

PREFERENCIAS DE HÁBITAT DE LA TRUCHA COMÚN EN LA ÉPOCA DE FREZA. RÍO DULCE, GUADALAJARA.

M. Mayo Rustarazo, B. Gallego Ballester, D. García de Jalón Lastra y P.A. Brotóns Floría

Cátedra de Zoología y Entomología. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Avda. Ramiro de Maeztu s/n, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid.

Palabras claves: Trucha común, freza, hábitat, preferencias.

Keywords: Trout, spawning, habitat, preferences.

ABSTRACT

HABITAT PREFERENCES OF BROWN TROUT FOR SPAWNING IN THE RIVER DULCE. GUADALAJARA.

Spawning season habitat preferences have been studied for brown trout (*Salmo trutta fario*, L.) in Dulce river, Tajo basin, Central Spain. Depth, velocity (mean column and bottom) and substrate type were measured in spawning areas. Preference curves were developed by CUPRE40 basic program. This program fits one polynomial to a cumulative frequency curve. In most cases a third- or fourth-order polynomial is the most appropriate fit. A primary derivative provides a preference curve.

Results referring to the substrate granulometry, we have found a preference by particles with diameters between 10 and 30 millimeters. The water velocity most used is 28 cm s⁻¹ and the velocity near the bottom 18 cm/s. The preference of the depth is 20 cm. Length of viewed fishes was 17 to 38 cm (furcal length).

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los cursos fluviales están sufriendo grandes modificaciones en la calidad de las aguas, en los regímenes de caudal o en la estructura del cauce. Esto se traduce en variaciones o pérdidas del hábitat original disponible para las poblaciones piscícolas cuyo efecto es preciso determinar.

El estudio de las preferencias o necesidades de hábitat de las diferentes especies contribuye a un mejor conocimiento de su biología y proporciona una base fiable para la gestión de los recursos piscícolas. El conocimiento de los límites de tolerancia con respecto a un determinado condicionante físico del hábitat (velocidad del agua, profundidad, sustrato, cobertura, etc.) o sus valores óptimos para una determinada especie o incluso para un determinado estadio de su ciclo vital es básico en la toma de decisiones congruentes. La modelización y normalización de estas preferencias proporciona una herramienta de gran utilidad para la simulación del hábitat fluvial, la determinación de necesidades mínimas para la subsistencia de la especie e incluso la previsión de existencias o la determinación de caudales ecológicos mínimos.

Una de las especies piscícolas de mayor interés de nuestra fauna es la trucha común. El estudio de sus preferencias de hábitat está plenamente justificado, sobre todo en una época tan crucial como es la época de freza.

ÁREA DE ESTUDIO

El río Dulce, situado en la provincia de Guadalajara, es afluente del río Henares por la margen izquierda. Se trata de un río de meseta que discurre por terrenos calizos que le hacen altamente productivo. El tramo estudiado, con 5 Km de longitud, está comprendido entre las poblaciones de La Cabrera y Aragosa (coordenadas UTM 30TWL265391-30TWL244361).

Comprende el coto de pesca "sin muerte" denominado Aragosa. En la actualidad es difícil encontrar ríos cuyas poblaciones trucheras no hayan sido alteradas por el aprovechamiento (deportivo o no) de algunas o todas sus clases de edad. La elección de este acotado sin muerte, con un período de funcionamiento suficientemente largo, se debe a que en él se encuentra una población truchera menos alterada y

casi natural, con una estructura poblacional completa, ya que no hay extracción de individuos de ninguna talla.

La pendiente media del tramo es de un 5,7 por mil, la velocidad del agua no alcanza valores muy elevados y permite el desarrollo de abundantes macrofitas (*Groenlandia densa*) y emergentes (*Berrula sp.* y *Phragmites communis*); algunas zonas del cauce están completamente invadidas por el carrizo. La anchura media del cauce es algo inferior a 5 metros. Se trata de un cauce de orden 3.

