

PRODUCCION PISCICOLA EN SIETE EMBALSES ESPAÑOLEs: MEMORIA DE UN PROYECTO Y RESULTADOS PRELIMINARES.

Carlos GRANADO LORENCIO y Fernando SANCHO ROYO

Departamento de Ecología, Facultad de Biología, 41080 Sevilla, España.

Palabras clave: Peces, embalses, producción piscícola.

SUMMARY

FISHERIES PRODUCTION IN SEVEN SPANISH RESERVOIRS: PROJECT AND PRELIMINARY RESULTS

Key words: Fishes, reservoirs, fisheries production.

The factors regulating fish production from spanish reservoirs systems remain unknown. During the period 1985-1986 a limnological and ichthyological study on seven reservoirs was carried out to provide guidelines for future development of the fisheries and aquaculture.

Fishes were collected using trammel nets at 6 fixed stations shared along the reservoir surface. A total of 17 variables were investigated in relation to reservoir fish populations and fish biomass.

According to our results, the most important variables were mean depth and shore development factor.

INTRODUCCION

La explotación de los recursos biológicos existentes en las aguas epicontinentales ha constituido una práctica habitual en las civilizaciones antiguas. Sin embargo, es en este siglo, y más especialmente en las últimas décadas, cuando ha empezado a generalizarse la convicción de que estamos con un recurso importante, tradicionalmente relegado a un plano muy secundario.

A excepción de países como China y otros asiáticos, donde la tradición cultural y las necesidades alimenticias han mantenido un desarrollo integral de la acuicultura y la explotación piscícola de las masas de agua dulce, son los denominados "desarrollados" (Canadá, Estados Unidos, Israel y centroeu~~ropeos~~) quienes mantienen importantes planes de investigación y explotación de los potenciales ícticos de sus ríos, lagos y embalses.

Esta tendencia general ha permitido, entre otras realizaciones, avances notables en el conocimiento de la producción secundaria de los ecosistemas epicontinentales (HENDERSON, 1973; FAO, 1974, 1981 y 1983; BHUKASWAN, 1980; FRASER 1981; PIHU y MAEMETS, 1982; HOWELLS, 1984; y otros); así como metodologías que permiten evaluar las capacidades productivas de las aguas lénticas (RYDER,

IV CONGRESO ESPAÑOL DE LIMNOLOGIA

Actas : 359-367

1964 y 1982; JENKINS, 1970, 1978 y 1982; HENDERSON y WELCOMME, 1974; RYDER, KERR, LOFTUS y REGIER, 1975; WELCOMME, 1976; MAY, BEDDINGTON y CLARK, 1979; RIGLER, 1982; y otros).

Nuestro país se encuentra, en este campo, en una posición retrasada en relación a la gran cantidad de agua embalsada que posee (más de 800 grandes embalses). Los datos sobre la producción piscícola en este tipo de masas de agua son escasos (GRANADO LORENCIO y GARCIA NOVO, 1985 y en prensa).

En tal situación, y con el objetivo de conocer la riqueza ictica de algunos embalses, se ha llevado a cabo un Proyecto que, por primera vez, acomete la evaluación pesquera de siete embalses del sur de España y la determinación de aquellas variables morfológicas, morfométricas, de uso y/o limnológicas que están ligadas a dicha producción ictica natural. El interés no residía en la detección de factores capaces de modelar las producciones piscícolas de los embalses estudiados, sino más bien en buscar parámetros ambientales, de amplia contrastación en la bibliografía, y fácil aplicación para el resto de embalses del país.

MATERIAL Y METODOS

Fueron seleccionados los embalses de Aracena, La Minilla, El Gergal, en la cuenca del Río Rivera de Huelva; Cala, en la del Rivera de Cala; Torre del Aguila, en la del Salado de Moron; Bornos y Arcos, en la del Guadalete (Figura 1).

