

TIPOLOGIA DE LAS COMUNIDADES DE VERTEBRADOS (PECES Y ANFIBIOS) DE LA RED FLUVIAL DE VIZCAYA. II. ZONACION DE CUENCAS, ESTRUCTURA TROFICA DE LAS ESTACIONES Y CORRELACIONES DE LAS ESPECIES CON LA ALTITUD, PENDIENTE Y TEMPERATURA

Luis Docampo y Ana Rallo (1)

RESUMEN

Este trabajo es una continuación de la zonación general determinada en la parte I. Aquí, se analiza de forma independiente, la zonación longitudinal de cada cuenca fluvial de Vizcaya, mediante el empleo del análisis factorial de correspondencias. Se hace un estudio de las estructuras tróficas dentro de la herpeto y de la ictiofauna, en cada estación muestreada. Por último, se determina la correlación de las abundancias de las especies con la altitud, pendiente y temperatura.

En analogía con la teoría del River Continuum Concept se propone un modelo de zonación: los depredadores predominan en las cabeceras. Los omnívoros A (barbo, madrilla, carpa y carpin) dominan en las zonas media y baja. En la zona de transición a la ría vuelven a predominar los depredadores y aparecen los omnívoros filtradores (mugilidos).

SUMMARY

This work is a continuation of the general zonation determined in parte I. Here, the zonation of each fluvial basin of Vizcaya is analyzed by correspondence factorial analysis. Trophic structures in the communities of fishes and batrachians are studied for each sampling point. Finally, the correlations of the species abundances with the altitude, slope and temperature are determined.

In concordance with the river continuum concept, a zonation pattern is established: the depredadores predominate in trout zone. The A omnivorous (barbel, southwest european nose, carp and goldfish) dominate in meanland and lowland zones. The filtering omnivorous (murgilidae) appear in the transition zone to the estuary where the predadores turn to dominate again.

LABURPENA

Lan han lehen zatian determinaturiko zonazio orokorraren jarraipena da. Hemen, Bizkaiko abai-arro bakoitzeko zonazioa aztertu Lagin-toki bakoitzeko herpeto eta iktiotaunaren egitura trofikoaren ikaiketa burutu da. Azkenik, altitude, malda eta tenperaturarekiko espezien ugartasunen korrelazioa zehaztu da.

River continuum concept teoriaren analogiaz, zonazio-eredu bat proposatu da, bertan, goi-aldeetan harrapakariak eta erdialdean A omniboroak gailendu direlarik eta itsasadarreranzko trantsizio-zonan omniboro iragazleen (mugelidoen) agerpena eta berriro horripakariaren nagusigoa gertaturik.

INTRODUCCION

Las primeras investigaciones realizadas en Europa con el fin de plantear modelos de ríos, de acuerdo a la zonación piscícola, fueron las de CARPENTER (1928), quien estableció 5 grupos para una cuenca: 1) arroyos de cabecera, 2) zona de trucha, 3) zona de foxino, 4) curso alto y 4) curso bajo. HUET (1949, 1954) determina 4 zonas según la especie dominante: 1) zona de trucha (*Salmo trutta fario*), 2) zona de timalo (*Thymallus thymallus*), 3) zona de barbo (*Barbus barbus*) y 4) zona de brema (*Abramis brama*). Además plantea la relación existente entre cada una de estas zonas con la pendiente, la distancia al origen y la sección del valle por donde atraviesa el río. En Norteamérica destacan los trabajos de BURTON y ODUM (1945) y de FUNK y CAMPBELL (1953), los cuales determinaron que la temperatura, la anchura del cauce y la pendiente eran los factores más importantes que condicionaban la distribución de las especies de peces. En otras partes del mundo estudios sobre el mismo tema fueron abordados por LASTOCHKIN (1943), MARLIER (1953), KLEEREKOPER (1955) y ALLEN (1956).

Una zonación ecológica más completa en la que se presentan las asociaciones de la ictiofauna con las comunidades de macroinvertebrados bentónicos fue propuesta por ILLIES y BOTOSANEANU (1963).

VERNAUX (1973) propone la estructura biológica de un sistema teórico de agua corriente, así como los métodos bioestadísticos empleados en el análisis tipológico. GARCIA DE GALON *et al.*, (1982, 1983) presentan una aplicación de este modelo a la cuenca del río Duero; determinando además las relaciones de las especies con los parámetros físico-químicos de las aguas.

La última teoría más innovadora sobre la estructuración del ecosistema fluvial es el River Continuum Concept (VANNOT *et al.*, 1980), que estudia la estructura trófica del río a lo largo de su recorrido, considerando a éste como una vía heterotrófica en integración con los ecosistemas terrestres a los que drena (aportes de material aloctono) y en el que consecuentemente tiene lugar un flujo continuo de energía, que constituye un ciclo unidireccional con posiciones de organización muy orientada (sucesiones de la estructura trófica).

CUMMINS *et al.*, (1984) describen los factores abióticos que influyen en los diferentes modelos de estructuración y de funcionamiento de los sistemas lóticos, hasta la fecha propuestos. En este sentido nuestro interés recae en las teorías de la zonación longitudinal y en el River Continuum Concept. Para ello hacemos primeramente un estudio de la zonación en las principales cuencas hidrográficas que se encuentran en condiciones naturales y en otras dos que están sometidas a fuertes vertidos industriales (influencia de la contaminación). En segundo lugar se presentan las estructuras tróficas de las comunidades de peces y anfibios en cada estación, y por último se calculan las correlaciones de las especies con la altitud, pendiente y temperatura.

MATERIAL Y METODOS

El área de estudio, las características de las estaciones y de las cuencas, los materiales y métodos empleados en los muestreos de campo y las especies identificadas están expuestas en la primera parte de este trabajo.

En el estudio de la zonación de cuencas se ha empleado el análisis factorial de correspondencias (A.F.C.), utilizando para ello las abundancias relativas de las especies de peces en cada estación. El cálculo de la productividad piscícola teórica en cada una de las estaciones en que se ha encontrado trucha común se ha realizado mediante la ecuación $P = K \times B \times L$ (LEGER *et al.*, 1970); donde L es la anchura del cauce, K es el coeficiente de productividad (tabulado) y B es la capacidad biogénica del

medio, que tiene valores de I a X. Para la determinación de B se ha utilizado la clasificación de WURTZ (1961) sobre los ecosistemas dulceacuicolas de las zonas templadas.

La estructura trófica en cada estación de muestreo se ha determinado a partir de las abundancias relativas de biomasa de las especies icticas y herpéticas, y teniendo en cuenta el carácter trófico de las mismas, habiéndose conocido éste por datos propios de contenidos estomacales (en preparación) y por datos extraídos de la bibliografía.

Se ha calculado la correlación de Pearson (SOKAL y RHOLF, 1979) entre las abundancias de las especies con la altitud, pendiente y temperatura de las estaciones.

En las figs. 9 y 10 para establecer los límites de confianza del 95% se ha utilizado el estadístico "d" (desviada normal estandarizada) en muestras grandes ($n > 30$) y el estadístico t de Student para muestras pequeñas (PARKER, 1981).

RESULTADOS

1) Zonación de cuencas y estructuras tróficas de las estaciones

Para determinar la estructura trófica de las estaciones se han establecido los siguientes niveles tróficos:

a) Depredadores. Integrado por especies que se alimentan de larvas de invertebrados bentónicos, de deriva y aloctonos, de huevos, larvas, juveniles y adultos de peces y anfibios. Destacan la trucha común, la anguila, el foxino, la locha de roca, la rana verde, el sapo común, el sapo partero, la rana bermeja, el tritón palmeado y la salamandra común.

b) Omnívoros A. Especies ramoneadoras de algas y del sustrato béntico, que digieren gran cantidad de materia vegetal y de invertebrados contenidos en aquél. En algunas especies, los adultos incluyen un mayor porcentaje de macroinvertebrados en su dieta. Este grupo lo forman la loina, el barbo, la carpa de espejos y el carpín dorado.

c) Omnívoros B. Animales bastante eclécticos, ramoneadores de algas ("musgos"), ingieren arena fina, limos y detritus, materiales estos que en los peces son filtrados por las branquias y los huesos farigeos. Principalmente comen algas clorofíceas, diatomeas y restos vegetales (los contenidos estomacales fijados en etanol al 70% muestran la clorofila disuelta en éste, separada de la materia particulada). La alimentación accidental la componen restos cármicos, ostrácodos, cladóceros, copépodos, moluscos y semillas. Este grupo está constituido por la familia Mugilidae, con dos especies en nuestra provincia: **Chelon labrosus** y **Liza ramada**. También deben ser incluidas todas las larvas de anuros.

Las pruebas de significación de los análisis factoriales de correspondencias se encuentran expresadas en la tabla 1.

— Aguera (fig. 1-a). En esta cuenca se observa una distribución lineal de las especies, con solapamiento entre estaciones: **S.t.fario** (AG-1), **Ch.toxostoma** (AG-2) y **P.phoxinus** (AG-3). Las tres estaciones corresponden a la zona de trucha (parte primera de este trabajo). Se observa pues una linealidad en las comunidades icticas con tendencia a desaparecer la trucha, y la existencia de una zona de loina que sería muy corta e interferiría con la zona de transición a la ría (no fue estudiado el tramo de cuenca correspondiente a la provincia de Santander). Se ha corroborado que este río sigue también una linealidad gradual en las características físico-químicas del agua (BIKUNA *et al.*, 1987), verificándose un gradiente positivo en la mineralización, desde AG-1 a AG-2.

En la estación AG-2 hay un aumento de la biomasa de omnívoros A, representados por la madrilla (tabla 2). Esta situación es coincidente con la presencia de vertidos orgánicos proce-

dentes de los desagües de Villaverde de Trucios. La P teórica (fig. 6) es máxima en AG-1 (cabecera) y en AG-3 (parte media) y según la teoría del River Continuum en estas estaciones la relación producción/respiración (P'/R) sería menor que 1. Hay una correspondencia con la presencia de trucha común en dichas estaciones: los individuos jóvenes de trucha tienen un metabolismo basal mucho mayor que el de los adultos, aumentando el coeficiente alométrico basal cuando disminuye la temperatura (ROBERTS, 1981) y es sabido que las mayores abundancias de ejemplares inmaduros se dan en las cabeceras fluviales (algunas son utilizadas como vedados de pesca por SEFOCONA).

— Mercadillo (fig. 1-b). Al ser una cuenca pequeña de gran influencia marina existe una solapación entre estaciones muy marcada, con interferencias de especies. La anguila se ha encontrado en las 6 estaciones fijadas y el foxino muy abundante en las cabeceras está poco presente en la M-2, pero aumenta sus efectivos en la M-3. En el A.F.C se separan ligeramente las estaciones M-2 y M-3 por la presencia de platija y de muble. El Mercadillo es un río principalmente truchero, en el que se nota un aumento de la productividad teórica a lo largo de su recorrido. En la MG-1 P, es muy baja por la existencia de los vertidos urbanos del municipio de Arcentales.

