

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



RELACION DE FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS EN LA AMPLITUD DEL
AMBITO CASERO DE LA TRUCHA ARCOIRIS,
Oncorhynchus mykiss nelsoni,
DEL ARROYO SAN RAFAEL, SIERRA SAN PEDRO MARTIR, B.C., MEXICO

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O

PRESENTA:
MANUEL MARTIN VILLALOBOS RAMIREZ



Ensenada, B.C.

Mayo de 1992

RELACION DE FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS EN LA AMPLITUD DEL
AMBITO CASERO DE LA TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*
nelsoni, DEL ARROYO SAN RAFAEL, SIERRA SAN PEDRO MARTIR, B.C.,
MEXICO

TESIS

QUE PRESENTA:

MANUEL MARTIN VILLALOBOS RAMIREZ

APROBADA POR:


M. C. GORGONIO RUIZ CAMPOS

PRESIDENTE DEL JURADO


M. C. GUILLERMO TORRES MOYE

SINODAL PROPIETARIO


OC. CONAL DAVID TRUE

SINODAL PROPIETARIO

RESUMEN de la tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título de Oceanólogo.



Aprobado por:

M.C. GORGONIO RUIZ CAMPOS

DIRECTOR DE TESIS

RESUMEN

La influencia de factores bióticos y abióticos en la amplitud del ámbito casero de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, fue estudiada durante un ciclo anual (Oct. 1988 a Dic. 1989) a través de una sección de 1 km del Arroyo San Rafael, Noroeste de Sierra San Pedro Mártir, B.C. Un total de 151 truchas adultas (>1 año) fueron marcadas y liberadas en sus sitios originales de captura, de las cuales 43 (28 %) fueron recapturadas. Las truchas recapturadas demostraron un patrón general de permanencia en sitios específicos del arroyo, típicamente en pozas de sustrato arenoso, y registraron una amplitud promedio de ámbito casero de 14.6 m (Mín. = 3 m y Máx. = 70 m). La amplitud del ámbito casero registró una correlación significativa ($p < 0.05$) con la profundidad y descarga del arroyo, y con la densidad de presas de deriva; asimismo, registró una baja correlación ($p > 0.05$) con la densidad y diversidad de presas bentónicas, diversidad de presas de deriva, temperatura del agua, y tipo de sustrato. El tamaño del ámbito casero fue similar entre las clases talla de la trucha. La mayoría de las truchas exhibieron mayor

desplazamiento durante el periodo de reproducción (Enero a Marzo), probablemente debido a la búsqueda de sitios adecuados de desove.

ABSTRACT

The influence of abiotic and biotic factors on the homing range size of San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, was studied during one year (Oct. 1988 to Dec. 1989) throughout 1 km section of Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. A total of 151 adult trouts (>1 year) were tagged and released in their capture original sites, being 43 (28 %) specimens recovered. The displacement of tagged trouts along stream registered a tendency of permanence in stream specific sites, typically in pools with sandy bottom, as well as an average homing range size of 14.6 m (Min. = 3 m and Max. = 70 m). Homing range registered a significant correlation ($p < 0.05$) with the stream depth and discharge as well as the drift prey density; however registered a poor correlation ($p > 0.05$) with the benthic prey density, prey diversity (benthic and drift), water temperature and sediment type. The homing range size was statistically similar among the trout size classes. Most trout exhibited ample displacements during the breeding period (January to March), probably due to their searching behaviour for selection of suitable spawn sites.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

MARIA PETRA RAMIREZ R. Y JACINTO VILLALOBOS C.

Por su Amor y Confianza hacia mí, y por el Gran Apoyo que me
brindaron durante toda mi formación profesional.

A MIS HERMANAS

PATRICIA Y VIRGINIA

por su gran ejemplo y cariño

A MI PADRINO

JUAN SANTOYO RIOS (+)

Por desearme siempre lo mejor

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al M.C. Gorgonio Ruiz Campos, director de esta tesis, por su constante apoyo y valiosos consejos para el desarrollo del presente trabajo.

A los miembros del comité de tesis: M.C. Guillermo Torres Moye y OC. Conal David True por sus valiosas sugerencias y recomendaciones aportadas al escrito.

A la UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA por el apoyo brindado y permitirme el acceso a sus instalaciones, en especial, a la FACULTAD de CIENCIAS (Laboratorio de Vertebrados) y FACULTAD de CIENCIAS MARINAS (Laboratorio de Sedimentología y Acuicultura).

A los propietarios del Rancho Mike's Sky, por todas las facilidades otorgadas y por permitir el acceso al área de estudio.