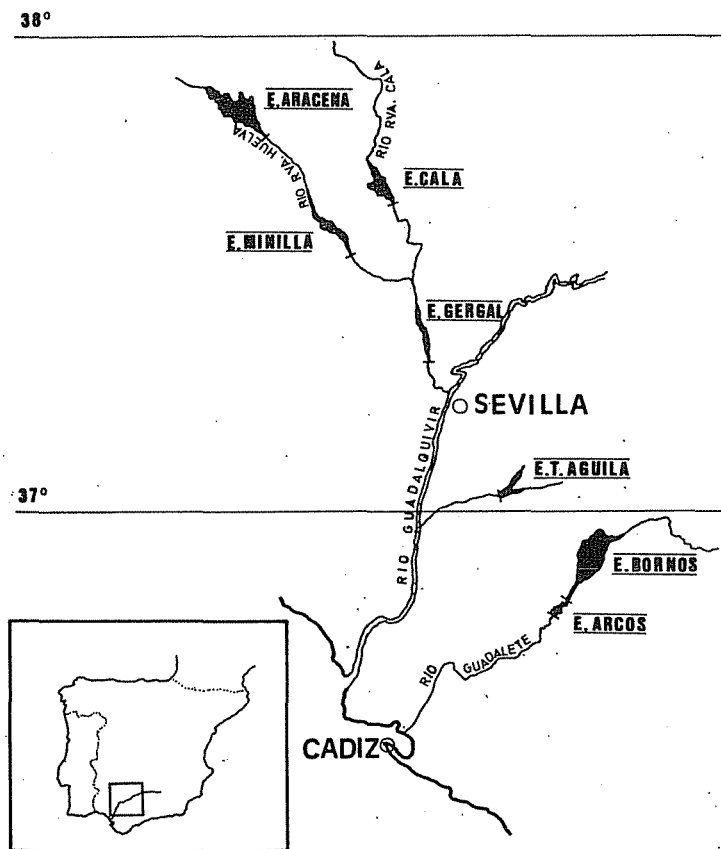


Figura 1. Localización de los embalses.

Figure 1. Geographic locations of the reservoirs.

Se realizaron cuatro campañas de muestreo, por embalse; tomándose, en cada una de ellas, muestras de agua (a 500 m. de la presa), perfil vertical de temperatura, oxígeno y transparencia en tres puntos (presa, tramo medio y cola). La ictiofauna fue muestreada con seis trasmallos de 12 x 2 m., en 24 horas (unidad de esfuerzo de pesca), repartidos por toda la superficie del embalse, y en cada campaña (24 muestras independientes). Se realizaron doce muestras con ecosonda, por embalse y campaña.

Los resultados de las capturas con red se relativizaron con el uso del término capturas por unidad de esfuerzo de pesca (CPUE); igualmente se procedió con la biomasa capturada (BPUE). La evaluación de las poblaciones y la biomasa total del embalse fue realizada a partir de los resultados de red y métodos ecointegradores (GRANADO LORENCIO y GARCIA NOVO, en prensa).

Las variables analizadas en relación a las capturas y biomásas son:

1. Volumen total del embalse (Hm^3): Media de los 5 últimos años.
2. Superficie total del embalse (Has): Según volumen total.
3. Profundidad media (m.): Relación Volumen / superficie.
4. Factor de Desarrollo de la orilla: La longitud de orilla del embalse, comparada con la de una circunferencia igual a la del embalse.
5. Edad (años): Desde la fecha de llenado.
6. Fluctuación de nivel (m): Valor medio entre la cota mínima y máxima alcanzado durante los últimos 5, 4, 3, 2 y 1 años (cada valor es analizado independientemente).
7. Tasa de renovación.
8. Sólidos disueltos (ppm): Media anual de las 4 campañas.
9. Sólidos en suspensión (ppm): Idem.
10. Conductividad (mhos/cm): Idem.
11. Alcalinidad (meq/l): Idem.
12. Fosfato ($mg PO_4/l$): Idem.
13. Nitrato ($ug N/l$): Idem.
14. Nitrito ($ug N/l$): Idem.
15. Amonio ($ug N/l$): Idem.
16. Clorofila a (mg/m^3): Idem.
17. Transparencia (cm): Idem.
18. Composición y abundancia de fitoplancton y zooplancton.

Paralelamente, se efectuaron los siguientes estudios en la fauna íctica: estructura en edad (escamas y método de Petersen), sex-ratio, índices poblacionales y de crecimiento, y contenidos estomacales.

