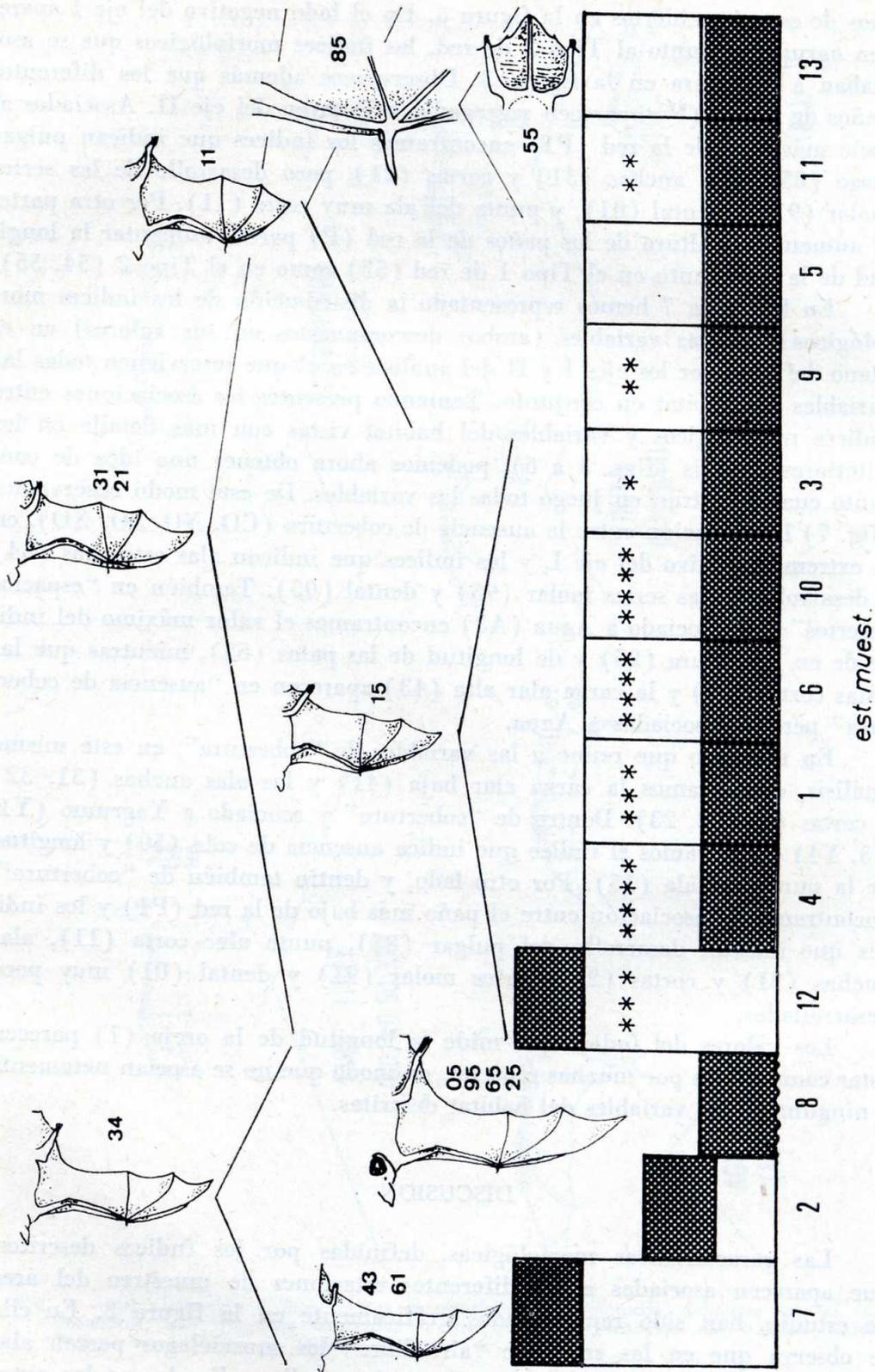


Fig. 8. — Representación gráfica de las características morfológicas, según los índices descriptos, que aparecen asociadas a las diferentes estaciones de muestreo del área de estudio. La trama indica la situación de la red.. Clave de índices morfológicos en tabla I y figura 1.