Al Oc. Javier Gómez Ramírez, por su gran amistad y darme entusiasmo para incursionar en este campo de investigación.

Al Biól. Jorge Alaníz García y a los Pasantes de Biólogo: Ramón Pérez Arvizu, María Isabel Montes Pérez, Dora Luz León García, Angélica Bastidas, Alejandro Gerardo Avendaño, Adriana Méndez Rivera, Rita Ibarra, Guadalupe Vargas, y Rosa Vásquez A. A todos ellos, un sincero agradecimiento por su valiosa ayuda en los muestreos de campo.

A los Oceanólogos Juan Carlos Navarro Fuentes y José Alonso Castillo Alvarez, así como al Biólogo Eduardo López Saavedra, por su apreciable ayuda en el uso de la computadora.

Al Biólogo Víctor Hugo Avila Caballero por corroborar la

identificación de los insectos acuáticos.

A la XXIII Generación de Oceanólogos, por su compañerismo y amistad brindada durante toda la carrera; en especial a Oc. Juan Carlos Vivanco, Oc. Fernando Reyes y Oc. Jacob Ocampo Aranda, por sus consejos y entusiasmo durante nuestra formación profesional.

A la Oc. María Auxilio Esparza Alvarez, por sus asesorías de sedimentología.

A la Pasante Biól. Martha Elena Valles Ríos, por su gran amistad y sus valiosos consejos.

A todas aquellas personas que de una otra forma colaboraron en esta tesis, y que son omitidas indirectamente, el agradecimiento del autor.

CONTENIDO

	Pag.
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Objetivo.....	11
1.3. Descripción del Area de Estudio.....	12
2. MATERIALES Y METODOS.....	17
2.1. Muestreo de Truchas.....	17
2.2. Marcaje-Liberación-Recaptura de Truchas.....	17
2.3. Ambito Casero y Variables Ecológicas del Habitat de la Trucha.....	18
2.4. Análisis Bioestadístico de Datos.....	23
3. RESULTADOS.....	25
3.1. Factores Fisiográficos e Hidrométricos.....	25
3.1.1. Anchura del Arroyo.....	25
3.1.2. Profundidad del Arroyo.....	25
3.1.3. Velocidad de Corriente.....	25
3.1.4. Descarga (Gasto).....	28
3.2. Parámetros Físico-Químicos.....	28
3.2.1. Temperatura.....	28
3.2.2. Calidad del Agua (Características Físico- Químicas).....	28
3.2.3. Sedimentos.....	32
3.3. Factores Bióticos.....	36
3.3.1. Análisis Cualitativo y Cuantitativo de la Densidad y Biomasa de presas Bentónicas y Pelágicas (Deriva).....	36

	Pag.
3.3.1.1. Densidad Promedio de Presas Bentónicas.....	36
3.3.1.2. Densidad Promedio de Presas Pelágicas.....	36
3.3.1.3. Densidad Relativa de Presas Bentónicas a Nivel Estacional.....	36
3.3.1.4. Densidad Relativa de Presas Pelágicas a Nivel Estacional.....	40
3.3.1.5. Biomasa Absoluta y Relativa de Presas Bentónicas y Pelágicas.....	52
3.3.1.5.1.-Presas Bentónicas.....	52
3.3.1.5.2.-Presas Pelágicas.....	58
3.3.2. Ambito Casero.....	60
3.3.3. Marcaje y Recaptura.....	60
3.3.4. Etapas de Madurez Gonadal.....	63
3.3.5. Análisis Bioestadístico de Datos.....	63
4. DISCUSION.....	69
5. CONCLUSIONES.....	84
6. LITERATURA CITADA.....	85

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig. 1. Localización geográfica del área de estudio. La flecha indica la situación exacta del transecto de muestreo en el Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	13
Fig. 2. Ubicación de las tres estaciones de muestreo en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	16
Fig. 3. A-E, demuestra la secuencia esquemática para la colocación de la marca tipo Streamer en la trucha arcoiris (Ruiz-Campos y Villalobos-Ramírez, 1991).	19
Fig. 4. Morfología (anchura y profundidad promedio) del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988 - Dic. 1989).....	26
Fig. 5. Velocidad de corriente registrada en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988 - Dic. 1989).....	27
Fig. 6. Niveles de descarga registrados para el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988 - Dic. 1989).....	29
Fig. 7. Temperatura del agua y aire para el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988- Dic. 1989).....	30
Fig. 8. Análisis granulométrico sedimentológico (transecto I), durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	33