La matriz general de las variables fue sometida a análisis del tipo regresión lineal simple y múltiple.

RESULTADOS

En este apartado tan sólo se hará referencia a los resultados del muestreo con redes, composición cualitativa y cuantitativa de las especies por embalse, y primeros datos de las relaciones entre variables analizadas.

En la figura 2 se representan los resultados de CPUE y BPUE en cada uno de los siete embalses estudiados.

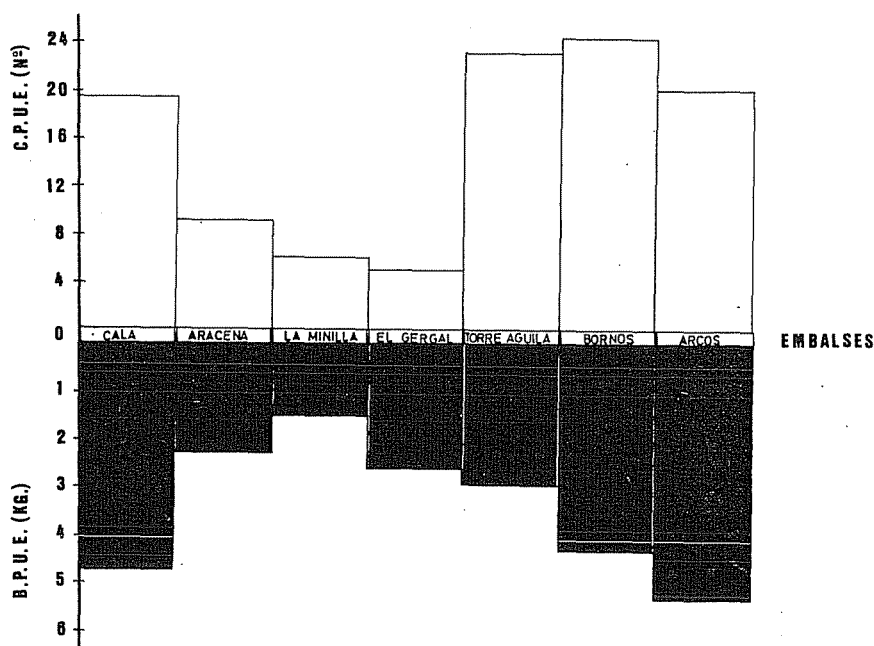


Figura 2. Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) y biomasa por unidad de esfuerzo (BPUE).

Figure 2. Catch per unit effort (CPUE) and biomass per unit effort (BPUE).

La composición cuantitativa y cualitativa de cada especie, biomasa y número, se representa en la Figura 3 (Los datos corresponden a la suma de las cuatro campañas).

Los valores de biomasa total estimada, y por hectárea, calculados en cada embalse, a partir de los datos obtenidos con redes y ecosonda, quedan expresados en la tabla 1.

Embalse	Biomasa Total (Tm)	Biomasa/hectárea (Kg)
Aracena	28	34.1
La Minilla	7	33.3
El Gergal	5	35.7
Cala	32	88.8
T. Aguila	17	26.1
Bornos	527	340.0
Arcos	40	160.0

Tabla 1. Estimaciones de biomasa total y por hectárea.

Table 1. Fish biomass and fish biomass per hectare.