En la estructura trófica de las estaciones (tabla 3) se puede observar que predominan los depredadores (trucha, anguila, foxino y platija) en toda la cuenca, con la presencia de omnívoros A y B en las estaciones M-1, M-2 y M-3, sitios en los que desaparece la trucha.

— Cadagua (fig. 2-a). Esta cuenca es la más grande de Vizcaya, presentando toda la parte inferior totalmente polucionada (papelera de Aranguren, metalúrgicas de Valmaseda, Zalla y Alonsótegui y las químicas de Gúeñes y Alonsótegui), lo cual nos hace suponer que en condiciones naturales se daría una zonación muy bien definida. En la actualidad pensamos que es biológicamente recuperable hasta la estación CA-6 si se ejerciese control sobre la industria papelera de Aranguren. En el A.F.C. las estaciones estudiadas se nos agrupan de la siguiente forma:

- CA-1. Zona de trucha. Habitada exclusivamente por esta especie.
- CA-3, CA-4 y CA-5. Estas tres estaciones representan un solapamiento entre la zona de trucha (CA-3) y la zona de barbo (CA-4 y CA-5), dándose en esta última una densidad muy alta de foxino y de locha de roca, debido a que son sitios sometidos a vertidos estacionales (en CA-4 se encontraron en otoño poblaciones patológicas de piscardo y de madrilla).
- CAH-1, CAH-2 y CAH-3. Estas tres estaciones del río Herreñas se separan de las anteriores, las cuales están concentradas en torno al origen de coordenadas. En la parte inferior de los ejes se sitúan el barbo y la loina, especies dominantes en CAH-2 y CAH-3, donde la eutrofización es acusada (pH de 7,8 a 8,5 y contenido en materia orgánica disuelta de 3,4 a 5,2 mg/l O_2). CAH-1 es una estación habitada por trucha y piscardo, situada encima de una cascada de 10 m de altura. El único sitio en el que se ha encontrado anguila en toda la cuenca del Cadagua ha sido precisamente la estación CAH-3, donde la población es principalmente sedentaria (en primavera el 50% de los individuos encontrados superaba los 50 cm de longitud total y en otoño el 70%).

En cuanto a la estructura trófica de las estaciones (tabla 4), vuelve a cumplirse que en las cabeceras (zona de trucha) habitan solamente los depredadores; apareciendo y dominando los omnívoros A en la zona de barbo (CAH-2), para volver a predominar los predadores en zonas más bajas (CA-5 y CAH-3). La cuenca del Cadagua presenta además la P más alta de toda Vizcaya (fig. 6), siendo máxima en la cabecera (CA-1).

— Butrón (fig. 2-b). Es la cuenca donde existe mayor solapamiento entre estaciones. Este solapamiento se debe a las características geomórficas de aquella. El eje principal tiene su nacimiento a una altitud de 200 m (B-1), donde el cauce es muy

estrecho y permanece seco gran parte del año. Después el río atraviesa puntos con una pendiente del 1%, ello posibilita el que la anguila, la loina y la trucha se distribuyan en todo su recorrido, desde B-2 a B-7. En el A.F.C. se separa ligeramente la estación B-2 con la **S.t.fario**, concentrándose el resto de las estaciones en torno al origen. Por la estructura trófica (tabla 5), en las estaciones de mayor altitud y en las más bajas dominan los depredadores, mientras que en las de situación media destacan los omnívoros A (B-3 y B-4). La P es máxima en B-2 (fig. 7), donde hay asentada una zona de velado de pesca.

— Oka (fig. 3-a). Cuenca de influencia marina pero con una diversidad piscícola muy alta, manifestándose una verticalidad de las estaciones más acusada que en las cuencas anteriormente tratadas. No obstante, la influencia de la anguila tiende a concentrar algunos puntos sobre el origen (OG-1 y O-4).

Las estaciones O-1, OG-1 y OH-1 están constituidas principalmente por especies depredadoras (tabla 6) y forman parte de la zona de trucha. En el curso medio o zona de barbo/loina dominan los omnívoros A (O-2, O-3, OG-2 y OG-3) y en la zona de transición (O-3 y O-4) vuelven a destacar los depredadores (anguila y platija). Cabe destacar que en la estación O-3 hay una inversión de la estructura trófica de primavera a otoño, debido a las migraciones curso arriba que efectúan los barbos y las loinas durante el verano y el otoño. La P es muy fluctuante a lo largo del río (fig. 8) y sus valores máximos corresponden al río Golako, que es donde mayor densidad de trucha (OG-1), de barbo y de madrilla se ha encontrado.

— Artibai (fig. 3-b). Cuenca también de influencia marina donde la presencia de anguila hace que algunas estaciones se concentren en el origen del A.F.C. (A-4 y A-5), mientras que el foxino, la trucha y la locha tienden a separar otras estaciones sobre el eje II (estaciones de cabecera A-1, A-2 y AU-1). La estación A-3 se separa en la parte inferior de dicho eje; en ella habitan las tres especies típicas de cabecera: piscardo, anguila y locha, con una dominancia muy acusada de la primera especie. La zona de transición a la ría se da en la estación A-5, la cual tiene una estructura trófica muy diversificada con dominancia de los depredadores (tabla 7). En las estaciones A-1, A-2, A-3 y AU-1 solamente habitan especies pertenecientes a dicho nivel trófico.

En A-4 destacan los omnívoros A, representados principalmente por barbos de gran tamaño.

— Lea (fig. 4). Es la cuenca de Vizcaya constituida por una red con aguas de la más alta calidad. Sin embargo, su diversidad piscícola es muy baja: en todas las estaciones estudiadas, desde la L-1 a la L-5, solamente se encuentran especies depredadoras (trucha, anguila, foxino y locha). Debido a la buena calidad del agua y al asentamiento del eje principal sobre pendientes que oscilan del 1% al 2%, la trucha (especie que marca los puntos más altos) puede colonizar toda la red, llegando hasta la zona de transición a la ría, situada aguas abajo de la estación L-5. La abundancia de la anguila (poblaciones migratorias) provoca la concentración de las estaciones L-2, L-4 y L-5 sobre el origen del A.F.C. Se separan la L-1 con la trucha y la L-3 como zona media, pero sin la presencia de la madrilla o del barbo.

Sabemos de los intentos de penetración que realiza el **Salmo salar** en esta cuenca, sin embargo, desde hace una década no se ha observado un asentamiento reproductor (DOCAMPO y RALLO, 1987). La capacidad biogénica de sus ríos es muy alta y la productividad teórica es máxima en las zonas bajas, que suelen estar habitadas por pocos ejemplares de trucha de gran tamaño (territorialidad): en L-4 fue capturado un individuo (macho) de 40 cm de longitud total y de 600 gr de peso.

El análisis faunístico de correspondencias en las cuencas del Nervión y del Ibaizabal muestra la influencia de la contaminación orgánica e industrial en la estructura de las comunidades piscícolas y en consecuencia en la zonación. En el Nervión (fig. 5-a), se separa el río Altube con la loina y la locha por un lado y las dos estaciones del eje principal, N-4 y N-5, con el foxino y el barbo, por otro. La trucha es una especie muy escasa y puntual,

habiendo aparecido solamente en NT-1 y en NA-1 con pocos efectivos poblacionales. La anguila está casi extinguida del Nervión: se capturó un solo ejemplar sedentario en N-4, de 900 cm de longitud total y 2.000 gr de peso. El Nervión es, pues, un río principalmente ciprinícola, y su tributario el Altube representa un verdadero refugio para las poblaciones de loina, barbo, foxino y locha; dándose valores de P muy por debajo de los que podría alcanzar (fig. 7). Cabe destacar que los vertidos estivales están diezmando drásticamente las poblaciones de las citadas especies: durante el otoño en la estación N-4 se detectaron todos los ejemplares de peces enfermos (a excepción de la anguila) además se contabilizaron 32 barbos y 1 loina muertos, en 14 m de recorrido.

En algunas estaciones (tabla 8) como en la NA-4 y N-5, la estructura trófica está alterada. En condiciones naturales estas estaciones estarían dominadas por el barbo y la madrilla, sin embargo, son la locha y el piscardo quienes mantienen respectivamente, los efectivos más altos.

En el Ibaizabal se da la situación contraria al Nervión (fig. 5-b). Al poseer un mayor número de tributarios de cabecera (des-tacan el Arratia y el Indusi), la trucha y especies afines (locha y foxino) se han refugiado en ellos. Únicamente la estación IA-5 mantiene una población de madrilla (el barbo y la anguila son especies extinguidas en toda la cuenca). El nivel trófico predominante es el de los predadores de fauna bentica (tabla 9). La estación IE-3, contaminada orgánicamente con los vertidos del municipio de Elorrio, presenta el nivel de los omnívoros B, integrado por la alta biomasa de larvas de *A. obstetricans* (primavera).

Vemos, pues, que la contaminación en sus diversos grados provoca un cambio drástico en la estructuración de las redes fluviales; generalmente desaparecen la zona de barbo y la zona de transición a la ría.

2) Correlaciones de las especies con la altitud, la pendiente y la temperatura de las estaciones

A partir del análisis de correlaciones hemos podido comprobar que solamente dos especies presentan abundancias relacionadas con la altitud y con la pendiente de las estaciones muestreadas. La trucha está correlacionada positivamente con la pendiente (tabla 11), de tal manera que las poblaciones de mayor densidad, normalmente constituidas por individuos jóvenes e inmaduros, se dan en los sitios de mayor pendiente y no en los de mayor altitud. Los ejemplares más grandes, con un peso superior a 500 gr han aparecido de forma aislada en estaciones con pendiente del 1% (CA-4, CA-5, OG-3 y L-4). Después de varios ajustes la ecuación que proponemos para expresar la variación de la abundancia de trucha en función de la pendiente, es del tipo $y = 3,16x$. Por el contrario, la anguila está relacionada con la altitud (tabla 10), ocupando los mayores efectivos poblacionales las zonas bajas (zona de transición).

