

6  
Reg.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ALIMENTACION DE LA TRUCHA CAFE  
Salmo trutta L. EN UN AFLUENTE  
DEL RIO ESVA, ASTURIAS

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

PRESENTA

**FELIPE AMEZCUA MARTINEZ**



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION 1995 SCOLAR

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule  
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Alimentación de la  
trucha café *Salmo trutta* L. en un afluente del Río Esva, Asturias.

realizado por Felipe Amezcua Martínez

con número de cuenta 8731904-2 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Dr. Virgilio Arenas Fuentes  
Director de Tesis  
Propietario

Dr. Felipe Amezcua Linares  
Propietario

M. en C. Margarito Álvarez Rubio  
Propietario

M. en C. Arturo Sánchez Iturbide  
Suplente

Biol. Rafael Enrique Barba Alvarez  
Suplente

M. EN C. ALEJANDRO MARTÍNEZ MENA  
Comité Departamental de Biología

RAE

**A mis padres y hermanos**

**A mis abuelos**

**A mis tíos y primos**

**A mis maestros**

**A todos los demás (Mauricio, Juan José, Pepe, Iván, Francisco Luis Aviña Cervantes, Salomón, Gabriel, Ma. Carmen, Gastón, Zeus, Rodrigo, Iris, Rolando, el equipo de buceo de la facultad de Ciencias, Victor, Lalo, Jorge Iván, Leti, Beti, Sol, Arturo, Salvador, el Niño, Lizi, Karla, Edgar, Fernando, Mirceya, Álvaro, el Güerito, el Chicharo, Agustín, las Marthas, Lulú, Gina, los Juanes, el querubín, Keiman, Homero y Bart, los de la tarde, la charquito, las vampiranas, todos aquellos con los que conviví y ahora olvido sus nombres y Carlos Guevara), pero en especial a Sandra y Ana.**

# Índice

## Resumen

<b>I. Introducción y objetivos</b>	<b>1</b>
<b>II. Área de estudio</b>	<b>4</b>
II.1 El río Esva	4
II.2 Clima y vegetación	4
II.3 Ictiofauna	5
<b>III. Material y métodos</b>	<b>7</b>
III.1 Obtención de las muestras	7
III.2 Actividades de laboratorio	8
III.3 Métodos de análisis	8
III.3.1 Análisis Cluster	10
III.3.2 Análisis de Escalamiento Multidimensional	11
<b>IV. Resultados</b>	<b>14</b>
IV.1 Julio 1993	16
IV.2 Agosto 1993	17
IV.3 Septiembre 1993	17
IV.4 Octubre 1993	18
IV.5 Diciembre 1993	18
IV.6 Febrero 1994	19
IV.7 Mayo 1994	19
IV.8 Resultados anuales	20
<b>V. Discusión</b>	<b>22</b>
<b>VI. Conclusiones</b>	<b>29</b>
<b>VII. Referencias bibliográficas</b>	<b>30</b>
<b>Índice de tablas y figuras</b>	<b>37</b>

## RESUMEN

La trucha café *Salmo trutta* L. se cultiva tanto con fines comerciales como con fines deportivos. Su origen es europeo y ha sido introducida a muchos sitios del mundo debido a que tolera aguas en donde los salmónidos nativos no pueden habitar.

Existen pocos estudios sobre la dinámica trófica de los peces en ríos, este trabajo pretende ampliar la información al respecto.

En el presente estudio, se trabajó con un total de 161 estómagos de truchas que fueron capturadas en un afluente del río Esva (río Chabatchos), en los siguientes meses: julio 1993 (27 estómagos), agosto 1993 (16 estómagos), septiembre 1993 (26 estómagos), octubre 1993 (25 estómagos), diciembre 1993 (22 estómagos), febrero 1994 (18 estómagos) y mayo 1994 (27 estómagos).

Los organismos fueron medidos y pesados y se les extrajo el estómago para realizar el análisis del contenido estomacal.

El análisis de los datos por medio de paquetes estadísticos y los análisis Cluster y de Escalamiento Multidimensional mostraron que la trucha es un depredador generalista ya que se identificaron un total de 147 tipos de presas a lo largo del año que muestra una

marcada selección hacia las siguientes presas: larvas y ninfas de Chironomidae; larvas de Simuliidae; larvas de Ceratopogonidae; larvas de Ephemeroptera, sobre todo de la familia Baetidae, y por *Ancylus fluviatilis*. Esta selección depende de varios factores, como el comportamiento del depredador en las diferentes épocas del año, el tamaño y comportamiento de las presas que pueden aumentar su visibilidad en un momento dado, eventos de pupación, etc. Por ejemplo, se encontró que en el mes de diciembre la presa principal fue *Ancylus fluviatilis* que es un molusco bentónico, y casi no se encontraron presas de origen terrestre que se hallan flotando en la superficie, esto debido a que en dicho mes, la temperatura del agua es menor y la velocidad de la corriente aumenta, por lo que la trucha reduce su actividad para minimizar el gasto energético reduciendo su movilidad. Sin embargo el principal factor es la abundancia de las presas en el medio. Esto se observa claramente al comparar la cantidad de las presas encontradas en el contenido estomacal con las abundancias de las presas en el medio.

## I. Introducción y objetivos

El conocimiento de las características biológicas y ecológicas de las poblaciones de peces, en el marco de un ecosistema, se hacen imprescindibles para decidir aspectos relativos a su explotación, manejo y conservación.

La trucha (Figura 1), es una especie que pertenece a la familia de los Salmónidos, presenta un carácter migratorio facultativo y posee una gran capacidad de adaptación a diferentes medios. El género *Salmo* constituye, junto con otros dos (*Salvelinus* y *Oncorhynchus*), la Subfamilia Salmoninae. La distribución de la trucha era de Islandia a la antigua URSS. Su límite al sur se situaba al nivel de Argelia y Marruecos. La trucha se distribuía desde el Atlántico europeo hasta el Caspio. Esta área de distribución ha sido modificada por el hombre de dos maneras: a) una restricción del área, sobretudo desde hace dos siglos, a consecuencia de un desarrollo industrial (contaminación, presas), y b) por una extensión de la distribución debido a la introducción hacia otros lugares. Los principales motivos de estas introducciones se debieron al interés como ejemplar de pesca deportiva que presenta la especie. Esto hizo que se distribuyera en otros 24 países. La introducción de trucha ha tenido repercusiones en la biología de las especies nativas, por ejemplo, en Norte América, la trucha café ha suplantado en algunos casos a la trucha

de arroyo *Salvelinus fontinalis*, debido a una mejor capacidad de adaptación a las modificaciones del medio. En Australia, ha provocado la erradicación de algunas especies de la familia Galaxiidae debido a una fuerte depredación. De todas las especies de Salmónidos introducidos, la trucha es la más estable fuera de su área de distribución original. Esto se debe a su gran capacidad de adaptación a la diversidad de medios y su fuerte tolerancia frente a los cambios de hábitat (Bagliniere, 1991). La trucha café presenta importancia a nivel internacional como recurso renovable a tres niveles:

1. Pesca deportiva. Esta se lleva a cabo tanto en ríos como en el mar y lagos.
2. Pesca a nivel industrial. Esta se lleva a cabo solo en el mar y lagos.
3. Acuicultura. Aunque la trucha nunca podrá compararse con la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en este ámbito, son tres los aspectos que justifican la utilización de esta especie: a) una muy buena supervivencia estival, b) una transferencia otoñal al mar posible en el mes 10º ó 11º de la crianza, y c) un crecimiento en el mar mucho más rápido que en agua dulce limitado sin embargo por la maduración sexual (Bagliniere, 1991).

El enfoque de estudio de un ecosistema es ante todo el análisis de la distribución energética dentro de las

diferentes cadenas alimentarias. El objetivo es aportar elementos para una mejor comprensión de las interacciones a fin de optimizar la explotación de recursos ya sea para la pesca o para la acuicultura. Existen numerosos trabajos que muestran que los detritus orgánicos autóctonos, pero sobre todo los alóctonos, representan la principal fuente de energía, y que es posible aplicar la noción de grupos tróficos funcionales a un nivel de invertebrados (Cummins, 1973; Minshall, et al 1982). Pero poco se conoce sobre el comportamiento alimentario de los peces, que generalmente son la cúspide de la pirámide alimentaria. El flujo energético que les concierne es mal conocido, las estimaciones de tasas de consumo son muy limitadas a nivel de poblaciones silvestres aun de las truchas que son ciertamente de los peces más estudiados

La principal fuente de alimento para la trucha son los invertebrados bénticos. Estos invertebrados pueden ser omnipresentes cuando todo su ciclo se realiza en el agua (crustáceos, moluscos) o presentes solo en ciertas épocas, generalmente en el estado larvario (insectos). Otra fuente de alimento está representada por la fauna exógena, es decir, organismos de origen terrestre que caen al agua. Una última posibilidad de obtención de alimento para la trucha es mediante la captura de otras especies de peces más pequeños o juveniles de su misma especie, aunque en la mayoría de las aguas corrientes, esta ictiofagia no es muy desarrollada y se presenta generalmente en los individuos mayores.

La obtención del alimento es claramente una de las actividades cuyo desarrollo puede tener mayor influencia en la aptitud de los individuos. En el caso de un depredador, como la especie que nos ocupa, la obtención de los recursos

alimenticios ocurre a través de una serie de actividades (búsqueda, detección, ataque, captura, ingestión.). Un resultado de dicho proceso es la dieta: la proporción del uso total del recurso (alimento) representada por distintos estados de este (especie de presas, tamaños, etc.). Esto se traduce en la ingestión de una serie de organismos, en cantidades y con características determinadas. Unas y otras varían en el tiempo, el espacio y con las características individuales del depredador. Si se identifican relaciones y regularidades en tales datos, obtendremos probablemente información valiosa sobre la selección de presas y por lo tanto, la alimentación. Tales procesos deben tener valor adaptativo lo cual les dota de una especial importancia en el proceso evolutivo.

Las relaciones entre consumidores y recursos y sus implicaciones han sido objeto de abundante reflexión teórica y experimentación. Una parte muy significativa de ambas ha venido guiada por el llamado principio de optimización (Maynard Smith 1978). Dicho principio sostiene que la selección entre diferentes opciones debe realizarse de modo que el número de descendientes viables producidos a lo largo de la vida (aptitud) sea máximo. Las opciones o alternativas abarcan desde la proporción de sexos a la elección de presas. Como apunta Ware (1982), el postulado surge de la aceptación del concepto darwiniano de selección natural (Rosen 1967). La aceptación del principio ha sido amplia y ha estructurado una considerable cantidad de investigación sobre los comportamientos que conllevan decisiones ante algún tipo de limitación: obtención de los recursos esenciales por los organismos y distribución de los mismos una vez adquiridos (Stearns 1980, Pyke 1984,



Calow 1985, Stephens y Krebs 1986, Pulliam 1989). Sin embargo ha habido muchas críticas al respecto. Algunas, dirigidas al mismo fundamento conceptual, ya que, según estas no habría justificación teórica para asumir que es maximizado por la selección natural (Lewontin 1979). Otras, cuestionando la verosimilitud de las asunciones de los modelos construidos a partir de la teoría y las limitaciones en la aplicabilidad de los mismos (Schluter 1981, Marcotte y Browman 1986, Hart 1989). Otras simplemente matizan aspectos concretos como el empleo de unidades de energía como medida de la aptitud o el propio concepto de óptimo (Calow 1985, Priede 1985). Todas ellas emplean argumentos sólidos y dignos de consideración y que han contribuido a redirigir la teoría hacia sus tendencias actuales como son los modelos de optimización dinámica (Mangel y Clark 1988, Bennett y Houston 1990). El valor de todo este desarrollo teórico quedará determinado por su contribución real a la mejora del entendimiento del funcionamiento de los seres vivos en ambientes naturales (Wootton 1984). De ahí la importancia de su aplicación a situaciones reales. Pero requiere una información amplia y de buena calidad sobre la historia natural de los organismos implicados (Fryer 1987). Tal vez no sea casualidad que los

contrastes más rigurosos y completos de la teoría del forrajeo óptimo (Mittelbach 1981, Werner et al. 1983, Osenberg y Mittelbach 1989, Persson y Greenberg 1990), a juicio de Persson y Diehl (1990), estudiaran especies de amplia distribución geográfica, objeto de numerosos y diversos estudios previos. Casualmente, en todos ellos los consumidores eran Teleosteos en ambientes lénticos).

La trucha, *Salmo trutta* L., es digna de atención en este sentido (Rincón 1993). Por razones geográficas, históricas, económicas, sociales, etc., los Salmónidos (como la especie con la que se trabaja en el presente estudio), son un grupo de Teleosteos sobre los que hay bastante información eco-biológica acumulada susceptible de ser utilizada e integrada en modelos. En este contexto, esta investigación se plantea interpretar los patrones relacionados con la adquisición de recursos que exhibe una población de trucha común en condiciones naturales.

El propósito global expuesto en el párrafo anterior se concreta en los siguientes objetivos:

- Determinar y describir los patrones temporales (estacionales) de la dieta de la población de trucha.
- Analizar e interpretar los patrones de alimentación que se hagan patentes

## II. Área de Estudio

### III. EL RÍO ESVA

El río Esva se sitúa en la zona occidental de la cornisa Cantábrica y corre a lo largo de 50 km. en dirección Norte-Noreste (Figura 2). El río Esva surge de la unión de dos ríos (Barcena y Navelgas) próximo al pueblo de Ese de Calleras. El río Barcena nace en las vertientes de Fonfaraón, pasa por Bustiello y Barcena y recibe por su margen derecha al río Obona uniéndose al Navelgas. El río Navelgas tiene su nacimiento cerca de Xantiellos, pasa por Navelgas recibiendo al río Yermo y se une con el Barcena formando el Esva propiamente dicho. A partir de esta unión corre por el Concejo de Valdés y desemboca, tras alcanzar Paredes, Trevias y Canero, en el mar Cantábrico en la playa de Cueva. El río Esva recibe como aportes principales los ríos Naraval y Merás por la izquierda y los ríos Mállene y Llorín por la derecha. Dos obstáculos artificiales se encuentran a su paso, la presa de Casielles y, aguas arriba, cerca de Brieves otro azud provistos los dos con escalas salmoneras.

Las mejores zonas para desove que poseen los salmones están aguas arriba de San Pedro de Paredes, hasta la zona de Calleras, existiendo también en la parte baja del río algunos frezaderos más fácilmente perceptibles y abundantes en la zona de Brieves.

El régimen hidrológico es estacional. Los mínimos (estiaje) se alcanzan en el periodo julio-septiembre, la época de mayor aportación es durante el periodo noviembre-enero. En general, los máximos de caudal coinciden con las épocas de mayores precipitaciones. El clima, oceánico se caracteriza por la pluviosidad abundante a lo largo de todo el año.

Entre las actividades de interés económico en la cuenca del río Esva y afluentes, caben ser destacadas, entre otras, las explotaciones agrícolas, ganaderas y madereras que no representan un problema importante en lo que se refiere a la contaminación por vertidos. Otro tipo de explotación más directa sobre el río es la pesca fluvial referida a los Salmónidos (trucha y salmón). El río Esva cuenta en la actualidad con 4 cotos salmoneros y 5 trucheros en los que es frecuente capturar salmones.

El afluente en el que se realizó el estudio es el Chabatchos, cerca del pueblo de Pontigon.

### II.2. CLIMA Y VEGETACIÓN

Como la mayor parte del principado de Asturias, la cuenca del Esva presenta un macroclima general oceánico: inviernos templados y veranos frescos,

pluviosidad abundante persistente a lo largo de todo el año con un máximo invernal no muy marcado. De acuerdo con los datos recogidos por la estación meteorológica de Trevias, muy próxima al área de muestreo, la temperatura media es de 13°C, la media del mes más frío 8°C y la del mes más cálido 18°C. La precipitación media anual es de 1100mm (M.A.P.A. 1988).

La altitud del río Esva va de los 0 a los 700 msnm; el área de estudio se encuentra entre los 100 y los 150 msnm. La temperatura del agua va desde 8°C en invierno, hasta los 15°C en verano. El fondo está constituido por arenas, limos y cantos (pizarras y areniscas).

Las partes más altas están cubiertas fundamentalmente por distintas etapas del bosque de robles (*Quercus robur* L.). Dominan en las etapas finales los pastizales caracterizados por la presencia de *Agrostis* spp. y sobre todo el matorral, degradado que constituye brezales de *Erica mackaiana* Bab. acompañado por *Ulex europaeus* Planchon, matorral denso como *Cytisus* spp., *Ulex europaeus* L. y *Erica arborea* L. así como el helecho común (*Pteridium aquilinum* Kuhn).

En las orillas del río se asientan manchas de alisos (*Alnus glutinosa* Gaertner). Estas alisedas son restos del bosque ripario original, de modo que sus etapas de regresión, zarzales (*Rubus* sp.), y en especial prados de siega o cultivos, constituyen la vegetación más abundante a las orillas del cauce.

En la zona media y baja de la cuenca el bosque de robles está sustituido casi por completo por repoblaciones de pinos (*Pinus pinaster* Aiton) y eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Labill.). Debido a actividades humanas ancestrales, en algunas zonas aparecen también manchas

de castaños (*Castanea sativa* Miller.). Los robledales originarios se encuentran reducidos a manchas aisladas de poca extensión. Con cierta frecuencia aparecen en ellos algunos abedules (*Betula celtiberica* Rothm. & Vasc.). Las alisedas contiguas al cauce están frecuentemente transformadas en prados de siega donde aparecen entre muchas otras *Cynosorus cristatus* L., *Festuca pratensis* L. y *Trifolium* spp.

### II.3. ICTIOFAUNA

Las especies de peces presentes a lo largo de la cuenca pertenecen a las siguientes Familias: Anguillidae, Salmonidae, Cyprinidae, Mugilidae y Pleuronectidae, estando representadas estas dos últimas en zonas de ámbito exclusivamente intermareal, ocupando aproximadamente 1km. desde la desembocadura. En el estuario o zonas intermareales se han encontrado principalmente ejemplares de mugil o lisa (*Mugil cephalus* L.) y platija o solla (*Platichthys flesus* L.). Las poblaciones de trucha común (*Salmo trutta* L.) se encuentran representadas a lo largo de toda la cuenca, desde el río principal hasta los afluentes de menor importancia. En menor grado pero con un índice de representación aceptable se encuentra la trucha de mar o reo. El salmón del Atlántico (*Salmo salar* L.) esta presente a gran escala en el cauce principal del río Esva, siendo raro en los afluentes más allá de su desembocadura; estos proceden de reproductores que, ocasionalmente, utilizan los afluentes para la reproducción. La anguila (*Anguilla anguilla* L.) es una especie abundante en toda la cuenca, desde las zonas intermareales (anguila) hasta los tramos más altos, donde su

densidad se ve reducida. El piscardo (*Phoxinus phoxinus* L.) especie introducida que frecuentemente acompaña a los salmónidos, se encuentra ampliamente distribuido en el cauce principal, presente también en algunos afluentes con grado de representación menor.

### III. Material y Métodos

#### III.1. Obtención de las muestras

Para la obtención de los ejemplares destinados al análisis de la dieta, se utilizó la pesca eléctrica, técnica que consiste en un motor capaz de producir cargas eléctricas cuya aplicación inmediata es capturar peces. Los componentes de dicho motor son:

- Un grupo electrógeno como fuente de energía eléctrica.
- Un rectificador y/o transformador de corriente de acuerdo a las necesidades.
- Los electrodos correspondientes.

Cada uno de estos componentes puede ser independiente e ir unidos mediante cables y enchufes apropiados. El grupo electrógeno utilizado producía de 1400 a 1800 wattios con dos salidas, C.A. de 220 V y C. D. de 12 V de potencia. De dicho grupo sale un cable que va enrollado a un rodillo, esto evita que el cable se enrede continuamente con piedras y ramas y retrase la pesca. Este cable se conecta a las sacaderas (redes). Dichas sacaderas se componen de tres partes, la pértiga, el cable que transmite electricidad y el electrodo que hará las veces de ánodo. Dicho ánodo va sujeto al extremo de la sacadera, y a este se le

incorpora directamente una red de forma de bolsa. A este conjunto se le llama sacadera de captura. El electrodo negativo (cátodo), se sitúa en el agua a una distancia media en la zona de muestreo. El cátodo no debe tocar nunca al ánodo ya que se produciría un corto circuito. La vestimenta se compone de guantes y botas de goma. Las botas han de ser altas por encima de la cintura con el fin de poder adentrarse en los pozos que generalmente hay en los ríos (Figura 3) (Lobón-Cervía 1991).

Los resultados experimentales han puesto de manifiesto que el parámetro más relacionado con el efecto de la electricidad sobre los peces es la intensidad de la corriente. Esta intensidad es mayor mientras más cerca se está del electrodo y decrece al aumentar la distancia lineal. De esta manera, intensidades de corriente eléctrica muy altas serían capaces de acabar con la vida de los peces, mientras que intensidades moderadas tenderían a dejarlos quietos, y las más bajas permitirían que se escaparan. La eficiencia de la pesca eléctrica se consigue, por tanto, buscando un cierto nivel de equilibrio entre las intensidades de

corriente y la receptibilidad de los peces. El efecto general de la electricidad sobre los peces puede resumirse de la siguiente manera; cualquier tipo de corriente puede causar electrotaxis (natación de forma obligada), electrotétano (contracción muscular) y electronarcosis (relajación muscular) (Lobón-Cerviá 1991).

### III.2. Actividades de Laboratorio

En el laboratorio se midió y pesó cada ejemplar. Se determinó el sexo inspeccionando las gónadas, que fueron pesadas y almacenadas en fluido de Gilson (Bagenal y Braum 1978), y se separó el estómago, comprendido entre el esófago y el inicio de los ciegos pilóricos, del resto del tubo digestivo. No se analizó el contenido de los tramos posteriores del tubo digestivo. En total se obtuvieron 161 estómagos distribuidos de la siguiente manera:

Julio 1993	27
Agosto 1993	16
Septiembre 1993	26
Octubre 1993	25
Diciembre 1993	22
Febrero 1994	18
Mayo 1994	27

Tras separar los estómagos se procedió a rasgar su pared muscular y a retirar su contenido. Esta operación se efectuó bajo un microscopio estereoscópico para evitar que alguna presa quedara adherida a la pared estomacal y para separar adecuadamente el alimento de la mucosidad o de elementos indigeribles. Estos últimos consistieron principalmente de estuches de larvas de tricópteros. Una vez extraído el contenido estomacal, se examinó bajo el microscopio estereoscópico identificando

la presa hasta el nivel taxonómico que fue posible (Bertrand 1954, Borrer 1981, Merrit & Cummins, Tachet 1984), anotando el número de individuos de los diferentes grupos, diferenciando estadios diferentes (larvas, ninfas, juveniles, adultos), considerándose grupos tróficos diferentes. En el recuento de presas se incluyeron también ejemplares incompletos, para esto generalmente se empleo la cabeza, ya que es la porción corporal más resistente a la digestión debido a su mayor grado de quitinización. Posteriormente se eliminó el exceso de líquido de la muestra usando papel secante y se pesó en una balanza analítica. Se almacenó en alcohol al 70%.

### III.3. Métodos de Análisis

Los métodos de análisis de la dieta de los peces se pueden dividir en dos, por el análisis de contenido estomacal y por la extrapolación de resultados obtenidos en laboratorio. El análisis de contenido estomacal es ciertamente el método más empleado ya que aporta datos sobre el comportamiento alimentario y sobre la tasa de consumo. La desventaja principal reside en la necesidad de sacrificar al pez. Georges y Gaudin (1984) consiguen dejar al animal vivo utilizando lavados estomacales pero la eficacia de esta técnica es variable, dependiendo del tamaño del estómago y el tipo de presa, además de que no se obtienen buenos datos de la parte final del estómago.

Desde hace varios años se viene reflexionando acerca de cual es la mejor manera de representar la dieta de los peces. Para las diversas opciones que permiten evaluar la importancia de cada tipo de presa, (frecuencia numérica relativa, frecuencia de aparición, proporción del peso o volumen total, etc.), se han expuesto sus ventajas e

inconvenientes teóricos y prácticos (Hynes 1950, Pillay 1952, Windell 1968, Hyslop 1980, Kohler y Ney 1982). La conclusión general es que son los objetivos de cada investigación y las circunstancias particulares de cada caso los que determinan el método adecuado (Rincón 1993). En este estudio, se optó por utilizar como base para los análisis la frecuencia numérica de cada categoría de presa. Sus ventajas radican en su simplicidad práctica y en ofrecer unas representaciones de la dieta directas. Sus desventajas son la sobrestima de la importancia de categorías de pequeño tamaño pero numerosas (Hynes 1950, Mann 1973, Crisp et al 1978) y difícil aplicación cuando se consumen alimentos que no aparecen como unidades discretas o cuando el proceso de digestión y masticación impiden recuentos precisos (Crisp et al Op cit, Hyslop 1980). Pero los anteriores no son inconvenientes en este caso ya que las truchas ingieren enteras a sus presas, con un mínimo procesado en la cavidad oral, y el rango de tamaño de los principales grupos que consumen es relativamente reducido (Hyslop 1980).

El interés principal al analizar la dieta de las truchas es identificar de qué grupos de presas procede la mayor parte de la energía que consumen, y obtener una representación de su actividad predatoria. Ball (1961) recomienda el método numérico como más apropiado para este fin, ya que proporciona una mejor información del esfuerzo ejercido en la selección y captura. El alimento de las truchas en el río Esva es consumido en unidades individuales discretas, y puede considerarse que cada presa hallada responde al desarrollo de una secuencia detección-ataque-captura-ingestión. Desde esta perspectiva el método elegido

parece ser el más adecuado (Rincón Op.cit.).

Con los datos obtenidos se construyeron ocho matrices (una por cada campaña de muestreo y una con el total) de  $n$  individuos (filas) por  $m$  categorías de presas (columnas). Cada celda,  $c_{ij}$ , de estas matrices, contiene el número de ejemplares de la categoría  $m_j$  encontrados en el estómago de la trucha  $n_i$ . Para ciertos procedimientos dichos números se expresaron en porcentaje sobre el número total de elementos encontrados. Esto permite establecer abundancias relativas de los grupos dentro de la alimentación:

$$N = \frac{ne}{Ne} \times 100$$

donde  $ne$  es la suma de los elementos en todos los estómagos y  $Ne$  es la suma de los elementos de todos los grupos en todos los estómagos.  $Ne$  es un parámetro que puede llegar a aportar información complementaria sobre la magnitud de los contenidos estomacales. El valor medio de este parámetro fue utilizado para hacer una comparación entre la abundancia de presas en el contenido estomacal y la abundancia de la fauna encontrada en el río. Para esto, se utilizaron datos obtenidos en el río Negro (Rincón Op. cit.).

El análisis de la composición de la dieta presenta problemas propios. Si, como en este caso, hay un número elevado de tipos de presas, las matrices contienen numerosos ceros: en el estómago de cada trucha aparece solo una pequeña parte de todos los tipos de presas que consume el conjunto de la población, y bastantes presas aparecen únicamente en unos pocos estómagos. Esta característica implica diversos problemas a la hora del tratamiento estadístico (Rice 1988).

Con frecuencia se intenta evitar esta circunstancia reduciendo el número de categorías mediante el uso de grupos

amplios u obteniendo dietas promedio para grupos de depredadores definidos de acuerdo con factores diversos (temporales, geográficos, clases de edad o longitud y combinaciones de ellos). Ambos procedimientos incurren en una sustancial pérdida de información (Rice 1988, Angradi y Griffith 1990). Ante esta situación el uso de técnicas multivariadas es una alternativa. De hecho, tanto técnicas de ordenación, como el análisis de componentes principales (Hughes 1985), el análisis discriminante (Deselle et al 1978) o el DCA (Graham y Vrijenhoek 1988), como técnicas de agrupamiento (Rice 1988) han sido empleadas en el estudio de la dieta de los peces. En este trabajo, los métodos utilizados fueron el análisis de Cluster que es un método numérico y su principal función es clasificar, y el análisis de Escalamiento Multidimensional.