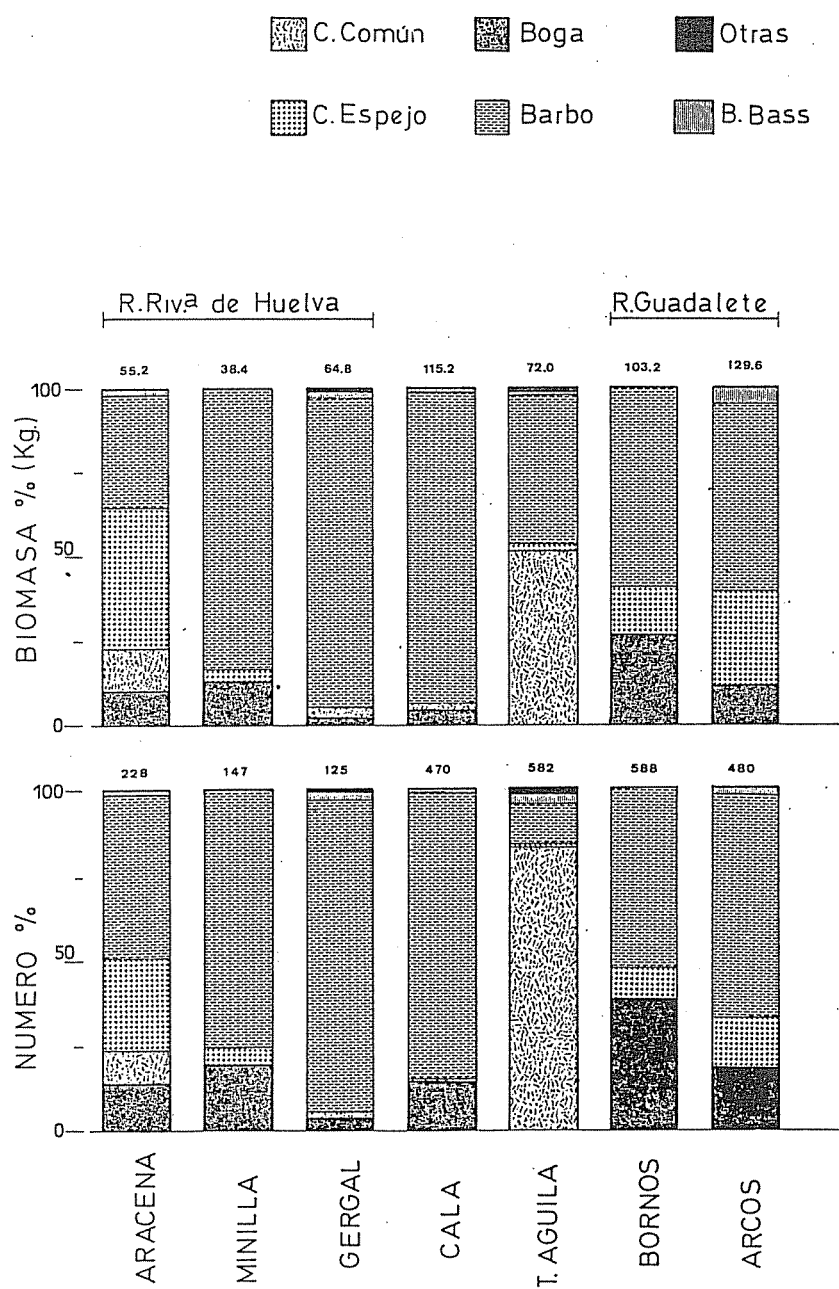


Figura 3. Estructura específica, número y biomasa, por embalse.

Figure 3. Specific structure, number and biomass, in each one reservoir.

En la Figura 4 se muestran las regresiones más significativas en el análisis bivalente entre CPUE ó BPUE y las restantes variables.