Ninguna especie está correlacionada con la temperatura de las estaciones ($p > 0,1$), debido a que no existen diferencias significativas de temperatura, para una misma época del año y dentro de una misma cuenca, ya que por otro lado, las diferencias de altitud no son tan acusadas en la mayoría de los puntos de muestreo establecidos para el estudio de los macroinvertebrados bentícos (desde 10 m en M-2 hasta 380 m en CA-1). Para el estudio de otros vertebrados continentales se fijaron estaciones a 600 m (Galindo), 800 m (Orduña, Cascada del Nervión) y a 1.000 m (Gorbea). En las figs. 9 y 10 podemos observar una distribución vertical de las especies, que se corresponde con las zonas establecidas en la primera parte de este trabajo. En dichas figuras se comprueba que las especies que tienen una media altitudinal comprendida entre los 50 m y 200 m, presentan un rango de colonización mucho más amplio (distancia

entre el valor máximo y el valor mínimo de altitud), de ahí la interferencia que se da entre muchas estaciones situadas por debajo de los 300 m. Análogamente podemos comparar el curso de un río con la curva determinada por las medias altitudinales de las especies, deduciendo que los ríos vizcainos nacen con gran pendiente, tienen un recorrido muy corto entre los 300 m y 10 m de altitud, y una desembocadura drástica, donde las rías son especialmente pequeñas, influyendo mucho en la tipología de los mismos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

A partir de la zonación longitudinal de las cuencas, de las estructuras tróficas de las estaciones y de los estudios de correlación de las especies con la altitud, la pendiente y la temperatura, nosotros concluimos diciendo que los ríos de Vizcaya siguen el modelo del River Continuum Concept, con la particularidad de drenar cuencas con poca capacidad espacial, lo cual trae consigo el solapamiento entre estaciones (zonas). Las cuencas fluviales de Vizcaya (condiciones naturales) se ajustan pues a un modelo general del siguiente tipo (fig. 11):

1) Crenon y Zona de Trucha (estaciones con una pendiente entre el 2% y el 11%, y una altitud superior a los 200 m). Estas dos zonas estarían caracterizadas por una vía heterotrófica, con dominancia de los grupos fragmentadores y colectores entre los macroinvertebrados bentícos. Estudios recientes en este campo han sido realizados por BOSCO y POZO (1986) en una estación de cabecera del río Galindo, que coincide con la GAC-1 nuestra, donde el autor comprobó este fenómeno.

El gran aporte de material aloctono trae consigo una producción primaria mucho menor que la respiración ($P'/R < 1$), siendo más abundantes los organismos que aprovechan la energía aloctona (producción secundaria) que los propios organismos autótrofos del tramo lo cual permite la sustentación de una estructura trófica de vertebrados en la que predominan los depredadores (turón, nutria, musgaños, mirlo acuático, lavandera cascadeña, tritón alpino, salamandra común, rana bermeja, trucha, anguila, locha de roca y foxino). La productividad piscícola teórica en la zona de trucha es alta.

2) Zona de Barbo y Zona baja (estaciones con una pendiente entre el 2% y el 1%, y una altitud que oscila de 200 m a 50 m). Donde el sistema es autotrófo con dominancia de los grupos colectores ($P'/R > 1$), lo cual coincide con el predominio de los omnívoros A (barbo, loina, carpa y carpín) y con una productividad teórica baja, ya que son los sitios más afectados por la contaminación.

3) Zona de transición (pendiente $\leq 1\%$ y altitud ≤ 50 m). Donde el sistema vuelve a ser heterotrófico ($P'/R < 1$), dándose una estructura trófica en los vertebrados muy diversificada: habitan omnívoros A; aparecen los omnívoros B y otra vez vuelven a dominar los depredadores (*Natrix maura*, anguila y platija). La P en esta zona dentro de cuencas que están en condiciones naturales o seminaturales, es también alta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del Dr. Juan Carlos Iturrondobea por sus consejos en el tratamiento bioestadístico y al Dr. Jesús Pozo por todas las disertaciones sobre ecología con él mantenidas.

TABLA I

CUENCA	VII (%)	VIII (%)	X ²	g.1	p
AGUERA	84.98	99.99	106	6	< 0.001
MERCADILLO	54.50	82.70	529	25	< 0.001
CADAGUA	53.54	88.74	996	30	> 0.001
BUTRON	83.10	95.00	586	35	> 0.001
OKA	44.83	76.13	982	48	> 0.001
LEA	64.00	99.59	351	12	> 0.001
ARTIBAI	85.31	93.00	545	30	> 0.001
NERVION	54.92	82.83	476	20	> 0.001
IBAZABAL	73.50	98.90	661	15	> 0.001

Tabla 1: Pruebas de significación de los análisis factoriales de correspondencias realizados para cada cuenca estudiada. VII, porcentaje de varianza acumulada por el eje II. VIII, varianza acumulada por el eje III. X, chi cuadrado de Pearson. g.1, grados de libertad, p, probabilidad de significación.

TABLA II

ESTACION	NIVELES TROFICOS	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
AG-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros A	0.00	0.0
AG-2	Depredadores	x	46.57
	Omnívoros A	x	53.42
	Omnívoros B	x	0.00
AG-3	Depredadores	96.86	x
	Omnívoros A	3.13	x
	Omnívoros B	0.00	x

Tabla 2: Estructura trófica de las estaciones del río Aguera en primavera y otoño de 1985. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA III

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
MG-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
MG-2	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
MGa-2	Depredadores	x	91.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
M-2	Depredadores	97.69	87.17
	Omnívoros A	0.30	0.00
	Omnívoros B	2.00	12.82
M-3	Depredadores	99.00	x
	Omnívoros A	1.00	x
	Omnívoros B	0.00	x

Tabla 3: Estructura trófica de las principales estaciones del Mercadillo. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA IV

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
CA-1	Depredadores	100.00	x
	Omnívoros A	0.00	x
	Omnívoros B	0.00	x
CA-3	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	x
	Omnívoros B	0.00	x
CA-4	Depredadores	x	64.94
	Omnívoros A	x	35.00
	Omnívoros B	x	0.00
CA-5	Depredadores	62.50	x
	Omnívoros A	37.49	x
	Omnívoros B	0.00	0.00
CAH-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
CAH-2	Depredadores	x	23.37
	Omnívoros A	x	76.60
	Omnívoros B	x	0.00
CAH-3	Depredadores	85.82	86.79
	Omnívoros A	14.17	13.20
	Omnívoros	0.00	0.00

Tabla 4: Estructura trófica de las estaciones de la cuenca del Cadagua. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA V

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
BR-2	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
BR-2	Depredadores	99.68	100.00
	Omnívoros A	0.31	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
B-3	Depredadores	x	57.67
	Omnívoros A	x	42.32
	Omnívoros B	x	0.00
B-4	Depredadores	43.35	99.71
	Omnívoros A	56.64	0.28
	Omnívoros B	0.00	0.00
B-6	Depredadores	x	100.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
BB-1	Depredadores	x	79.88
	Omnívoros A	x	20.11
	Omnívoros B	x	0.00
BT-1	Depredadores	x	0.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
BL-2	Depredadores	x	85.34
	Omnívoros A	x	14.65
	Omnívoros B	x	0.00

Tabla 5: Estructura trófica de las estaciones del Butrón. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA VI

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
O-1	Depredadores	x	64.32
	Omnívoros A	x	35.67
	Omnívoros B	x	0.00
O-2	Depredadores	14.00	45.44
	Omnívoros A	85.97	54.55
	Omnívoros B	0.00	6.35
O-3	Depredadores	5.26	88.40
	Omnívoros A	94.73	5.24
	Omnívoros B	0.00	6.35

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
0-4	Depredadores	73.89	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	26.10	0.00
OG-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
OG-2	Depredadores	x	7.91
	Omnívoros A	x	92.00
	Omnívoros B	x	0.00
OG-3	Depredadores	20.42	3.56
	Omnívoros A	79.57	96.43
	Omnívoros B	0.00	0.00
OH-1	Depredadores	x	100.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
OB-2	Depredadores	x	68.54
	Omnívoros A	x	31.45
	Omnívoros B	x	0.00

Tabla 6: Estructura trófica de las estaciones de la cuenca del Oka. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA VII

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
A-1	Depredadores	x	100.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
A-2	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
A-3	Depredadores	x	100.00
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
A-4	Depredadores	53.00	35.00
	Omnívoros A	47.00	65.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
A-5	Depredadores	67.78	94.00
	Omnívoros A	32.21	5.26
	Omnívoros B	0.00	0.75

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
AU-1	Depredadores	100.00	x
	Omnívoros A	0.00	x
	Omnívoros B	0.00	x

Tabla 7: Estructura trófica de las estaciones del Artibai. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA VIII

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
NA-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
NA-3	Depredadores	x	8.17
	Omnívoros A	x	91.82
	Omnívoros B	x	0.00
NA-4	Depredadores	x	91.21
	Omnívoros A	x	8.78
	Omnívoros B	x	0.00
N-4	Depredadores	x	36.10
	Omnívoros A	x	0.00
	Omnívoros B	x	0.00
N-5	Depredadores	x	73.40
	Omnívoros A	x	26.59
	Omnívoros B	x	0.00

Las estaciones N-6 y N-7 carecen de estructura trófica por estar completamente polucionadas.

Tabla 8: Estructura trófica de las estaciones de la cuenca del Nervión. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico.

TABLA IX

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
IA-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
IA-3	Depredadores	100.00	x
	Omnívoros A	0.00	x
	Omnívoros B	0.00	x

ESTACION	NIVEL TROFICO	PRIMAVERA AB (%)	OTOÑO AB (%)
IA-4	Depredadores	30.71	69.90
	Omnívoros A	69.28	30.10
	Omnívoros B	0.00	0.00
IAI-4	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
IAI-5	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
IE-1	Depredadores	100.00	100.00
	Omnívoros A	0.00	0.00
	Omnívoros B	0.00	0.00
IE-3	Depredadores	4.59	x
	Omnívoros A	0.00	x
	Omnívoros B (+)	95.40	x

Las estaciones I-2, I-4, I-6 y IE-2 carecen de estructura trófica por estar completamente polucionadas.

Tabla 9: Estructura trófica de las estaciones del Ibaizabal. AB (%), abundancia relativa de biomasa de cada nivel trófico. (1), se capturaron 44 individuos adultos y 1.900 gr. en forma larvaria de sapo partero.

TABLA X

ESPECIE	r (g.l)		p	
	PRIMAVERA	OTOÑO	PRIMAVERA	OTOÑO
S. trutta fario	0.34 (35)	0.13 (39)	> 0.1	> 0.1
Phoxinus phoxinus	0.00 (40)	0.18 (60)	> 0.1	> 0.1
Anguilla anguilla	0.36 (33)	0.37 (41)	< 0.05	< 0.02
N. barbatulus	0.00 (21)	0.00 (45)	> 0.1	> 0.1
Ch. toxostoma	0.00 (16)	0.00 (27)	> 0.1	> 0.1
Barbus bocagei	0.55 (6)	0.49 (18)	> 0.1	> 0.1
Rana perezi	(A)	0.35 (12)	x	> 0.1
Bufo bufo	0.18 (15)	(B)	> 0.1	x

La anguila mantiene correlación significativa con la altitud, siendo las ecuaciones de regresión:
PRIMAVERA. $y = 19.825 - 0.0836 x$ OTOÑO. $y = 18.527 - 0.094 x$.