Las zonas de freza se ubican en localizaciones muy determinadas donde la pendiente longitudinal es mayor. En estos sitios la velocidad de las aguas y la granulometría parecen ser las más adecuadas. La detección de las zonas de freza es clara, pudiéndose delimitar con claridad prácticamente la totalidad de los nidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Observaciones de años anteriores permiten datar la freza en el río Dulce entre el 20 de Noviembre y el 10 de Enero, por lo que los muestreos se realizaron entre los días 30 de Noviembre y 10 de Enero de 1992, comprendiendo este periodo las jornadas de observación necesarias para la localización de los frezaderos, la evolución de la freza, control de temperaturas del agua y la toma de datos en los nidos realmente ocupados. Se entiende por frezadero una zona más o menos extensa del lecho en la que se dan las condiciones físicas necesarias para que la trucha desove. Un nido es una pequeña zona de gravillas excavada por la trucha en la que depositan sus huevos. Un frezadero puede tener uno o varios nidos (FROST y BROWN, 1971). Para cada frezadero se anotó su situación en el cauce del río, en el centro o en la orilla (midiendo las distancias a las dos orillas) y su ubicación en una tabla o en la cola de un pozo. Se contó el número de nidos presentes en cada frezadero y su situación en grupos o aislados, así como las distancias entre los grupos. Se tomaron medidas de la temperatura durante todo el periodo de muestreo.

En cada nido se tomó la profundidad con un bastón graduado en cm, la velocidad de la lámina de agua (medida a un 30% de la profundidad desde la superficie) y la velocidad en las inmediaciones del fondo (a 5 cm). Para medir la velocidad se utilizó un molinete Valeport modelo BFM002. También se anotaron las fracciones dominante y subdominante de la granulometría con arreglo al siguiente código: Arenas (diámetro entre 3 y 10 mm), gravillas (de 10 a 30 mm), gravas (entre 30 y 60 mm) y cantos rodados (de 60 a 250 mm). Para las gravillas, gravas y cantos rodados se midió además el diámetro de las partículas dominantes. Además se anotó la

longitud aproximada de los ejemplares puestos en los frezaderos tomando referencias en el lecho.

Las curvas de preferencia son modelos que evalúan el uso que hace una población o comunidad biótica determinada del hábitat disponible. El modelo utilizado en este caso es el sugerido por GORE y JUDY (1981), con algunas variaciones. Consiste en obtener las curvas de preferencia para una especie mediante el ajuste por mínimos cuadrados de un modelo polinómico o sigmoideal a una nube de puntos acumulativa. La nube de puntos representa la variación de una característica de la población (variable dependiente) frente a los cambios que experimenta un parámetro del medio (variable independiente).

Los pares de valores (en adelante puntos) obtenidos en cada muestreo se ordenan de menor a mayor en función del parámetro elegido (pueden agruparse en clases), fase previa a la transformación de los valores a la respectiva característica biótica en frecuencias. Se obtiene así una nube de puntos acumulativa. La región donde se producen los mayores incrementos en la frecuencia acumulada se corresponde con el intervalo de valores del parámetro "preferidos" por el taxón.

Mediante una regresión por mínimos cuadrados se ajustan modelos polinómicos de la forma:

$$y = \sum_{i=0}^n C_{i+1} \cdot x^i$$

siendo n el grado del polinomio, C_{i+1} constantes a determinar por la regresión, x el valor del parámetro medido e y la frecuencia acumulada. La bondad del ajuste viene dada por la ecuación:

$$R = 1 - \frac{\left(1 - \frac{C_1 \Sigma y + C_2 \Sigma xy + \dots + C_{n+1} \Sigma x^n y - (\Sigma y)^2 / m}{\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2 / m} \right) \cdot (m-1)}{m-n-1}$$

siendo m el tamaño muestral. El valor de R oscila entre 0 y 1 y esta corregido para poder comparar ajustes polinómicos de distinto grado. La significación de la bondad del ajuste viene dada por la expresión:

$$t = (n \cdot R) / ((n+1) \cdot (1-R))$$

siendo t el estadístico de la distribución Normal o de Student, dependiendo del tamaño muestral. El nivel de significación se obtiene de la tabla correspondiente a la distribución.

También puede ajustarse un modelo sigmoidal del tipo:

$$y = ast/(1+e^{(a+bx)})$$

donde **ast** es la asíntota y **a** y **b** los coeficientes a determinar por la regresión. Dado que el máximo valor de una curva de frecuencias acumuladas es igual a 1, puede admitirse con carácter general una asíntota ligeramente superior, por ejemplo $ast=1,001$. Mediante la transformación $y_t = \log((1,001-y)/y)$ se obtiene un modelo lineal más fácil de ajustar.