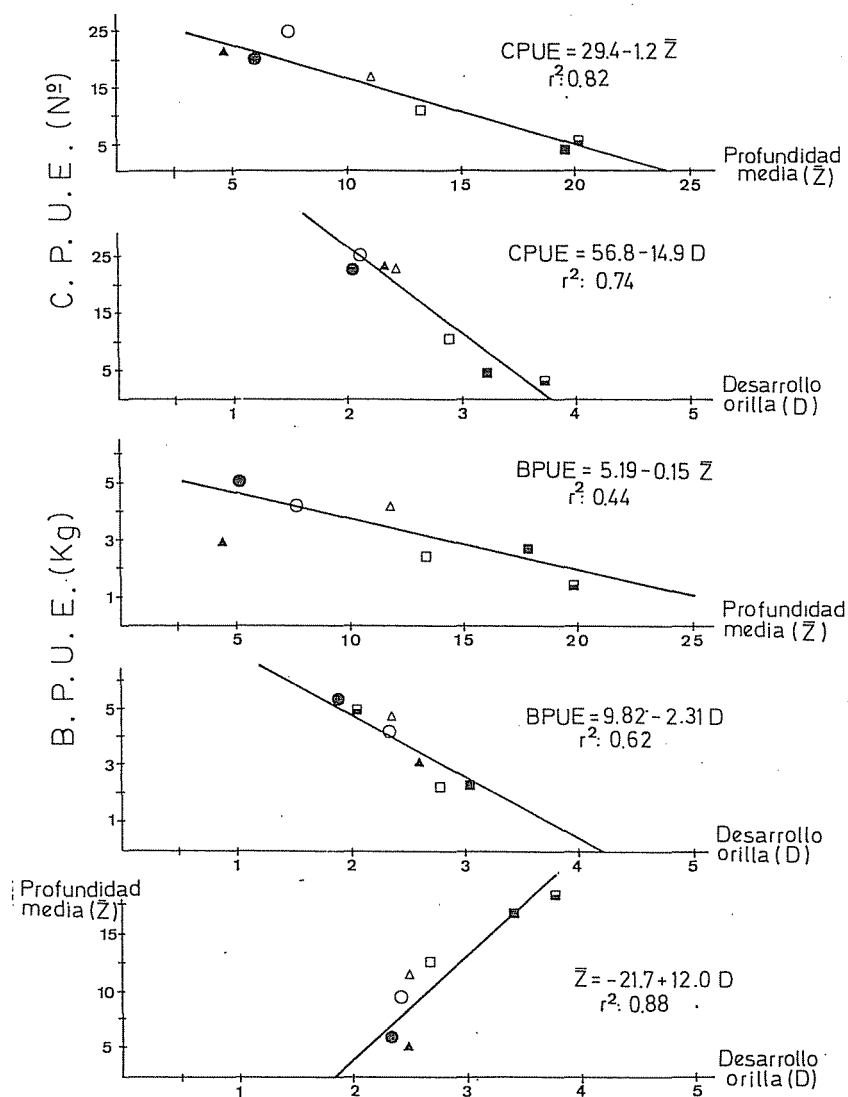


Figura 4. Rectas de regresion entre CPUE y profundidad media; CPUE y factor de desarrollo de la orilla; BPUE y profundidad media; BPUE y factor de desarrollo de la orilla; profundidad media y factor de desarrollo de la orilla.

Figure 4. Regression line between CPUE and mean depth; CPUE and shore development factor; BPUE and mean depth; BPUE and shore development factor; mean depth and shore development factor.

Embalses (reservoirs): Aracena $\square$; La Minilla $\blacksquare$; El Gergal $\blacksquare$; Cala $\triangle$; Torre del Aguila $\blacktriangle$; Bornos $\circ$; Arcos $\bullet$.

DISCUSION.

Los primeros resultados obtenidos en este trabajo ponen de relieve la complejidad de manejo de los embalses españoles. Existe gran número de variables que interaccionan a distintos niveles, haciendo difícil, en esta fase del Proyecto, una simplificación modélica. Si con relación a elementos de los eslabones inferiores (fitoplancton, zooplancton, etc.) no resulta fácil obtener interpretaciones claras de los factores ecológicos clave de su ciclo y otras características (abundancia, diversidad, ...); respecto a la ictiofauna, el grado de indeterminación aumenta. Las migraciones reproductivas, el home-range, la ocupación diferencial del espacio, el efecto de macro y microperturbaciones y otros factores ambientales sobre la dinámica poblacional, contribuyen a la imprecisión de los resultados; obligando a un diseño más completo del muestreo y a una mejor selección de las variables a considerar en posteriores estudios.

A todo ello, se debe sumar la "baja" estructuración de las comunidades ícticas de los embalses del sur de España, no existiendo especies ictiófagas (salvo en aquellos casos en que se hayan introducido black-bass y/o lucio), ni planctófagas, siendo poco eficiente la explotación de estos niveles por parte de las especies ibéricas. La principal vía es la detritívora y/o bentónica (GRANADO LORENCIO y GARCIA NOVO, 1986). Dicha característica impide mantener complejas cadenas tróficas, que harían más eficiente el flujo de energía a través de la comunidad, y por ende, la mayor correlación entre procesos y a nivel piscícola.