Fig. 9. Análisis granulométrico sedimentológico (tranco II), durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	34
Fig. 10. Análisis granulométrico sedimentológico (tranco III), durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	35
Fig. 11. Densidad promedio de presas bentónicas (número/ 0.25 m^2) y pelágicas (número/arrastre 100 m) a nivel estacional, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	39
Fig. 12. Ambito casero promedio de la trucha del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B. C., durante un ciclo anual.....	61
Fig. 13. Porcentaje de recaptura de truchas marcadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B. C., durante Noviembre de 1988 a Diciembre de 1989.	62
Fig. 14. Etapas de madurez gonadal de la trucha del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante un ciclo anual (Feb. 1988 - Ene. 1989)....	64

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Parámetros químicos (calidad de agua) registrados en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., durante Febrero a Diciembre de 1989. Ver explicación de abreviaturas en el texto.....	31
Tabla 2. Medidas descriptivas de la distribución de tamaños de sedimentos (Folk y Ward) durante un ciclo anual, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.,.....	37
Tabla 3. Frecuencia de talla de la trucha, <i>O. mykiss nelsoni</i> , según tipo de sustrato, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.,	38
Tabla 4. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., durante Otoño 1988.....	41
Tabla 5. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., durante Invierno 1989.....	42
Tabla 6. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Primavera 1989.....	44
Tabla 7. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Verano 1989.....	46
Tabla 8. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Otoño 1989.....	47

Tabla 9. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Otoño 1988.....	48
Tabla 10. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Invierno 1989.....	50
Tabla 11. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Primavera 1989.....	53
Tabla 12. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Verano 1989.....	55
Tabla 13. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Otoño 1989.....	56
Tabla 14. Biomasa relativa (g/cuadrante 0.25 m^2) de presas bentónicas durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	57
Tabla 15. Biomasa relativa (g/arrastre de 100 m) de presas pelágicas durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	59
Tabla 16. Análisis de correlación entre el tamaño del ámbito casero (distancia promedio desplazada) de la trucha, <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i> , con los factores bióticos y abióticos de su habitat.....	65
Tabla 17. Frecuencia de la talla de la trucha, <i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i> , con el tamaño de su ámbito casero en	

el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C...67

Tabla 18. Análisis estadístico a nivel estacional de los valores promedio de la densidad de presas, y de la amplitud de ámbito casero de la trucha <i>O. mykiss nelsoni</i> , durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.....	68
---	----

1. INTRODUCCION

En los arroyos de la pendiente occidental de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México, habitan poblaciones endémicas de trucha arcoiris de la subespecie *Oncorhynchus mykiss nelsoni*¹ [Evermann] (Follett, 1960; MacCrimmon, 1971; Ruiz-Campos y Contreras-Balderas, 1987). Esta subespecie es considerada de interés especial debido a su confinada distribución y abundancia (Williams et al., 1989), y por ser una de los stocks aún silvestres de trucha arcoiris en Norteamérica (E.P. Pister, com. pers.); además de que presenta atributos ecológicos que la distinguen de otros miembros del complejo *mykiss*, como son, su capacidad euritérmica y comportamiento no migratorio en su biotopo natural (Needham, 1938).

La distribución nativa de la trucha arcoiris y sus subespecies después del último período glacial, fue principalmente confinada al Océano Pacífico y corrientes costeras de Norteamérica, extendiéndose desde Alaska hacia el sur, hasta México (MacCrimmon, 1971). Sin embargo, actualmente ha sido extensamente introducida al Este de Norteamérica, África, Asia, Australia, Europa, y Sudamérica (MacCrimmon op. cit.), principalmente para propósitos acuiculturales y pesca deportiva (Maitland, 1980).

¹El nombre generico *Oncorhynchus* fue recientemente asignado para truchas de la vertiente del Pacífico de Norteamérica, anteriormente referidas al genero *Salmo*. Asimismo, el nombre específico *mykiss* reemplaza al de *gairdneri* por sinonimia y prioridad de nomenclatura (Smith y Stearley, 1989).

El presente estudio en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., tiene como objetivo principal la determinación de la amplitud del ámbito casero de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, y su relación con los factores bióticos y abióticos del habitat. Todo ello, permitirá contribuir con información básica y aplicada para subsecuentes estudios autoecológicos y de manejo poblacional de esta subespecie endémica.

Este trabajo se deriva del proyecto de investigación denominado " Distribución y bionomía de la trucha de la Sierra San Pedro Mártir, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, como especie potencialmente cultivable en Baja California", el cual fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (PCECCNA-050389) por la Secretaría de Educación Pública (C-88-01-0081) y la Dirección General de Investigación y Posgrado, U.A.B.C. (0148).