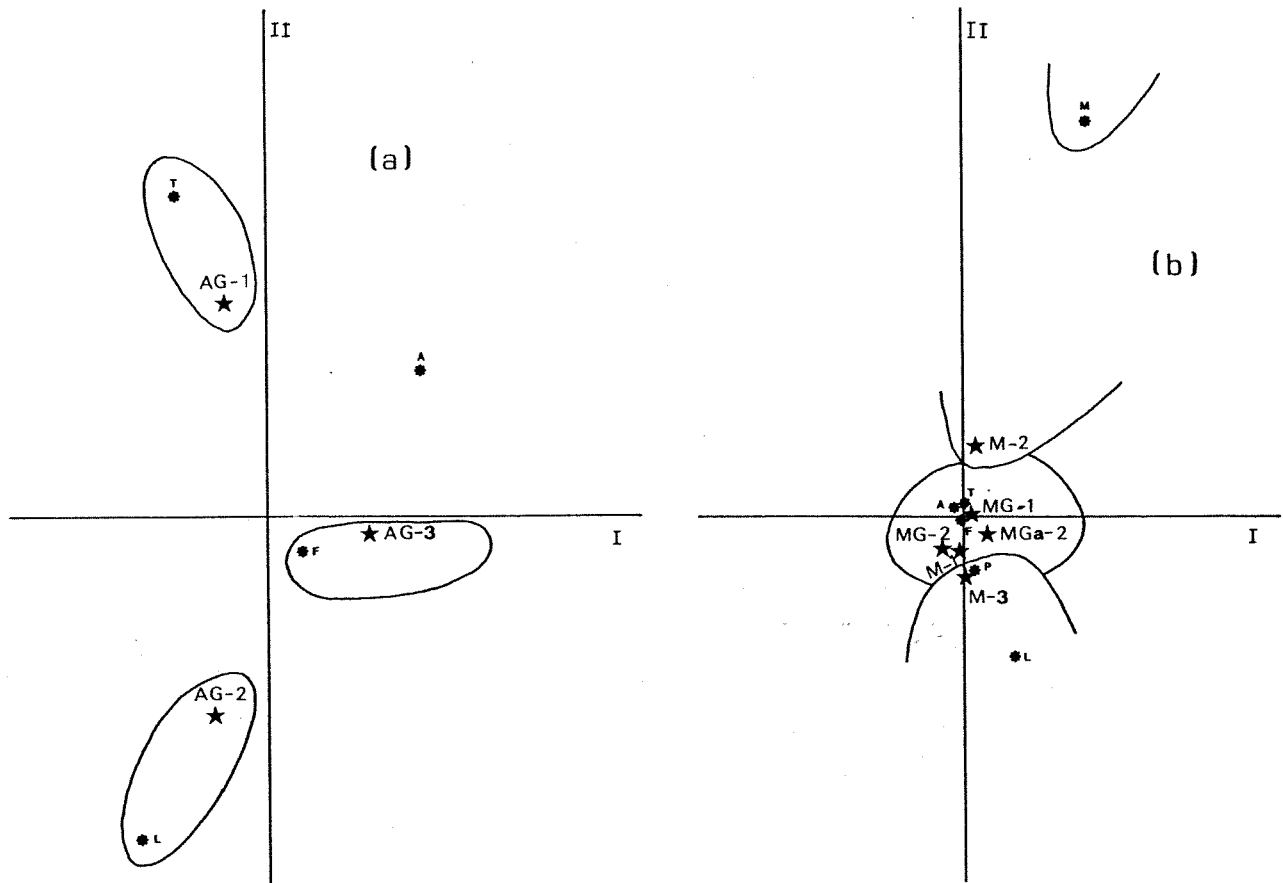
Tabla 10: Correlación de la altitud de las estaciones con las abundancias de las especies. r, coeficiente de correlación de Pearson. g.l, grados de libertad. p, probabilidad. (A), especie con actividad en primavera. (B), especies con actividad en verano y otoño.

TABLA XI

ESPECIE	PRIMAVERA $r(g.l)$	OTOÑO	PRIMAVERA p	OTOÑO
<i>S. trutta fario</i>	0.51 (35)	0.50 (39)	< 0.001	< 0.001
<i>Phoxinus phoxinus</i>	0.039 (40)	0.00 (60)	> 0.1	> 0.1
<i>Anguilla anguilla</i>	0.12 (33)	0.11 (41)	> 0.1	> 0.1
<i>N. barbatulus</i>	0.38 (9)	0.11 (22)	> 0.1	> 0.1
<i>Ch. toxostoma</i>	0.25 (16)	0.20 (27)	> 0.1	> 0.1
<i>Barbus bocagei</i>	x	0.24 (12)	> 0.1	> 0.1
<i>Rana perezi</i>	(A)	0.22 (12)		
<i>Bufo bufo</i>	0.18 (15)	(B)	> 0.1	

La trucha está correlacionada con la altitud. Las ecuaciones de regresión son:
 PRIMAVERA. $y = 0.36 + 2.29 x$
 OTOÑO. $y = -0.46 + 4.28 x$

Tabla 11: Correlación de las especies con la pendiente de las estaciones. Simbología similar a la de la tabla 10.



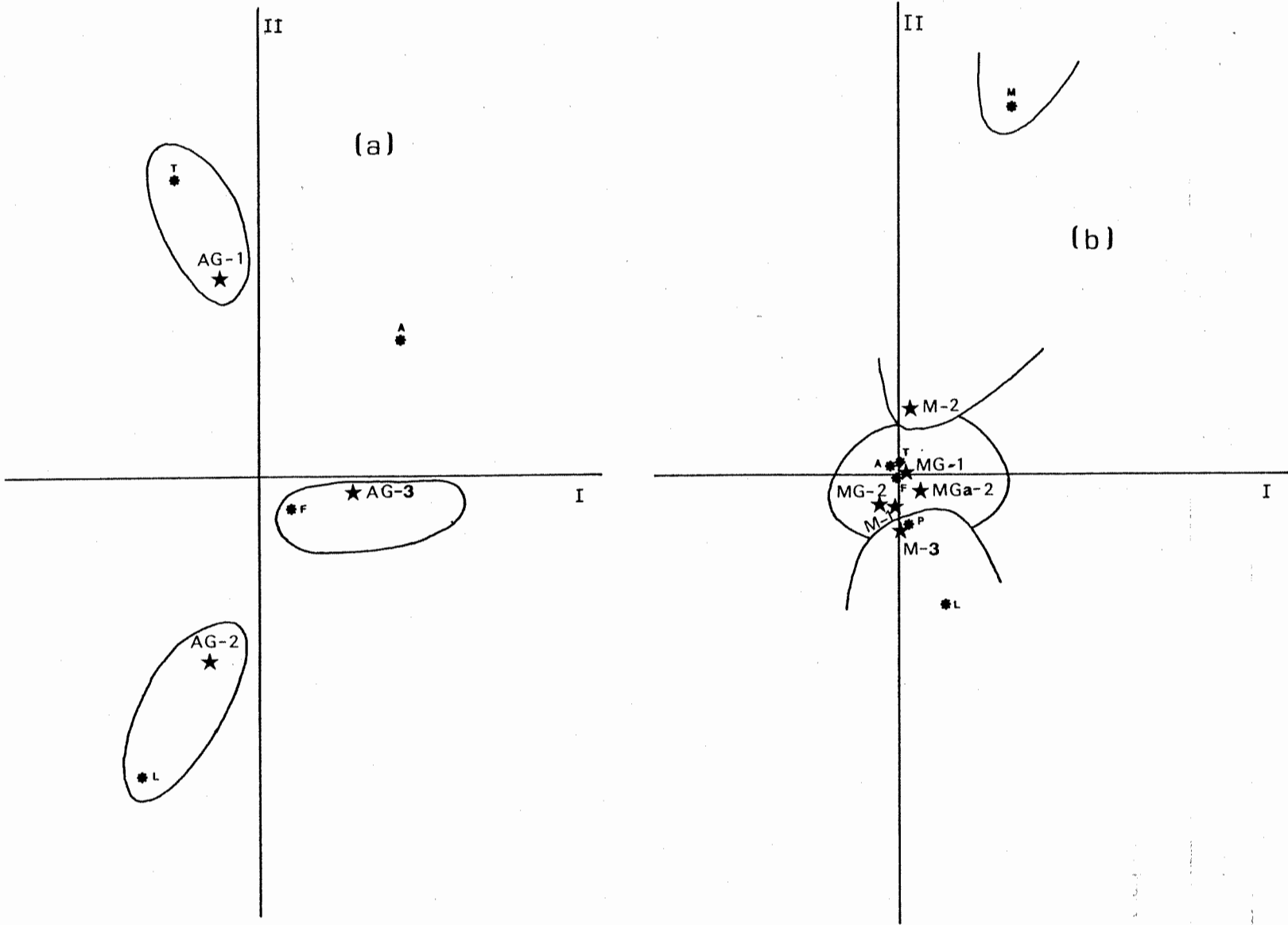


Fig. 1: Análisis factorial de correspondencias (A.F.C.). (a), cuenca del Aguera. (b), cuenca del Mercadillo. ★, estaciones de muestreo. * . esiecoes piscícolas: T, trucha; F, piscardo; A, anguila; L, loina; P, platija; M, muble.