★ Yagrumo

pios de espacios abiertos en la figura 3. En el lado negativo del eje I aparecen agrupados, junto al Tipo 2 de red, los índices morfológicos que se asociaban a cobertura en la figura 3. Observamos además que los diferentes paños de la red (P) aparecen segregados a lo largo del eje II. Asociados al paño más bajo de la red (P1) encontramos los índices que indican pulgar largo (85), alas anchas (31) y cortas (21), poco desarrollo de las series molar (91) y dental (01), y punta del ala muy corta (11). Por otra parte, al aumentar la altura de los paños de la red (P) parece aumentar la longitud de la cola, tanto en el Tipo 1 de red (53) como en el Tipo 2 (54, 55).

En la figura 7 hemos representado la distribución de los índices morfológicos y de las variables (ambos descompuestos en sus valores) en el plano definido por los ejes I y II del análisis en el que intervienen todas las variables del habitat en conjunto. Teniendo presentes las asociaciones entre índices morfológicos y variables del habitat vistas con más detalle en los anteriores análisis (figs. 3 a 6), podemos ahora obtener una idea de conjunto cuando entran en juego todas las variables. De este modo observamos (fig. 7) la asociación entre la ausencia de cobertura (CO, NO, SO, XO), en el extremo negativo del eje I, y los índices que indican alas estrechas (34) y desarrollo de las series molar (95) y dental (05). También en "espacios abiertos" pero asociado a Agua (A3) encontramos el valor máximo del índice de envergadura (25) y de longitud de las patas (65), mientras que las patas cortas (61) y la carga alar alta (43) aparecen en "ausencia de cobertura" pero no asociadas a Agua.

En el grupo que reúne a las variables de "cobertura", en este mismo análisis, encontramos la carga alar baja (41) y las alas anchas (31, 32) y cortas (21, 22, 23). Dentro de "cobertura" y asociado a Yagrumo (Y1, Y3, Y4) encontramos el índice que indica ausencia de cola (50) y longitud de la punta del ala (15). Por otro lado, y dentro también de "cobertura", encontramos la asociación entre el paño más bajo de la red (P1) y los índices que indican desarrollo del pulgar (85), punta alar corta (11), alas anchas (31) y cortas (21), series molar (91) y dental (01) muy poco desarrolladas.

Los valores del índice que mide la longitud de la oreja (7) parecen estar compartidos por muchas especies, de modo que no se asocian netamente a ninguna de las variables del habitat descritas.

DISCUSION

Las características morfológicas, definidas por los índices descritos, que aparecen asociadas a las diferentes estaciones de muestreo del área de estudio, han sido representadas gráficamente en la figura 8. En ella se observa que en las redes de "aire libre" los murciélagos poseen alas más largas y estrechas que en las de "cobertura", pudiendo ser las patas cortas (típicas de *Molossidae*; red alta n° 7), o largas junto a series dental y molar desarrolladas (*N. leporinus*; red del caño, n° 8). La red n° 12, aun siendo de "aire libre", aparece ligada a las de "cobertura" debido a la abundancia de fruto y a la presencia de frugívoros de copa. Dentro de "cobertura", las redes con abundancia de fruto van a estar