1.1 ANTECEDENTES

Sistemática.

La trucha arcoiris de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, ha tenido mucha controversia en alusión a su status taxonómico desde que Evermann (1908) la describió como *Salmo nelsoni*, basado en especímenes procedentes del Arroyo San Ramón (= San Antonio). Posteriormente, Snyder (1926), colectó especímenes de trucha en el Arroyo Santo Domingo, después de compararlos con otros miembros congénéricos, concluyó que se trata de una población geográficamente aislada de *Salmo gairdneri*. Asimismo inválida la nominación específica de *Salmo nelsoni* dada anteriormente por Evermann (1908).

Hubbs (1948) y Needham y Gard (1959), concuerdan que esta trucha es una forma indiferenciada aún subespecíficamente, basados en la carencia de evidencias oceanográficas y sistemáticas, que confirman su aislamiento geográfico en un remoto período glacial. Sin embargo, Miller (*in litt.*), menciona que dicha población de trucha ha estado aislada por un período de casi 10,000 años, con un genotipo puro y adaptada a temperaturas cálidas y frecuentes bajos flujos, que caracterizan este habitat sureño.

Follett (1960) y Ruiz-Campos y Contreras-Balderas (1987), la catalogan como una forma diadroma, con una distribución confinada a los arroyos de la pendiente occidental de la Sierra San Pedro Mártir, B.C., siendo de norte a sur: Arroyo

San Vicente, San Rafael y Santo Domingo.

Actualmente, es considerada como una subespecie endémica de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni* [Evermann]), confinada distribucionalmente a la pendiente occidental de la Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Berg et al., en prensa).

Ambito Casero y Territorio.

El estudio del movimiento estacional de poblaciones ícticas juega un papel importante en el aprovechamiento y manejo de los stocks pesqueros, ya que permite conocer los patrones de movimiento, áreas de territorialidad, y época de migración de los individuos (Cargill, 1980).

La influencia de factores bióticos y abióticos en el ámbito casero de los peces, tiene gran importancia en los mecanismos de estabilidad de densidad poblacional, así como en el comportamiento social de los individuos en relación al habitat (Lewis, 1969).

El ámbito casero, del cual forma parte el territorio, se define como el área en donde normalmente se desplaza un individuo (Gerking, 1959); el cual puede ser variable dependiendo de la especie y de las características ecológicas del ambiente (Newman, 1956; Bjornn, 1971).

Un comportamiento común en los salmónidos que habitan ríos ó arroyos, es la defensa de sus áreas de territorialidad (Gerking, 1953, 1959; Kallerberg, 1959; Keenleyside y Yamamoto, 1962; Allen, 1969). Dichos territorios, son pequeños espacios en los arroyos que son ocupados por un mismo individuo, por lo menos tres años ó de por vida (Allen, 1951;

Miller, 1954, 1957; Cargill, 1980), y cuya magnitud es variable con la especie (Newman, 1956).

Los espacios territoriales de los individuos son establecidos y mantenidos como resultado de su comportamiento agonístico (Kallerberg, 1959; Chapman, 1962; Hartman, 1963).

Los salmónidos pueden establecer varios territorios, y la posición de los mismos puede cambiar durante un período de 24 horas (Newman, 1956; Miller, 1957; Kallerberg, 1958; Jenkins, 1969; Bachman, 1984). Gerking (1957) menciona que no todos los peces tienen un ámbito casero del mismo tamaño, además señala que existen pocos datos disponibles sobre el tamaño del ámbito casero en los salmónidos de arroyos.

Allen (1951), encontró una marcada tendencia en los individuos de trucha café (*Salmo trutta*) por habitar de manera exclusiva una sección del arroyo. Asimismo, Miller (1954), demostró que los individuos de la trucha garganta cortada (*Oncorhynchus clarki*), cuando son capturados y liberados en otro lugar del mismo arroyo, éstos demuestran un esfuerzo considerable por regresar a su sitio original. Esta conducta de regresar a "casa" persistió después de varias semanas de intentar que éstos se establecieran en una nueva localidad. Por su parte, Bachman (1984), estudio el comportamiento de trucha café en un arroyo y estimó un ámbito casero de 15.6 m^2 (rango 15 a 30 m^2). Otros estudios sobre el tamaño del ámbito casero en salmónidos destacan aquellos de Rinne (1982) y Miller (1957) para la trucha gila (*Oncorhynchus gilae*) y la trucha garganta cortada (*Oncorhynchus clarki*), respectivamente; registrando para la primera especie un ámbito

casero promedio de 10 m de longitud, y para la segunda especie un ámbito casero no mayor de 18.2 m.