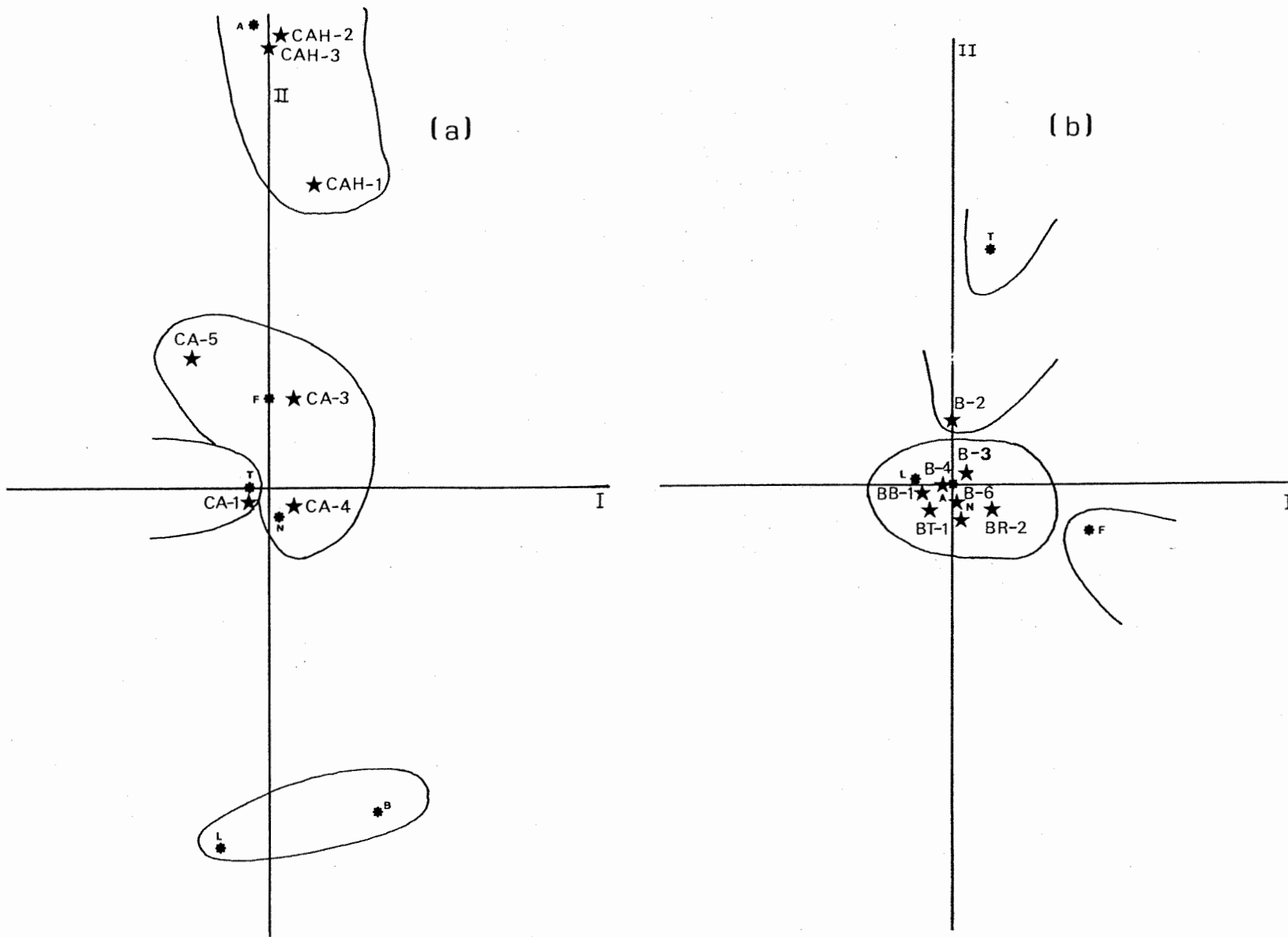


Fig. 2: A.F.C. (a), cuenca del Cadagua. (b), cuenca del Butrón. ★, estaciones. ★, especies: T, trucha; F, piscardo; A, anguila; L, loina; N, locha de roca; B, barbo común.

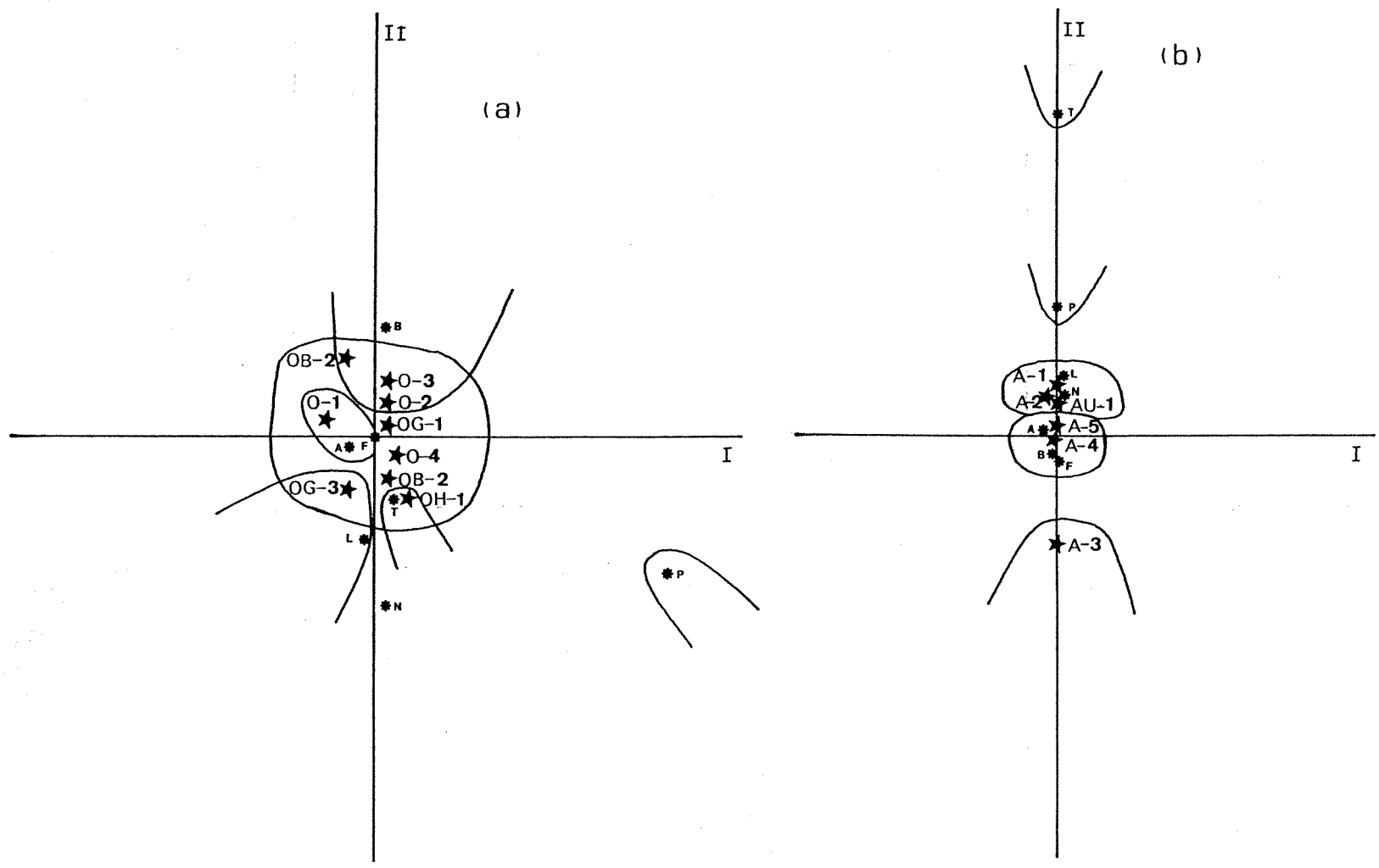


Fig. 3: A.F.B. (a), cuenca del Oka (b), cuenca del Artibai. ★, estaciones. * , especies. La simbología de las especies se corresponde con la de la fig. 2.

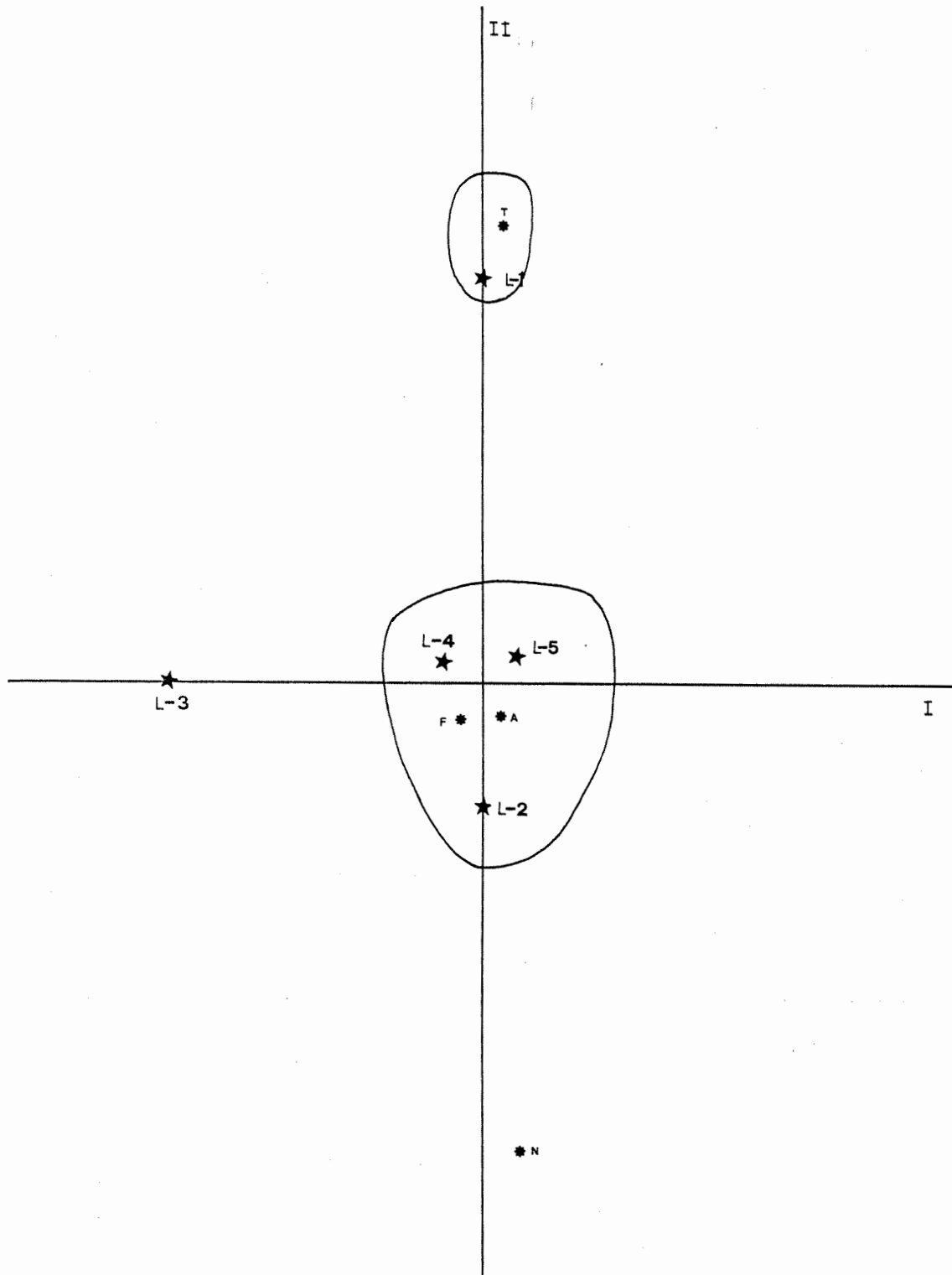


Fig. 4: A.F.C. de la cuenca del río Lea. ★, estaciones. ✱, especies. La simbología de las especies se corresponde con la de la fig. 2.