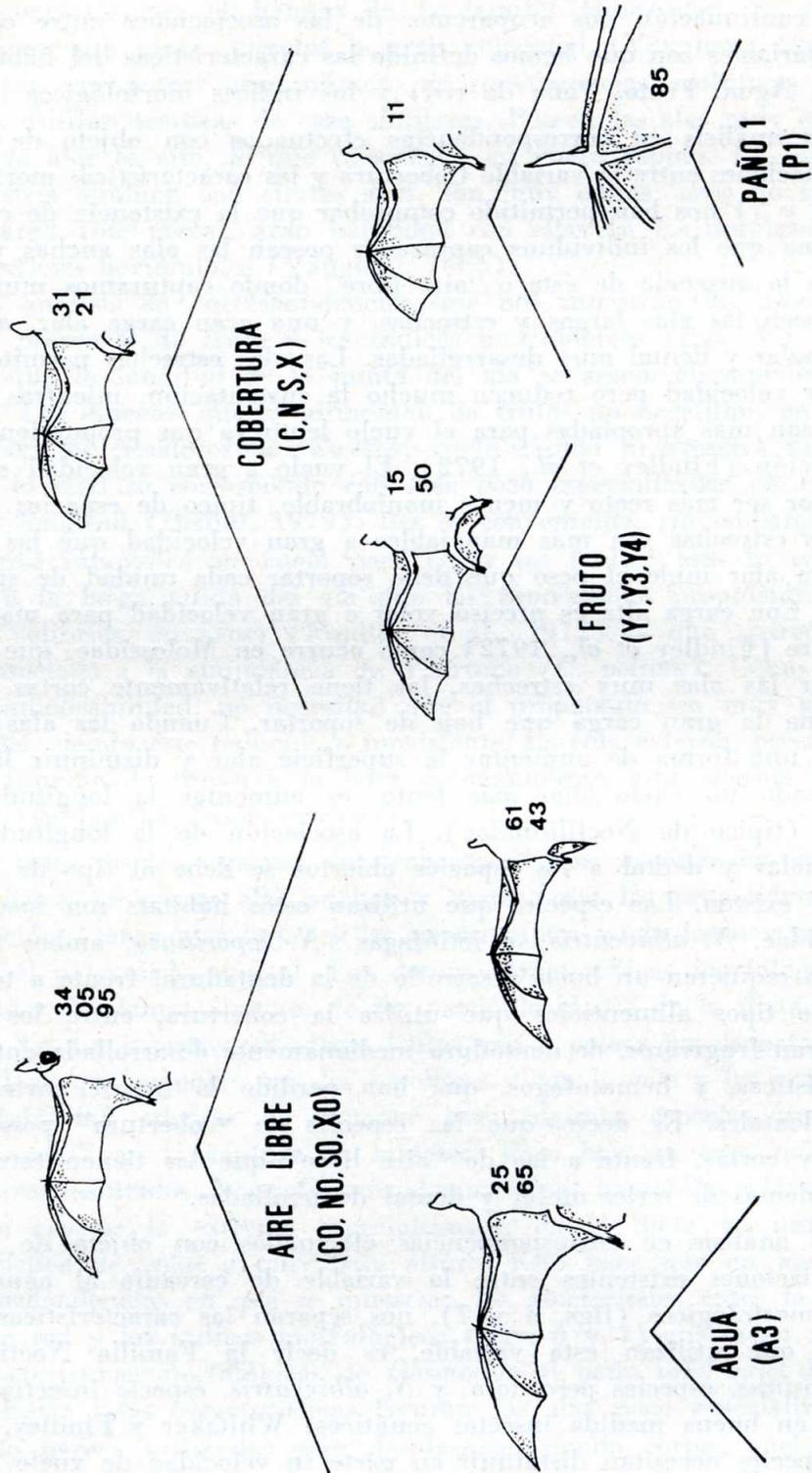


Fig. 9.— Representación gráfica de las características morfológicas, definidas por los índices descriptos, que aparecen asociadas a las diferentes variables del habitat. Clave de índices morfológicos en tabla I y figura 1.

definidas por especies con alas de punta muy desarrollada (propias de Stenoderminae). Otras adaptaciones particulares, como el pulgar largo (de *D. rotundus*) y la cola larga (de Vespertilionidae) que aparecen asociadas a redes determinadas, lo son en función de hábitos alimenticios.

A continuación nos ocuparemos de las asociaciones entre cada una de las variables con que hemos definido las características del hábitat (Cobertura, Agua, Fruto, Paño de red) y los índices morfológicos descritos.