La amplitud promedio del ámbito casero registrado para la trucha arcoiris (*O. mykiss*) en el Arroyo George, Alberta (Canadá), fue de aproximadamente 165 metros (Cargill, 1980).

Miller (1957), estudio el ámbito casero de la trucha garganta cortada en la misma localidad anteriormente referida y concluyó que cada individuo tiene un ámbito casero no mayor de 18.2 m y que toda su vida permanece en él. Saunders y Gee (1964), demostraron que el ámbito casero del salmón del Atlántico (*Salmo salar*) cubre un área de 36 m². Por su parte,

Hesthagen (1990), determinó el tamaño del ámbito casero de dos salmónidos, el salmón del Atlántico y la trucha café, en el Río Tverrelva, Noruega; donde registró un ámbito casero de 12.5 m y 25 m de longitud, respectivamente; y entre 40 y 50 m² define el ámbito para ambas especies.

Movimiento Poblacional y Factores Casuales.

La familia Salmonidae, con formas anádromas y no anádromas migran durante las estaciones de otoño, invierno y primavera, en muchos arroyos de la región holártica; algunos de ellos regresan río arriba en primavera y principios de verano (Bjornn y Mallet, 1964), y algunos otros migran río abajo durante otoño, invierno y primavera (Chapman y Bjornn, 1969).

Estos desplazamientos estacionales pueden estar relacionados con algunas características ecológicas del habitat, como son: temperatura, velocidad de la corriente,

fisiografía e hidrometría del arroyo, disponibilidad de alimento, sustrato, densidad poblacional y reproducción (Bjornn, 1971).

En alusión a lo anterior, Smith (1963), observó que la trucha arcoiris presenta un desplazamiento cuando la temperatura varía durante el año. Este patrón de movimiento es similar a lo que observó Smith y Saunders (1958), para movimientos de truchas entre agua dulce y agua marina en Elerslie Brook, Prince Edward Island, Canadá.

Hoar (1954), en experimentos realizados con truchas y salmones, encontró que cambios espontáneos en la temperatura pueden alterar el comportamiento de los peces durante la migración.

Chapman y Bjornn (1969) concluyeron en base a experimentos de campo en el Rio Lemhi, Idaho, E.U.A., que los movimientos de la trucha arcoiris, son causados principalmente por las bajas temperaturas; asimismo, observaron que los movimientos de trucha y salmones ocurrieron cuando disminuye la velocidad de corriente.

Gunderson (1966), encontró diferencias significantes en la abundancia poblacional de trucha café en relación a la fisiografía y descarga, en dos secciones de un arroyo en Montana, E.U.A., Shuck (1945), afirma que el volumen del agua y la profundidad del arroyo fueron los factores determinantes sobre la densidad poblacional de la trucha café.

Smith (1973), concluye que la velocidad de corriente y profundidad del arroyo, son los principales factores que determinan las estrategias reproductivas y selección de sitios

de desove para varias especies de salmónidos. Grost et al. (1990), estudiaron la selección del sitio de desove de la trucha café en Douglas Creek, Wyoming (E.U.A.); encontrando que la selección esta influenciada por los factores físicos de profundidad y velocidad de corriente, exhibiendo una preferencia por profundidades de 12 a 18 cm y velocidades de 24 a 37 cm/s.

Lewis (1969), estudio la relación de los factores físicos en una población de truchas arcoiris y café en el Arroyo Little Prackly Pear, Montana (E.U.A.); y demostró que la velocidad de corriente y sustrato fueron los factores que más influyeron en la densidad poblacional de dicha especie. Asimismo, Shirvell y Dungey (1983), estudiaron el comportamiento de la selección de sitios de alimentación y desove de la trucha café; y concluyeron que dicha selección es influenciada por factores físicos como velocidad de corriente y profundidad; las truchas prefirieron sitios de alimentación de 65.0 cm de profundidad, y 26.7 cm/s de velocidad; asimismo, prefirieron sitios de desove de 31.7 cm de profundidad y 39.4 cm/s de velocidad.

Gerking (1959), sugiere que el principal factor que induce la territorialidad en peces es el alimento; sin embargo, otros lo atribuyen a factores estructurales del habitat (MacCrimon, 1954; Gibson y Keenleyside, 1966; Gibson y Power, 1975). El comportamiento agresivo de los salmónidos en sus áreas de territorialidad, ha sido asociado en algunas ocasiones a la alimentación y el sustrato (Keenleyside y Yamamoto, 1962; Wankowski y Thorpe, 1979; Bachman, 1984).