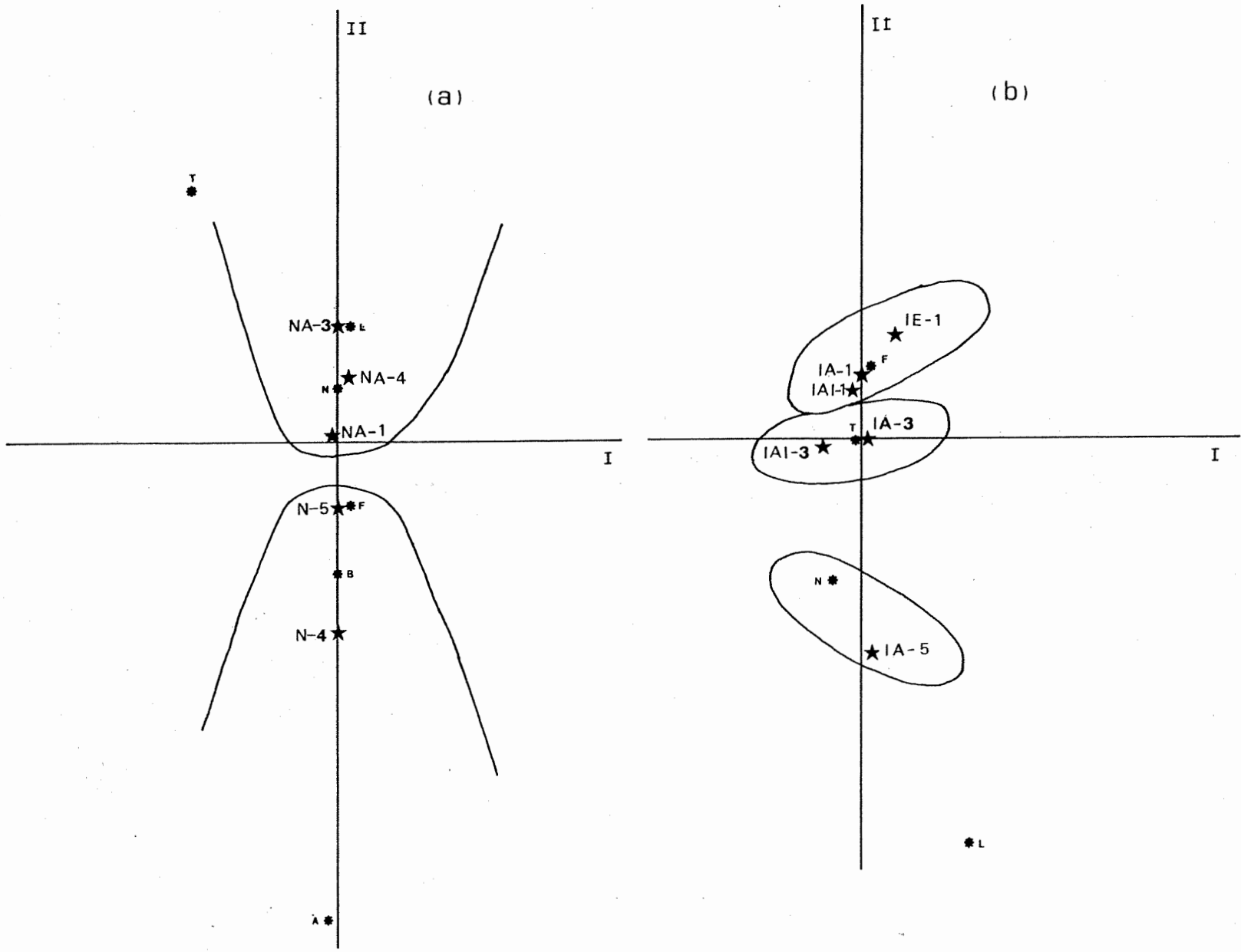


Fig. 5: A.F.C. (a) cuenca del Nervión. (b), cuenca del artibai. ★, estaciones. *, especies. La simbología de las especies se corresponde con la de la fig. 2.

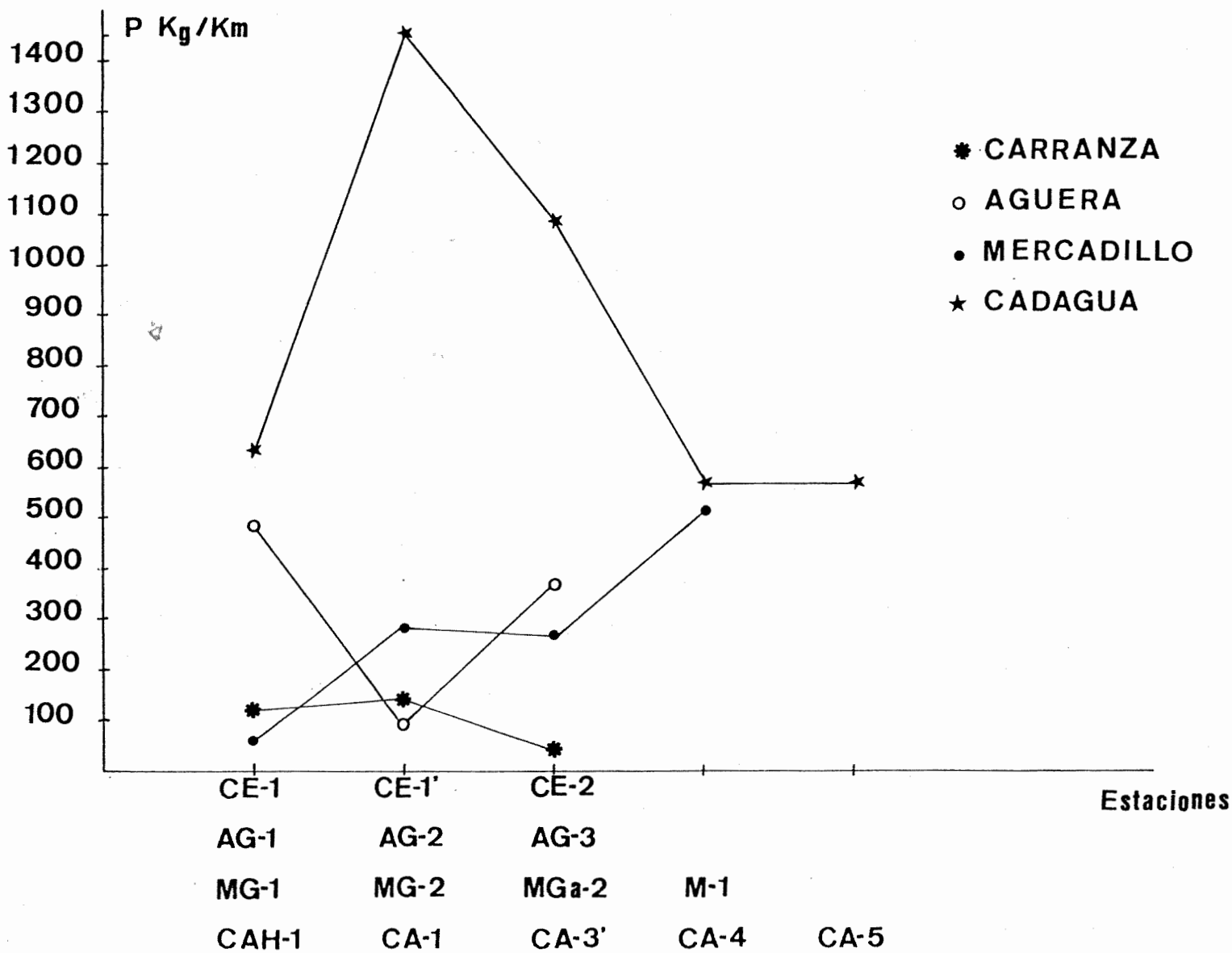


Fig. 6: Variación de la productividad piscícola teórica (P) en las estaciones de las cuencas Carranza, Aguera, Mercadillo y Cadagua. P ha sido calculada mediante la fórmula de LEGER, HUET y ARRIGNON (1970).

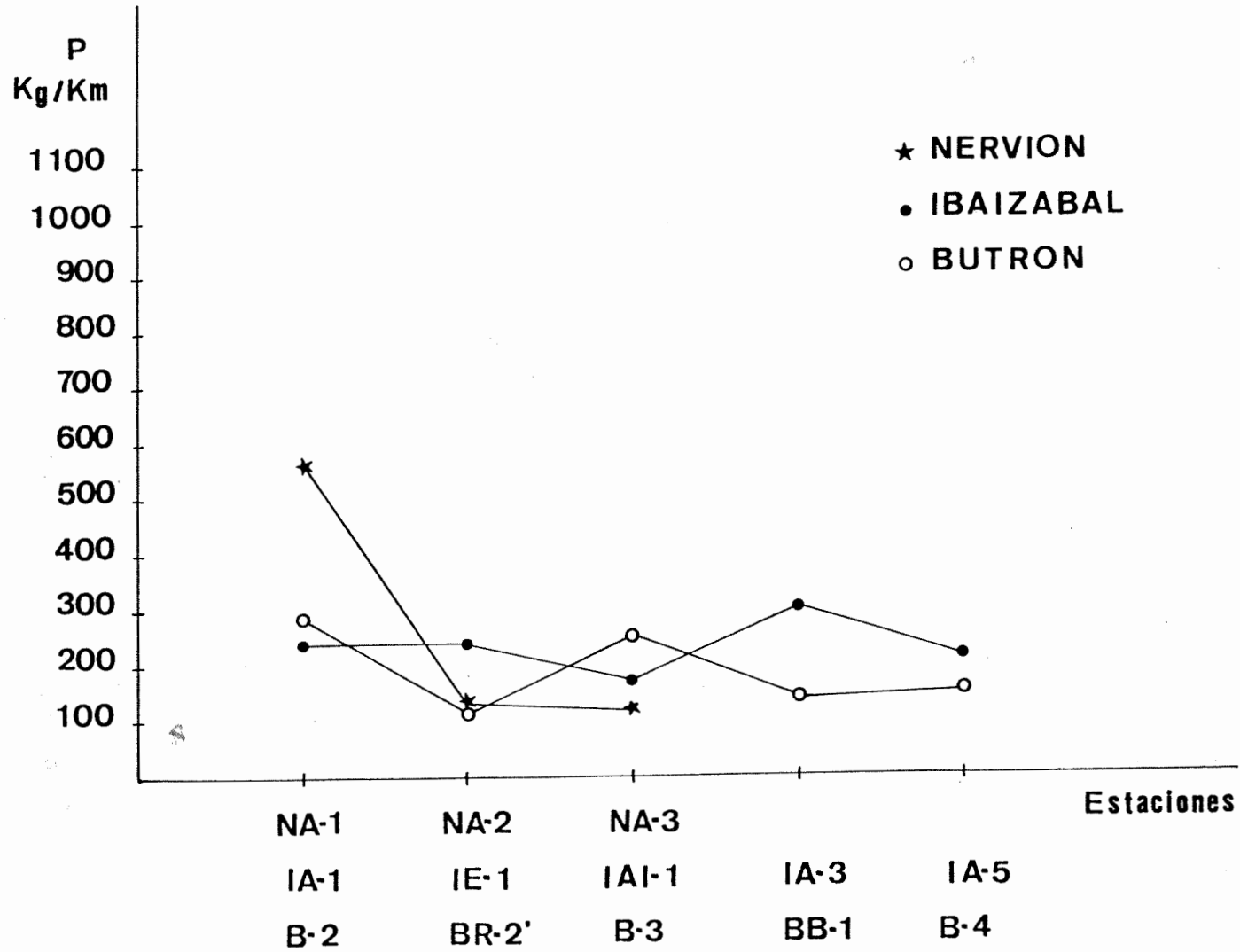


Fig. 7: Variación de la productividad piscícola teórica en las estaciones de las cuencas Nervión, Ibaizabal y Butrón.