Sin embargo, la aportación contenida en este trabajo es de gran interés. En primer lugar, la composición cualitativa, en la mayor parte de los embalses, está dominada por el barbo (Barbus sclateri), especie ésta endémica del país y adaptada a una alimentación bento-detritívora. Su dominancia en número, se ve acompañada en relación a su biomasa. Las restantes especies (carpa común, Cyprinus carpio; boga de río, Chondrostoma toxostoma; carpa de espejo, Cyprinus specularis; black-bass, Micropterus salmoides; anguila, Anguilla anguilla y otras) presentan porcentajes inferiores. Resulta interesante comentar el bajo porcentaje de barbo en el embalse de Torre del Águila; esto, si bien, se deba a ser un embalse de regadío, con reiteradas fases de sequía total; en tal situación, los ejemplares encontrados corresponden a los restos de las poblaciones residentes en charcas y pozas, durante el periodo seco, que al llenarse el embalse vuelven a él (siendo escasa su reproducción). Al contrario, la abundante presencia de carpa común, denota la buena adaptación de esta especie a tal perturbación, con altas tasas reproductivas; hecho comprobado por el elevado número de jóvenes de clase de edad 0+, 1+ y 2+ (datos no recogidos en este artículo).

Otra contribución emanada del presente estudio son las estimas de biomasa íctica de los embalses. Además del valor intrínseco de las mismas, cabe resaltar la supremacía de dos de ellos: Bornos y Arcos. El primero, tiene una superficie de 1550 Has y una profundidad media de 8 m.; correspondiendo al segundo, 250 Has y 5.2 m. de profundidad media. La combinación de ambos, junto con el nivel de eutrofia de los mismos, determinan un sistema acuático muy productivo. Todas estas características morfológicas y de funcionamiento, hacen posible el mantenimiento de tan importantes biomásas. El embalse de Cala, situado en un nivel intermedio entre ambos y el resto de los embalses, las variables antes mencionadas también se encuentran entre ambos grupos.

Finalmente, unas breves reflexiones sobre las relaciones encontradas entre la densidad y biomasa de la ictiofauna y algunas variables métricas.

Si bien, el análisis aún no está finalizado y posiblemente existan algunas otras variables capaces de explicar la diferenciación entre embalses; dos han sido las que han mostrado una mejor interrelación: la profundidad media y el factor de desarrollo de la orilla. Respecto a la primera, ya se ha puesto de manifiesto su importancia sobre el crecimiento de boga de río en algunos embalses del Río Tajo (GRANADO LORENCIO et al., 1985). Su contribución parece evidente, al resumir una capacidad productiva de los ecosistemas acuáticos, una menor profundidad media, permite que haya una mayor superficie del embalse con agua eufótica e incluso con buena estructuración del bentos litoral y de fondo. Además de reflejar una tipología del embalse más somero, de vaso amplio, etc.

Respecto a la segunda variable, si bien en estudios realizados en otros países, sobre lagos naturales, refleja un hecho evidente, factores bajos corresponden a lagos regulares, amplios, con abundantes ensenadas, poca profundidad media; mientras que factores altos son propios de lagos estrechos, alargados, profundos; en el caso español estas propiedades se ven falseadas ya que los embalses son ríos anegados, y no atienden a procesos de geomorfología lacustre. Sin embargo, y quizás con un cierto grado de suerte, al elegir los embalses a estudiar, parece mantenerse dicha propiedad. Ambas variables han mostrado una buena relación.

En el ocaso de esta discusión, resulta obligado recapitular los objetivos iniciales del trabajo y apostillar algunas ideas. La riqueza de peces de nuestros embalses constituye un recurso desaprovechado y en alguna medida abundante, cuya explotación, si bien no es competitiva, si puede ser una actividad productiva local y/o un sistema de control de los niveles de eutrofia de nuestras aguas epicontinentales (entre otros muchos). Igualmente, la potencialidad de estos ecosistemas acuáticos permite un manejo racional, encaminado a objetivos previamente planteados; la introducción de especies exóticas que ocupen nichos vacíos y de interés comercial más elevado que las autóctonas, pueden estructurar las comunidades y ejercer una explotación de los recursos existentes más eficiente. Así también, y en el ojo del huracán de la acuicultura, los embalses contienen unas características propias del medio natural, inmejorables para experiencias de cría tanto en intensivo como en extensivo, que harían posible elevados rendimientos.