La bondad del ajuste corregida para este modelo se obtiene de la expresión:

$$R = 1 - \frac{(\sum xy_t - \sum x \sum y_t)^2}{(m \sum x^2 - (\sum x)^2) \cdot (m \sum y_t^2 - (\sum y_t)^2)} \cdot (m-1)$$

$$R = 1 - \frac{m-3}{m}$$

El nivel de significación se determina utilizando la misma fórmula que en el caso de modelos polinómicos.

Hay que resaltar que los modelos obtenidos sólo deben considerarse dentro del intervalo muestral de valores de los parámetros. La extrapolación fuera de estos límites lleva a errores que pueden ser muy importantes en los modelos polinómicos debido al efecto "látigo".

La primera derivada (dy/dx) de las curvas de regresión sobre la nube de puntos acumulativa proporciona la curva de preferencia, donde el máximo o los máximos, si los tiene dentro del intervalo considerado, representan el valor de máxima preferencia respecto al parámetro correspondiente. Los cortes con el eje de abscisas o los mínimos en su caso, nos indicarán los valores extremos admitidos por el taxón. La amplitud del intervalo entre extremos indica la tolerancia del taxón a las oscilaciones del parámetro considerado.

La curva de preferencia así obtenida se normaliza, llevando su valor máximo a la unidad. De esta forma puede ser utilizada para obtener coeficientes (cuyo valor oscila entre 0 y 1) útiles para su aplicación en modelos de simulación del hábitat.

Los modelos se han obtenido utilizando el programa de elaboración propia CURPREF40 escrito en BASIC para PC's o compatibles (BROTONS, 1988). Se ha tomado en cada caso el grado de polinomio que ofrecía un mayor coeficiente de determinación.

RESULTADOS

En el río Dulce la freza tiene lugar desde mediados de Noviembre hasta finales de Diciembre, con una mayor

actividad en la primera quincena de Diciembre. Es posible encontrar algunos ejemplares frezando a primeros de Noviembre y más raramente a primeros de Enero. El tamaño de las truchas observadas en los nidos osciló entre 17 y 38 cm.

La temperatura del agua durante la época de muestreo osciló entre 5,6 y 9,4°C, manteniéndose el caudal más o menos constante.

La mayor parte de los frezaderos se encontraron en el centro del cauce y sólo un pequeño porcentaje (el 4,2%) se situaban en la orilla. El 50% de las áreas de freza se localizaron en tablas con corriente, el 30% al final de pozas no muy profundas (1 a 1,5 m), donde se produce una elevación del fondo hacia el rápido subsiguiente. Esta inclinación del fondo, con buzamiento a contracorriente favorece la infiltración del agua y por consiguiente garantiza un buen aporte de oxígeno a los huevos del frezadero. Un pequeño porcentaje (10%) se encontró en el centro de pozas a poco menos de 1 m de profundidad. El porcentaje restante estaba en zonas de rápidos de escasa profundidad y alta velocidad (ver Fig. 1). Dentro de un frezadero los nidos se agruparon de forma muy variable, encontrándose desde nidos aislados hasta grupos de 18 ó 20.

Situación de los Frezaderos en el Cauce

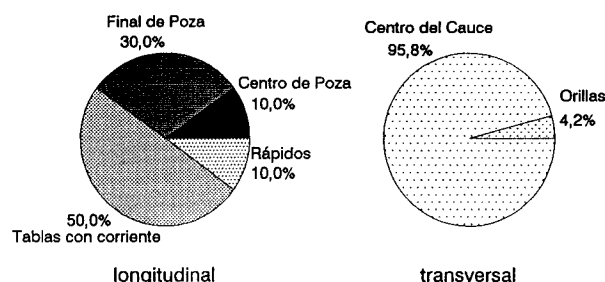


FIGURA 1. Distribución de los frezaderos en el río Dulce atendiendo a su ubicación en el tramo, a lo largo del cauce (rápidos, pozas y tablas) y a lo ancho en sección transversal (central y orillas).

FIGURE 1. Spawning areas distribution on R. Dulce reaches: along the longitudinal section and across the transversal section.

La fracción granulométrica más frecuente en el sustrato sobre el que se excavaron los nidos comprendió los diámetros de 10 a 30 mm. La siguiente fracción en importancia fue la de diámetro comprendido entre 30 y 50 mm. Los diámetros comprendidos entre 10 y 50 mm constituyeron el 80 % de las partículas componentes de los nidos (ver Figura 2).

En cuanto a la profundidad se observa una probabilidad de uso máxima en torno a los 20 cm, con un intervalo de utilización de profundidades de 4 a 72 cm (ver Figura 3).