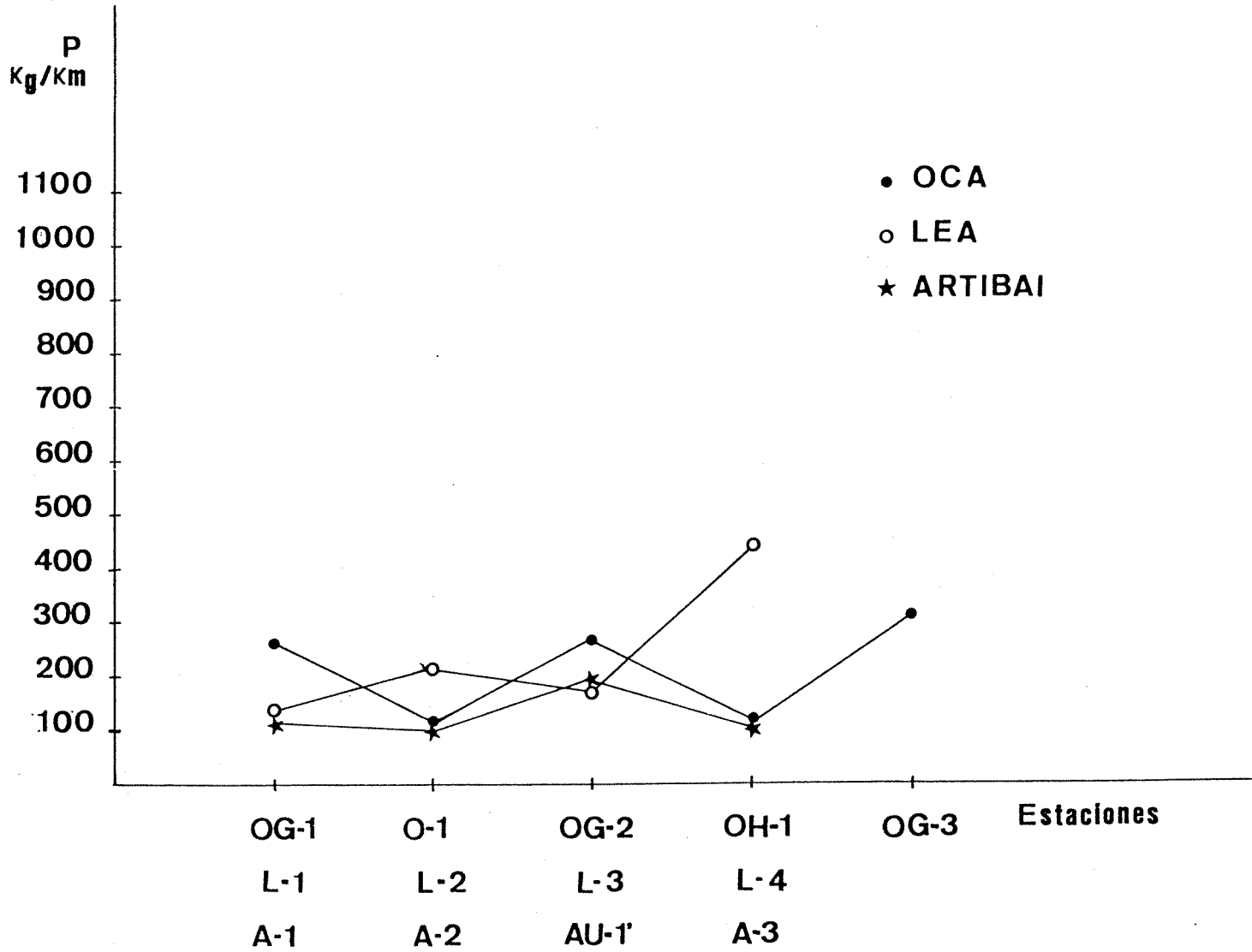


Fig. 8: Variación de las productividad piscícola teórica en las cuencas de Oka, Lea y Artibai.

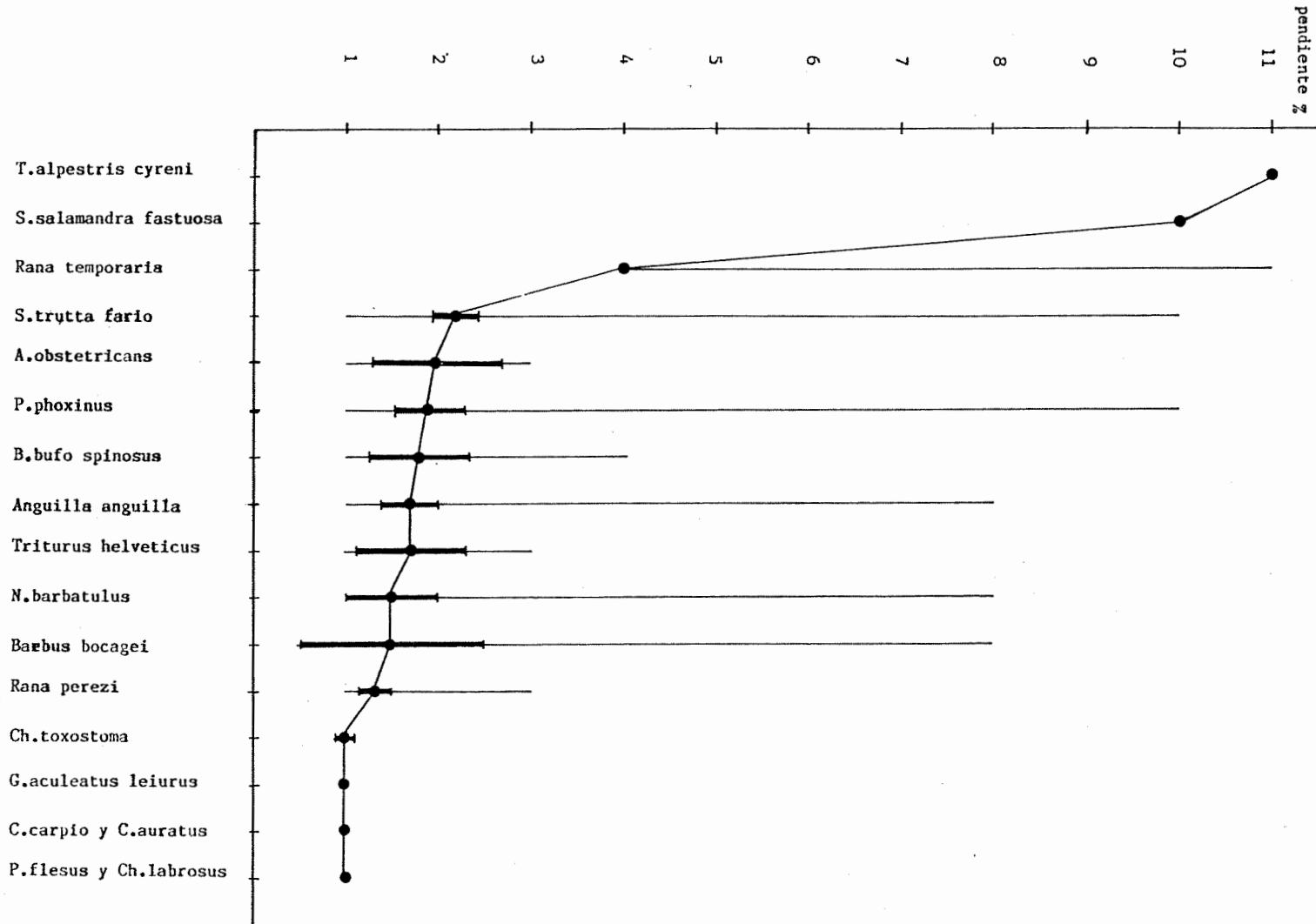


Fig. 9: Curva de distribución altitudinal de las especies de peces y de anfibios en la red fluvial de Vizcaya. Se representa la media mediante un punto grueso; el intervalo de confianza del 95% en trazo grueso y los valores máximo y mínimo (rango de variación) en trazo fino.