Los análisis en correspondencias efectuados con objeto de detectar las asociaciones entre la variable Cobertura y las características morfológicas (figs. 3 y 7) nos han permitido comprobar que la existencia de cobertura determina que los individuos capturados posean las alas anchas y cortas, frente a la ausencia de ésta o "aire libre" donde capturamos murciélagos que poseen las alas largas y estrechas, y una gran carga alar, así como series molar y dental muy desarrolladas. Las alas estrechas permiten volar a mayor velocidad pero reducen mucho la sustentación, mientras que las anchas son más apropiadas para el vuelo lento ya que proporcionan gran sustentación (Findley *et al.*, 1972). El vuelo a gran velocidad se caracteriza por ser más recto y menos maniobrable, típico de espacios abiertos. Las alas estrechas son más manejables a gran velocidad que las anchas. La carga alar mide el peso que debe soportar cada unidad de superficie del ala. Con carga alta es preciso volar a gran velocidad para mantenerse en el aire (Findley *et al.*, 1972) como ocurre en Molossidae, que además de tener las alas muy estrechas, las tiene relativamente cortas, lo que determina la gran carga que han de soportar. Cuando las alas son estrechas, una forma de aumentar la superficie alar y disminuir la carga, permitiendo un vuelo algo más lento, es aumentar la longitud de las mismas (típico de Noctilionidae). La asociación de la longitud de las series molar y dental a los espacios abiertos se debe al tipo de recursos que allí existen. Las especies que utilizan estos hábitats son insectívoras (Molossidae, *N. albiventris*) o ictiófagas (*N. leporinus*), ambos tipos de alimento requieren un buen desarrollo de la dentadura, frente a toda una gama de tipos alimenticios que utiliza la cobertura, entre los que se encuentran frugívoros, de dentadura medianamente desarrollada entre otras características, y hematófagos, que han perdido la mayor parte de las piezas dentales. Es decir, que las especies de "cobertura" poseen alas anchas y cortas, frente a las de "aire libre" que las tienen estrechas y largas además de series molar y dental desarrolladas.

Los análisis en correspondencias efectuados con objeto de detectar las asociaciones existentes entre la variable de cercanía al agua y los índices morfológicos (figs. 4 y 7), nos separan las características de las especies que utilizan esta variable, es decir la Familia Noctilionidae (*N. leporinus*, especie pescadora, y *N. albiventris*, especie insectívora que captura en buena medida insectos acuáticos; Whitaker y Findley, 1980). Estas especies necesitan disminuir en parte su velocidad de vuelo, para lo que han de disminuir la carga alar, lo que consiguen aumentando la longitud de las alas. Por otro lado, la gran longitud de las patas de *N. leporinus* se debe a la técnica de caza de esta especie, cuyos dedos de los pies, largos y aplanados para ofrecer poca resistencia y provistos de uñas muy robustas, introduce en el agua durante el vuelo rasante para capturar los peces. (Ibáñez (1979) encuentra que en El Frío la envergadura y la longitud de las patas están correlacionadas con el alimentarse de peces. Cuando en nuestra área, dentro del "aire libre", no existe agua,

nos encontramos con el hábitat de la familia Molossidae. Se trata de murciélagos que cazan insectos a gran velocidad (Vaughan, 1966). Se caracterizan por poseer gran número de convergencias evolutivas con las aves que utilizan técnicas de caza similares. Poseen las alas muy estrechas y la carga alar es alta, lo que caracteriza su vuelo rápido. Las patas, en convergencia también con ciertas aves, son muy cortas, pero no impiden, sin embargo, que posean gran habilidad con ellas en los desplazamientos por superficies horizontales (Vaughan, 1966).