### III.3.1 Análisis Cluster

El análisis de Cluster es un análisis numérico que no puede hacer inferencia. Su objetivo es clasificar u organizar los datos observados en estructuras significativas. En este caso, se organizaron diferentes grupos en cuanto a la importancia de las diferentes presas en la dieta de la trucha. Permite visualizar o inferir hipótesis, es decir, permite obtener conclusiones previas, pero es subjetivo.

La categoría utilizada fue la de unión (Joining). Este algoritmo es el que forma árboles o dendogramas. Su propósito es agrupar objetos juntos (en este caso los diferentes tipos de presas) en clusters sucesivamente grandes, usando alguna medida de similitud o distancia. El resultado es el árbol jerárquico o dendograma. Lo que hace el análisis Cluster es ir eslabonando los diferentes objetos y agregar clusters mayores cada

vez de tal manera que se incrementan los elementos diferentes. En el último paso los objetos se agrupan, en el eje de las Y en los dendogramas se observa la distancia de eslabonamiento. Entonces, para cada nodo en el dendograma (nodo es donde un nuevo cluster fue formado) se puede leer la distancia criterio en la cual los respectivos elementos fueron agrupados en un nuevo cluster. Cuando los datos contienen una clara estructura en términos de clusters de objetos que son similares unos a otros, esta estructura será también reflejada en el dendograma como distinta. Como resultado de un análisis exitoso con este método, es posible detectar diferentes clusters (grupos) e interpretarlos.

La agrupación del método del dendograma usa las disimilaridades o distancias entre objetos cuando forma los clusters. Estas distancias pueden ser basadas en una sola dimensión o en diferentes dimensiones. El método más directo para calcular las distancias entre los objetos en un espacio multidimensional es calculando las distancias Euclidianas. Si se tiene un espacio de 2 ó 3 dimensiones esta medida es la distancia geométrica entre objetos en el espacio. Sin embargo el algoritmo de unión no toma importancia si las distancias que son alimentadas a él son distancias reales, o alguna otra medida derivada de distancia que es más significativa a el investigador; y es el investigador quien selecciona el método correcto para su aplicación específica.

Cuando un objeto representa su propio cluster, las distancias entre esos objetos son definidas por la medida de distancia escogida. Pero una vez que varios objetos han sido unidos, se necesita una manera de determinar las distancias entre esos grupos nuevos. En otras palabras, se necesita una regla de unión para determinar cuando dos clusters son



suficientemente similares para ser unidos juntos. Existen varias posibilidades, por ejemplo, se podrían agrupar dos clusters juntos cuando cualesquiera dos objetos en los dos clusters estén más cerca juntos que la respectiva distancia de unión. Otra manera sería usar los vecinos más cercanos a través de los clusters para determinar las distancias entre los clusters; este método se conoce como "*Single Linkage*". Esta regla produce largos y delgados tipos de clusters, es decir, clusters encadenados por solo objetos individuales que parecen estar juntos; los resultantes tienden a representar largas cadenas. Alternativamente, se pueden usar los vecinos a través del cluster que están más distantes uno del otro; este método es el del vecino más lejano o "*Complete Linkage*". Este método generalmente acentúa muy bien en casos cuando los objetos forman distintos grupos.

El análisis Cluster permite utilizar diferentes medidas de distancia: Euclidiana, Euclidiana al cuadrado, Manhattan, Chebychev, etcétera. La elegida en este trabajo fue la primera. Es probablemente la distancia elegida más comúnmente. Es simplemente la distancia geométrica en el espacio multidimensional. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{distancia}(x,y) = (\sum (x_i - y_i)^2)^{1/2}$$

La matriz de distancias resultante del análisis Cluster de cada mes, se guardaba se utilizó posteriormente en el análisis MDS.

### III.3.2 Análisis de Escalamiento Multidimensional (MDS)

Debido a la subjetividad del Cluster, para corroborar que los grupos formados en este son verdaderos, se utilizó el Análisis de Escalamiento Multidimensional, que es similar al análisis

de Factores al observar la interpretación de los resultados. Es una prueba no paramétrica que trabaja con matrices de similitud y matrices de correlación. El objetivo es determinar como están las similaridades de los diferentes grupos, y establecer un espacio de menos dimensiones de los objetos que hay en el análisis, basado en distancias (similitudes) entre los objetos. Sin embargo, como las técnicas del análisis Cluster, MDS es también un algoritmo de clasificación en el sentido de que este iterativamente moverá objetos alrededor para producir su mejor representación en los  $k$  espacios dimensionales. La dimensión resultante puede ser pensada de variables precedentes que contienen la esencia común de todas las variables.

Lo que hace dicho análisis es recalcular las similitudes estimadas y las esperadas. El objetivo es eliminar variación, y en una gráfica de Shepard hace una regresión de similitudes esperadas y estimadas.

El MDS puede ser considerado un método alternativo a el análisis de factores. En general, la meta del análisis es detectar dimensiones implícitas significativas que permitan explicar similitudes o disimilaridades observadas (distancias). En el análisis de factores, las similitudes entre objetos son expresadas en la matriz de correlación. Con el MDS uno puede examinar cualquier clase de matriz de similitud o disimilitud, en adición a matrices de correlación.

En general, el MDS intenta arreglar objetos (las diferentes presas en este caso) en un espacio con un número particular de dimensiones. Como resultado, se pueden explicar las distancias en términos de dimensiones fundamentales. La orientación de los ejes en la solución final es arbitraria, de tal

manera que la orientación final de los ejes en el plano o el espacio es más bien el resultado de una decisión del investigador, quien escogerá una orientación que pueda ser más fácilmente explicada o interpretada. El análisis MDS no es tanto un procedimiento tan exacto para reacomodar los objetos de una manera eficiente como lo es para llegar a una configuración que mejor aproxime las distancias observadas. El programa mueve objetos alrededor en el espacio definido por el número de dimensiones requerido, y checa que tan bien las distancias entre objetos pueden ser reproducidas por la nueva configuración. El programa usa un algoritmo de función minimizada que evalúa las diferentes configuraciones con el objeto de maximizar la bondad de ajuste (o minimizar la falta de ajuste). La medida más común que se usa para evaluar que tan bien una configuración particular reproduce la matriz de distancia observada es la medida del *stress*. El valor del *stress* en bruto  $\Phi$  de una configuración es definido por:

$$\Phi = \sum (d_{ij} - \delta_{ij})^2$$

En esta fórmula  $d_{ij}$  representa las distancias observadas, y  $\delta_{ij}$  representa las distancias esperadas. Varias medidas relacionadas son comúnmente usadas; de cualquier manera, la mayoría de ellas importan a el cálculo de la suma de desviaciones cuadradas de las distancias observadas de las esperadas. De este modo, a menor valor de *stress*, el ajuste de la matriz de distancia obtenida con la matriz de distancia observada será mejor. Se pueden graficar las distancias observadas en contra de las distancias esperadas. Esta gráfica de puntos dispersos es referido como un diagrama de Shepard. Este tipo de diagramas se puso junto a cada gráfica obtenida con el MDS. Si todas las distancias esperadas

son idénticas a las observadas, todos los puntos en esta gráfica caerían en una línea recta.

En cuanto a las dimensiones que se deben elegir al realizar el análisis MDS, en general, mientras más dimensiones se utilicen en orden de reproducir la matriz de distancia, el ajuste de la matriz reproducida con la observada será mejor (el *stress* será más pequeño). De hecho, si se usan tantas dimensiones como variables, entonces se puede perfectamente reproducir la matriz de distancias observadas. El objetivo del análisis MDS es reducir la complejidad observada, es decir, explicar la matriz de distancias en términos de menos dimensiones. Mientras menos dimensiones haya, más fácil será visualizar los diferentes grupos. Una manera común para decidir cuantas dimensiones usar es graficar el valor del *stress* contra diferentes números de dimensiones. En este trabajo se eligieron tres dimensiones, ya que eran estas las que mejor representaban los datos.

Una ventaja del análisis MDS es que no requiere que los datos fundamentales estén distribuidos de una manera normal, ni que la relación sea lineal. El análisis MDS frecuentemente produce más soluciones listas para interpretarse. Lo más importante es que el análisis MDS puede ser aplicado a cualquier clase de distancias o similitudes. En resumen, el análisis MDS es aplicable a una amplia variedad de diseños de investigación porque las medidas de distancia pueden ser obtenidas en un gran número de formas.

El programa emplea procedimientos iterativos para minimizar el valor del *stress* y el coeficiente de alienación. Las iteraciones pueden ser monitoreadas e inspeccionar cambios en

estos valores. La configuración final puede ser revisada mediante listas o gráficas. La bondad de ajuste puede ser evaluada mediante los diagramas de Shepard. En estos se pueden ver diagramas de tipo D-Hat y de tipo D-Star. D-Star es calculado mediante un procedimiento conocido como el procedimiento permutación rango-imagen (rank-image permutation). En general, intenta reproducir el orden de rango de diferencias en la matriz de similitud o disimilitud. D-Hat es calculado mediante un procedimiento referido como el procedimiento de transformación de regresión monótona (monotone regression transformation procedure). En este, el programa intenta determinar la mejor transformación monótona (regresión) para reproducir las similitudes o disimilitudes de la matriz de entrada.

El análisis MDS, al igual que el de Cluster, se realizó en el paquete STATISTICA para Windows (STATISTICA/w, 1994). Debido a que el análisis MDS solo acepta una matriz de

similitud, se realizó un análisis de Cluster y se guardó la matriz que este dió como resultado. Esta se utilizó entonces para el análisis de MDS. Los análisis de Cluster y de Escalamiento Multidimensional, se realizaron para cada uno de los 7 meses. Con estos se obtuvieron diferentes grupos con los que se pudo determinar el comportamiento alimenticio de la trucha

Con el fin de observar cual(es) era(n) la(s) presa(s) principal(es) a lo largo del año, se hicieron los mismos análisis hechos a cada mes a una matriz que contiene los datos de todo el año. En esta matriz, los renglones estaban constituidos por todas las presas encontradas en todas las estaciones, y en las variables (columnas) se encontraban los meses. A esta matriz se le realizaron dos análisis Cluster, uno que agrupara por variables, para ver que meses son los más parecidos entre sí respecto a las presas que se consumieron, y otro igual a los hechos para cada estación, para observar los grupos de presas principales. Posteriormente se hizo con esta matriz el análisis MDS.

## IV.Resultados

Se examinaron un total de 182 estómagos. El inventario total de los organismos encontrados integra una lista de taxa relativamente extensa que se presenta a continuación:

- Phyllum Mollusca**  
**Clase Gasteropoda**  
**Subclase Pulmonados**  
**Orden Basommatophora**  
**Familia Ancyliidae**  
*Ancylusfluvialis*  
**Familia Planorbidae**  
  
*Helisoma* sp  
**Subclase Prosobranchios**  
**Familia Valvatidae**  
*Valvata* sp  
**Familia Bythinellidae**  
*Bythinella* sp
- Phyllum Annelida**  
**Clase Achaeta**  
**Clase Oligoqueta**
- Phyllum Arthropoda**  
**Subphyllum Chelicerata**  
**Clase Acarida**  
**Orden Prostigmata**  
**Familia Hygrobatidae**  
*Atractides* sp
- Hygrobates* sp  
**Familia Lebertiidae**  
*Lebertia* sp  
**Familia Sperchontidae**  
*Sperchonopsis* sp  
**Familia Torrenticolidae**  
*Torrenticola* sp  
**Orden Mesostigmata**  
**Familia Parasitidae**  
**Orden Cryptostigmata**  
**Clase Arachnidae**  
**Orden Aranae**  
**Sudorden Labidognatha**  
**Familia Linyphidae**  
**Familia Salticidae**  
**Familia Thomisidae**  
**Familia Agelenidae**  
**Familia Lycosidae**  
**Familia Araneidae**  
**Familia Tetragnathidae**  
**Familia Micryphantidae**  
**Familia Argiopidae**  
*Mastophora* sp.  
**Subphyllum Mandibulata**  
**Clase Crustacea**  
**Subclase Malacostraca**  
**Orden Amphipoda**  
**Familia Gammaridae**  
*Gammarus* sp  
**Orden Isopoda**  
**Clase Diplopoda**  
**Clase Chilopoda**  
**Subclase Anamorpha**

- Subclase Epimorpha**  
**Orden Geophilomorpha**  
**Clase Insecta**  
**Subclase Apterygota**  
**Orden Collembola**  
**Suborden Arthropleona**  
**Subclase Pterygota**  
**Orden Ephemeroptera**  
**Familia Ephemeridae**  
*Ephemera* sp  
**Familia Baetidae**  
*Centroptilum* sp  
**Familia Heptagenidae**  
*Ecdyonurus* sp  
*Epeorus* sp  
**Familia Ephemerellidae**  
*Ephemerella* sp  
**Familia Caenidae**  
**Familia Potamanthidae**  
*Potamanthus* sp  
**Orden Odonata**  
**Suborden Zygoptera**  
**Familia Calopterygidae**  
*Agrion* sp  
**Suborden Anisoptera**  
**Familia Cordulegasteridae**  
*Cordulegaster* sp  
**Orden Orthoptera**  
**Suborden Ensifera**  
**Familia Tettigoniidae**  
**Orden Isoptera**  
**Orden Plecoptera**  
**Orden Psocoptera**  
**Orden Thysanoptera**  
**Orden Hemiptera**  
**Suborden Geocoris**  
**Familia Hydrometridae**  
*Hydrometra* sp  
**Familia Gerridae**  
*Gerris* sp  
**Familia Mesoveliidae**  
*Mesovelia* sp  
**Familia Hebridae**  
*Hebrus* sp  
**Suborden Hydrocorises**  
**Familia Corixidae**  
**Familia Notonectidae**  
**Orden Homoptera**  
**Suborden Auchenorrhyncha**  
**Superfamilia Cicadoidea**  
**Familia Cicadellidae**  
**Orden Neuroptera**  
**Suborden Osmyloidea**  
**Familia Osmylidae**  
*Osmylus* sp  
**Orden Coleoptera**  
**Suborden Adephaga**  
**Familia Carabidae**  
**Familia Amphizoidae**  
**Familia Dytiscidae**  
**Suborden Polyphaga**  
**Familia Hydrophilidae**  
**Familia Helodidae**  
**Familia Scarabeidae**  
**Familia Dryopidae**  
**Familia Elmidae**  
*Elmis* sp  
**Familia Elateridae**  
**Familia Cantharidae**  
*Silis* sp  
**Familia Dermestidae**  
**Familia Bostrichidae**  
**Familia Nitidulidae**  
*Corpophilus* sp  
**Familia Cucujidae**  
**Familia Chrysomelidae**  
**Familia Helophoridae**  
**Orden Trichoptera**  
**Familia Rhyacophilidae**  
**Familia Glossosomatidae**  
**Familia Hydroptilidae**  
**Familia Philopotamidae**  
**Familia Hydrpsychidae**  
**Familia Psychomyiidae**  
**Familia Brachycentridae**  
**Familia Limnephilidae**  
**Familia Beraeidae**  
**Familia Leptoceridae**  
**Familia Sericostomatidae**

**Familia Polycentropodidae**  
**Familia Odontoceridae**  
*Odontocerum albicorne*  
**Familia Goeridae**  
**Familia Ecnomidae**  
*Ecnomus* sp  
**Orden Lepidoptera**  
**Orden Diptera**  
**Suborden Nematocera**  
**Familia Ptychopteridae**  
**Familia Tipulidae**  
**Familia Psychodidae**  
**Familia Dixidae**  
**Familia Simuliidae**  
**Familia Chironomidae**  
**Familia Ceratopogonidae**  
**Suborden Brachycera**  
**Familia Empididae**  
**Familia Dolichopodidae**  
**Familia Tabanidae**  
**Familia Syrphidae**  
**Familia Stratiomyidae**  
**Familia Scyromizidae**  
**Familia Athericidae**  
*Atherix* sp  
**Familia Muscidae**  
**Orden Hymenoptera**  
**Suborden Apocrita**  
**Familia Formicidae**  
**Familia Agriotypidae**  
*Agriotypus* sp

Estos taxa aparecieron en los 7 meses, aunque en algunos (febrero), la variedad de organismos fue muy reducida.

A continuación se presentan los resultados obtenidos con los análisis estadísticos para cada uno de los meses. Solo se presentan las gráficas obtenidas con el método de Cluster de Distancia del Vecino más Lejano (Complete Linkage), ya que al comparar este método de Cluster con el método de Distancia al Vecino más Cercano (Single Linkage) se

vio que son muy parecidos, y se optó por aplicar el primero ya que la interpretación de los resultados se facilita más en su reconocimiento visual. Junto a cada gráfica resultante del análisis de MDS, se encuentran las gráficas de Stress para dicho análisis (Diagramas de Shepard). Esta gráfica, usada en el método de Shepard, indica, al salir todos los puntos sobre la recta, que no se están haciendo violaciones al supuesto estadístico, y que, por tanto, el método es válido.

La cantidad porcentual que se encuentra entre paréntesis, indica el porcentaje de dicho organismo en el contenido estomacal para un mes dado, obtenido según la fórmula:

$$N = ne/Ne$$

Debido a que al poner los nombres de los diferentes tipos de presa en las gráficas estos no se podían distinguir bien debido al amontonamiento, se le asignó a cada una un número de categoría (NCP), que se puede cotejar en la Tabla 1.

#### IV.1 Julio 1993

Al observar el análisis de Cluster del mes de Julio (Figura 4), podemos observar claramente 3 grupos principales. El primero de ellos está caracterizado por una selectividad primaria de la trucha sobre los siguientes organismos: larvas de Simuliidae (33.24 %), larvas de Chironomidae (29.12%), larvas de Baetidae (15.66%), los cuales representan un 78.02 % del total del número de organismos encontrados para ese mes en los estómagos estudiados. El segundo grupo, que se puede decir que son presas con una preferencia secundaria, está caracterizado por los siguientes organismos: Juveniles de Ephemeroptera (2.4 %), larvas de Dixidae (1.17 %), larvas de Goeridae (1.37 %), larvas de

Trichoptera, *Bythinella* sp (1.65 %), ninfas de Chironomidae (1.99 %), *Ephemerella* sp (2.27 %), *Odontocerum albicorne*, (0.41 %), larvas de Ephemeroptera (0.76 %) y larvas de Plecoptera (0.69 %). El tercer grupo, lo podemos clasificar como presas ocasionales sobre las que no se presentan una clara preferencia.

Lo anterior se puede corroborar en el análisis de Escalamiento Multidimensional (Figura 5). Al ver la gráfica de tres dimensiones de dicho análisis, se observa como hay una clara separación de los organismos del primer grupo formado por el análisis Cluster, y forma un segundo grupo donde se concentran el resto de los organismos encontrados para ese mes, sin embargo, podemos observar como los organismos clasificados como presas secundarias se encuentran por afuera de dicho grupo.

#### IV.2 Agosto 1993

En el análisis de Cluster de este mes (Figura 7) se observa un dendograma de difícil interpretación, sin embargo, se pueden distinguir grupos característicos. El primero de ellos es el de las larvas de Chironomidae, que claramente queda en este mes como la presa principal (representa un 41.23% del total de presas encontradas en este mes). El segundo grupo parece estar constituido por el molusco *Bythinella* sp (3.95%), y larvas de la familia Baetidae (5.99%). Se podría constituir un tercer grupo formado por Hymenoptera (2.33%), adultos de Diptera (2.92%), *Helisoma* sp (1.32%), larvas de Plecoptera (4.386 %), larvas de Simuliidae (2.63 %) y el Gasteropoda *Ancylus fluviatilis* (2.49 %). En el cuarto grupo caerían el resto de los organismos encontrados en este mes.

Al analizar la gráfica de tres dimensiones arrojada por el análisis de escalamiento Multidimensional (Figura 8), observamos que los grupos aquí formados son parecidos a los del análisis Cluster, aunque hay algunas diferencias. Pero de cualquier forma, vemos como los organismos de los tres grupos principales mencionados anteriormente, están separados del cuarto grupo en donde caen el resto de los organismos. Se puede decir que en este mes, la presa principal son las larvas de Chironomidae, seguidas por las de Baetidae; a estas les seguirían las larvas de Simuliidae y los moluscos, *Ancylus fluviatilis*, *Bythinella* sp y *Helisoma* sp; posteriormente, los Hymenopteros y adultos de Diptera. Hay que resaltar que en este mes, tres moluscos son presas secundarias, además de que las presas principales respecto al mes anterior son casi las mismas, es decir, larvas de Chironomidae y Baetidae. Las larvas de Simuliidae pasan de ser una presa principal en el mes anterior, a una presa secundaria. En donde si hay un gran cambio es en las presas secundarias, ya que solo comparten el molusco *Bythinella* sp.

#### IV.3 Septiembre 1993

Al revisar el análisis Cluster de este mes (Figura 10), se observan 3 grupos. El primero de ellos bien definido, se encuentra constituido una vez más por larvas de Chironomidae (55.05 %) y Baetidae (7.49 %), y aparece un nuevo grupo de presa principal, ninfas de Chironomidae (5.35 %). Un segundo grupo no muy claro formado por el gasterópodo *Bythinella* sp (1.988%), ninfas de Diptera (1.99 %), larvas de Heptageniidae (2.9 %), larvas de Ephemeroptera (3.82 %) y larvas de Ptycopteridae (1.38 %). En el tercer

grupo se encuentran el resto de los organismos encontrados en este mes. Al comparar el análisis Cluster con el análisis de Escalamiento Multidimensional (Figura 11), se ve que las tres presas principales se encuentran muy separadas del resto de los organismos, que se hayan concentrados en lo que podría ser un solo grupo, pero, se puede observar, como los organismos encontrados en el segundo grupo que se ve en el dendograma anterior, se hayan en la periferia de este grupo.

Al comparar las presas de este mes con el anterior, se observa que las presas principales siguen siendo las mismas prácticamente, larvas de Chironomidae y larvas de Baetidae, aunque en este mes, la tercera presa principal cambia con respecto al mes anterior, ninfas de Chironomidae. En cuanto a las presas secundarias, otra vez hay un cambio notorio respecto a la estación anterior, ya que la única presa secundaria que se mantiene es el molusco *Bythinella* sp. Es de resaltar el hecho de que las larvas de Simuliidae que en el primer mes revisado eran presas principales, ahora se encuentran en el tercer grupo de presas casuales, pasando en el mes anterior por presas secundarias.

#### IV.4 Octubre 1993

El dendograma obtenido mediante el análisis de Cluster para este mes (Figura 13), nos muestra una gran cantidad de grupos. Podemos distinguir un primer grupo constituido por larvas y ninfas de Chironomidae (16.02% y 7.73% respectivamente), y larvas de Baetidae (24.31%), un segundo grupo constituido por larvas de Ephemeroptera (4.97%), y un tercer grupo que se puede dividir en dos grandes grupos a su vez, en donde caen presas cuya importancia es poca. Sin embargo, al revisar el análisis de

Escalamiento Multidimensional (Figura 14), se observa claramente que solo tienen significancia tres grupos, el primero que son las larvas y ninfas de Chironomidae y las larvas de Baetidae, el segundo constituido por larvas de Ephemeroptera y un tercer grupo en el que se encuentran todas las demás presas, y que es tan compacto que no se alcanzan a distinguir las demás, y solo se ven los Acarii, pero al hacer un acercamiento a dicho punto, se puede ver como empiezan a aparecer las demás presas (Figura 15).

En este mes, las presas principales o primarias, vuelven a ser las mismas que las del mes anterior, el cambio se vuelve a dar en las presas de carácter secundario, ya que en este mes solo hay una presa de este tipo, presa que en el mes anterior también tenía esta característica.

#### IV.5 Diciembre 1993

En este mes, se pueden distinguir fácilmente tres grupos (Figura 17). La presa principal cambia respecto a los meses anteriores. El pulmonado *Ancylus fluviatilis* (44.7%) es ahora la presa principal, mientras que las larvas de Baetidae (7.01%) y Chironomidae (13.16%) pasan a ser presas secundarias, junto con las larvas de Ephemeroptera (8.9%) y las larvas de Simuliidae (6.16%). Se podría construir otro grupo al ver el dendograma, en este grupo estarían las larvas de Trichoptera (2.37%), el Anfípodo *Gammarus* sp (1.61%), ninfas de Chironomidae (1.8%) y el Gasterópodo *Bythinella* sp (3.03%).

Al ver la gráfica obtenida mediante el análisis de Escalamiento Multidimensional (Figura 18), los grupos válidos son el de *Ancylus fluviatilis* como primer grupo y por tanto presa principal de este mes, el segundo grupo formado por las larvas de Simuliidae,



Chironomidae, Ephemeroptera y Baetidae y el tercer grupo en donde están todas las demás presas consumidas en este mes. Aquí vuelve a pasar lo mismo que en el mes anterior, se forma un grupo muy compacto de presas casuales, lo que hace que solo se distingan algunas, pero al acercarse, se pueden empezar a distinguir el resto de las presas (Figura 19).

Es notable como el gran consumo en este mes de *Ancyclus fluviatilis*, desplazó a las larvas de Chironomidae y de Baetidae. También hay que notar que reaparecen las larvas de Simuliidae como una presa importante, y que las larvas de Ephemeroptera adquieren una importancia semejante a las larvas de Baetidae y Chironomidae, en este mes. Las ninfas de Chironomidae, el análisis Cluster las deja como presas de importancia terciaria, aunque el análisis de Escalamiento Multidimensional, les da una importancia de presas casuales.

En un estudio hecho con anterioridad en el río Negro, se encontró que en los meses invernales aumentó la depredación sobre organismos presentes en el bentos (Rincón 1993). Esto concuerda con lo encontrado en este estudio, ya que *Ancyclus fluviatilis* es un organismo bentónico.

#### IV.6 Febrero 1994

El mes de Febrero se caracterizó por ser el mes en el que menor número de presas se encontraron (26). El análisis de Cluster da cuatro posibles grupos (Figura 21), el primero con larvas de Chironomidae (70.15 %), el segundo con ninfas de Chironomidae (8.13 %) y larvas de Baetidae (11.41 %), un tercer grupo con larvas de Simuliidae (3.03 %) y de Heptageniidae (1.58 %) y un cuarto grupo donde caen el resto de las presas. Observando la gráfica obtenida mediante

el análisis de Escalamiento Multidimensional (Figura 22), se ve que, aunque los grupos difieren, las presas mencionadas anteriormente, efectivamente son las presas de mayor importancia para este mes. Podría decirse que las presas primarias son las larvas de Chironomidae y Baetidae, las secundarias las larvas de Simuliidae y las ninfas de Chironomidae, una presa tal vez de carácter terciario serían las larvas de Heptageniidae, y un grupo conteniendo al resto de las presas de carácter casual.

En este mes la presa principal de la estación anterior, *Ancyclus fluviatilis*, ni siquiera se encontró. Las larvas de Chironomidae y Baetidae vuelven a ser las presas principales; las larvas de Simuliidae siguen como presa secundaria junto con las ninfas de Chironomidae y reaparece como presa secundaria las larvas de Heptageniidae, que también habían sido presas secundarias en Septiembre, pero que después aparecieron como presas casuales.