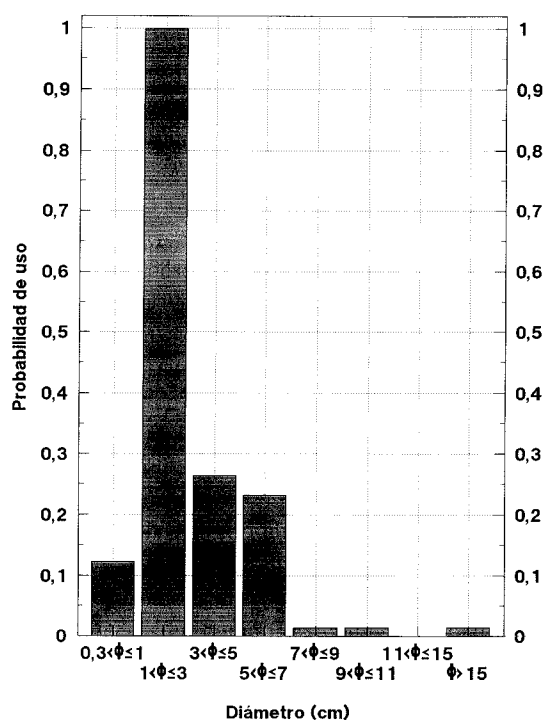


FIGURA 2. Distribución de frecuencias de las distintas fracciones granulométricas del lecho encontrado en los nidos.
FIGURE 2. Substrate particle diameter in used redds.

La velocidad media de la lámina con mayor probabilidad de uso es de unos 28 cm s⁻¹, con un intervalo de utilización de 8 a 75 cm s⁻¹; aunque se observa una mínima probabilidad de uso en el intervalo de 75 a 115 cm s⁻¹ (ver Figura 4). La velocidad de fondo, con una máxima probabilidad de uso de 18 cm s⁻¹, presenta un intervalo de 1 a 55 cm/s en la mayor parte de los casos. Al igual que en el caso anterior hay una pequeña utilización de velocidades mayores en el intervalo de 55 a 76 cm s⁻¹ (ver Figura 5). En la Tabla 1 se exponen los rangos obtenidos para cada uno de los parámetros estudiados y su valor de máxima preferencia o probabilidad de uso.

TABLA 1.- Rangos de fluctuación de los parámetros medidos y sus valores de máxima preferencia encontrados para los frezaderos.
TABLE 1.- Fluctuation ranges of measured spawning parameters and maximum preferred values.

	RANGO	ÓPTIMO
PROFUNDIDAD (cm)	4 - 72	28
VELOCIDAD MEDIA (cm s ⁻¹)	1 - 55	18
VELOCIDAD FONDO (cm s ⁻¹)	8 - 75	28

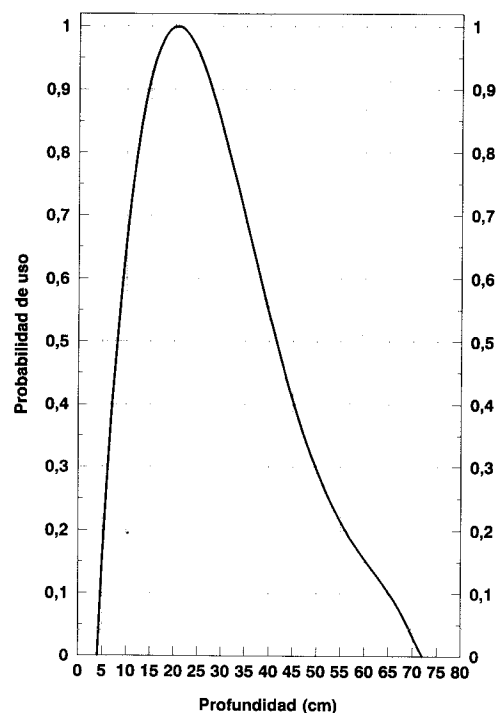


FIGURA 3. Curva de preferencia de los frezaderos para la profundidad.
FIGURE 3. Spawning depth preference curve.

DISCUSIÓN

En concordancia con lo expuesto por otros autores (FROST y BROWN, 1971) observamos que en el río Dulce los lugares de freza se hallan fundamentalmente en la cola de los pozos o en el centro de las tablas, donde el agua no es excesivamente rápida y la profundidad es moderada. GARCÍA DE JALÓN *et al.* (1992) encuentran situaciones similares en los frezaderos de los ríos pirenaicos.