Malinin (1969), establece que la ubicación del ámbito casero depende principalmente de la disponibilidad de alimento. Por su parte, Dill et al. (1974), McNicol et al. (1985) y Puckett y Dill (1985), mencionan que los juveniles en arroyos defienden comunmente los territorios de alimentación. El tamaño del territorio es influenciado por la disponibilidad de alimento y la competencia (Slaney y Northcote, 1974; Dill et al., 1974; McNicol y Noakes, 1984); asimismo, otros autores (e.g., Tarzwell, 1937; Shetter et al., 1946; Saunders y Smith, 1962), han demostrado en poblaciones de salmónidos, que el tamaño de los territorios esta en función al incremento en protección y disponibilidad de alimento. Sin embargo, Balon (1975), lo relaciona con estrategias reproductivas para defensa de sitios de desove. Jenkins (1969) y Lewis (1969) demostraron que la trucha arcoiris selecciona un habitat específico; y si existe un cambio físico en su habitat, el pez buscará otra nueva área.

Uno de los métodos más importantes para el estudio de movimiento poblacional es el de Marcaje-Recaptura. Este permite conocer el desplazamiento espacial del pez a lo largo de las estaciones del año, conociendo así sus áreas de reproducción, comportamiento, entre otros (Chadwick, 1963).

Bioecología.

El primer estudio sobre algunos aspectos de la biología de la trucha de San Pedro Martir, B.C. fue realizado por Cirilio-Sánchez y Ruiz-Campos (1987), donde analizaron cualitativa y cuantitativamente los hábitos alimenticios de

esta subespecie, encontrando que el 78 % de su dieta esta compuesta por insectos.

Ruiz-Campos y Gómez-Ramírez (1991), determinaron la edad y crecimiento somático de la trucha de San Pedro Mártir, por el método escamas, donde reconocieron cuatro clases de edad (0-III años), para la población del Arroyo San Rafael, siendo la clase edad dominante, los juveniles del año (edad 0).

Un estudio reciente sobre la ecología alimenticia de esta trucha, es el de Ruiz-Campos y Cota Serrano (1992), donde encontraron que la alimentación se compone básicamente de insectos de origen acuático, como son larvas y pupas del díptero Simuliidae (24.5 %), y de larvas de tricópteros Hydropsychidae (24.1 %), Sericostomatidae (22.5 %), e Hydroptilidae (18.6 %). Además, determinaron que la composición de la dieta cambia estacionalmente a través del año, estando dicho cambio definido durante la transición primavera-invierno.

Ruiz-Campos (1989), analizó las tasas de repoblación natural de la trucha de San Pedro Mártir, a través de remociones periódicas durante un año, en un transecto del Arroyo San Rafael, donde demostró una alta capacidad de recolonización por juveniles del año, en comparación con las truchas adultas.

1.2 OBJETIVOS

El presente estudio, tiene como objetivo principal la determinación de la amplitud de ámbito casero de la trucha *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., México, y su relación con los factores bióticos y abióticos del habitat. Lo anterior incluye:

1. Amplitud del ámbito casero a través del año.
2. Amplitud del ámbito casero con respecto a la talla de la trucha.
3. Correlación de la amplitud de su ámbito casero con las principales variables ecológicas del habitat (fisiográficas, hidrométricas, físico-químicas y bióticas).

1.3 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Localización Geográfica.

El área de estudio en el Arroyo San Rafael, se ubica en la sección noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México, en la localidad conocida como Rancho Mike's Sky; y a una altitud de 1219 msnm (Fig.1).

Descripción Fisiográfica y Geomorfológica.

La Sierra de San Pedro Mártir (SSPM), localizada sobre la cordillera peninsular de Baja California, México, es un sistema montañoso de origen tectónico, formado por la intrusión del batolito peninsular sobre roca precretácica, constituida esencialmente por rocas de granito, granodiorita y tonalita (Frizzell, 1984). Es drenada en su parte norte por el Arroyo San Rafael, cuya cuenca comprende una extensión de 144 km². Este arroyo nace de tres afluentes, que son: La Fresa, Vallecitos, y el Agua Zarca o Agua Blanca. En la parte SSE, es drenada por el sistema hidrológico del Arroyo San Antonio (Santo Domingo) cuya cuenca es de 170 km² (Yruretagoyena, 1985).