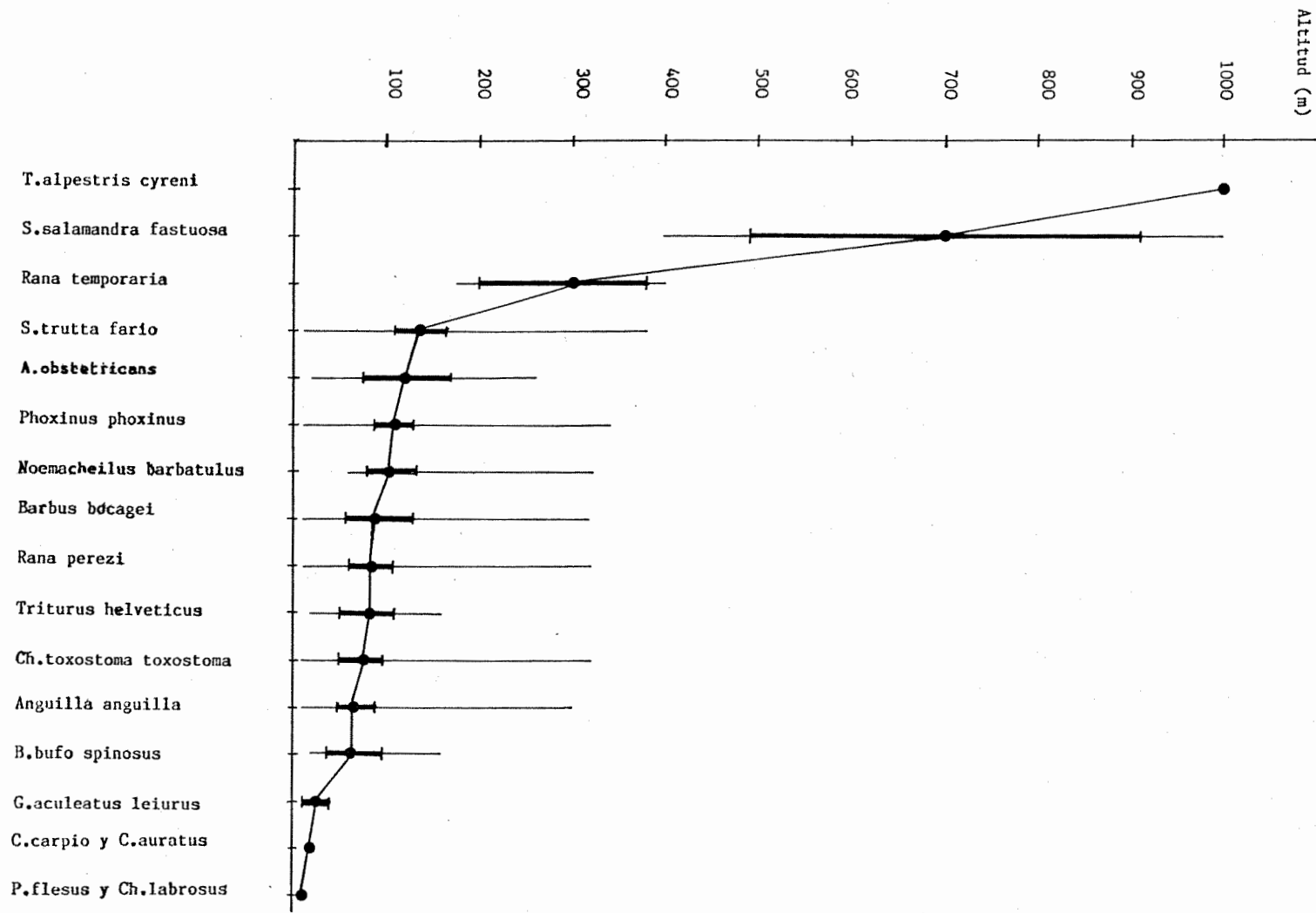


Fig. 10: Curva de la pendiente para la distribución de los peces y anfibios en la red hidrográfica de Vizcaya. Se representa la media (punto grueso), el intervalo de confianza del 95% (trazo grueso) y los valores máximo y mínimo (trazo fino).

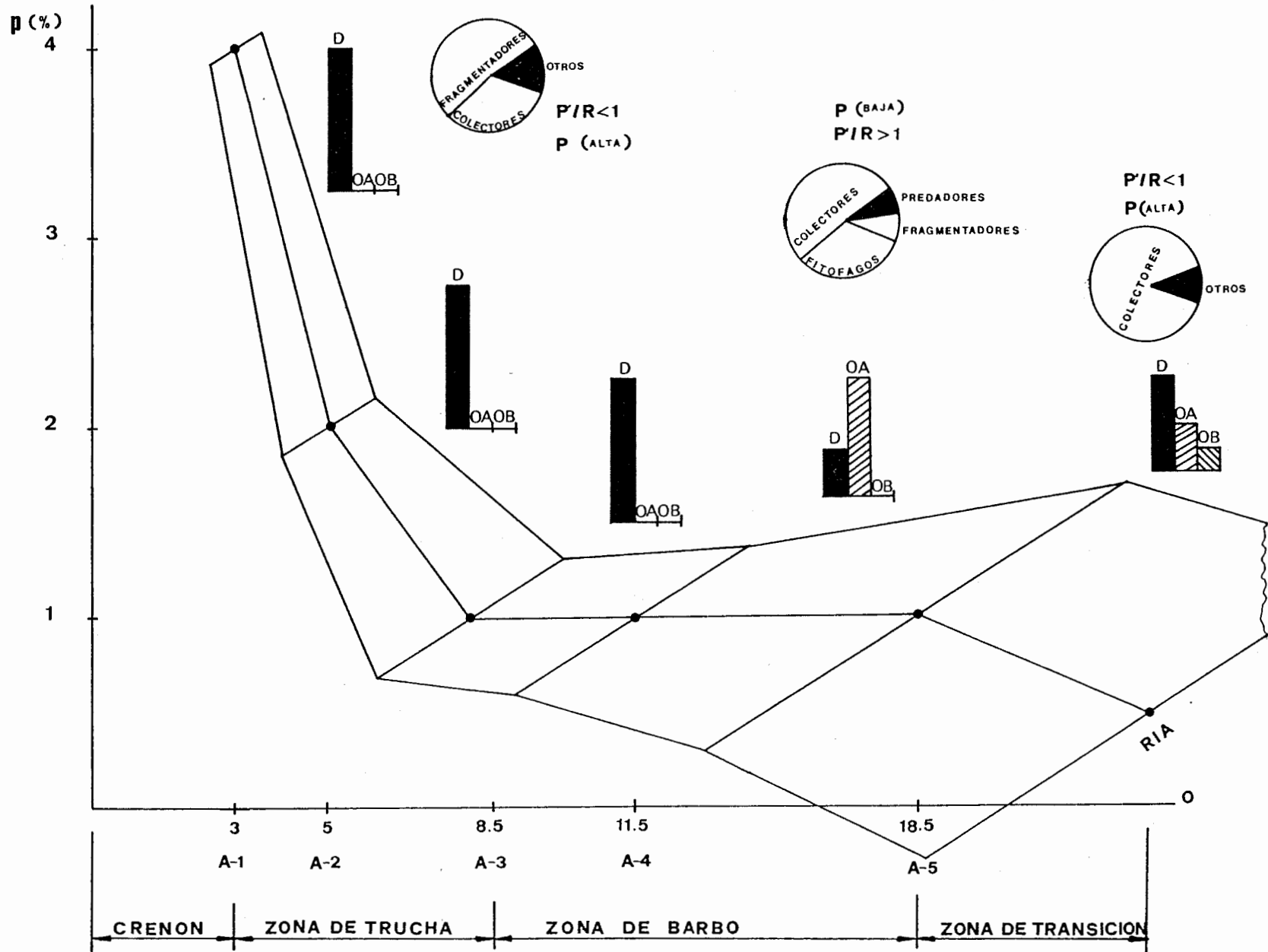


Fig. 11: Modelo tipológico de los ríos de Vizcaya. Se ha elegido para la representación el eje principal del Artibai. p (%), pendiente de la estación. O, distancia al origen en Km. D depredadores; OA, omnivoros A; OB, omnivoros filtradores. Además en cada estación se representa la anchura.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, K.R.; 1956. *The geography of New Zealand's freshwater fish*. N.Z. Sci. Rev., 14: 3-9.
- BIKUÑA, B.; BASAGUREN, A.; CACHO, M. y ORIVE, E.; 1987. *Características físico-químicas de las aguas de superficie de los principales ríos de Bizkaia*. Actas del IV Congreso español de limnología. En prensa.
- BOSCO, J.B. y POZO, J.; 1986. *On the breakdown of four leaf litter species and associated fauna in a Basque Country forested stream*. Hydrobiologia. En prensa.
- BURTON, G.W. y ODUM, E.P.; 1945. *The distribution of stream fish in the vicinity of Mountain Lake, Virginia*. Ecology, 26: 182-194.
- CARPENTER, K.E.; 1928. *Life in Inland Waters*. Ed. Sidgwick & Lackson. London. 267 p.p.
- CUMMINS, K.W.; MINSHALL, G.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. y PETERSEN, R.C.; 1984. *Stream ecosystem theory*. Verh. Internat. Verein. Limnol., 22: 1818-1827.
- DOCAMPO, L. y RALLO, A.; 1987. *Distribución de las abundancias de los vertebrados acuáticos de la red hidrográfica de Vizcaya*. Actas del IV Congreso español de limnología. En prensa.
- FUNK, J.L. y CAMPBELL, R.S.; 1953. *The population of larger fishes in Black River, Missouri*. Uni. Mo. Stud., 26: 69-82.
- GARCIA DE JALON, D. y LOPEZ, J.V.; 1982. *Distribución geográfica y mesológica de las especies piscícolas de la cuenca del Duero en el verano de 1981*. Actas del I Congreso español de limnología, 227-262.
- GARCIA DE JALON, D. y GONZALEZ DEL TANAGO, M.; 1983. *Estudio biotípico de las comunidades piscícolas de la cuenca del Duero*. Bol. Est. Centr. Ecol., 12 (24): 57-66.
- HUET, M.; 1949. *Aperçu des relations entre la pente et les populations des eaux courantes*. Schweiz. Z. Hydrol., 11: 333-351.
- HUET, M.; 1954. *Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes*. Bull. fr. Piscic., 175: 41-53.
- ILLIES, J. y BOTOSANEAU, L.; 1963. *Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique*. Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol., 12: 1-57.
- KLEEREKOPE, H.; 1955. *Limnological observations in Northeastern Rio Grande do Sul, Brazil*. Arch. Hydrobiol., 50: 553-567.
- LASTOSCHKIN, D.A.; 1943. *A plain river sub-division into geomorphological and biological districts on the basis of its structural and biological unity*. Dokl. Acad. Nauk. S.S.S.R., 41: 347-350.
- LEGER, L.; HUET, M. y ARRIGNON, J.; 1970. *La productividad piscícola. Bases ecológicas*. In: "Ecología y piscicultura de las aguas dulces". Obra presentada por J. Arrignon. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 335 p.p.
- MARLIER, G.; 1953. *Etude biogéographique du bassin de la Ruzizi, basée sur la distribution des poissons*. Annls Soc. r. zool. Belg., 84: 175-224.
- PARKER, M.; 1981. *Estadística para biólogos*. Ed. Omega, Barcelona. 136 p.p.
- ROBERTS, J.R.; 1981. *Patología de los peces*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 336 p.p.
- SOKAL, R.R. y RHOLF, F.J.; 1979. *Biometría*. Ed. Blume. Barcelona. 832 p.p.
- VANNOT, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. y CUSHING, C.E.; 1980. *The River Continuum Concept*. Canad. J. Fish Aquat. Sci., 37: 130-137.
- VERNAUX, J.; 1973. *Cours d'eau de Franche-Comté. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotipologie*. Tesis no publicada. Bases ecológicas. In: "Ecologie y piscicultura de las aguas dulces". Obra presentada por J. ARRIGNON. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 335 p.p.
- WURTZ, A.; 1961. *Cours élémentaire d'hydrobiologie animale. Bases ecológicas*. In *Ecología y piscicultura de las aguas dulces*. Obra presentada por J. ARRIGNON. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 335 p.p.