La freza en el río Dulce tiene lugar en un período de tiempo muy determinado, mientras que en otros ríos españoles se observan periodos mucho más amplios como puede ser el caso de los ríos pirenaicos o en algunos de la cuenca del Duero (GARCÍA DE JALÓN *et al.*, 1992). Las temperaturas del agua medidas en el periodo de freza están dentro de los rangos de temperaturas citadas por otros autores (FROST y BROWN, 1971; MARKUS, 1962; GARCIA DE JALON *et al.*, 1992).

Los diámetros dominantes en las partículas del sustrato utilizado, se encuentran en un intervalo, cuyos límites son similares a los descritos por otros autores. BOVEE (1978) da un intervalo de 2 a 64 mm, otros dan intervalos algo más

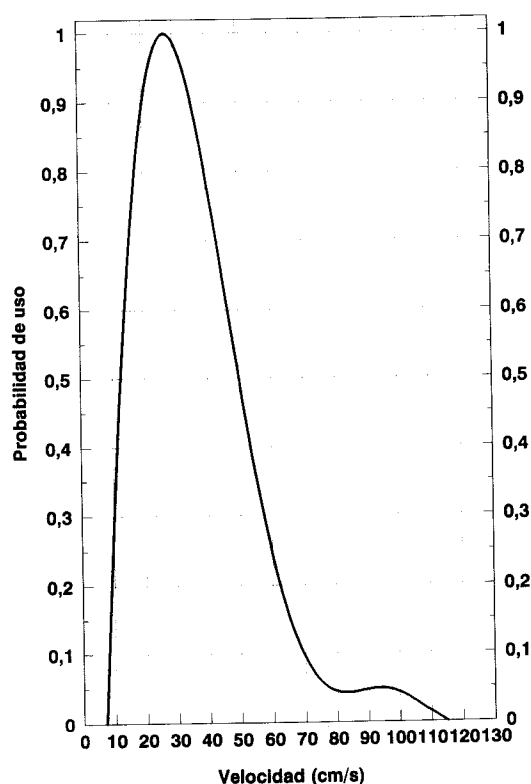


FIGURA 4. Curva de preferencia de los frezaderos para la velocidad de la lámina.
FIGURE 4. Spawning mean column velocity preference curve.

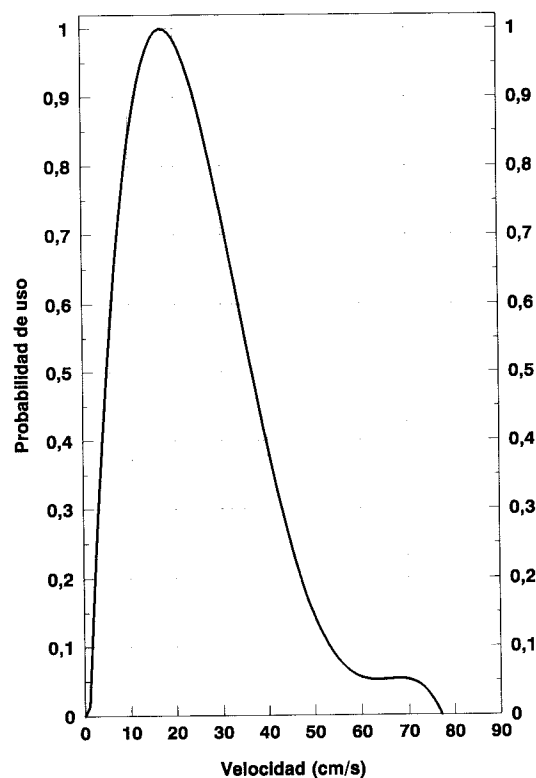


FIGURA 5. Curva de preferencia de los frezaderos para la velocidad en el fondo.
FIGURE 5. Spawning preference curve for the velocity near the bottom.

amplios, en el que queda incluido el obtenido en el presente estudio (STUART, 1953; FROST y BROWN, 1971; HOOPER, 1973; BERG, 1977; REISER & WESCHE, 1977). RALEIGH *et al.* (1986) cita un diámetro mínimo de 3 mm. utilizado para la freza, que coincide con el de las partículas encontradas en algunos nidos del río Dulce.