La SSPM debido a su altitud y posición geográfica, presenta características climáticas especiales; posee una precipitación media anual de 411.7 mm, ya sea en forma de lluvia o nieve. El origen de las lluvias es de tipo orográfico, causadas por tormentas tropicales que entran al Golfo de California o al Océano Pacífico, o bien, causadas por frentes fríos de tormentas que se originan en el Golfo de

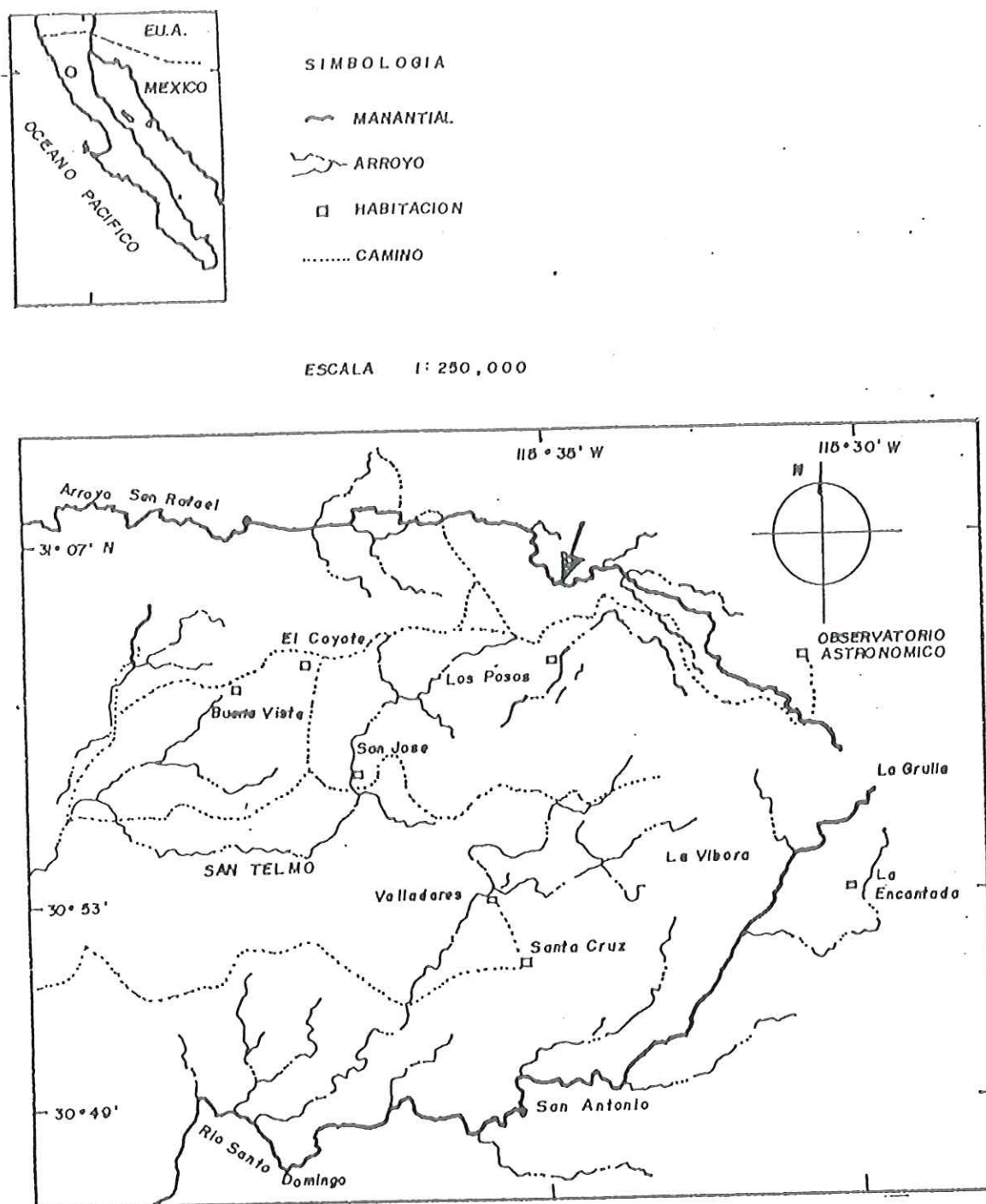


Fig. 1.- Localización geográfica del área de estudio. La flecha indica la situación exacta del transecto de muestreo en el Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, B.C.

Alaska, y se mueven en dirección sureste (Alvarez, 1985).