#### IV.7 Mayo 1994

A diferencia del mes de febrero, mayo fue la estación en la que mayor diversidad de presas se encontraron (81 presas diferentes). La gran cantidad de organismos encontrados en este mes, permite que las presas principales se distingan fácilmente entre tantas otras de carácter casual. En el dendograma obtenido mediante el análisis de Cluster (Figura 24), claramente se ve un grupo constituido por la presa principal que son larvas de Chironomidae (61.45%), un segundo grupo formado por larvas de Baetidae (11.53 %) y Simuliidae (5.13 %), un tercer grupo formado por ninfas de Chironomidae (3.41 %), larvas de Ceratopogonidae (3.44%),

Ephemeroptera (2.04%) y Diptera (0.16 %) y adultos de Ephemeroptera (1.15 %). El cuarto grupo esta formado por presas que van desde una importancia terciaria hasta meramente casual.

Al observar la gráfica que se obtiene con el análisis de Escalamiento Multidimensional (Figura 25), se observa que este análisis considera a la presa principal a las larvas de Chironomidae, las presas secundarias son las larvas de Baetidae y Simuliidae, y un grupo donde están el resto de las presas, que son desde terciarias hasta casuales.

La variación respecto al mes de febrero, solo es la desaparición de dos de las presas secundarias presentes en dicho mes (ninfas de Chironomidae y larvas de Heptageniidae).

En el estudio mencionado anteriormente realizado en el río Negro, también se encontró que Mayo fue el mes donde se presentó la máxima cantidad de alimento (Rincón, 1993).

#### IV.8 Resultados Anuales

Se hizo el análisis Cluster incluyendo los 147 tipos de presas y fue necesario reducir el número de presas para que fuera posible la realización del MDS en el paquete STATISTICA. Esta reducción de presas se hizo en base al dendograma obtenido mediante el análisis Cluster que contenía a las 147 presas (Figura 27). Lo que se hizo fue eliminar los grupos de presas de menor importancia, esto es, los grupos que se encontraban a la derecha del dendograma. Se eliminaron grupos, de tal manera que quedaron un total de 83 presas. Con estas presas se realizó nuevamente el análisis de Cluster (Figura 28).

En este nuevo dendograma se pueden observar cuatro grupos. El primero de ellos lo forma la presa

principal larvas de Chironomidae. El segundo está constituido por larvas de Simuliidae, larvas de Baetidae y *Ancylus fluviatilis*. Un tercer grupo de importancia sobresaliente aunque mucho menor que los anteriores lo constituyen larvas de Ephemeroptera, ninfas de Chironomidae, larvas de Ceratopogonidae y ninfas de estos últimos.

Observando la gráfica obtenida con el análisis de MDS (Figura 29), se nota que los grupos dados por el análisis Cluster prevalecen. Las presas de mayor importancia las separa del resto de las presas, dejando juntas a las que tienen una importancia similar. De esta manera, las ninfas de Chironomidae se hayan muy separadas del resto, quedándose como presa principal. Las larvas de Simuliidae y Baetidae tienen una importancia similar y la cuarta presa de mucha importancia es *Ancylus fluviatilis*. Las presas que el análisis Cluster pone en el tercer grupo se encuentran muy cerca del resto de las presas, pero es posible observar que estas presas si presentan una importancia sobresaliente al hacer un acercamiento a el conjunto de puntos que se observan en esta gráfica (Figura 30). En este acercamiento se ve como si existe una separación de dichas presas, pudiéndose conjuntar a las larvas de Ephemeroptera, ninfas de Chironomidae y larvas de Ceratopogonidae en un mismo grupo y hacer otro con ninfas de Ceratopogonidae.

Con el fin de ver el parecido de las diferentes estaciones, se realizó un análisis de Cluster y de MDS que hiciera agrupaciones de los meses. El dendograma que se obtuvo con el análisis de Cluster se puede ver en la figura 32. En él, se pueden apreciar tres grupos. Uno que contiene al último muestreo que es el correspondiente al mes de mayo, otro que contiene a los meses de agosto,

septiembre, octubre y diciembre, y el último en el que se encuentran las estaciones de febrero y julio. En el análisis de MDS, se observa que los grupos formados por el análisis Cluster no son del todo ciertos, ya que en esta gráfica (Figura 33), se pueden distinguir cinco grupos, uno correspondiente a mayo, otro a febrero, otro más a julio, otro que reúne a septiembre y agosto, y por último se podría formar un grupo con octubre y diciembre aunque no se encuentran muy próximos entre sí. Este análisis podría estar indicando que todos los meses son diferentes entre sí, y que solo hay parecido en algunos. Cuando se revisan cada una de las estaciones, tal vez no parecería muy lógica la manera en que dichos análisis agruparon las diferentes estaciones, pero hay que tener en cuenta que estos se hicieron utilizando todas las diferentes presas halladas en las truchas. El análisis anterior muestra como se parece el consumo de presas de un mes a otro tomando en cuenta todas las presas y no solo las principales. En el análisis Cluster se puede ver como el cambio se va dando cronológicamente, es decir, los meses

contiguos desde agosto hasta diciembre los deja en un solo grupo, pero es claro ver como el análisis los acomoda por orden, esto podría indicar como está cambiando la fauna a lo largo del año. En cuanto al relativo parecido los meses de febrero y julio, este se puede deber a las presas clasificadas como casuales. La estación que se puede explicar fácilmente es la que corresponde al mes de mayo; esto debido a que es en esta estación en la que se encontraron mayor cantidad y variedad de organismos. De hecho, esta estación podría servir de referencia y para poder observar como los anteriores análisis hechos para los meses, no formaron grupos de acuerdo a las presas principales, si no más bien de acuerdo al total de las presas encontradas, ya que este mes, siendo tan diferente a los otros, contiene, en general, las mismas presas principales que todos los demás, es decir, larvas de Baetidae, Chironomidae y Simuliidae; así que es fácil usando este mes como "patrón" que las diferencias o parecidos de un mes a otro no dependen solo de la dieta principal, sino de toda la dieta en conjunto.

## V. Discusion

Al observar las gráficas obtenidas con el análisis Cluster y de MDS para la matriz anual, pareciera que esta da el orden de preferencia de la trucha hacia una presa determinada. Según esto, la trucha elegiría a sus presas en el siguiente orden:

1. Larvas de Chironomidae
2. Larvas de Simuliidae
3. Larvas de Baetidae
4. *Ancylus fluviatilis*
5. Larvas de Ephemeroptera
6. Ninfas de Chironomidae
7. Larvas de Ceratopogonidae y,
8. Ninfas de Ceratopogonidae

y después una gran cantidad de presas que van desde aquellas con poca importancia, hasta otras meramente casuales. Podría pensarse que este patrón es el que se debería de presentar de manera más o menos homogénea durante todo el año. Presas que en algún o algunos meses son de importancia, en algunos meses no son ni siquiera ingeridas (como en el caso de *Ancylus fluviatilis*). Es de notar que este análisis presenta como presas sobresalientes a las larvas y ninfas de Ceratopogonidae, presas que solo en unos meses tuvieron una importancia significativa, pero que aquí aparece como importante dentro de la dieta anual. Es posible que los análisis propongan el

orden de preferencia de la trucha sobre las presas que se hallan en el río, pero lo que determina la dieta de un mes a otro es, aparte de la preferencia de la trucha, la abundancia de estos organismos. Para esto es necesario revisar los ciclos de vida de dichas presas para así poder tener una idea de la abundancia de estas a lo largo del año.

La importancia en la dieta de las truchas de larvas de Ephemeroptera (Baetidae), y larvas de Diptera (Chironomidae y Simuliidae) contrastan con algunos estudios, pero concuerda con otros. Según el trabajo de Rincón (1993), realizado en el río Negro, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y a la deriva en dicho río están dominadas por las larvas de Chironomidae, larvas de Simuliidae y de Ephemeroptera, sobre todo de la familia Baetidae. Esto va de acuerdo con trabajos previos en los que se ha reportado que los grupos más representativos de los ríos asturianos son: Plecópteros, Epheméropteros, Tricópteros, Simúlidos y Chironómidos (Puig, et al, 1984). Con esto, se puede observar que un factor que podría estar determinando la selección hacia una u otra presa es la abundancia de la misma, ya que de trabajos anteriores se sabe que la trucha puede presentar preferencias por

organismos diferentes a los aquí mencionados (Hunt & Jones, 1972; Fitzmaurice, 1979; O'Grady, 1983).

La importancia de la alimentación sobre el fondo es mayor en los muestreos invernales (diciembre). No parece probable que ello obedezca a diferencias en la disponibilidad de alimento. El aumento invernal en el consumo de presas bentónicas estaría relacionado con las condiciones del hábitat físico, en concreto, velocidad y temperatura del agua (Rincón, 1993). La conjunción de una velocidad elevada y baja temperatura del agua determinan un notable aumento en el costo energético. En estudios de laboratorio se ha comprobado que los juveniles de salmón del Atlántico mantienen constante el gasto de energía por ataque a una presa. Para ello reducen la distancia a que dichos ataques se producen cuando el costo de la locomoción aumenta al hacerlo la velocidad de la corriente. Es habitual en la especie mantener en todo momento posiciones en la columna de agua muy próximas al fondo, especialmente al aumentar la velocidad de la corriente (Rincón 1993). Los organismos del bentos son, por tanto, las presas más próximas. Este mecanismo explicaría, por ejemplo, la disminución de la selección hacia presas de origen terrestre. Puesto que tales presas se encuentran en la superficie del agua, requieren mayor desplazamiento y por ende, mayor gasto de energía para su captura. Son por ello el grupo cuya representación de la dieta sería más susceptible de verse afectada. En el trabajo de Hunt y Jones (1972) se muestra que la captura de comida de una trucha de dos años de edad se incrementa gradualmente con la temperatura desde 4.5°C hasta 19°C. La toma de alimentos decae durante el otoño hasta llegar a un

mínimo en noviembre y diciembre. Sin embargo la cantidad de comida disponible para el pez no disminuye durante este periodo. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que diciembre es cuando se tienen las menores temperaturas (8°C) y cuando la corriente alcanza su velocidad máxima. Lo anterior se puede observar más claramente en la lista donde se muestran los porcentajes de las presas terrestres o no acuáticas (por ejemplo dípteros adultos) contra los diferentes meses. Al observar la gráfica obtenida con dicha lista (figura 35), se ve claramente que en agosto dichas presas alcanzan un porcentaje muy alto (10.38%), y disminuye el mes de febrero, en donde el porcentaje de las presas de origen terrestre es muy bajo. Esto se ve aun más claramente si se agrupan los diferentes meses de acuerdo a la estación del año que les corresponde y se grafica el porcentaje de presas de origen terrestre contra la estación del año. Se nota claramente en la Figura 36 una disminución de la cantidad de presas de origen terrestre a partir del verano hasta el invierno, y un aumento en primavera.

Meses	% de presas terrestres
Julio	1.40
Agosto	10.38
Septiembre	3.37
Octubre	4.97
Diciembre	1.14
Febrero	0.36
Mayo	2.93

Estación	% de presas terrestres
Verano	4.20
Otoño	3.84
Invierno	0.75
Primavera	1.47

Para la lista anterior, verano corresponde a los meses de julio y agosto, otoño a septiembre y octubre, invierno a diciembre y febrero, y primavera a mayo.

Por otra parte, se ha reportado en trabajos previos que la dieta de la trucha varía estacionalmente (Lobón-Cerviá, et al, 1988). El comportamiento alimentario de la trucha, depende de la composición estructural de las comunidades de invertebrados. Se sabe que las variaciones estacionales en la dieta están relacionadas con la frecuencia de alguna presa en particular en el ambiente (Montañés & Lobón-Cerviá 1986). En dicho trabajo se llegó a la conclusión de que la trucha es un depredador generalista que exhibe alguna selección de sus presas, dicha selección es determinada por los siguientes factores:

1. La estructura de la comunidad de invertebrados y el microhábitat ocupado por sus individuos.
2. Los cambios estacionales de estas comunidades.
3. La propia selección de taxa como alimento que puede estar a nivel de especie o en otro nivel taxonómico, y
4. Los tamaños de la población de las presas

Ball (1961) establece que la manera en que diferentes animales son comidos depende principalmente de su representación numérica en la fauna, aunque su tamaño, hábitos y movilidad son importantes. En investigaciones previas, la trucha mostró que se alimenta de los recursos disponibles (Hunt y Jones, 1972).

Para dar una idea de los recursos disponibles en el río Esva, se utilizó la composición de la comunidad de presas del río Negro, que es vecino al Esva

(Figura 37), con características ambientales casi idénticas, la misma altitud, el mismo tipo de fondo, etc., ya que para el río Esva no se tiene una información de este tipo; las presas potencialmente disponibles en el río Negro, deben ser, si no las mismas, al menos muy similares a las que se encuentran en el río Esva, ya que la composición general de la comunidad de macroinvertebrados y las tendencias generales de su variación estacional son similares a las que presenta otro río asturiano, el Piguéña (Suarez et al, 1988). Asimismo, la abundancia de organismos es parecida, y sus fluctuaciones estacionales presentan también un patrón semejante. A una escala más amplia, la abundancia de macroinvertebrados en el río Negro es comparable a la de numerosos sistemas de características semejantes, al igual que sus variaciones estacionales, que siguen el patrón general de la zona templada del globo (Hynes 1970, Bilby y Bisson 1992). La abundancia de larvas de Ephemeroptera (en especial de Baetidae), Chironomidae y Simuliidae es una característica ampliamente extendida (Waters 1972, Brittain y Eikeland 1988).

Las larvas de Chironomidae fueron siempre la categoría de abundancia más elevada y estable a lo largo del año. Las restantes categorías, o bien presentaron marcados ciclos estacionales, o se mantuvieron relativamente estables en valores bajos. La falta de variación anual puede atribuirse al hecho de que las larvas de Chironomidae, al estar en el nivel taxonómico de familia, engloban varios géneros cuyos ciclos fenológicos pueden ser bastante distintos y complementarse. El orden de importancia en la comunidad de presas después de la familia Chironomidae figuran Ephemeroptera de la familia Baetidae y larvas de la familia

Simuliidae. *Ancyclus fluviatilis* es muy abundante hacia fines de año, pero en enero desaparece por completo. Esto podría explicar lo encontrado en el río Esva. La gran abundancia de *Ancyclus* hacia el final del año combinada con lo que ya se explicó anteriormente de la alimentación de la trucha de fauna bentónica debido a los gastos energéticos. La razón por la cual en febrero, que sigue siendo un mes invernal, de temperaturas bajas, la trucha no se alimenta de *Ancyclus fluviatilis*, es porque no se encuentra disponible por lo que se tiene que alimentar de los recursos disponibles, pero es notorio como el consumo de presas de origen terrestre disminuye drásticamente (Figura 37).

Algunos grupos de presas muestran variaciones estacionales en su abundancia relativa. La semejanza general en la composición cuantitativa de las muestras del bentos es elevada. Indudablemente, la falta de determinaciones genéricas o específicas para las larvas de Chironomidae, el componente claramente dominante de la comunidad enmascara ciclos estacionales dentro de este grupo.

Las muestras de macroinvertebrados recogidas en este trabajo en campañas contiguas tienden a ser más parecidas entre sí. Esto también se puede observar al comparar el dendograma obtenido mediante el análisis Cluster de la figura 33, en el que se agrupan las diferentes estaciones de acuerdo a lo encontrado en el contenido estomacal para cada estación. Aquí también se puede ver el parecido entre estaciones contiguas. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede hablar de una cierta variación estacional no muy marcada en la comunidad de presas del río Negro, lo que puede ser extrapolable para el río Esva.

El número medio de organismos recogidos por muestra del río Negro varía de manera estadísticamente significativa a lo largo del año (Rincón 1993). La abundancia es elevada en los meses de julio y agosto, decrece en octubre y enero y aumenta notablemente en marzo y mayo, alcanzando valores similares a los de los meses de verano. Estos aumentos de abundancia se reflejan en la dieta (Figuras 38, 39 y 40). Al comparar la gráfica obtenida para el río Negro de abundancia de organismos en el medio contra mes, con la gráfica obtenida al graficar *Ne vs mes* para este trabajo de acuerdo a los valores que se listan a continuación, vemos como hay un gran parecido. Esto podría estar indicando la relación existente entre la abundancia de las presas y la cantidad de alimento encontrado en los estómagos.

Julio	53.93
Agosto	42.75
Septiembre	25.12
Octubre	16.46
Diciembre	47.82
Febrero	45.83
Mayo	116.30

La variación estacional en el consumo de las presas corresponde de un modo general con las fluctuaciones de su frecuencia. Sin embargo la utilización de las presas no es simplemente proporcional a su abundancia (Rincón 1993).

De manera general, las diferencias en la alimentación se relacionan con cambios estacionales en la comunidad de presas. Tales cambios pueden ser fluctuaciones numéricas, cambios de comportamiento o hábitat asociados con el ciclo fenológico y cambios de tamaño

(Rincón 1993). Tales variaciones en la disponibilidad son mediadas por factores intrínsecos al depredador.

La comparación de la composición global de la dieta encontrada en el río Esva, con las estimas de disponibilidad de alimento para el río Negro (Tabla 2), indican, que si bien la abundancia en el medio de una presa es un factor importante a la hora de determinar su consumo, no es el único. La importancia de una presa en la dieta y la predilección hacia ella coinciden con cierta frecuencia pero no van necesariamente ligadas. Grupos consumidos en cantidades relevantes pueden no ser objeto de una especial apetencia o incluso sufrir cierto rechazo. Para obtener detalles sobre la posible depredación selectiva de las truchas sobre la comunidad de invertebrados, era necesario determinar si cada uno de los principales grupos de presas era consumido de acuerdo con su abundancia en las muestras de disponibilidad. Para esto se utilizó la versión mejorada por Jacobs (1974) del índice de selección de Ivlev (1961), utilizado para determinar preferencias o uso selectivo de recursos (Moyle y Baltz 1985, Moyle y Vonracek 1985, Heggenes y Saltveit 1990, Heggenes et al. 1991, Copp 1991) y cuya fórmula es:

$$D = (r - p) / (r + p - 2rp)$$

donde  $r$  es la frecuencia relativa de uso de un determinado recurso (categoría de presa en este caso) y  $p$  su frecuencia relativa disponible.  $D$  puede valer entre -1 y 1. Valores negativos indican presas evitadas por las truchas (selección negativa). Valores positivos indican presas que son consumidas en proporción superior a su abundancia (selección positiva). Mediante el cálculo de  $D$  se obtienen estimas de la preferencia respecto a las frecuencias de cada presa en

el río. Cuando  $r$  y  $p$  presentan valores muy bajos los valores de  $D$  pueden resultar poco significativos (Pearre 1982), por esto se ha limitado el análisis a aquellas categorías cuya frecuencia relativa de uso o disponibilidad superó el 4%. Para esto, hubo que hacer uso una vez más de los datos de presas disponibles para el río Negro, ya que estos datos no se encuentran disponibles para el Esva. Las presas para las que se realizó este análisis son las mostradas en la Tabla 2, donde se comparan las abundancias relativas de lo encontrado en el contenido estomacal contra lo encontrado en las muestras del río. La gran limitante de esto, es que no se tienen las abundancias para los mismos meses, por lo que para algunos meses (septiembre y diciembre) este análisis no fue posible realizarlo, y para el mes de febrero se utilizaron las abundancias del mes de enero. Además de que tampoco se tienen las abundancias de todas las presas principales encontradas que están en la Tabla 3. De tal manera que solo se pudo llevar a cabo este análisis con las presas principales para todo el año, es decir larvas y ninfas de Chironomidae, larvas de Baetidae, larvas de Simuliidae, larvas de Ceratopogonidae, *Ancyclus fluviatilis* y los organismos de origen terrestre. Faltarían larvas de Ephemeroptera de las cuales no se tiene el dato de la abundancia relativa en el río Negro (Tabla 2).

Al observar las gráficas obtenidas con el valor de índice de selección de Ivlev (Figura 41), confirman que la abundancia en el medio de una determinada presa no es el único factor que determina el consumo de esta. Es posible darse cuenta como algunas presas son rechazadas totalmente en algunos meses y en otros son preferidas. En el caso de *Ancyclus fluviatilis*, desafortunadamente no se tienen los



valores del mes de diciembre en donde fue la presa principal en los contenidos estomacales, y para los meses que se tienen, el análisis lo marca como una presa que es rechazada en general. En esto radica lo limitado de este análisis, ya que solo puede dar una idea general de las preferencias. El que una misma presa sea preferida y rechazada en diferentes meses podría indicar que la identidad taxonómica *per se* no es el factor determinante en la elección de una presa por parte de las truchas.

El tamaño de la presa es importante en cuanto que es el factor que determina de manera general su detectabilidad, pero esta relación puede estar matizada por otros factores. (Rincón 1993). La abundancia de organismos terrestres en la dieta puede deberse a que la mayoría de estos organismos son alados (himenopteros y dípteros adultos), lo que incrementa su tamaño aparente, además de que se encuentran en la superficie, lo cual puede contribuir a aumentar su visibilidad. Otros factores que pueden influenciar la preferencia o rechazo hacia una presa por parte de la trucha podrían ser el uso del microhábitat, por ejemplo, la distancia hacia la superficie que ocupen en un determinado mes.

La composición de la dieta de las truchas del Río Esva es de manera general, similar a la de otras poblaciones fluviales, tanto de la Península Ibérica (Rincón 1993; López-Álvarez 1984, García de Jalón y Barceló 1987, Suárez et al 1988) como en otros lugares (Thomas 1962, Elliot 1967, 1973, Tusa 1968, Chaston 1969, Neveu y Thibault 1977, Neveu 1980, Papageorgiou et al 1984, Johnsen y Ugedal 1986, Cunkaj y Power 1986, Kelly-Quinn y Bracken 1990). Las truchas capturadas en el Río Esva se alimentan exclusivamente de

invertebrados, insectos en su mayoría. Las tendencias estacionales en la dieta resultan de la interacción entre el cambio en la comunidad de presas disponibles y factores intrínsecos al predador que median o modulan los anteriores (Tippets y Moyle 1978, Allan 1981). Algunos autores han hecho uso de factores relacionados con el hábitat ocupado por el depredador para explicar características de la dieta de los Salmónidos (Mundie 1971, Johnson y Ringler 1980), es decir, que las truchas muestran características comunes entre la dieta y el uso del hábitat.

El contenido estomacal de cada ejemplar en un momento determinado refleja sus encuentros con presas apetecibles en un período de tiempo inmediatamente anterior a su captura (Bryan y Larkin 1972, Hyslop 1980). Este tiempo depende de la tasa de digestión y de la temperatura (Elliot 1972, Windell y Bowen 1978). Si estas son bajas, en el estómago se hallarán presas capturadas a lo largo de muchas horas, y en consecuencia mayor variedad.

El análisis de las preferencias o rechazos alimenticios que las truchas del río Esva exhiben permite concluir que cualquier circunstancia que incremente su detectabilidad hace más probable el consumo de una presa (Allan 1981), y que solo en función de ellas tiene importancia la identidad taxonómica, ya que una misma especie puede ser apetecida o rechazada de manera extrema durante el año. Básicamente su tamaño, que es la característica más directamente relacionada con su visibilidad, parece determinar la preferencia hacia un organismo, pero otras circunstancias, como la presencia de alas, estar en la superficie del agua, cambios en el comportamiento o uso del hábitat asociados a la pupación o emergencia, uso

del microhábitat por parte del predador, modifican también su consumo (Mundie 1971, Johnson y Ringler 1980, Allan 1981, Angradi y Griffith 1990).

## VI. Conclusiones

1. La dieta de las truchas en el río Esva está compuesta principalmente por Ephemeroptera (en especial de la familia Baetidae), larvas y ninfas de Chironomidae, larvas de Simuliidae, larvas de Ceratopogonidae y el molusco pulmonado *Ancylus fluviatilis*.
2. Los cambios estacionales principales en la dieta de las truchas del Río Esva son el descenso en el número de presas terrestres capturadas en los últimos meses del año y el aumento en el consumo de *Ancylus fluviatilis* en diciembre.
3. En mayo la cantidad de presas, la diversidad de presas y el número de presas por estómago fue mayor que en los demás meses.
4. Las truchas del río Esva son depredadores generalistas presentando una selectividad hacia distintos tipos de presa, que varía a lo largo del año. Esta preferencia o rechazo puede estar relacionada con varios factores, como lo son el tamaño de la presa, eventos de pupación o emergencia, así como factores que aumenten su detectabilidad; aunque la abundancia de una presa en el río es el factor más importante.