En cuanto a la profundidad hemos encontrado un intervalo de utilización de profundidades más amplio que el citado por otros autores. REISER y WESCHE (1977) dan una variación de profundidad de 6,5 a 18,5 cm; BERG (1977) da 28 a 60 cm y RALEIGH *et al.* (1986) cita profundidades mínimas de 6,6 cm, con una preferencia por profundidades mayores de 26 cm. GARCÍA DE JALÓN *et al.* (1992), dan un intervalo de 5 a 45 cm, con un óptimo de 25 cm en algunos ríos del pirineo. En el río Dulce hemos encontrado nidos, si bien escasos, en profundidades mayores (hasta 70 cm) de las citadas por otros autores.

La velocidad máxima de la lámina de agua medida sobre los frezaderos coincide con la citada por otros autores (BERG

1977; HOOPER 1973 y WATERS 1976). Para la velocidad mínima encontramos valores muy diferentes en las citas bibliográficas. Así hay autores que citan velocidades mínimas de 30 a 48 cm/s (BERG 1977 y HOOPER 1973); mientras que otros han encontrado velocidades similares a las halladas en este estudio (WATERS 1976, RALEIGH *et al.* 1986 y GARCÍA DE JALÓN 1992).

Finalmente recalcar que, dadas las especiales características del río Dulce, los resultados aquí obtenidos sólo son aplicables en ríos de rango similar y de cuencas calizas, no siendo de aplicación en ningún tipo de río silíceo.

BIBLIOGRAFÍA

- BROTONS, P.A. 1988. *Condicionamientos hidráulicos sobre la microdistribución en densidad de las poblaciones de macroinvertebrados del bentos. Estudio en un tramo del río Jarama (Madrid)*. Proyecto fin de carrera. E.T.S. de Ingenieros de Montes. Madrid.

- BERG, R. 1977. *Brown trout redd measurements and salmonid spawning preferences in the upper Yellowstone River drainage*. Montana Dept. Fish Game. 10 pp.
- BOVEE, K.D. 1978. *Probability-of-use criteria for the family Salmonidae*. Instream Flow Information Paper nº 4. Cooperative Instream Flow Service Group. Western Energy and Land use Team. Fish and Wildlife Service. U.S.D.I. Fort Collins, Colorado.
- FROST W.E. & M.E. BROWN 1971. *La Trucha*. Ed. Academia. León.
- GARCIA DE JALON, D. 1992. Dinámica de las poblaciones piscícolas en los ríos de montaña ibéricos. *Ecología* 6: 281-296.
- GARCIA DE JALON, D., M. MAYO, F. HERVELLA, B. GALLEGO & B. SABIO 1992. *Estrategia de Gestión de los ríos Aragón-Subordán, Veral y Osía*. Diputación General de Aragón. Sección del Medio Natural, Servicio Provincial de Huesca.
- GORE, J.A. & R.D. JUDY. 1981. *Predictive models of benthic macroinvertebrate density for use in in-stream flow studies and regulated flow management*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1363-1370.
- MARKUS, H.C. 1962. *Hatchery-reared Atlantic salmon smolts in ten months*. Prog. Fish-Cult. 24:127-30.
- HOOPER, D.R. 1973. *Evaluation of effects of flows on trout stream ecology*. Pacific Gas and Electric Company, Dept. Eng. Res., Emeryville, CA. 97 pp.
- RALEIGH R.F., L.D. ZUCKERMAN & P.C. NELSON 1986. *Habitat Suitability Index Models and Instream Flow Suitability Curves: Brown Trout*. Biological Report 82(10.124). Instream Flow & Aquatic Systems Group. Colorado State University. Fort Collins CO.65 pp.
- REISER, D.W. & T.A. WESCHE 1977. *Determination of physical and hydraulic preferences of brown and brook trout in the selection of spawning locations*. Water Resour. Res. Inst., Water Resour. Res. Ser. 64. 100 pp.
- STUART, T.A. 1953. *Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (Salmo trutta, L.)*. Scott. Home Dept., Freshwater and Salmon Fish. Res. 5. 81 pp.
- WATERS B.F. 1976. A methodology for evaluating the effects of different stream flow on Salmonid habitats. Vol. II. págs 254-277. En: *Proceedings Instream Flow Symposium and Speciality Conference*. West. Div. Am. Fish. Soc. and Power Div. Am. Soc. Civil Eng., Boise, ID. 3 al 6 de Mayo de 1976.