Los análisis en correspondencias que nos muestran las asociaciones entre la presencia de fruto y los índices morfológicos (figs. 5 y 7), nos indican que la longitud de la punta del ala se asocia claramente a esta variable. Las especies que se alimentan de frutos no necesitan, en comparación con los cazadores de insectos, vuelo rápido ni excesiva maniobrabilidad, lo cual se corresponde con alas poco especializadas en cuanto a forma y longitud (Ibáñez, 1979). Les es conveniente, sin embargo, poder mantenerse inmóviles en vuelo para coger los frutos; esto lo consiguen gracias a la larga punta del ala que las proporciona propulsión (semejante a colibríes, en aves) (Findley et al., 1972), y que aparece claramente asociada a la abundancia de Yagrumo (*C. peltata*). Como no precisan maniobrabilidad, no necesitan que el uropatagio sea muy grande y manejable, siendo éste reducido o inexistente. La cola externa, precisamente por su función de timón a la hora de maniobrar, está ausente en estas especies (subfamilia Stenoderminae).

El resto de las especies de "cobertura" van a tener en común la característica de poseer alas anchas y cortas, que les proporcionan gran sustentación (carga alar baja) y les permiten un vuelo lento y maniobrable por el entramado vegetal. Las demás características morfológicas van a depender fundamentalmente de las particularidades de la dieta de cada especie. Así los insectívoros aéreos lentos van a poseer un uropatagio muy desarrollado que manejan con los espolones y con la cola y les proporciona maniobrabilidad además de suponer para algunas especies un valioso "instrumento" en la captura de insectos. Pero hay un caso que resalta en nuestros resultados. Nos referimos al murciélago hematófago *D. rotundus*. En esta especie la extrema especialización en la dieta va unida a la característica de volar a muy baja altura. Esto hace que en los análisis en correspondencias en que se muestran las asociaciones entre la variable Paño de red y los índices morfológicos (figs. 6 y 7) aparezcan asociadas las características morfológicas de *Desmodus* al paño más bajo de la red (P1). Entre estas características figuran las alas poco especializadas, ya que sólo parece utilizarlas para desplazarse, siendo cortas, anchas, y de punta muy corta. Son los murciélagos de series molar y dental menos desarrolladas, con gran diferencia, debido a la reducción de molares y premolares, superfluos en una dieta exclusivamente sematófaga. Por último, el pulgar es anormalmente largo, para soportar el peso del cuerpo cuando realiza una mordedura desde el suelo y cuando se desplaza por él (Greenhall et al., 1971).

En conclusión podemos afirmar, como hemos representado esquemáticamente en la figura 9, que en nuestra área los murciélagos de

espacios abiertos poseen las alas largas y estrechas así como series molar y dental desarrolladas, frente a los de cobertura vegetal que tienen las alas anchas y cortas. En aire libre las patas son largas en las especies capturadas junto al agua, y cortas en el caso opuesto. Dentro de cobertura, la presencia de fruto determina que capturemos murciélagos con la punta del ala desarrollada y carentes de cola; cuando éste no existe, los individuos tienen la punta del ala corta. Por último, y dentro también de cobertura, el pulgar desarrollado se asocia al paño más bajo de la red.

AGRADECIMIENTOS

A la Estación Biológica de Doñana (Sevilla, España), en la persona del Dr. Castroviejo, y al Departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Simón Bolívar (Caracas, Venezuela), especialmente a los Drs. Marcano y Ayarzagüena, por las facilidades y material proporcionados para la realización de este trabajo. Al Centro de Cálculo de la Universidad de Sevilla, donde se realizó el tratamiento matemático de los datos. A las personas de la Estación Biológica El Frío: Esteban Torres, R. del Campo, B. Bustos, C. Ramo, A. González.