## VII. Referencias Bibliográficas

- Allan, J.D. 1981. Determinants of diet of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in a mountain stream. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **38**:184-192
- Angradi, T.R. y J.S. Griffith. 1990. Diet feeding chronology and diet selection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Henry's Fork of the Snake River, Idaho. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **47**:199-209.
- Bagenal, T.B. y Braum, E. 1978. Eggs and early life history. En: T.B. Bagenal pp. 165-201. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. 3a edición. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Baglinière, J.L. 1991. La Truite. Biologie et Ecologie. Paris. INRA Editions. 303 pp.
- Ball, J.N. 1961. On the food of the brown trout of Llyn Tegid. Proceedings of the Zoological Society of London. **137**:599-622.
- Bennett, A.T.D. y Houston, A.I. 1990. When to change habitat. Trends in Ecology and Evolution. **4**:3-4.
- Bertrand, H. 1954. Les Insectes Aquatiques D'Europe. Paris. Paul Lechevalier Éditeur. 555 pp.
- Bilby, R.E. y P.A. Bisson. 1992. Allochthonous versus autochthonous organic matter contributions to the trophic support of fish populations in clear-cut and old-growth forested streams. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **49**:540-551.
- Borror, D. J., *et al.* 1981. An Introduction to the Study of Insects. U.S.A. Saunders College Publishing. 827 pp.
- Brittain, J.E. y Eikeland, T.J. 1988. Invertebrate drift-A review. Hydrobiologia. **166**:77-93.
- Bryan, J.E. y Larkin P.A. 1972. Food specialization by individual trout. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. **29**:1615-1624.
- Calow, P. 1985. Adaptive aspects of energy allocation. En: Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos. Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una Población de Trucha Común (*Salmo trutta* L.) en el Río Negro

- (Asturias). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Chaston, I. 1969. Seasonal activity and feeding pattern of brown trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream in relation to availability of food. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. **26**:2165-2171.
  - Copp, G.H. 1990. Recognition of cohorts and growth of larval and juvenile roach *Rutilus rutilus* L., using size class ordination of developmental steps. Journal of Fish Biology. **36**:803-819.
  - Crisp, D.T., Mann R.H.K. y McCormack. 1978. The effects of impoundment and regulation upon the stomach content of fish at Cow Green, Upper Teesdale. Journal of Fish Biology. **12**:287-301.
  - Cummins K.W. , 1973. Trophic relations of aquatic insects. Ann. Rev Entomol., **18**, 183-206.
  - Cunjak, R.A. y Power, G. 1986. Winter habitat utilization by stream resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **43**:1970-1981.
  - Deselle, W.J., Poirier, M.A., Rogers J.S. y Cashner R.C. 1978. A discriminant function analysis of sunfish (*Lepomis*) food habits and feeding niche segregation in the Lake Pontchartrain, Louisiana estuary. Transactions of the American Fisheries Society. **107**:713-719.
  - Elliot, J.M. 1967. The food of trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream. Journal of Applied Ecology. **4**:59-71.
  - Elliot, J.M. 1972. Rates of gastric evacuation in brown trout (*Salmo trutta* L.). Freshwater Biology. **2**:1-18.
  - Elliot, J.M. 1973. The food of brown and rainbow trout (*Salmo trutta* and *Salmo gairdneri*) in relation to the abundance of drifting invertebrates in a mountain stream. Oecologia. **12**:329-347.
  - Fitzmaurice, P. (1979). Selective predation on Cladocera by Cladocera by brown trout *Salmo trutta* L. J. Fish Biol. **15**, 521-525.
  - Fryer, G. 1987. Quantitative and qualitative: numbers and reality in the study of living organisms. Freshwater Biology. **17**:177-189.
  - Garcia de Jalón, D. y Barceló, E. 1987. Estudio sobre la alimentación de la trucha común en ríos pirenaicos. Ecología. **1**:263-269.
  - Georges J.P., Gaudin P., Le tubage gastrique chez les poissons: expérimentation chez la truitelle (*Salmo trutta* L.). Arch. Hydrobiol., **101**: 483-460
  - Graham, J.H. y Vrijenhoek, R.C. 1988. Detrended correspondence analysis of dietary data. Transactions of the American Fisheries Society. **117**:29-36.
  - Hart, P.J.B. 1989. Predicting resource utilization: the utility of optimal

- foraging models. *Journal of Fish Biology*. **35**(suplement A):271-277.
- Heggnes, J. y Saltveit. 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic Salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta L.*, in a Norwegian river. *Journal of Fish Biology*. **36**:707-720.
  - Heggnes, J. Northcote, T.G. y Peter A. 1991. Seasonal habitat selection and preferences by cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) in a small stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **48**:1364-1370.
  - Hughes, G.W. 1985. The comparative ecology and evidence for resource partitioning in two pholidid fishes (Pisces: Pholididae) from Southern British Columbia eelgrass beds. *Canadian Journal of Zoology*. **63**:76-85.
  - Hunt, P.C. & Jones, J.W. (1972). The food of brown trout in Llyn Alaw, Anglesey, North Wales. *J.Fish. Biol.* **4**, 333-352.
  - Hynes, H.B.N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*. **19**:36-58.
  - Hynes, H.B.N. 1970. *The Ecology of Running Waters*. University Press. Liverpool.
  - Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. **17**:411-429.
  - Ivlev, V.S. 1961. *Experimental Ecology of the feeding of Fishes*. Yale University Press. Nueva York.
  - Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection, a modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*. **14**:413-417.
  - Johnsen, B.O. y Ugedal, O. 1986. Feeding by hatchery-reared and wild brown trout, *Salmo trutta L.*, in a Norwegian stream. *Aquaculture and Fisheries Management*. **17**:281-287.
  - Johnson J.H. y Ringler N.H. 1980. Diets of Juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*) relative to prey availability. *Canadian Journal of Zoology*. **58**:553-558.
  - Kelly-Quinn, M. y Bracken J.J. 1990. A seasonal analysis of the diet and feeding dynamics of brown trout, *Salmo trutta L.*, in a small nursery stream. *Aquaculture and Fisheries Management*. **21**:107-124.
  - Kohler, C.C. y Ney, J.J. 1982. A comparison of methods for quantitative analysis of feeding selection in fishes. *Environmental Biology of Fishes*. **7**:363-368.
  - Lewontin, R.C. 1979. Fitness, survival and optimality. En Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos: Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una

- Población de Trucha Común (*Salmo trutta* L.) en el Río Negro (Asturias).  
Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Lobon-Cerviá, J. 1991. Dinámica de Poblaciones de Peces en Ríos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 156 pp.
  - Lobon-Cerviá, J. & Fitzmaurice, P. (1988). Stock assessment, production rates and food consumption in four contrasting irish populations of brown trout (*Salmo trutta* L.). Pol. Arch. Hydrobiol. **35**, 497-513.
  - López-Alvarez, J.V. 1984. Observaciones sobre la alimentación natural de la trucha común (*Salmo trutta fario* L.) en algunos ríos de la cuenca del Duero. Limnética. **1**:247-255.
  - Mangel, M y Clark C.W. 1988. Dynamic Modelling in Behavioural Ecology. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
  - Mann, R.H.K. 1973. Observations on the age, growth, reproduction and food of the roach, *Rutilus rutilus* (L.) in two rivers in Southern England. Journal of Fish Biology. **5**:707-736.
  - Marcotte, B.M. y Brwman H.I. 1986. Foraging behaviour in fishes: perspectives on variance. Environmental Biology of Fishes. **16**:25-33.
  - Maynard Smith, J. 1978. Optimization theory and evolution. Annual Review of Ecology and Systematics. **9**:31-56.
  - Merrit, R. W., Cummins, K. W. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. U.S.A. Kendal/Hunt Publishing Company.
  - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1988. Mapa de cultivos y aprovechamientos del Principado de Asturias. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
  - Minshall G.W., Brock J.T., Lapoint T.W. 1982. Characterization and dynamics of benthic organic matter and invertebrate functional feeding group relationships in the Upper Salmon River (USA). Int. Rev. Ges. Hydrobiol., **67**, 793-820.
  - Mittelbach G.G. 1981. Foraging efficiency and body size: a study of optimal diet and habitat use by bluegill sunfish. Ecology. **62**:1370-1386.
  - Montañés, C. & Lobón-Cerviá, J. (1986). Feeding Ecology of a Population of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in an Aquifer-fed stream of Old Castille, Spain. Ekol. pl. **34**, 203-213.
  - Moyle, P.B. y Baltz, D.M. 1985. Microhabitat use by an assemblage of California stream fishes: developing criteria for instream flow determinations. Transactions of the American Fisheries Society. **114**:695-704.
  - Moyle, P.B y Vondracek, B. 1985. Persistence and structure of the fish assemblage in a small California stream. Ecology. **66**:1-13.

- Mundie, J.H. 1971. The diet drift of Chironomidae in artificial stream and its relation to the diet of coho salmon fry, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). *The Canadian Entomologist*. 103:289-297.
- Neveu, A. 1980. Relations entre le benthos, la derive, le rythme alimentaire et le taux de consommation des truites communes (*S. trutta* L.) en canal experimental. *Hydrobiologia*. 76:217-228.
- Neveu, A y Thibault M. 1977. Comportement alimentaire d'une population sauvage de truites fario (*Salmo trutta* L.) dans un ruisseau des Pyrénées atlantiques, le Lissuraga. *Annales de Hydrobiologie*. 8:111-128.
- O'Grady, M.F. (1983). Observations on the dietary habits of wild and stocked brown trout, *Salmo trutta* L., in Irish Lakes. *J. Fish Biol.* 22, 1-9.
- Osenberg, C.W. y Mittelbach G.G. 1989. The effects of body size on predator-prey interaction between pumpkinseed sunfish and gastropods. *Ecological Monographs*. 59:405-432.
- Papageorgiou, N.C., Neophitou C.N. y Vlachos C.G. 1984. Food and feeding of brown trout (*Salmo trutta fario* L.) in Aspropotamos stream, Greece. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*. 31:277-285.
- Pearre, S. Jr. 1982. Estimating prey preference by predators: uses of various indices and proposal of another based on c2. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 39:914-923.
- Persson L. y Diehl S. 1990. Mechanistic individual based approaches in the population and community ecology of fish. *Annales Zoologici Fennici*. 27:165-182.
- Persson L. y Greenberg L.A. 1990. Optimal foraging and habitat shifts of perch (*Perca fluviatilis*) in an experimentally induced resource gradient. En: Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos: Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una Población de Trucha Común (*Salmo trutta* L.) en el Río Negro (Asturias). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Pillay, T.V.R. 1952. A critique of the methods of study of food of fishes. *Journal of the Zoological Society of India*. 4:185-200.
- Priede, I.G. 1985. Metabolic scope in fishes. En: Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos: Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una Población de Trucha Común (*Salmo trutta* L.) en el Río Negro (Asturias). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Puig, M.A., González, G. y Soriano, O. (1984). Introducción al Estudio de las Comunidades Macrobentónicas de los Ríos Asturianos: Efemerópteros, Plecópteros, Tricópteros, Simulidos y Quironómidos. *Limnética*. 1:187-196.



- Pulliam H.R. 1989. Individual behaviour and the procurement of essential resources. En: Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos: Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una Población de Trucha Común (Salmo trutta L.) en el Río Negro (Asturias). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Pyke, G.H. 1984. Optimal foraging theory: a critical review. Annual Review of Ecology and Systematics. **15**:523-575.
- Rice, J.C. 1988. Repeated cluster analysis of stomach contents data: a method and application to the diet of cod in NAFO division 3L. Environmental Biology of Fishes. **21**:263-277.
- Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos: Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una Población de Trucha Común (Salmo trutta L.) en el Río Negro (Asturias). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Rosen, R. 1967. Optimality Principles in Biology. Butterworth & Co. Londres.
- Schluter D. 1981. Does the theory of optimal diet apply in complex environments?. American Naturalist. **118**:139-147.
- STATISTICA/w. 1994. StatSoft.
- Stearns S.C. 1980. A new view of life-history evolution. Oikos. **35**:266-281.
- Stephens D.W. y Krebs J.R. 1986. Foraging Theory. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Suarez, J.L., Reiriz, L. y Anadón R. 1988. Feeding Relationships Between Two Salmonid Species and the Benthic Community. Pol. Arch. Hydrobiol. **35**: 341-359.
- Tachet, H, et al. 1984. Introduction à l'étude des Macroinvertébrés des Eaux Douces. Lyon, France. Université Claude Bernard. 155 pp.
- Thomas, J.D. 1962. The food and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) and its feeding relationships with the salmon parr (*Salmo salar* L.) and the eel (*Anguilla anguilla* L.) in the river Teify, West Wales. Journal of Animal Ecology. **31**:175-205.
- Tippetts, E.H. y Moyle P.B. 1978. Epibenthic feeding by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in the McCloud River, California. Journal of Animal Ecology. **47**:549-559
- Tusa, I. 1968. On the feeding biology of the brown trout (*Salmo trutta fario*) in the Loucka Creek. Zoologické Listy. **17**:379-395.
- Ware, D.M. 1982. Power and evolutionary fitness of teleosts. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **39**:3-13.

- Waters, T.F. 1972. The drift of stream insects. *Annual Review of Entomology*. 17:253-272.
- Werner, E.E., Mittelbach G.G. y Hall D.J. 1983. Experimental tests of optimal habitat use in fish: the role of relative habitat profitability. *Ecology*. 64:1525-1539.
- Windell, J.T. 1968. Food analysis and rate of digestion. En Rincón, P.A. 1993. Utilización Integrada de Diferentes Recursos: Patrones en la Alimentación y el Uso del Microhábitat de una Población de Trucha Común (*Salmo trutta* L.) en el Río Negro (Asturias). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 179 pp
- Windell, J.T. y Bowen, S.H. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. En: T.B. Bagenal (de.) pp 219-226. Methods for the Assesment of Fish Production in Fresh Waters. 3a edición. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Wootton, R.J. 1984. A Functional Biology of Sticklebacks. Croom & Helm. London.

## Índice de tablas y figuras

### *Lista de Tablas*

1. Número de Categoría de Presa.
2. Comparación entre las abundancias en el medio y los estómagos.
3. Porcentaje de las presas principales en los diferentes meses.

### *Lista de Figuras*

1. Trucha *Salmo trutta* L.
2. Área de estudio.
3. Equipo de pesca eléctrica.
4. Cluster julio.
5. MDS julio.
6. Shepard julio.
7. Cluster agosto.
8. MDS agosto.
9. Shepard agosto.
10. Cluster septiembre.
11. MDS septiembre.
12. Shepard septiembre.
13. Cluster octubre.
14. MDS octubre.
15. MDS acercamiento octubre.
16. Shepard octubre.
17. Cluster diciembre.
18. MDS diciembre.
19. MDS acercamiento diciembre.
20. Shepard diciembre.
21. Cluster febrero.
22. MDS febrero.
23. Shepard febrero.
24. Cluster mayo.
25. MDS mayo.
26. Shepard mayo.
27. Cluster anual para 147 presas.
28. Cluster anual para 83 presas.
29. MDS anual para 83 presas.
30. MDS anual acercamiento.
31. Shepard anual.
32. Cluster anual por meses.
33. MDS anual por meses.
34. Shepard anual por meses.
35. % presas terrestres en las diferentes estaciones.
36. % presas terrestres contra estación del año.
37. Localización de los ríos Esva y Negro.
38. No. medio de organismos en los distintos meses en el medio.
39. Cambios en el No. de presas encontradas en el río Negro.
40. Cambio mensual del No. medio de presas en el estomago.
41. Índices de Ivlev para las presas principales.

**Tabla de Equivalencias**  
**Taxa y Número de Categoría de Presa (NCP)**

Taxa	NCP	Taxa	NCP
Acarii	1	Dytiscidae	49
Adephaga	2	<i>Ecdyonorus</i> sp	50
Agelenidae	3	<i>Ecnomus</i> sp	51
<i>Agrion</i> sp	4	Elatridae	52
<i>Agriotypus</i> sp	5	Elmidae	53
Amphizoidae	6	<i>Elmis</i> sp	54
Anamorpha	7	Empididae	55
<i>Ancylus fluviatilis</i>	8	Empididae ninfa	56
Anelido	9	<i>Ephemera</i> sp	57
Anisóptera	10	<i>Ephemerella</i> sp	58
Aranae	11	Ephemeroptera	59
Araneidae	12	Ephemeroptera(adulto)	60
Anthropoona	13	Ephemmerellidae	61
Artropoda	14	Formicidae	62
<i>Atherix</i> sp	15	<i>Gammarus</i> sp	63
<i>Atractides</i> sp	16	Gasteópoda	64
Baetidae	17	Geocorises	65
Beraeidae	18	Geophilomorpha	66
<i>Bythinella</i> sp	19	<i>Gerris</i> sp	67
Bostriichidae	20	Glossosomatidae	68
Brachycentridae	21	Goeridae	69
Brachycera	22	<i>Hebrus</i> sp	70
Caenidae	23	Helodidae	71
Carabidae	24	Helophoridae	72
<i>Centropilum</i> sp	25	Hemiptera	73
Ceratopogonidae	26	Heptagenidae	74
Ceratopogonidae ninfa	27	<i>Epeorus</i> sp	75
Chilopoda	28	Heteroptera	76
Chironomidae	29	Hirudinea	77
Chironomidae ninfa	30	Homoptera	78
Chrysomelidae	31	Hydrocorises	79
Coleoptera adulto	32	<i>Hydrometra</i> sp	80
Coleoptera larva	33	Hydropsichidae	81
Collembola	34	Hydroptilidae	82
<i>Cordulegaster</i> sp	35	<i>Hygrobaetes</i> sp	83
Corixidae	36	Hymenoptera	84
<i>Corpophilus</i> sp	37	Insecto	85
Criptostigmata	38	Isopoda	86
Crisálida	39	Isoptera	87
Crustaceo	40	<i>Lebertlla</i> sp	88
Cucujidae	41	Lepidoptera	89
Cycadelidae	42	Leptoceridae	90
Diptera adultos	43	Limnephilidae	91
Diptera larva	44	Linyphiidae	92
Dipteros ninfas	45	Lycosidae	93
Dixidae	46	<i>Mastophora</i> sp	94
Dolichopodidae	47	Mesostigmata	95
Dryopidae	48	<i>Mesovelvia</i> sp	96

Tabla 1

*Taxa y Número de Categoría de Presa (NCP)*

<i>Taxa</i>	<i>NCP</i>	<i>Taxa</i>	<i>NCP</i>
Micryphantidae	97	Scarabidae	123
Miriapoda	98	Scricostomatidae	124
Milpedo	99	<i>Silis</i> sp	125
Molusco	100	Simuliidae	126
Muscidae	101	Simuliidae Ninfa	127
Nematocera	102	Sperchonopsis	128
Notonectidae	103	Staphylinidae	129
Odonata	104	Stratiomidae	130
<i>Odontocerum albicorne</i>	105	Syrphidae	131
Oligochaeta	106	Tabanidae	132
Ortoptera	107	Tetragnathidae	133
<i>Osmylus</i> sp	108	Thomisidae	134
Parasitidae	109	Thysanoptera	135
Philopotamidae	110	Tipulidae	136
Planorbidae	111	<i>Torrenticola</i> sp	137
Plecoptera	112	Trichoptera	138
Plecoptera Nemoura	113	Trichoptera adulto	139
Polycentropodidae	114	<i>Valvata</i> sp	140
Potamanthidae	115	Dermestidae	141
Psocoptera	116	Culicidae ninfa	142
Psychodidae	117	Hydrophilidae	143
Psychomyiidae	118	Hydrobidae	144
Ptycopteridae	119	Nutidulidae	145
Pupa	120	Hydropsychidae adulto	146
<i>Rhyacophila</i> sp	121	<i>Helisoma</i> sp	147
Salticidae	122		

Tabla 2

**Comparación de las abundancias relativas en estómago y medio  
mostrando el índice de selección de Ivlev**

<b>Julio</b>			
	<b>Contenido estomacal(r)</b>	<b>Abundancia en río(p)</b>	<b>Índice de selección (D)</b>
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0.00206	0.0798	-0.953499729
Baetidae	0.1565934	0.1327	0.096447993
Ceratopogonidae	0.002747253	0	1
Chironomidae	0.29121	0.4624	-0.353479984
Chironomidae ninfa	0.019917582	0.0307	-0.218291235
Ephemera	0.022648352	0.0108	0.359485988
Heptagenidae	0.004121	0.0186	-0.6415807
Hydropsichidae	0.004807692	0.1303	-0.937525591
Plecoptera	0.006868132	0.0152	-0.381158254
Simulidae	0.332417582	0.1052	0.617981625
Terrestres	0.005494505	0.2314	-0.963959486

<b>Agosto</b>			
	<b>Contenido estomacal(r)</b>	<b>Abundancia en río(p)</b>	<b>Índice de selección (D)</b>
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0.0248538	0.0642	-0.458246231
Baetidae	0.05994152	0.0894	-0.212506385
Ceratopogonidae	0.00731	0.0189	-0.446909159
Chironomidae	0.412281	0.5937	-0.351288654
Chironomidae ninfa	0.019	0.0262	-0.162879713
Ephemera	0.014619883	0.0034	0.626093199
Heptagenidae	0.002924	0.0942	-0.945149142
Hydropsichidae	0.00731	0.0195	-0.459568006
Plecoptera	0.04386	0.0373	0.084223453
Simulidae	0.02631579	0.2338	-0.837269558
Terrestres	0.06434	0.1585	-0.465115774

Tabla 2

**Comparación de las abundancias relativas en estómago y medio  
mostrando el índice de selección de Ivlev**

<b>Octubre</b>			
	<b>Contenido estomacal(r)</b>	<b>Abundancia en río(p)</b>	<b>Índice de selección (D)</b>
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0.002762431	0.0495	-0.898990434
Baetidae	0.2431	0.139	0.330982436
Ceratopogonidae	0	0	
Chironomidae	0.160221	0.173	-0.046003281
Chironomidae ninfa	0.07735	0.0045	0.897677683
Ephemerella	0	0.0005	-1
Heptagenidae	0.01381	0.0249	-0.291671232
Hydropsichidae	0.01934	0.0272	-0.172793189
Plecoptera	0.0111	0.1673	-0.894176143
Simuliidae	0.0249	0.12	-0.684546947
Terrestres	0.041465	0.0738	-0.296257908

<b>Febrero</b>			
	<b>Contenido estomacal(r)</b>	<b>Abundancia en río(p)</b>	<b>Índice de selección (D)</b>
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0	0	
Baetidae	0.1141	0.2362	-0.411944487
Ceratopogonidae	0.00243	0	1
Chironomidae	0.7015	0.7544	-0.133089529
Chironomidae ninfa	0.08131	0.0433	0.323300736
Ephemerella	0	0.0008	-1
Heptagenidae	0.0158	0.0106	0.199500941
Hydropsichidae	0.00364	0.0027	0.148726082
Plecoptera	0.00485	0.0733	-0.883921652
Simuliidae	0.03034	0.2799	-0.850998044
Terrestres	0	0.0865	-1

**Comparación de las abundancias relativas en estómago y medio  
mostrando el índice de selección de Ivlev**

	<b>Mayo</b>		
	<b>Contenido estomacal(r)</b>	<b>Abundancia en río(p)</b>	<b>Índice de selección (D)</b>
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0	0.0307	-1
Baetidae	0.1153	0.2019	-0.319980065
Ceratopogonidae	0.0344	0	1
Chironomidae	0.6144	0.4099	0.392804754
Chironomidae ninfa	0.0341	0.0196	0.276911607
Ephemerella	0	0.0451	-1
Heptagenidae	0.00255	0.042	-0.889800116
Hydropsichidae	0.0067	0.1461	-0.924144202
Plecoptera	0.0029	0.0628	-0.916802682
Simuliidae	0.05126	0.3544	-0.820790444
Terrestres	0.0172	0.1559	-0.826889517

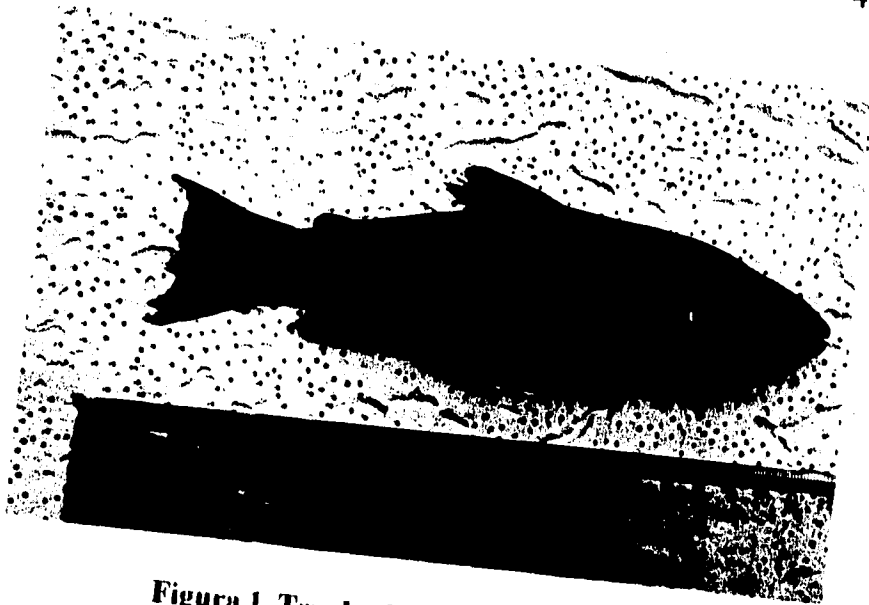


Tabla 3

Porcentajes (%) de las presas principales en los diferentes meses de muestreo					
<b>Estación</b>	<i>Ancylus fluviatilis</i>	Baetidae	<i>Bythinella</i> sp	Ceratopogonidae	Chironomidae
<b>Julio</b>	0.21	15.66	1.65	0.27	29.12
<b>Agosto</b>	2.49	5.99	3.95	0.73	41.23
<b>Septiembre</b>	0	7.49	1.99	0.61	55.05
<b>Octubre</b>	0.28	24.31	3.59	0	16.02
<b>Diciembre</b>	44.7	7.01	3.03	0.19	13.16
<b>Febrero</b>	0	11.41	0.49	0.24	70.15
<b>Mayo</b>	0	11.53	0.76	3.44	61.44
<b>Estación</b>	Chironomidae ninfa	Colcoptera larvas	Diptera Adulto	Diptera larva	Diptera ninfa
<b>Julio</b>	1.99	0.07	0.27	0	0
<b>Agosto</b>	1.9	0.29	2.92	0.15	0.29
<b>Septiembre</b>	5.35	0.61	1.07	1.22	1.99
<b>Octubre</b>	7.74	1.93	1.93	1.11	0
<b>Diciembre</b>	1.8	0.1	0.28	0	0
<b>Febrero</b>	8.13	0.49	0	0	0
<b>Mayo</b>	3.41	0.76	1.24	0.03	0.03
<b>Estación</b>	Dixidae	<i>Ecnomus</i> sp	Ephemeroptera Juv	<i>Elmis</i> sp	Empididae
<b>Julio</b>	1.17	0.21	2.4	0.07	0.55
<b>Agosto</b>	0.88	1.32	0.58	0.88	1.75
<b>Septiembre</b>	0	0	0	1.22	0.31
<b>Octubre</b>	0	0.83	0	5.53	0.28
<b>Diciembre</b>	0	0	0	1.33	0.38
<b>Febrero</b>	0	0	0.12	0	0
<b>Mayo</b>	0.13	0	1.15	0.03	0.57

Tabla 3

Porcentaje (%) de las presas principales en los diferentes meses de muestreo							
Estación	Ephemera	Ephemeroptera	Formicidae	Gammarus sp	Gasteropoda	Coeridae	Heptageniidae
Julio	2.26	0.76	0.21	0.69	0	1.37	0.41
Agosto	1.46	0.58	1.17	0.73	0	0.29	0.29
Septiembre	0.15	3.82	0.15	0.46	0	0	2.91
Octubre	0	4.97	0.55	2.21	0	0	1.38
Diciembre	0	8.9	0.19	1.61	0	0.66	0.47
Febrero	0	0.12	0	0.36	0	0.12	1.58
Mayo	0	2.04	0.22	0.06	0.1	0	0.26
Estación	Homoptera	Hydropsychidae	Hygrobatidae	Hymenoptera	Lebertia sp	Helisma sp	O. albicorne
Julio	0.07	0.48	0	0.07	0	0	0.41
Agosto	0.29	0.73	0	2.34	0	1.32	0.15
Septiembre	0	0.15	0.46	0	0	0	0
Octubre	1.66	1.93	0	1.66	0	0	0
Diciembre	0	0.95	0	0	0.66	0	0.1
Febrero	0	0.36	0	0	0	0	0
Mayo	0	0.67	0	0.26	0.13	0	0.03
Estación	Plecoptera	Ptichopteridae	Rhyacophila sp	Simuliidae	Tabanidae	Tipulidae	Trichoptera
Julio	0.69	0.07	0.55	33.24	0.07	0.07	2.13
Agosto	4.39	0.15	0.44	2.63	1.46	0.29	1.61
Septiembre	1.99	1.38	0.15	1.68	0	0	1.22
Octubre	1.11	0	0.83	2.49	0	1.11	3.87
Diciembre	0.28	0.19	0.76	6.16	0	0	2.37
Febrero	0.49	0	0.24	3.03	0.24	0	0.85
Mayo	0.29	0.19	0	5.13	1.24	0.29	0.48



**Figura 1. Trucha *Salmo trutta* L.**



**Figura 3. Equipo de pesca eléctrica (Lobón-Cerviá 1991)**

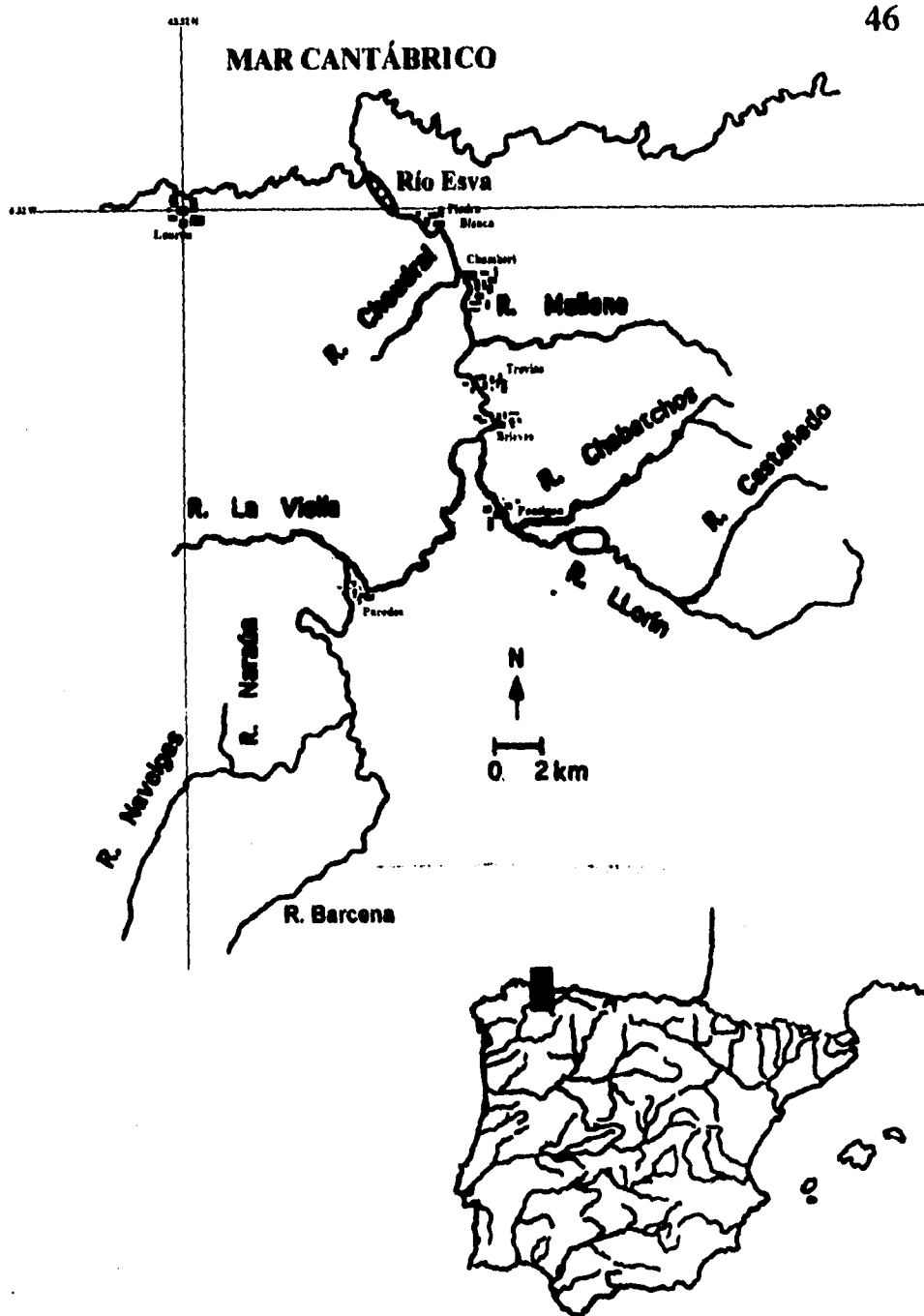


Figura 2.- Localización geográfica del área de estudio. Afluente Chabarchos y la cuenca del río Esva. (Concejo de Valdés, Asturias).