Con el convencimiento de su interés nacional y como experiencia que abra un campo de investigación, olvidado secularmente, ha sido realizado el presente Proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- BHUKASWAN, T. 1980. Management of Asian reservoir fisheries. FAO Fish. Tech. Pap. (207): 27 p.
- FAO, 1974. Symposium on the methodology for the survey, monitoring and appraisal of fishery resources in lakes and large rivers. EIFAC Tech. Pap. (23): 33p.
- FAO, 1980. Comparative studies on freshwaters fisheries. Fish. Tech. Pap.: 46 p.
- FAO, 1981. Working Party on the promotion of fishery resources research in developing countries. Fish. Report (251): 235 p.
- FAO, 1983. Informe de la segunda reunión del grupo de trabajo de la COPESCAL sobre recursos pesqueros. Iquitos, Perú, 23 p.

- FRASER, J.M. 1981. Estimates of the standing stocks of fishes in four small Precambrian shield lakes. Canadian Field-Naturalist 95(2):137-143.
- GRANADO LORENCIO, C. y GARCIA NOVO, F. 1985. Fish community evolution of the fish in a new reservoir (southern Spain). Procc. Symp. Small Hydropower Fisheries Denver, USA : 485-488.
- GRANADO LORENCIO, C. y GARCIA NOVO, F. 1986. Feeding habits of the fish community in a eutrophic reservoir in Spain. Ekol. Pols., 34(1): 95-110.
- GRANADO LORENCIO, C. y GARCIA NOVO, F. (en prensa). Biomasa y producción de la ictiofauna en un embalse reciente. Oecología Aquática
- GRANADO LORENCIO, C.; GUILLEN, E. y CUADRADO, M. 1985. The influence of some factors on growth of iberian nase, Chondrostoma toxostoma (Steind., 1865) in three reservoirs of western Spain. CYBIUM 9(3): 225-232.
- HENDERSON, H.F. 1973. Actual and potential yield of fish in Lake Nasser. FAO: 6 p
- HENDERSON, H.F. y WELCOMME, R.L. 1974. The relationship of yield to morphoedaphic index and numbers of fisherman in African Inland Fisheries. CIFA Ocs. Pap (1): 19 p.
- HOWELLS, G.D. 1984. Fisheries decline: mechanisms and predictions. Phil. Trans. Soc. Lond. 305:529-547.
- JENKINS, R.M. 1970. The influence of engineering design and operation and other environmental factors on reservoir fisheries. Water Res. Bull. 6:110-119.
- JENKINS, R.M. 1978. Prediction of fish production in Oklahoma reservoirs on the basis of environmental variables. Ann. Okla. Acad. Sci., 5:11-20.
- JENKINS, R.M. 1982. The morphoedaphic index and reservoir fish production. Trans. Amer. Fish. Soc., 111:133-140.
- MAY, R.; BEDDINGTON, J. y CLARK, C. 1979. Management of multispecies Fisheries. Science, 205(4403) : 267-277.
- PIHU, E. y MAEMETS, A. 1982. The management of fisheries in Lake Võrtsjärv. Hydrobiologia, 86:207-210.
- RIGLER, F.H. 1982. The relation between fisheries management and limnology. Trans. Amer. Fish. Soc. 111: 121-132.
- RYDER, R.A. 1964. Chemical characteristics of Ontario lakes: with reference to a method for estimating fish production. Lands and Forest Dep. (48), Canada 75 p.
- RYDER, R.A. 1982. The morphoedaphic Index: use, abuse and fundamental concepts. Trans. Amer. Fish. Soc. 111:154-164.
- RYDER, R.A.; KERR, S.R.; LOFTUS, K.H. y REGIER, H.A. 1974. The morphoedaphic index a fish yield estimator-review and evaluation. J. Fish. Res. Bd. Can. 31:663-668
- WELCOMME, R.L. Some general considerations on the fish yield of African rivers. J. Fish. Biol. 8:351-364.