Resumen. — Mediante muestreo con redes japonesas y proceso de datos por medio de análisis en correspondencias, se estudian las asociaciones entre una serie de 10 índices morfológicos y la selección de determinadas características del habitat (cobertura vegetal, cercanía al agua, abundancia de fruto, paño de red) por parte de las especies que integran la comunidad de quirópteros en un área de estudio de unas 60 Ha en la que existe sabana, zonas de bosque y un curso de agua, enclavada en el hato El Frío (Apure, Venezuela). En nuestros resultados aparece la estrechez alar asociada a la ausencia de cobertura o espacios abiertos, asociándose las alas de gran envergadura y las patas largas (propio de *Noctilio leporinus*) a la proximidad al agua, y las patas cortas y la alta carga larga alar (propio de *Molossidae*) a las redes situadas sobre cualquier obstáculo vegetal. A la cobertura vegetal se asocian las alas anchas y cortas, apareciendo la punta alar desarrollada y la cola ausente (propio de *Stenoderminae*) cuando existe fruto.

Summary. — The aim of the present work was to determine the association between the morphological characteristics in a bat community and several habitat features (vegetal cover, water proximity, fruit abundance and altitude of flight). The work was carried out in "El Frío" (Apure, Venezuela). We captured bats with mist nets in three different contiguous habitats: savannah, woodland and a water course. The most important conclusions of this work are: *a*) wing straitness is close with absence of vegetal cover; *b*) great spread and long legs (as in *Noctilio leporinus*) is related with water proximity; *c*) short legs and high wing loading (characteristics of *Molossidae*) with places over vegetal cover; *d*) wide and short wings with vegetal cover; and *e*) development of the wings tip, and tail absence (*Stenoderminae*) is close related with fruit presence.

BIBLIOGRAFIA

- Bonaccorso, F. J., 1975. Foraging and reproductive ecology in a community of bats in Panama. Tesis doctoral, Univ. Florida.
- Castroviejo y López, 1979. Publ. I Reunión Iberoam. Zool. Vert.
- Fenton, M. B., 1972. *Canad. J. Zool.*, 50 (3): 287-296.
- 1975. *Life Sci. Contr. Royal Ontario Mus.*, 104: 1-27.

- Fernández Ales, R., F. Sancho Royo y A. Torres Martínez, 1977. Introducción al análisis multivariante. Publ. Dpto. de Ecología, Univ. de Sevilla.
- Findley, J. S., 1973. Amer. Natur. 107: 580-584.
- 1976. Amer. Natur., 110: 129-139.
- E. H. Studier y D. E. Wilson, 1972. J. Mamm., 53: 429-444.
- Greenhall, A. M., U. Schmidt y C. W. López-Forment, 1971. Biotropica, 3: 136-141.
- Greigh-Smith, P., 1964. Quantitative Plant Ecology. Butterworths, London. 256 pp.
- Handley, C. O., Jr., 1967. Atas do Simpósio sobre a Biota Amazonica, 5: 211-215.
- Hutchinson, G. E., 1959. Amer. Natur., 93: 145-159.
- Ibñez, C., 1979. Biología y Ecología de los murciélagos del hato El Frío, Apure, Venezuela. Tesis doctoral, Univ. Politécnica de Madrid.
- Klopfer, P. H., y R. H. MacArthur, 1961. Amer. Natur., 95: 223-226.
- McNab, B. X., 1971. Ecology, 52: 352-358.
- Ojasti, J., 1973, Estudio biológico del Chigiüre o Capibara Ed. Fondo Nac. Inv. Agropecuarias, Caracas, 275 pp.
- Ramia, M., 1975. Bol. Soc. Venezol. Cienc. Nat.: 57-90.
- Smith, J. D. y H. H. Genoways, 1974. Bull South. Calif. Acad. of Sciences, 73 (2): 64-79.
- Tamsitt, J. R., 1967. Nature. 213: 784-786.
- Vaughan, T. A., 1959. Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., 12: 1-153.
- 1966. J. Mamm., 47: 249-260.
- Whitaker, J. O. y J. S. Findley, 1980. J. Mamm., 61 (3): 540-543.

REVISTA

DEL

MUSEO ARGENTINO DE CIENCIAS NATURALES «BERNARDINO RIVADAVIA»
E INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES

ISSN 0373-9066 - Zoología, Tomo XIII, nº 31, agosto de 1984