Análisis cluster del mes de julio 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas  
Complete Linkage, Distancias Euclidianas  
27 estómagos analizados

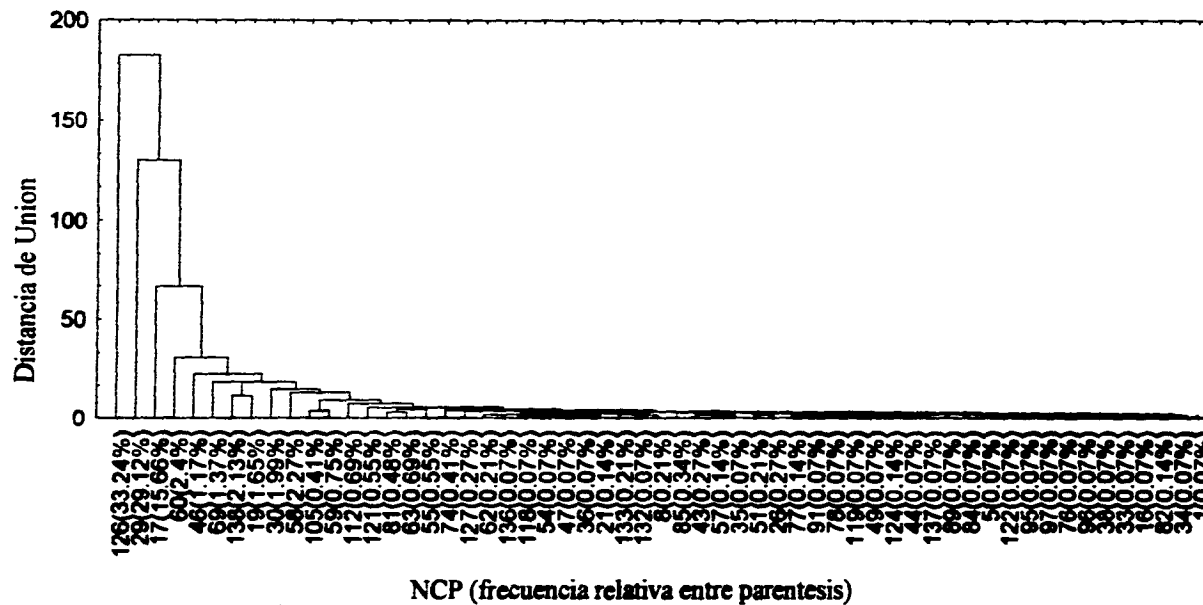


Figura 4

Escalamiento Multidimensional del mes de julio 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas  
Análisis para 27 estómagos

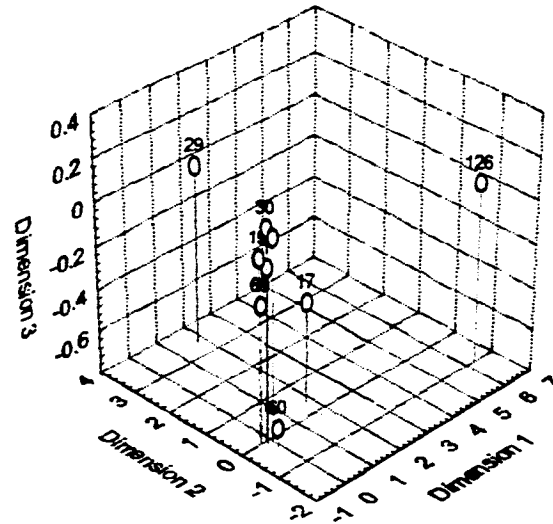


Figura 5

Diagrama de Shepard (D-star), para el análisis MDS del mes de julio 1993  
por número de individuos de las diferentes presas

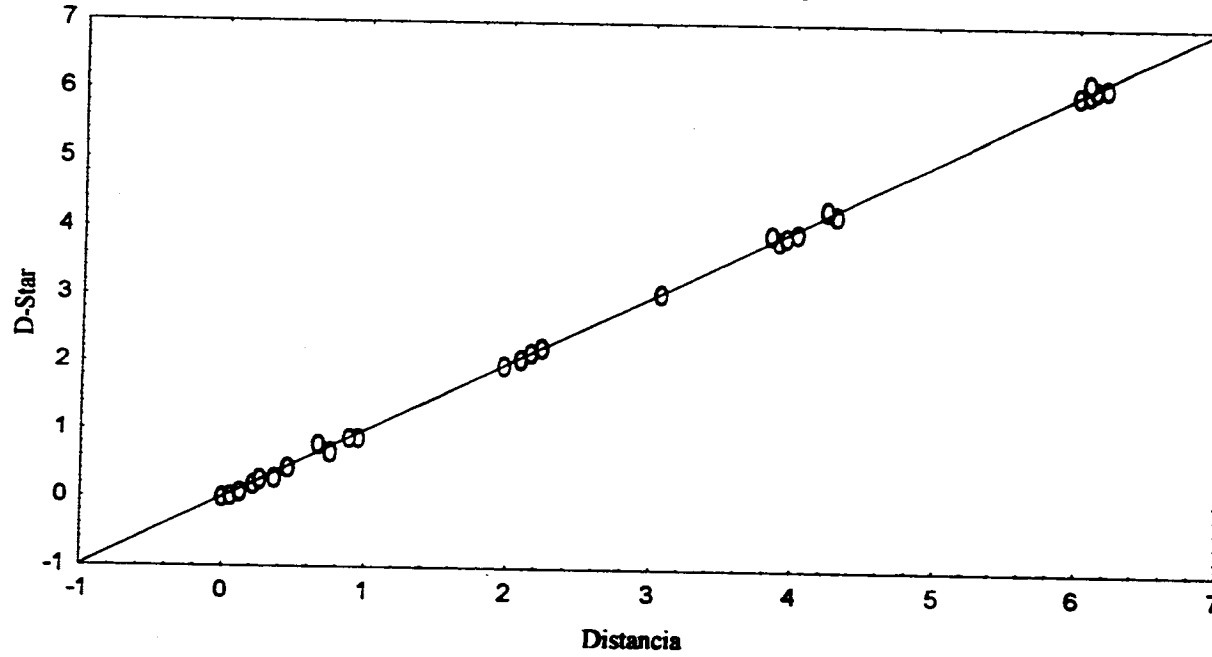
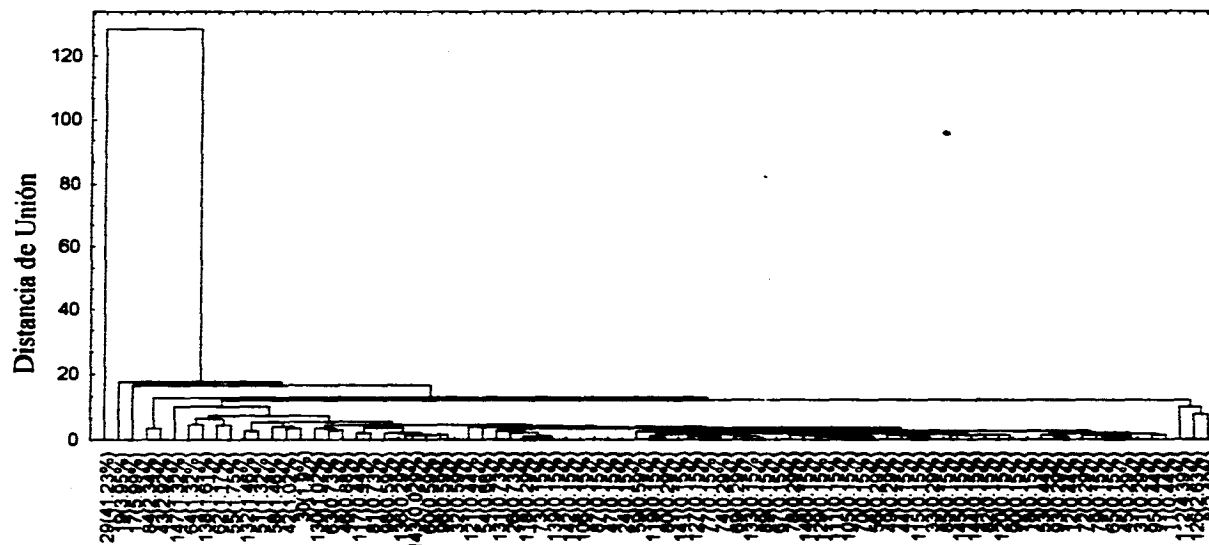


Figura 6

**Análisis cluster del mes de agosto 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas**  
**Complete Linkage, Distancias Euclidianas**  
**Análisis para 16 estómagos**



NCP (frecuencia relativa entre paréntesis)

**Figura 7**



Escalamiento Multidimensional del mes de agosto 1993 por número de individuos  
de las diferentes prunas  
Análisis para 16 estómagos

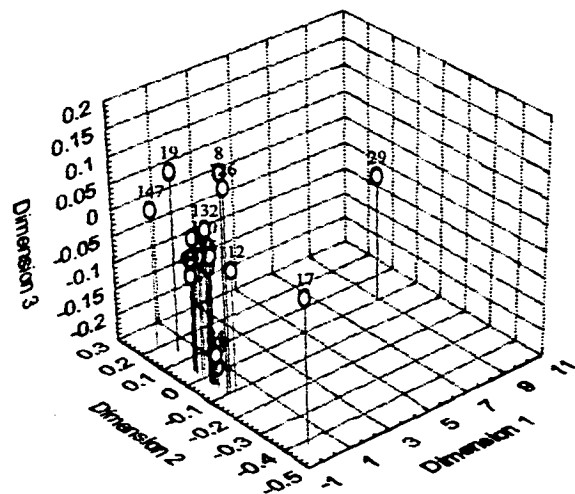


Figura 8

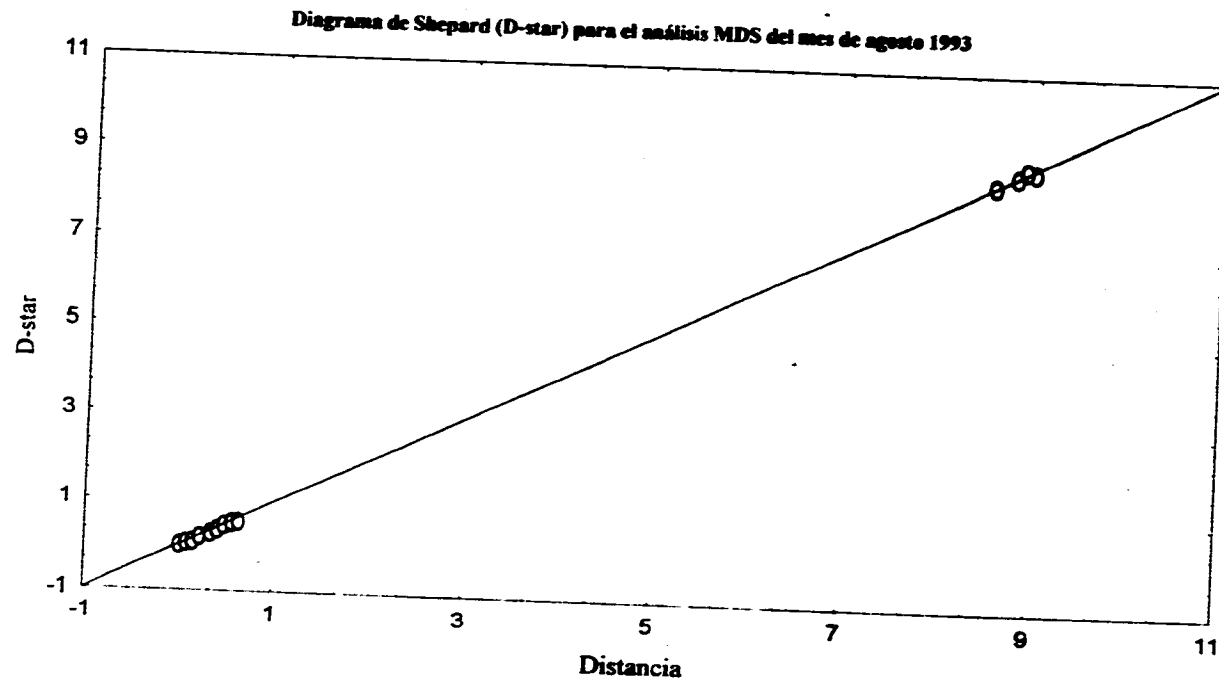
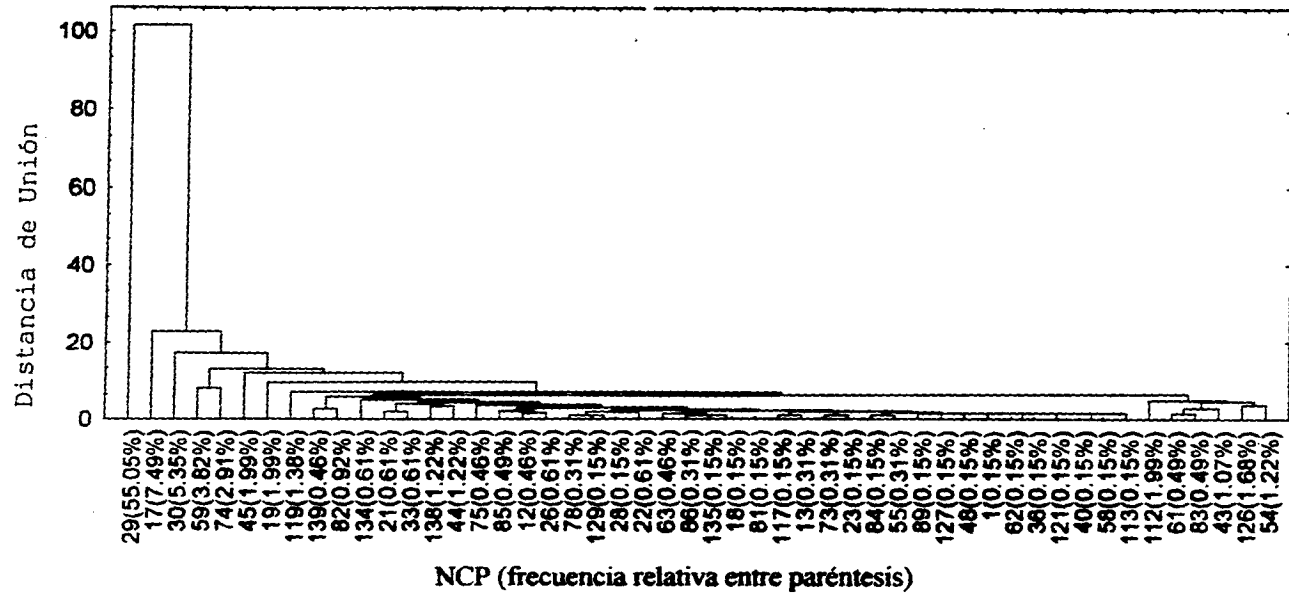


Figura 9

**Análisis Cluster del mes de septiembre 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas**  
Complete Linkage, Distancias Euclidianas  
Análisis para 26 estómagos



NCP (frecuencia relativa entre paréntesis)

**Figura 10**

Escalamiento Multidimensional de septiembre 1993 por de individuos  
de las diferentes presas  
Análisis para 26 estómagos

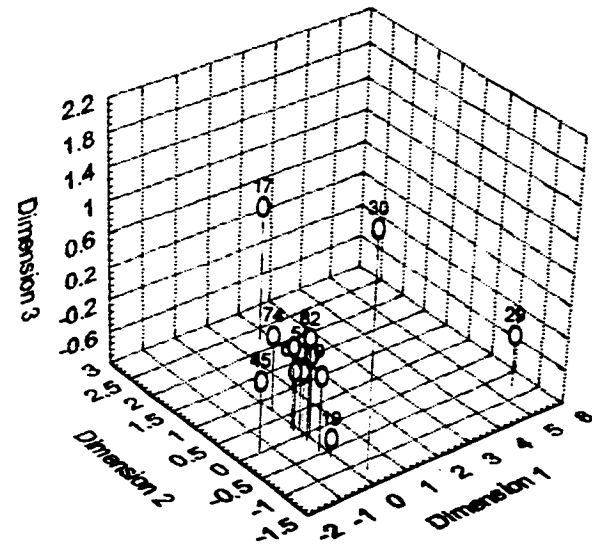


Figura 11

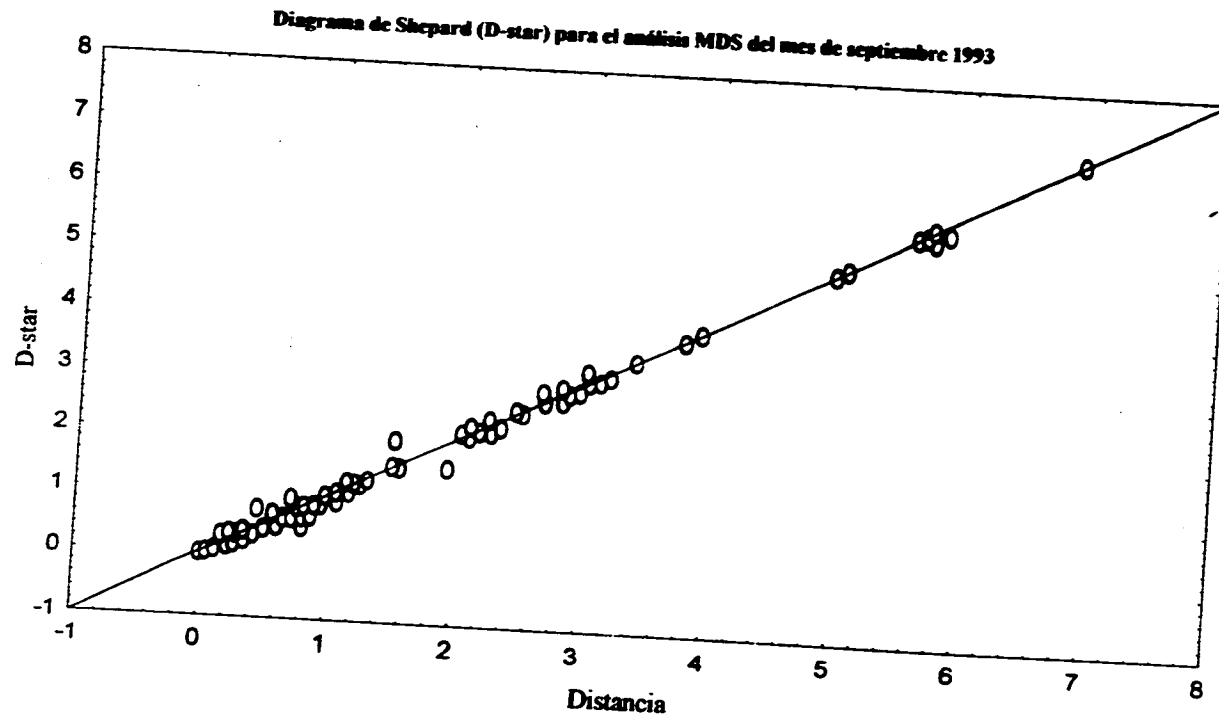


Figura 12

Análisis cluster del mes de octubre 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas  
Análisis para 25 estómagos

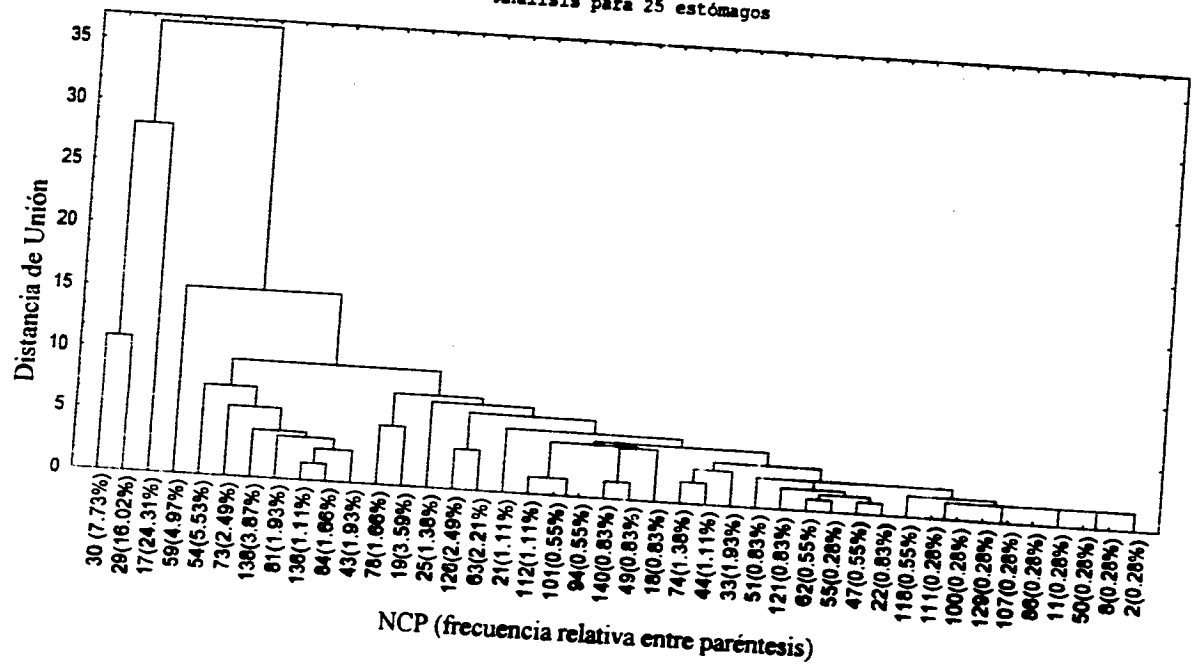


Figura 13

Escalamiento Multidimensional del mes de octubre 1993  
por número de individuos de las diferentes presas  
Análisis para 25 estómagos

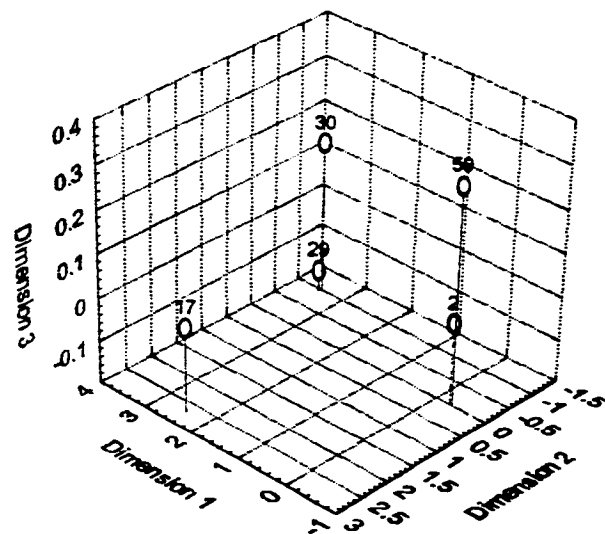
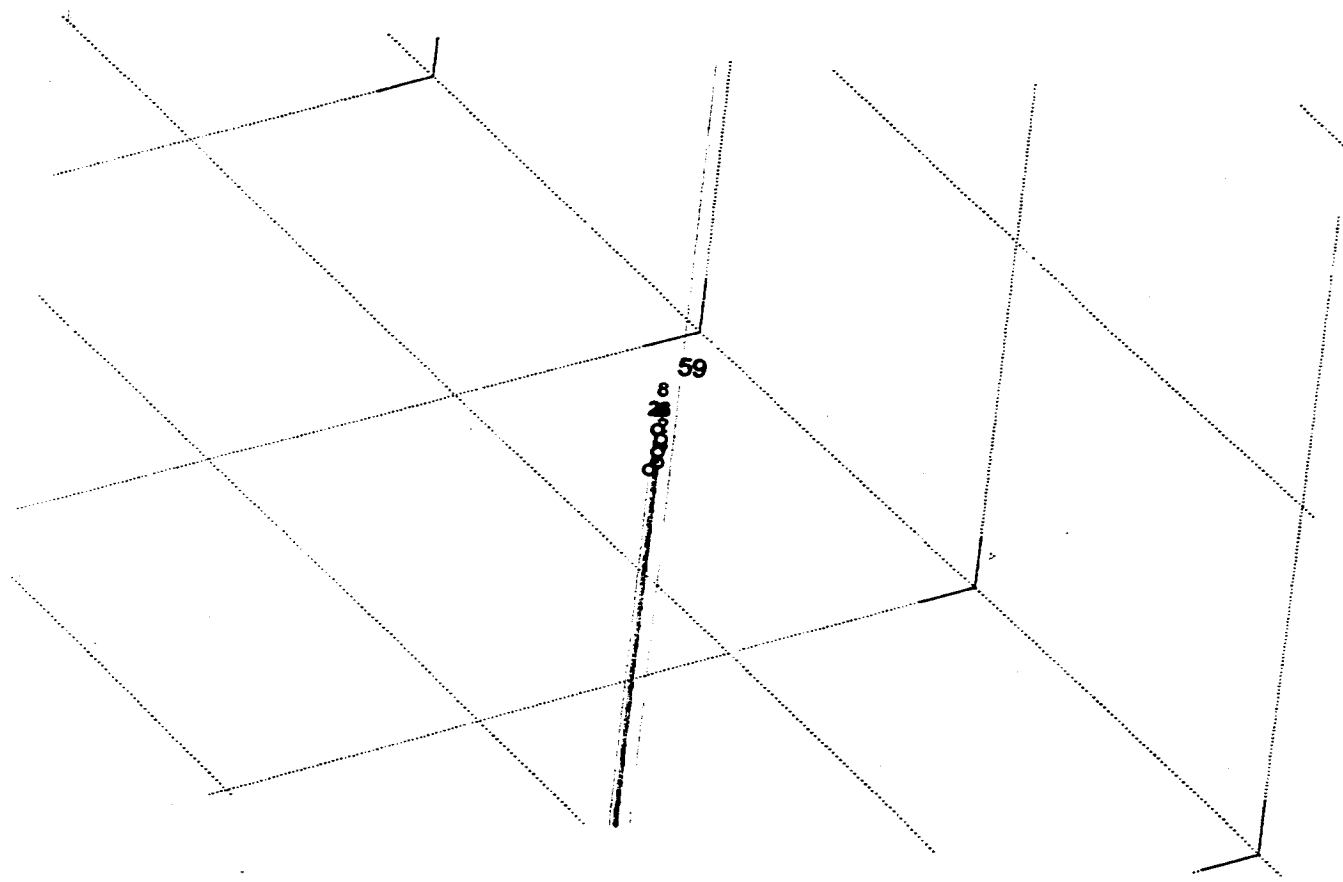


Figura 14



**Figura 15. Acercamiento del análisis MDS del mes de octubre 1993.**



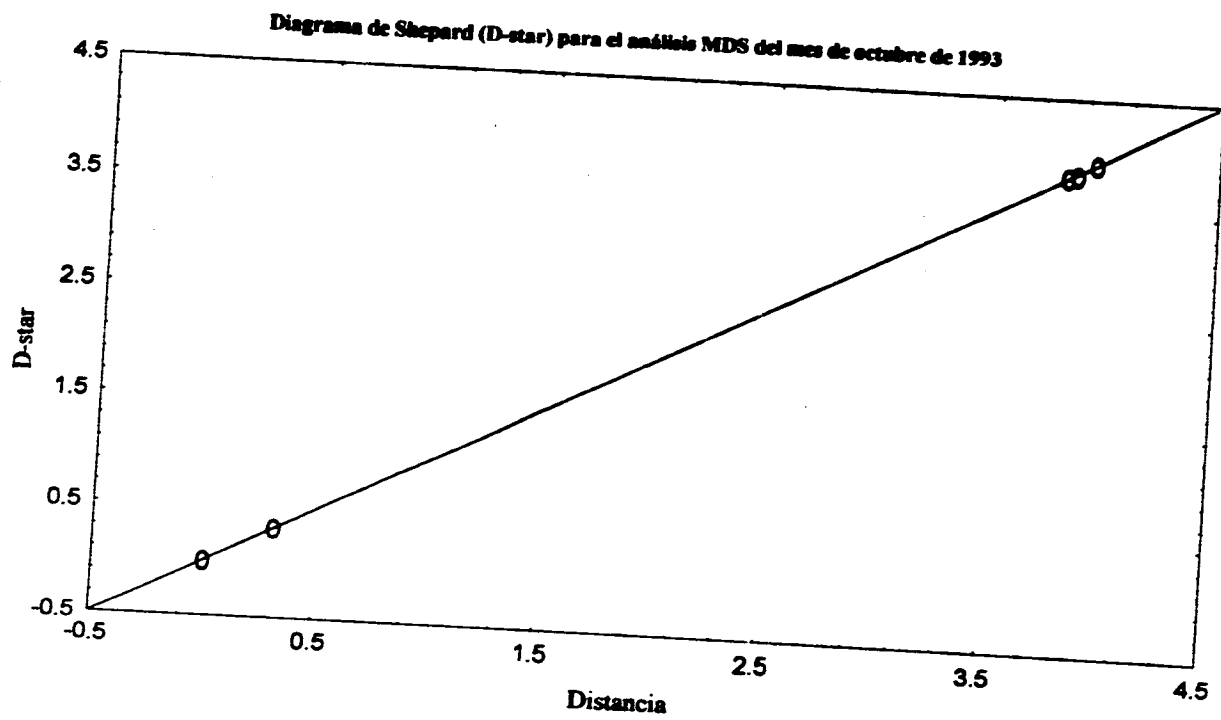
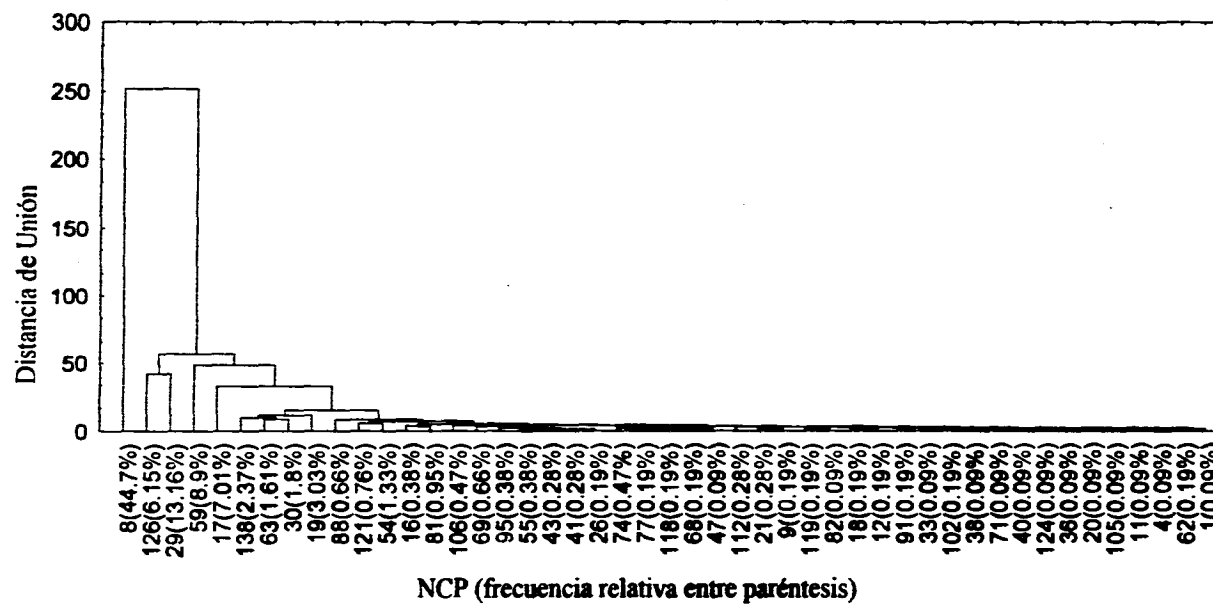


Figura 16

**Análisis cluster del mes de diciembre 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas**

**Complete Linkage, Distancias Euclidianas**

**Análisis para 22 estómagos**



**Figura 17**

Escalamiento multidimensional del mes de diciembre 1993 por número de individuos  
de las diferentes presas  
Análisis para 22 estómagos

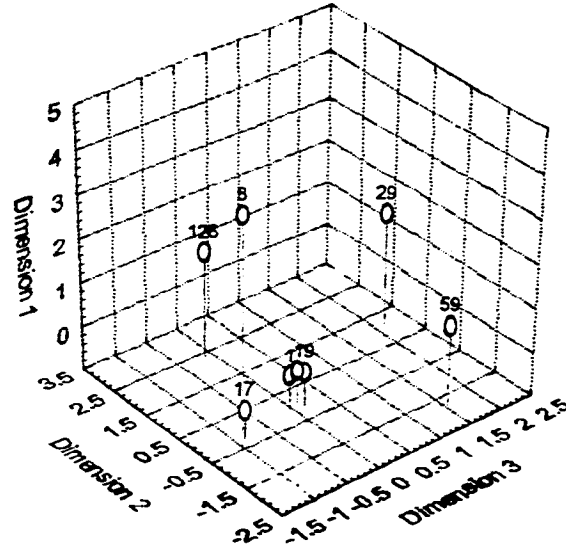
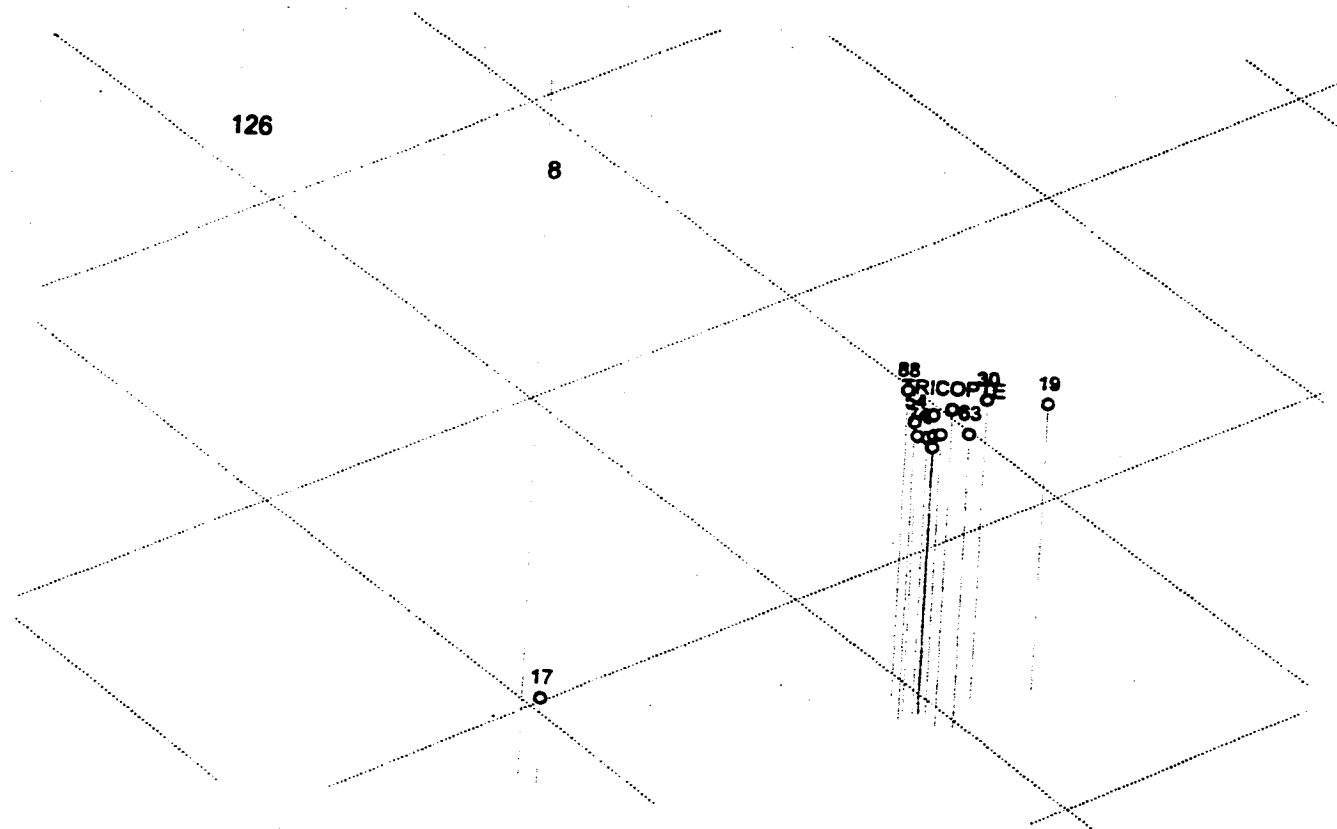


Figura 18



**Figura 19. Acercamiento del análisis MDS del mes de diciembre 1993.**

Diagrama de Shepard (D-star) para el análisis MDS del mes de diciembre 1993

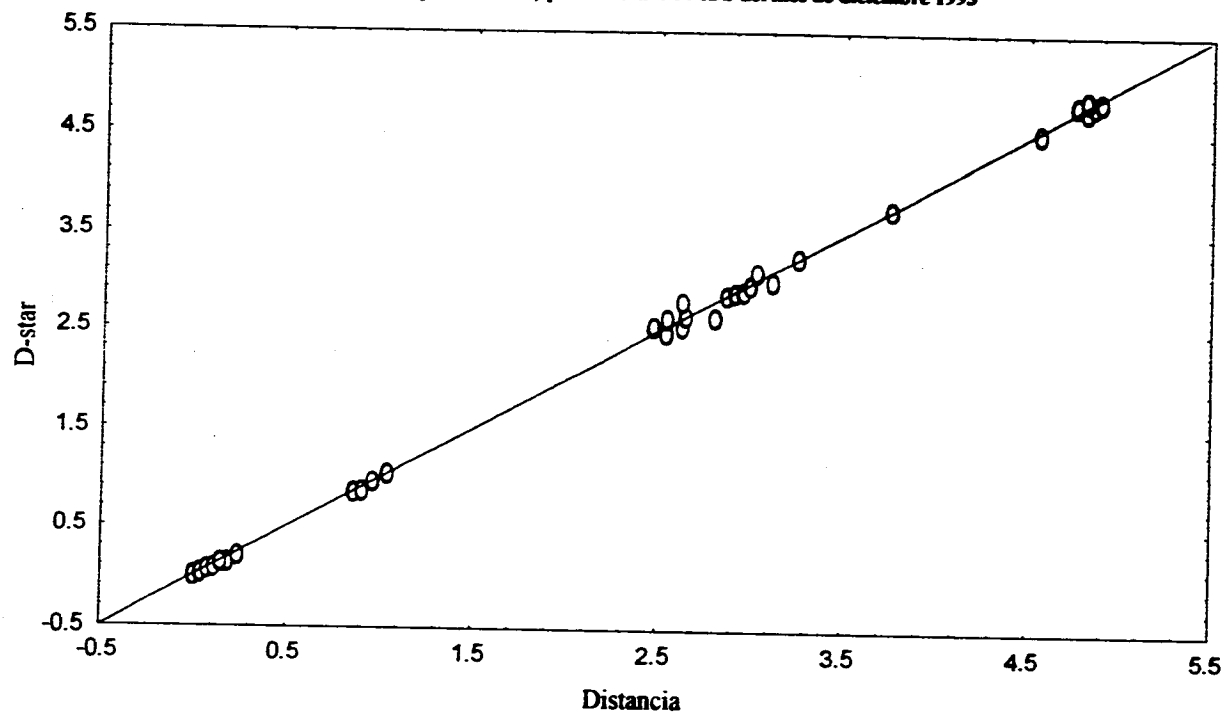
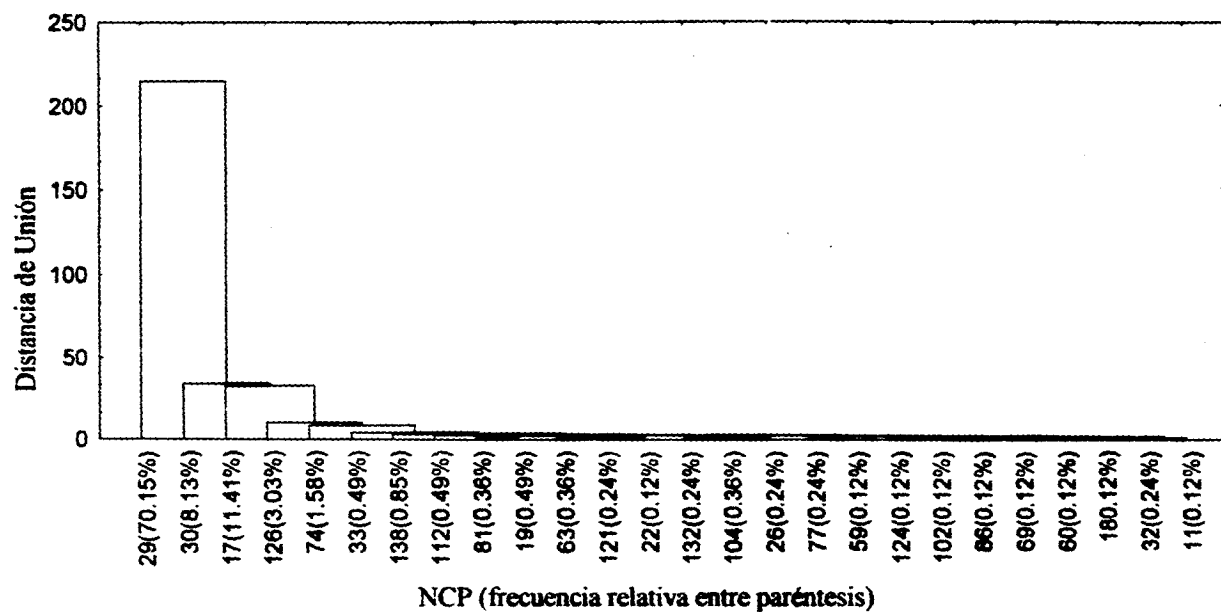


Figura 20

**Análisis cluster del mes de febrero 1994 por número de individuos  
de las diferentes presas**  
**Complete Linkage, Distancias Euclidianas**  
**Análisis para 18 estómagos**



**Figura 21**

Escalamiento Multidimensional del mes de febrero 1994 por número de individuos  
de las diferentes presas  
Análisis para 18 estómagos

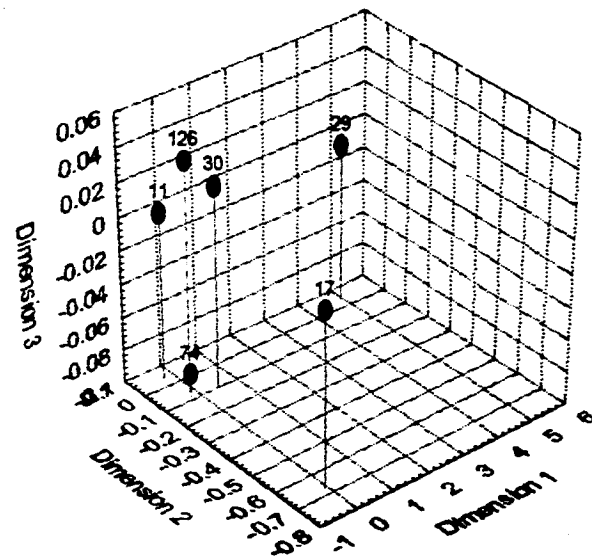


Figura 22

Diagrama de Shepard (D-star) para el análisis MDS del mes de febrero 1994

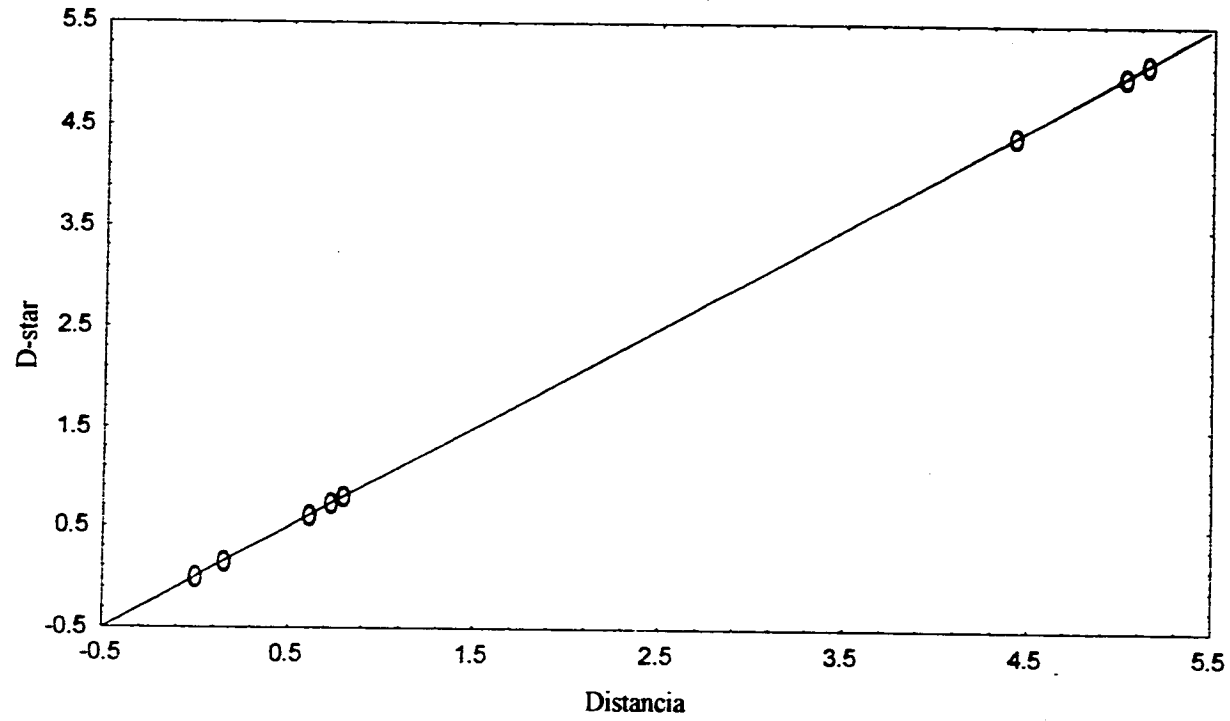


Figura 23



Análisis cluster del mes de mayo 1994 por número de individuos  
de las diferentes presas  
Complete Linkage, Distancias Euclidianas  
Análisis para 27 estómagos

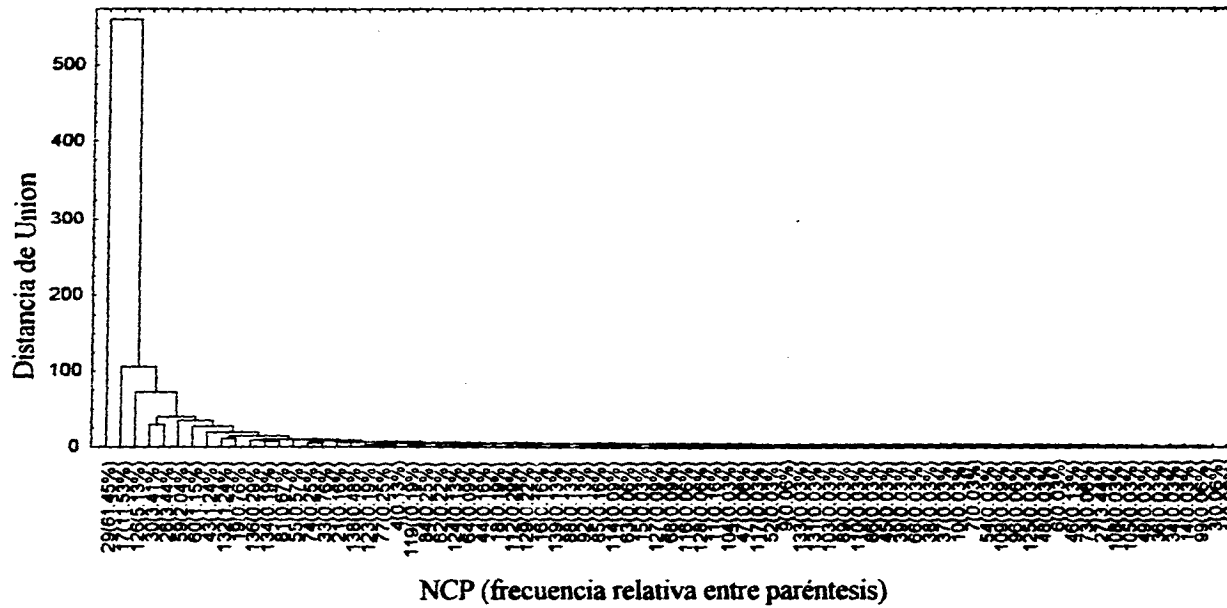
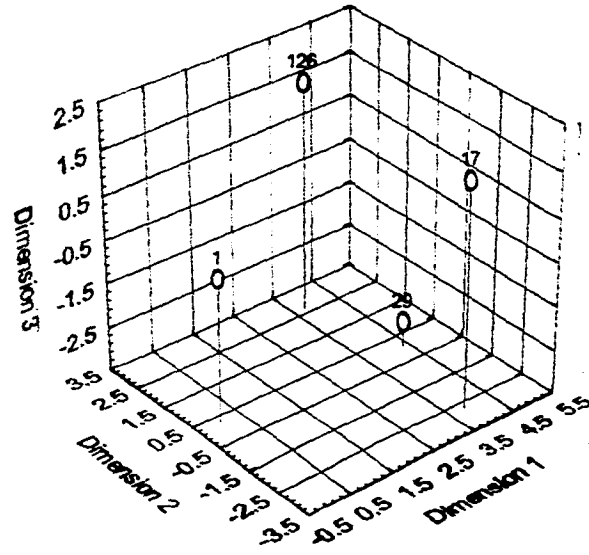


Figura 24

**Escalamiento Multidimensional del mes de mayo 1994**  
**por número de individuos de las diferentes presas**  
Análisis para 27 estómagos



**Figura 25**

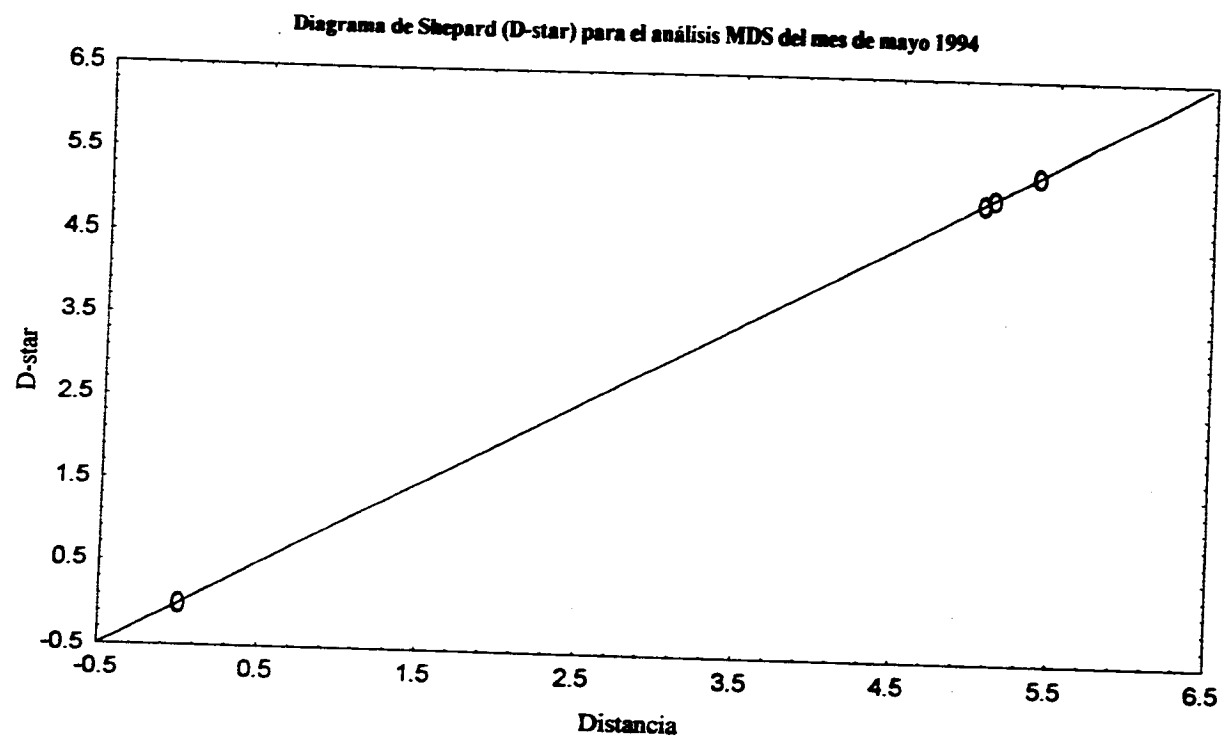
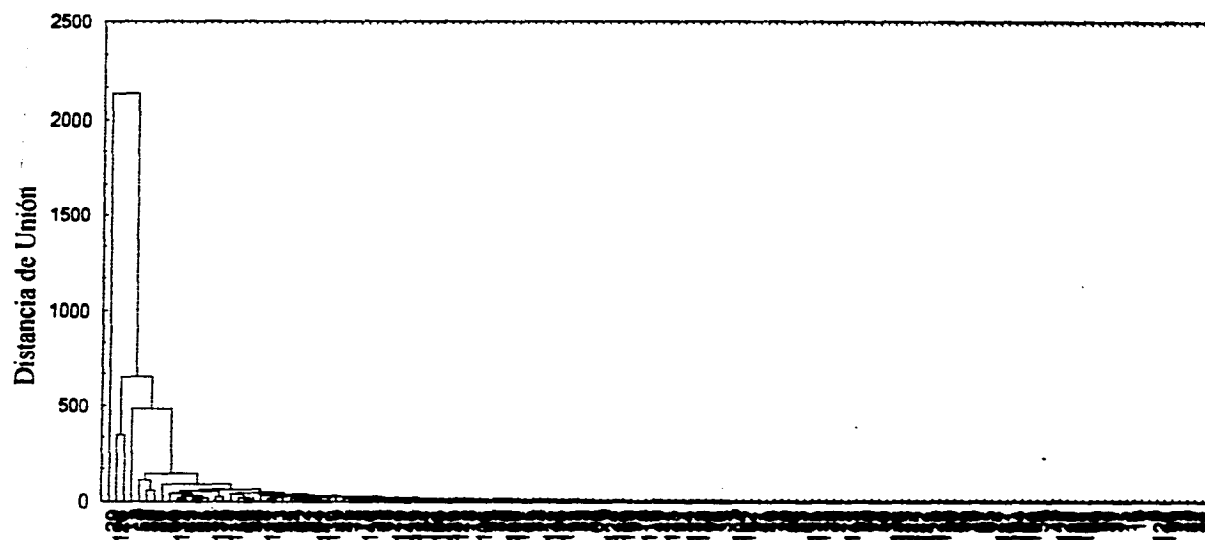


Figura 26

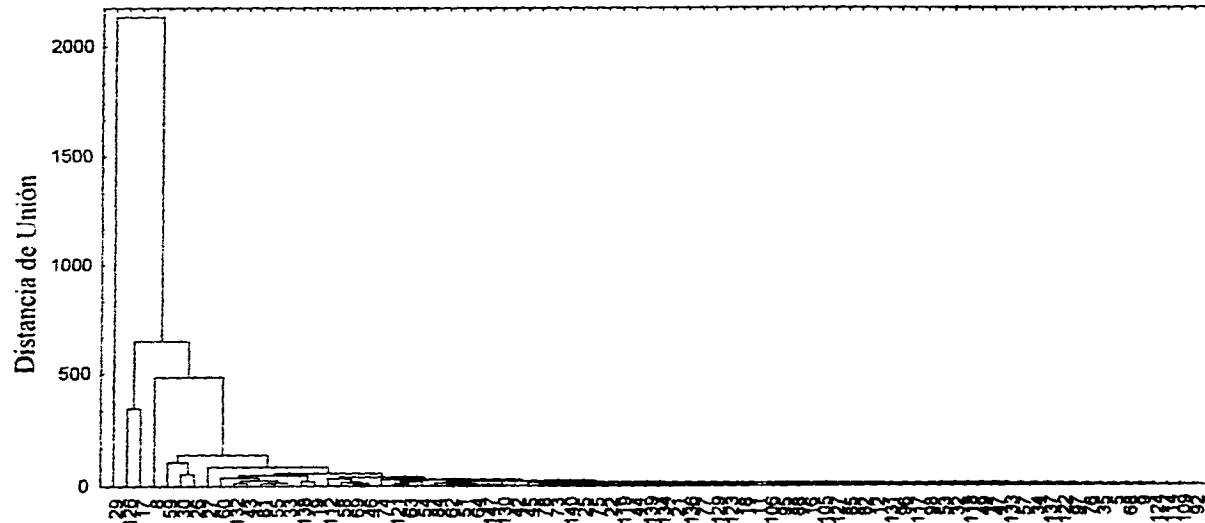
Análisis cluster de los 7 meses por número de individuos  
de las diferentes presas  
Complete Linkage, Distancias Euclidianas  
Análisis para las 147 presas encontradas



NCP (frecuencia relativa entre paréntesis)

Figura 27

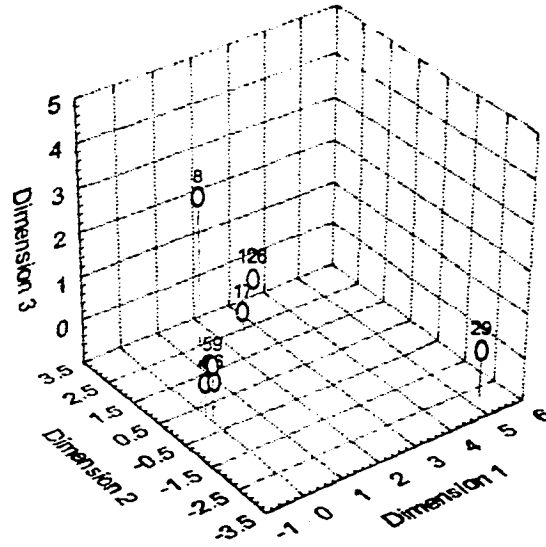
**Análisis cluster de los 7 meses por número de individuos  
de las diferentes presas**  
**Complete Linkage, Distancias Euclidianas**  
Análisis para 83 presas



NCP (frecuencia relativa entre paréntesis)

**Figura 28**

**Escalamiento Multidimensional de los 7 meses por por número de individuos  
de las diferentes presas**  
Análisis para 83 presas



**Figura 29**

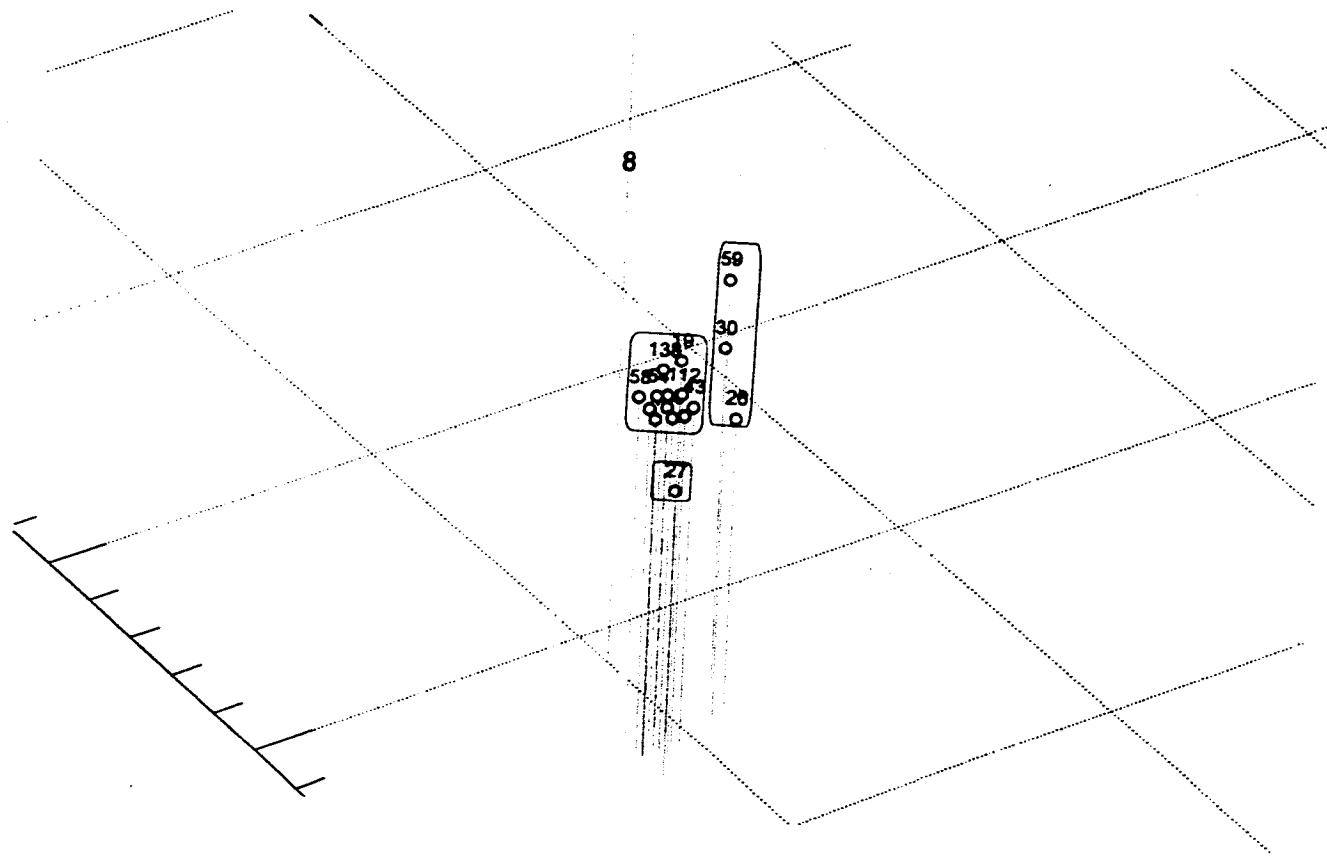


Figura 30. Acercamiento del análisis MDS

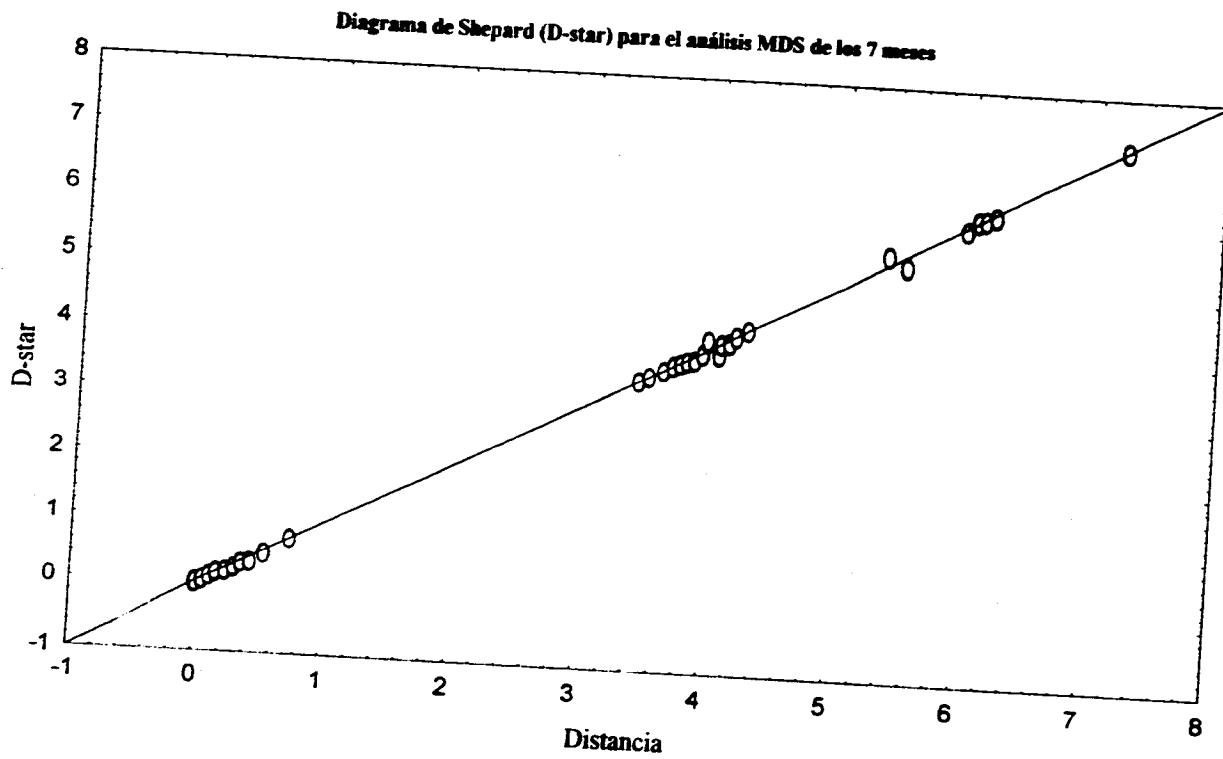


Figura 31



Analisis cluster para los 7 meses de muestreo  
Complete Linkage, Distancias Euclidianas

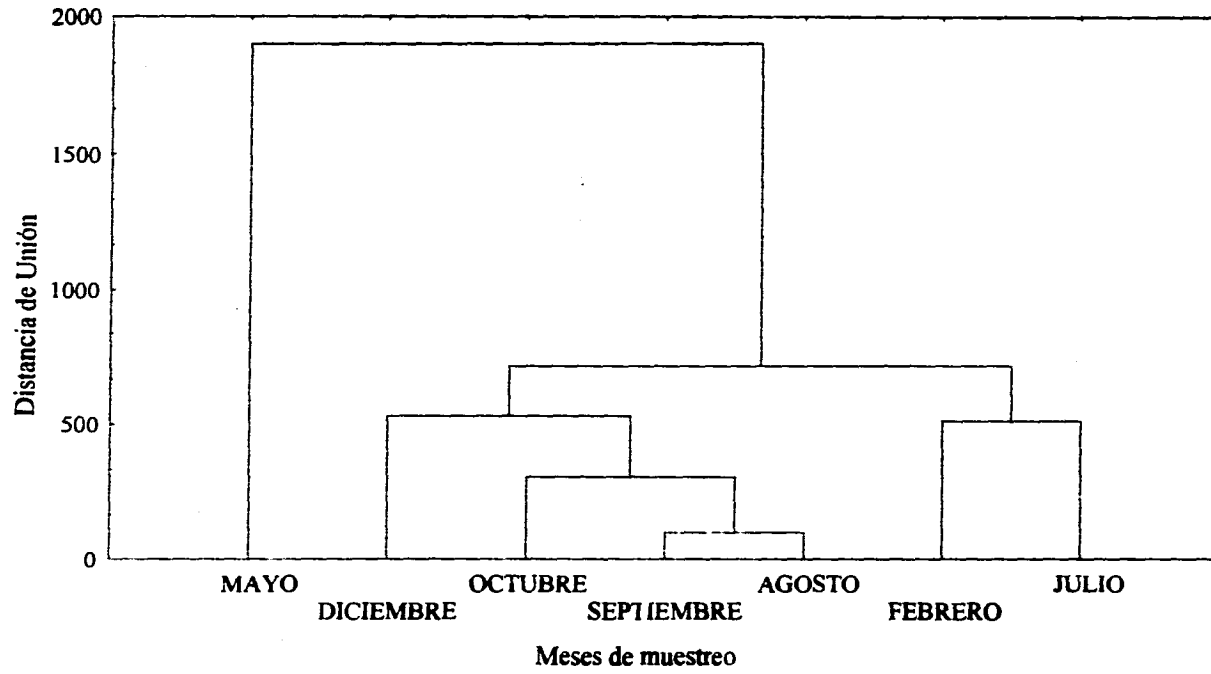


Figura 32

Escalamiento Multidimensional para los 7 meses de muestreo

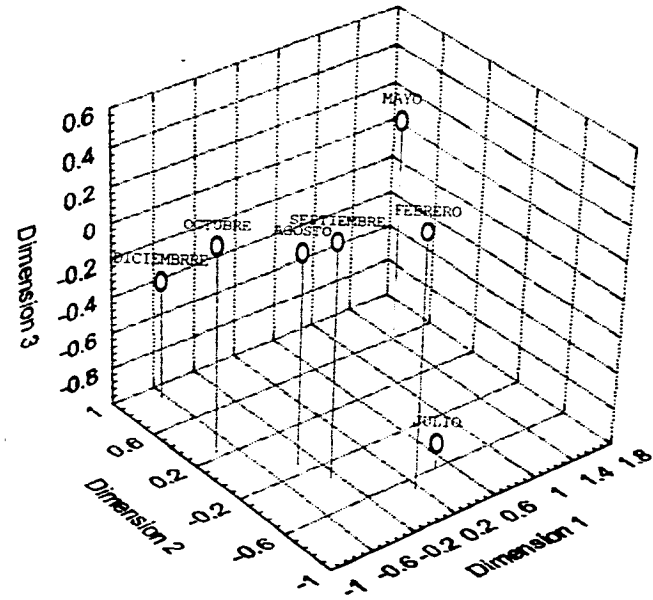
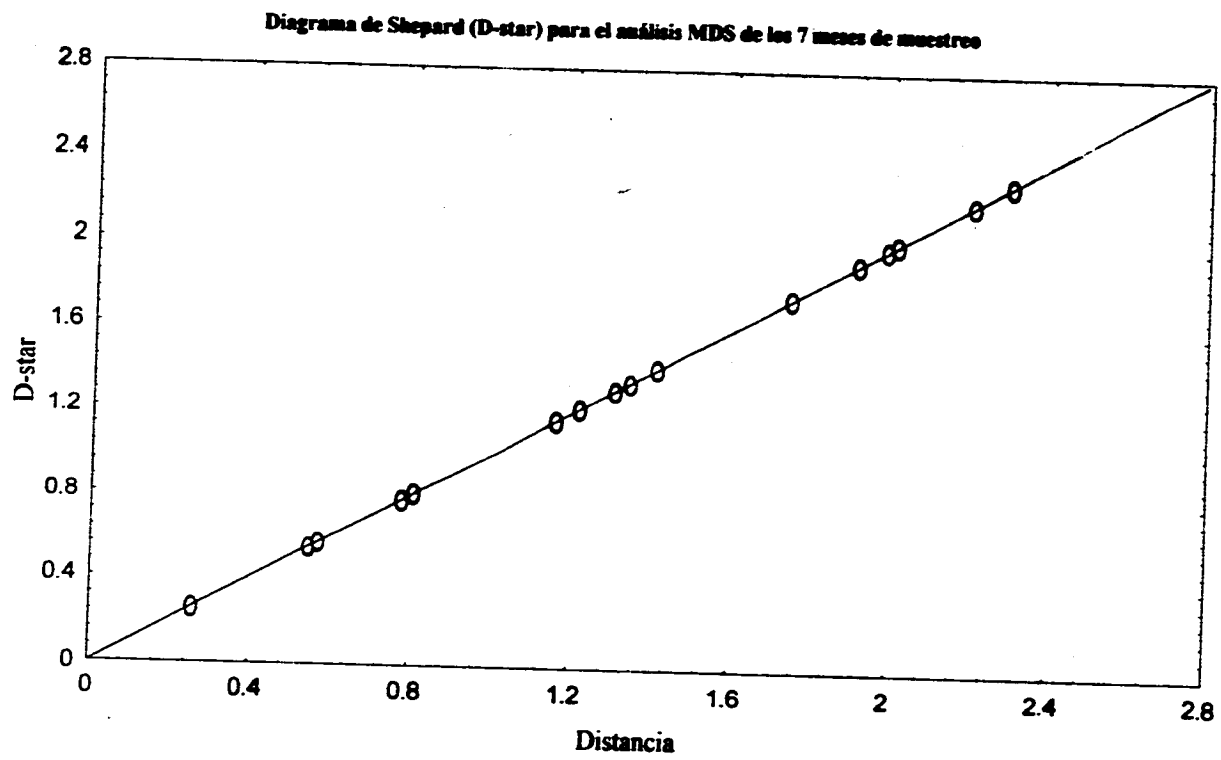


Figura 33



**Figura 34**

Figura 35

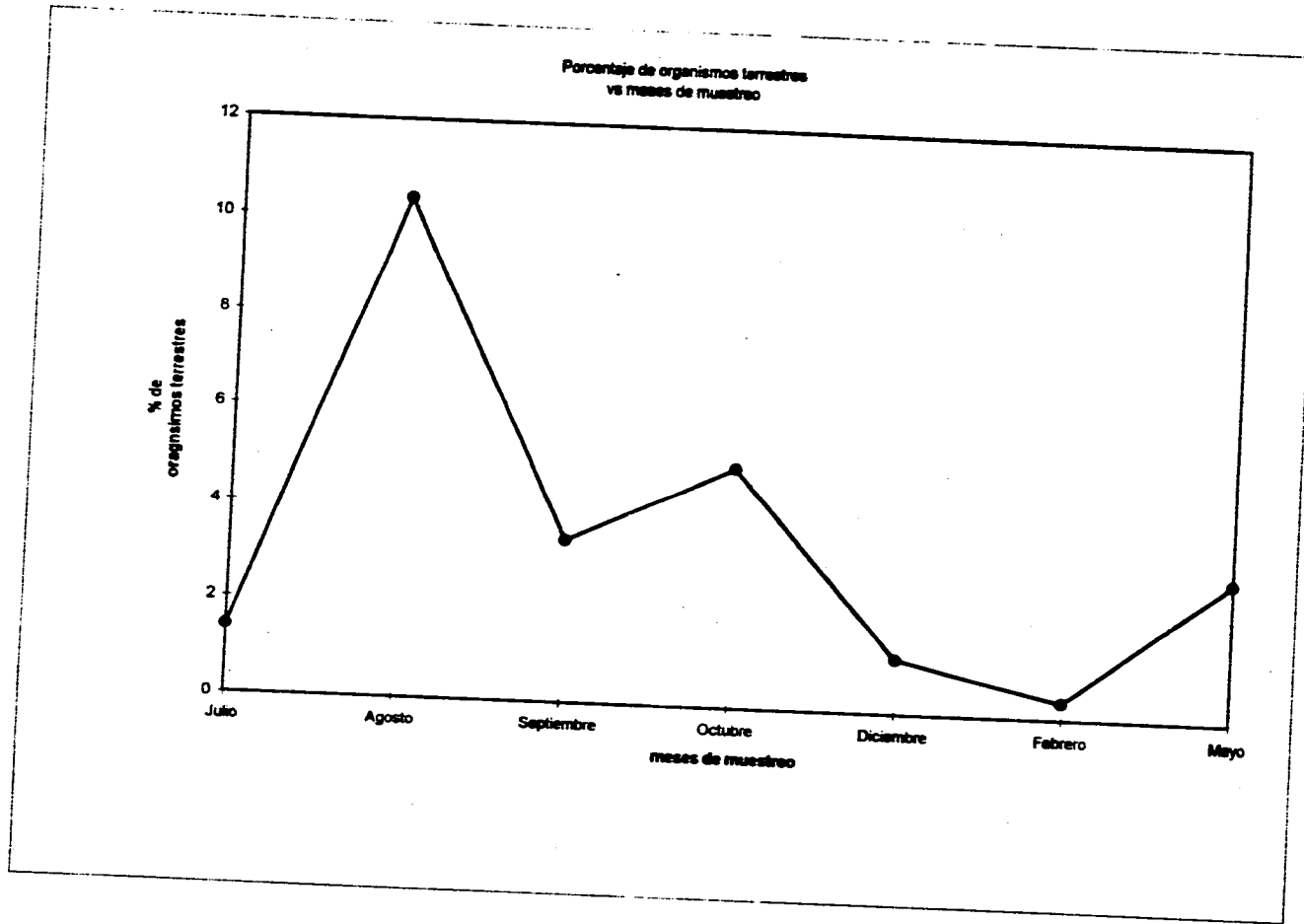
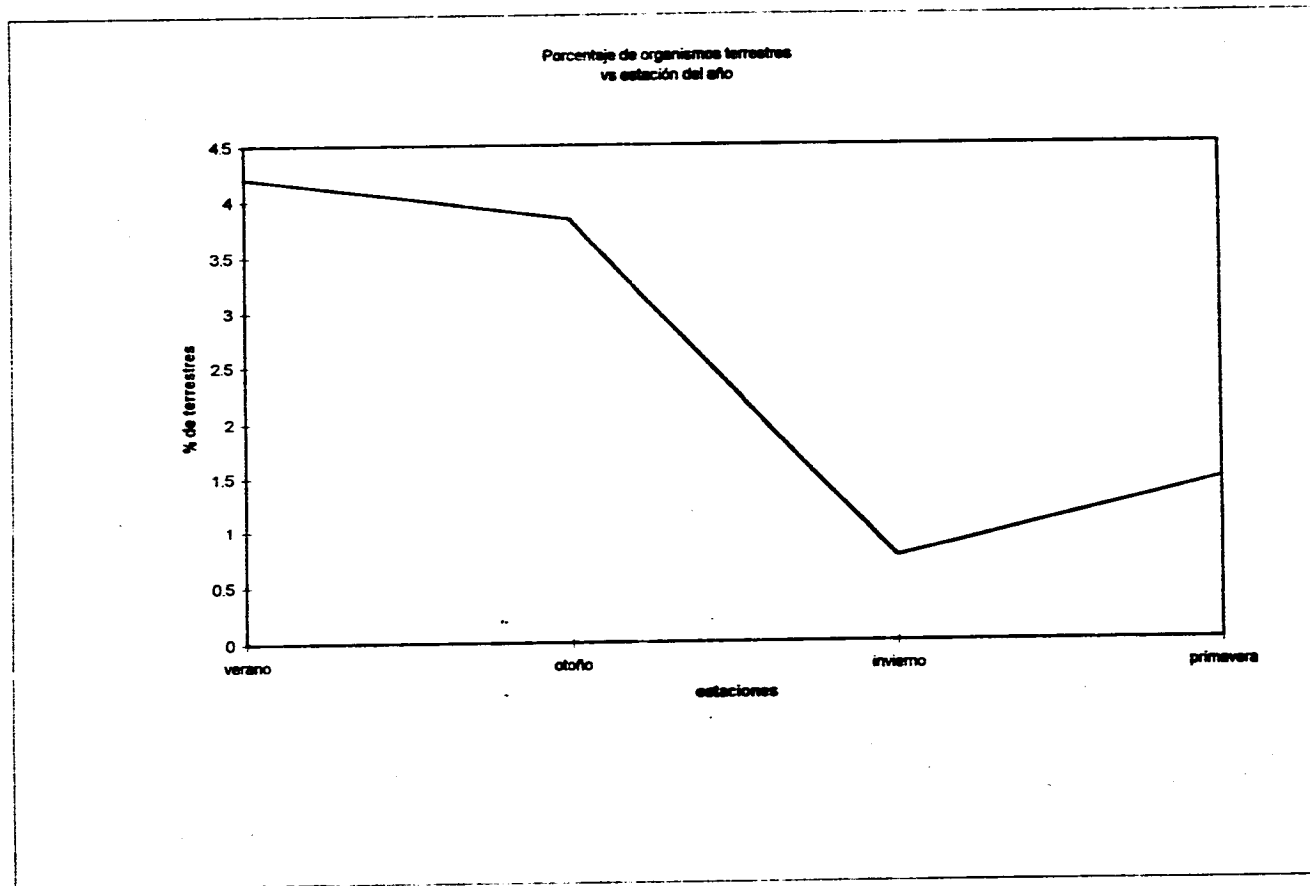
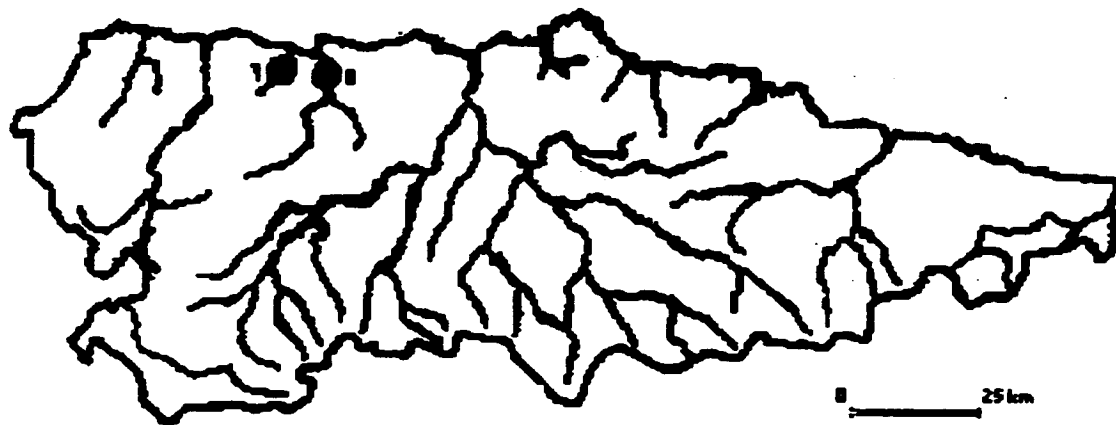


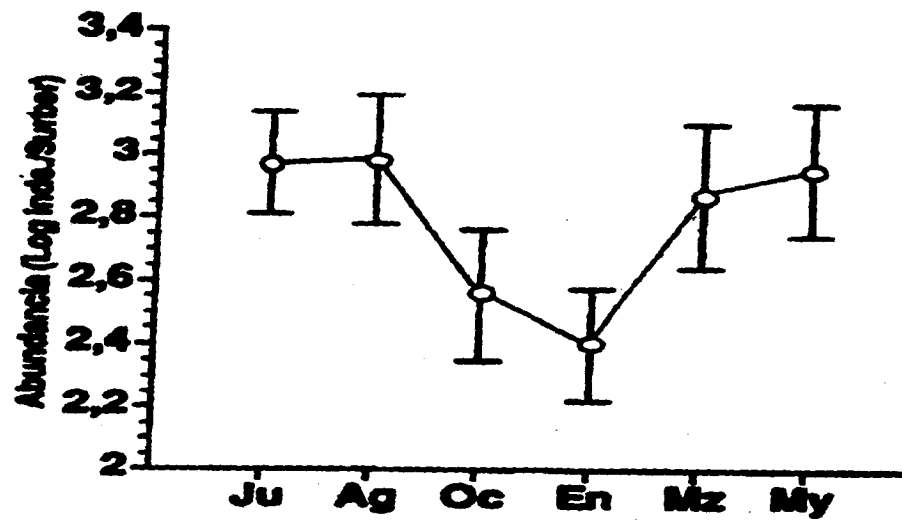
Figura 36



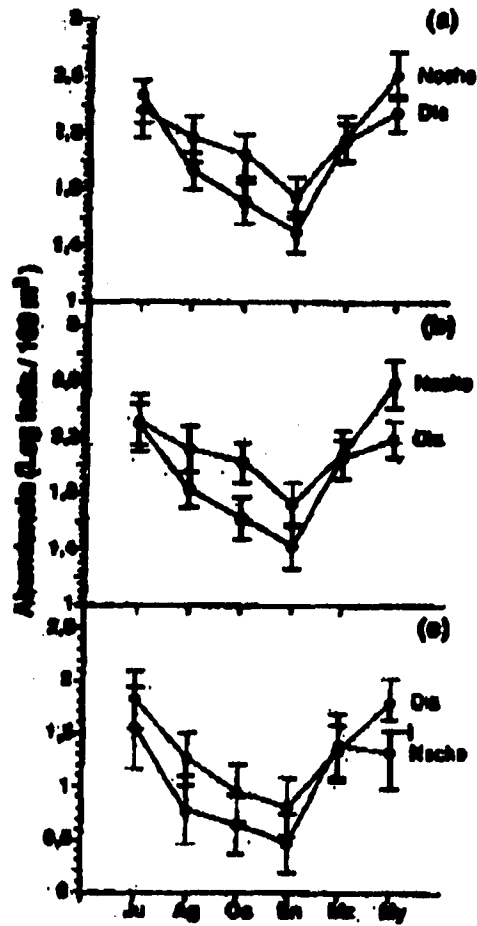
CON LA CALIDAD  
SALIR POR LA CALIDAD



**Figura 37.- Localización de los ríos Negro (7), y Esva (8).**



**Figura 38. Número medio de organismos (escala logarítmica) por Surber en las distintas campañas de muestreo para el río Negro. (Tomado de Rincón 1993)**



**Figura 39. cambios mensuales en el número total de organismos en las muestras de deriva (a), organismos acuáticos (b) y terrestres (c), para el río Negro (Tomado de Rincón 1993).**



Figura 40

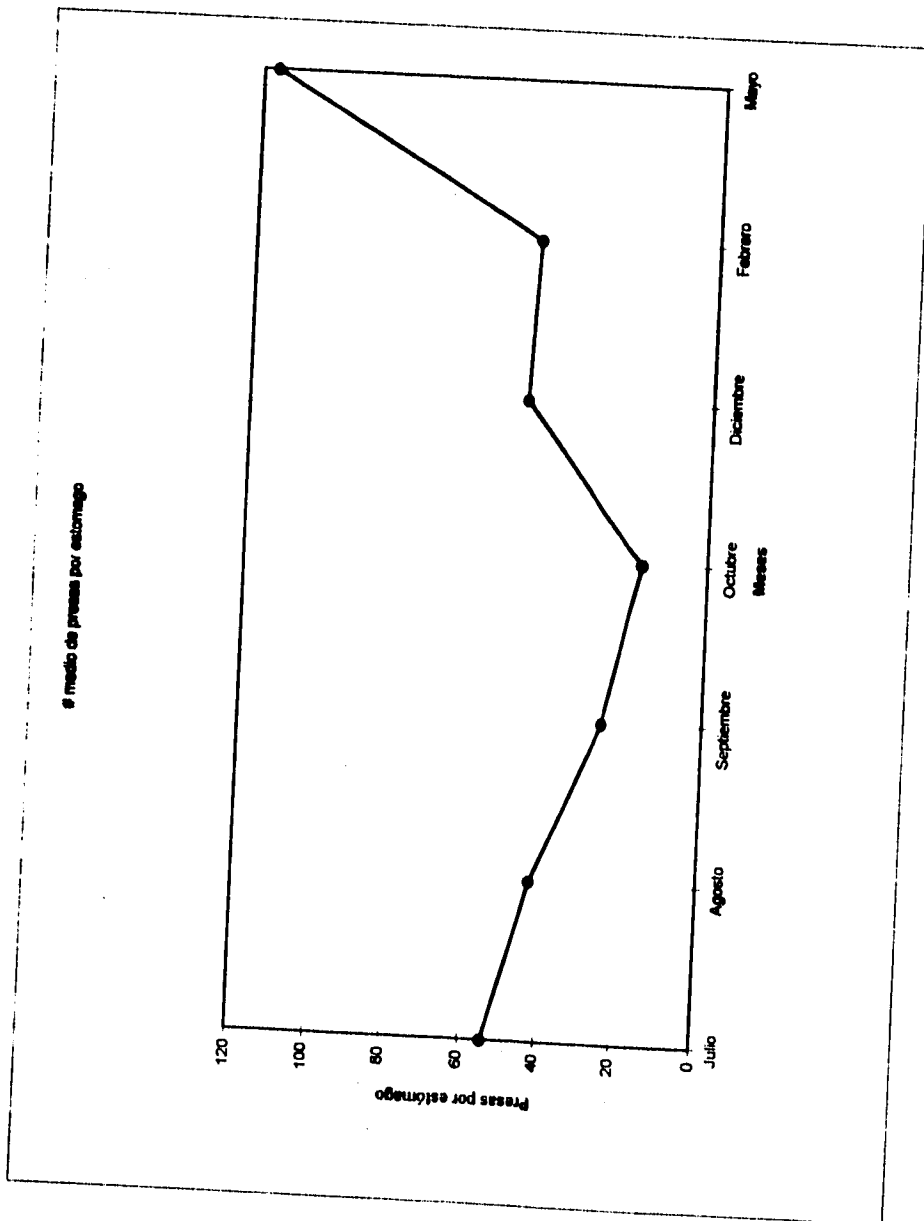


Figura 41  
Índices de Iylev para las  
presas principales

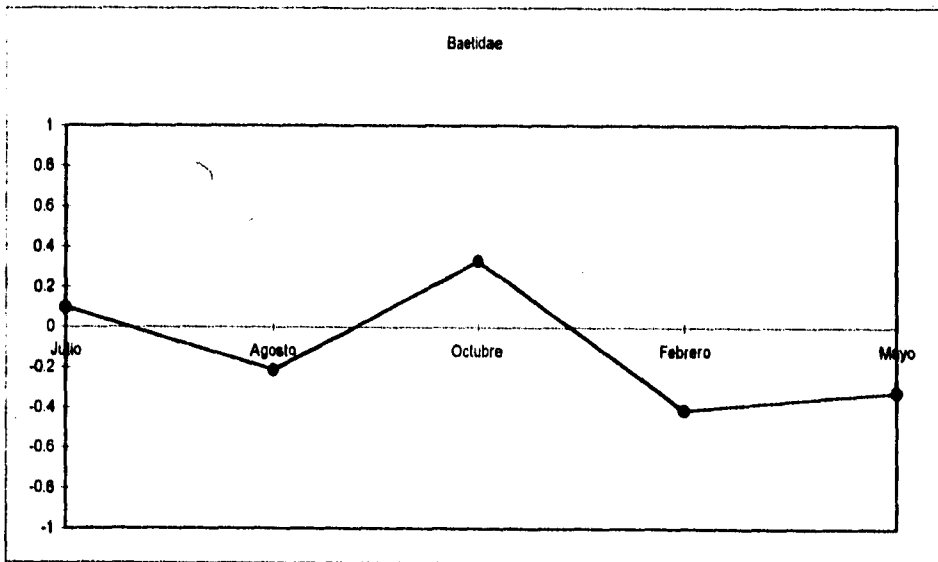
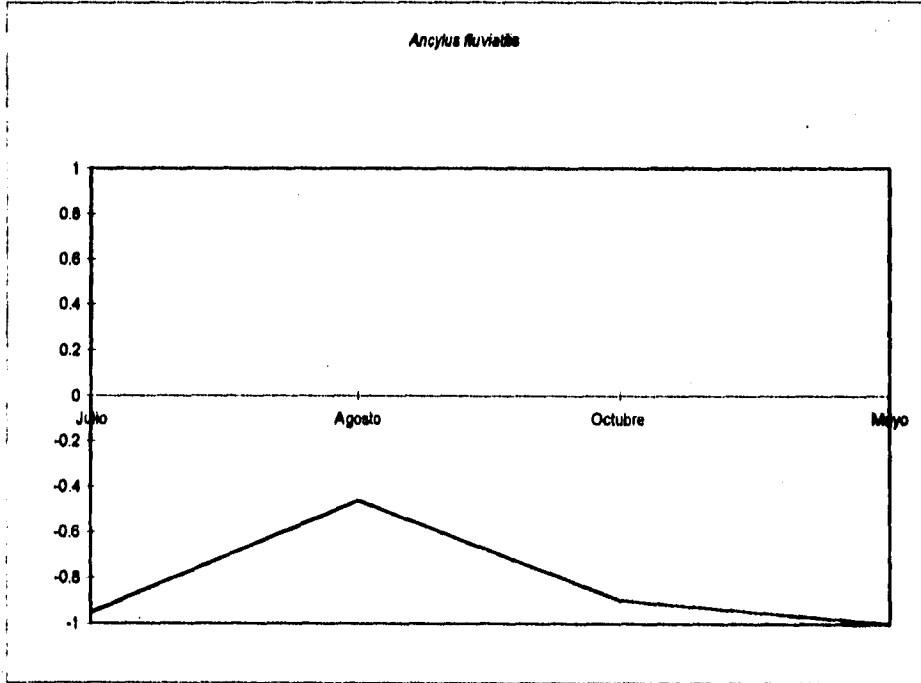


Figura 41  
Indices de nivel para las  
presas principales

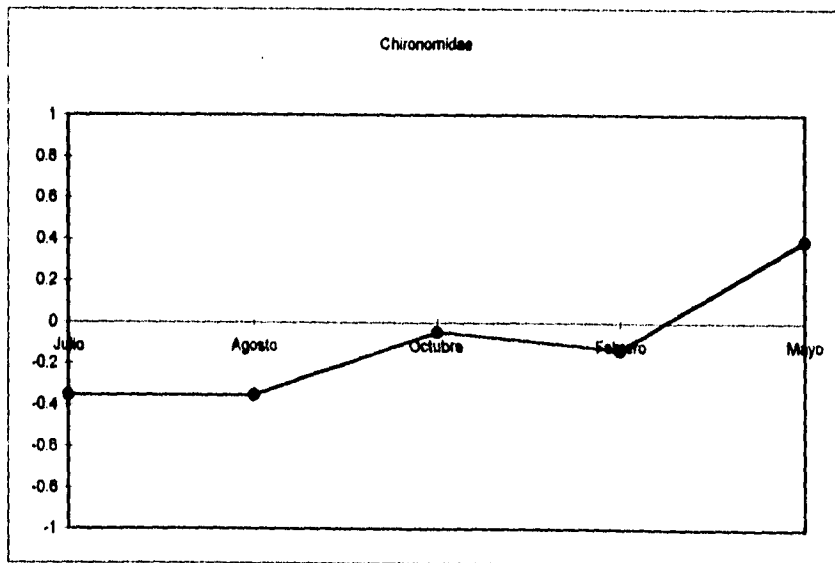
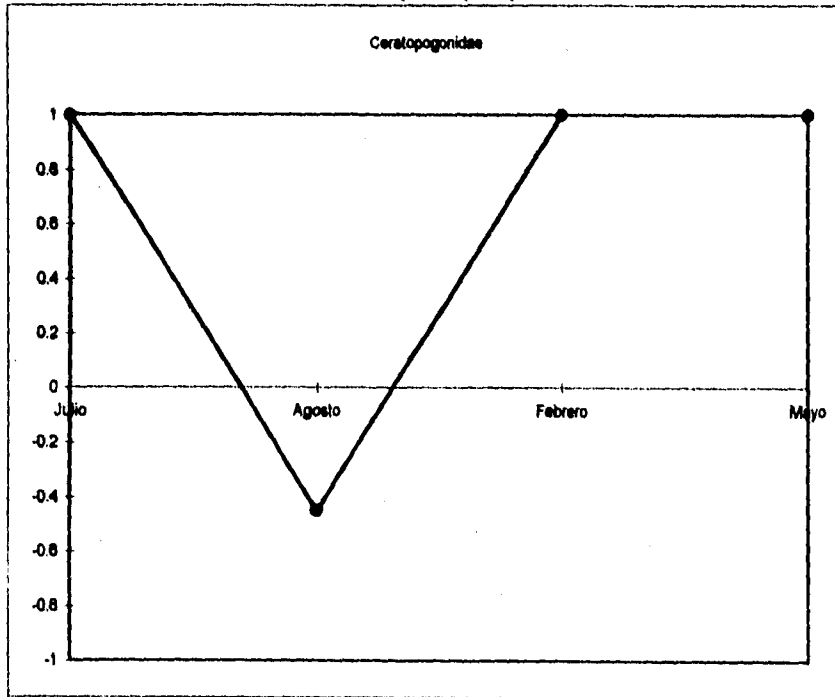


Figura 41  
Índices de Iyiev para las  
presas principales

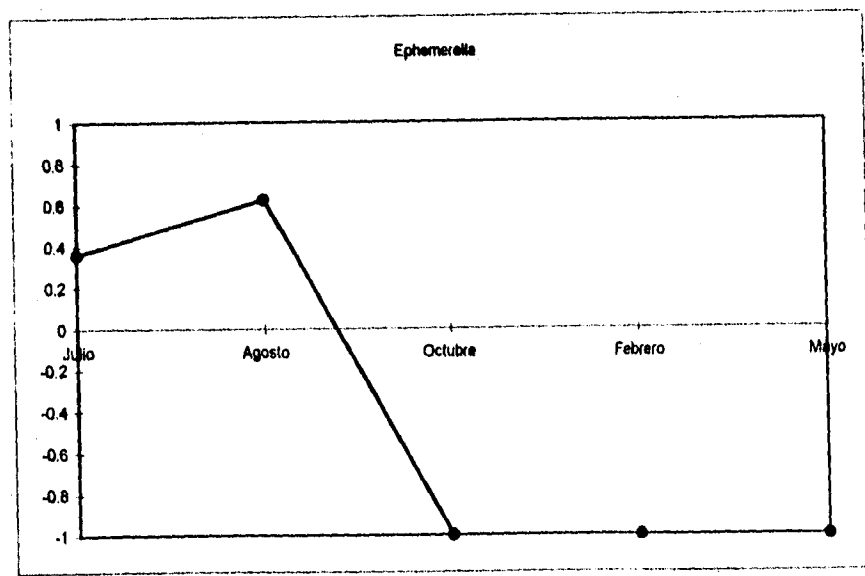
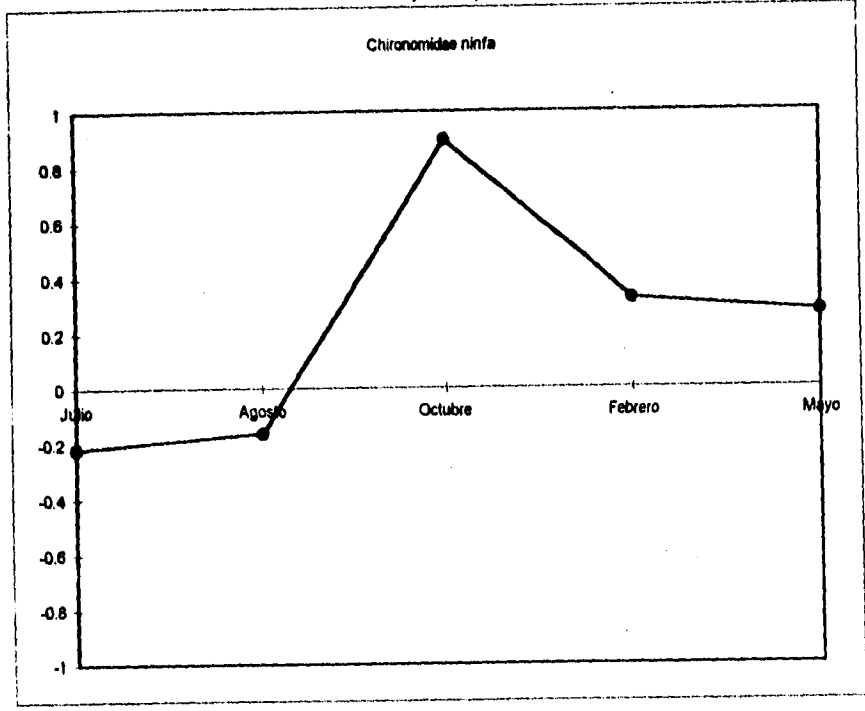


Figura 41  
Índices de Iviel para las  
presas principales

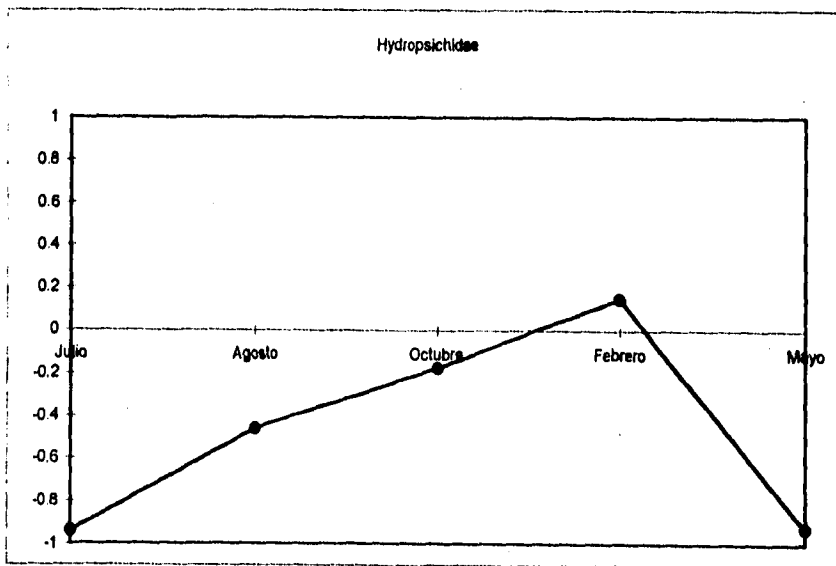
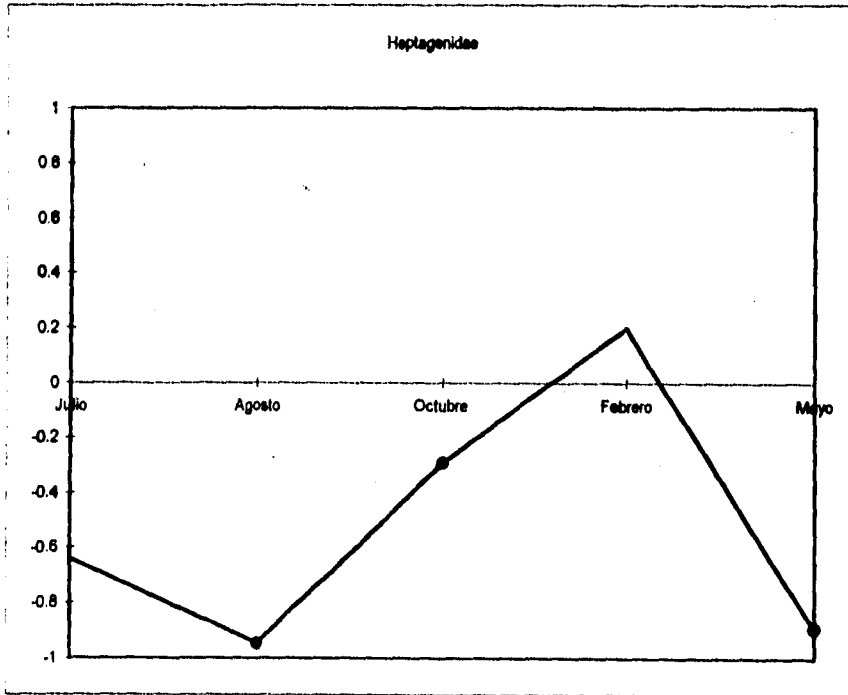


Figura 41  
Índices de Irvlev para las  
presas principales

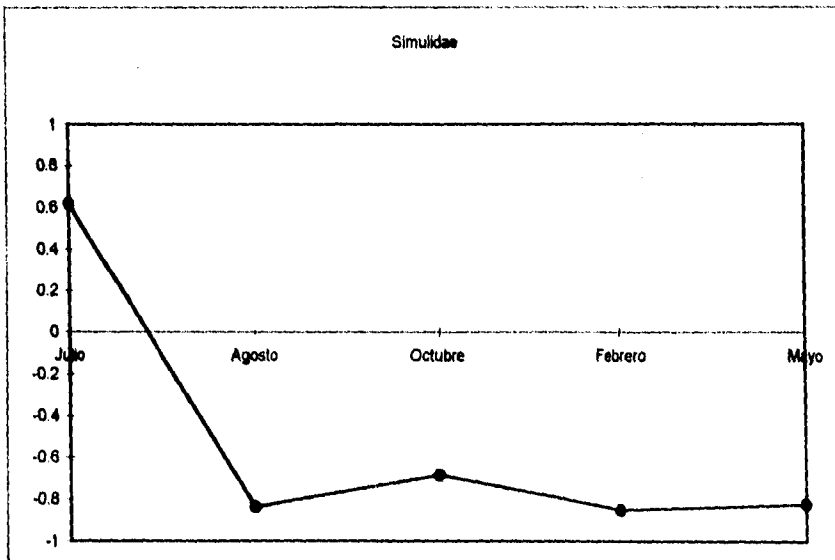
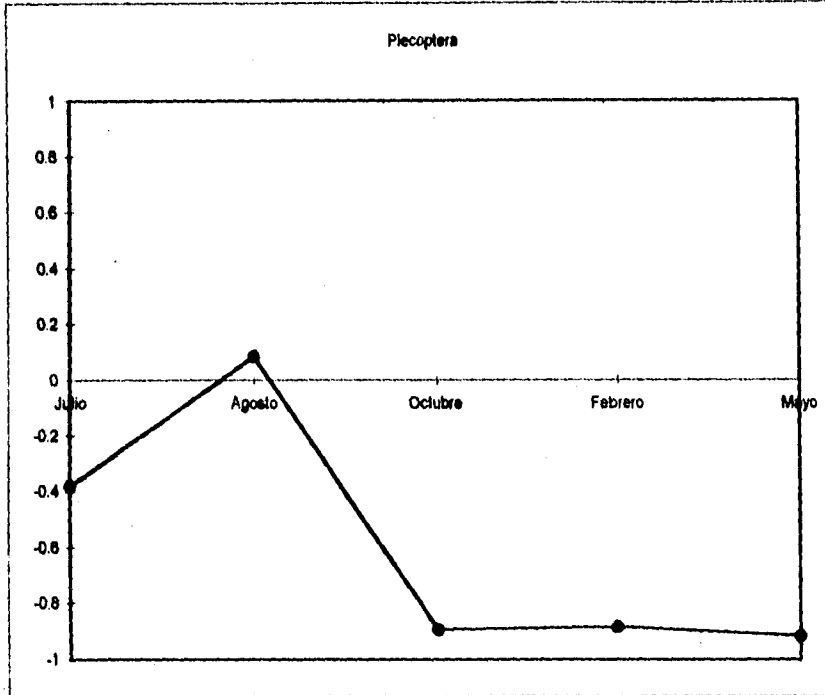
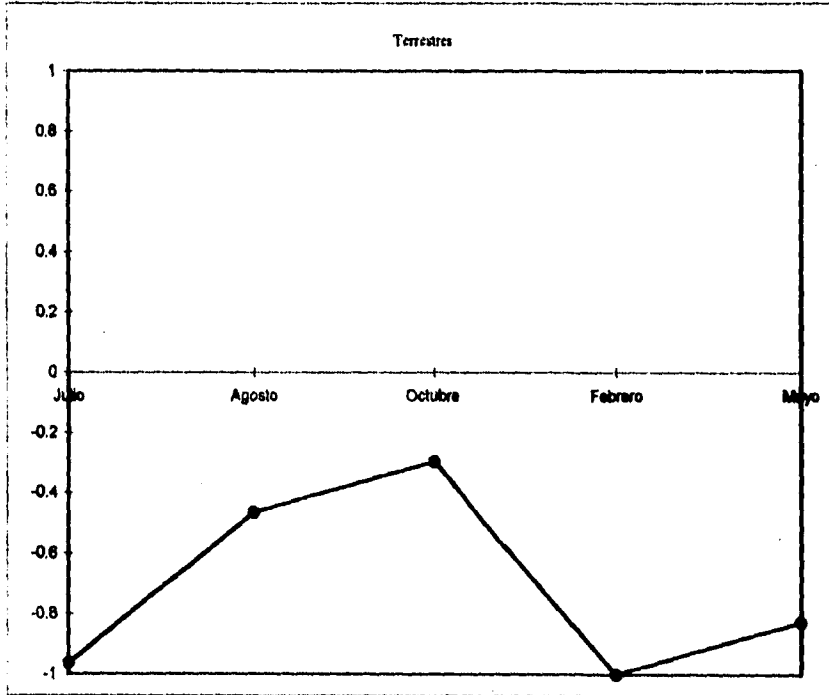


Figura 41  
Índices de lviev para las  
presas principales



## **Agradecimientos**

- Al Doctor Virgilio Arenas Fuentes y al Doctor Felipe Amezcua Linares por su dirección y asesoría en las diferentes etapas del presente trabajo.
- A los M. en C. Margarito Alvarez Rubio y Arturo Sánchez Iturbe, así como al Biólogo Rafael Enrique Barba Álvarez por la revisión detallada del manuscrito y sus valiosas sugerencias.
- Al Doctor Ignacio Vázquez, a la Doctora Cristina Cramer y a la Bióloga Ma. del Carmen Letechipia del laboratorio de Acarología de la Facultad de Ciencias por la ayuda en la identificación de Arañas y Ácaros.
- A Fundación UNAM por la beca otorgada para la realización de esta tesis.
- A todos aquellos que de alguna manera colaboraron en la elaboración de este trabajo.