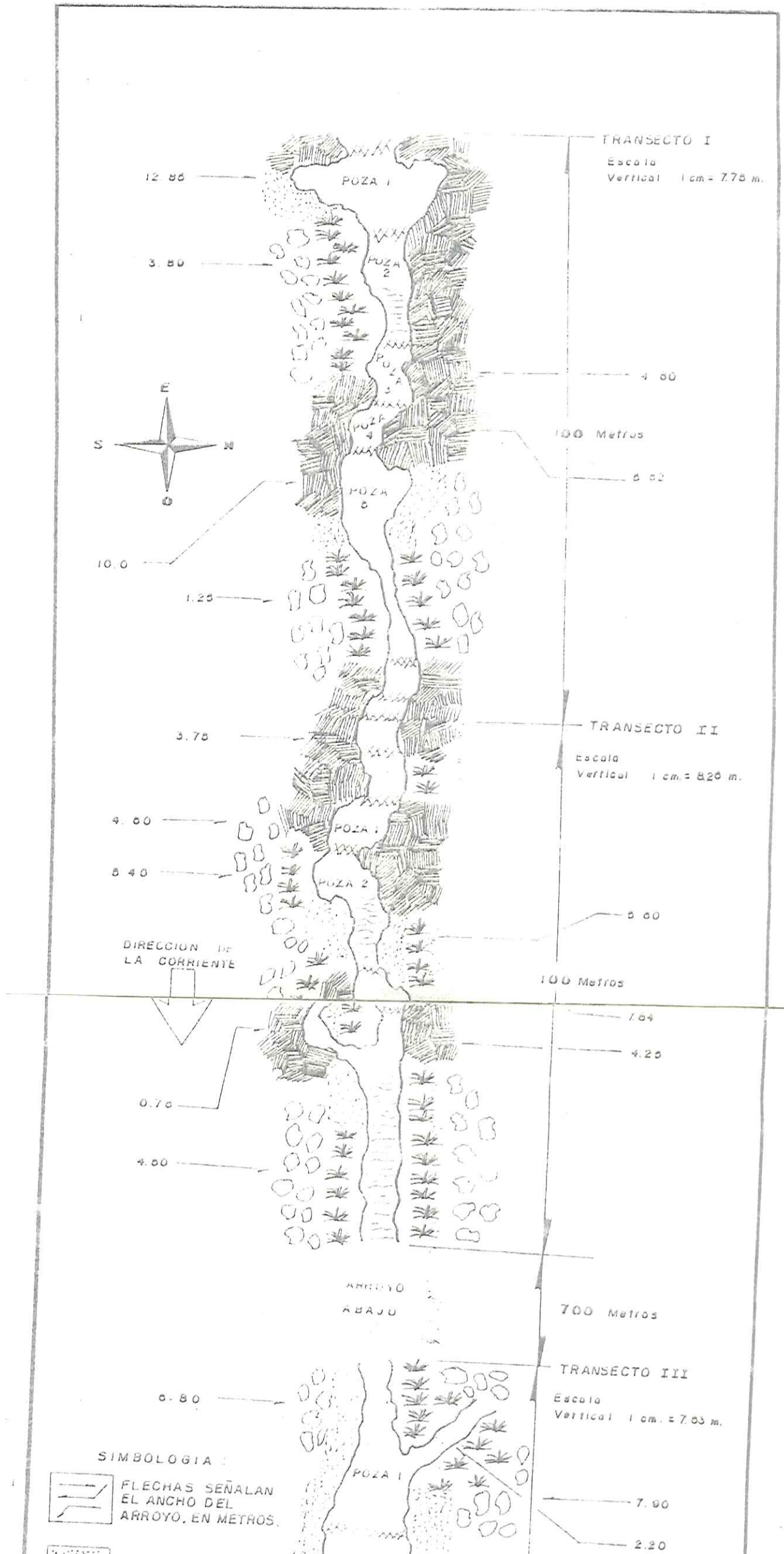
Asimismo, la SSPM comprende una de las dos zonas fitogeográficas boreales de la península de Baja California, constituida principalmente por las zonas comprendidas entre 1800 a 2500 msnm, dominada por bosques subalpinos de coníferas en las partes más bajas, esta representada por el chaparral de California, rodea dicha sierra (Wiggins, 1980).

Descripción Ecológica.

El sitio de estudio en el Arroyo San Rafael, tiene una anchura y profundidad promedio de 4.0 m y 0.40 m, respectivamente, con algunas pozas que pueden sobrepasar un metro de profundidad; su fondo se compone de arena-grava (granito), y escasas macrófitas están presentes; una alta transparencia del agua es característico de este habitat lótico (Ruiz-Campos, 1989). La vegetación ribereña o de galería está compuesta por *Salix lasiolepis*, *Haphopappus venetus*, *Populus fremonti*, *Quercus turbinella*, *Gnaphalium chilense*, *Metilotus indica*, *Baccharis sorathoides*, *Baccharis glutinosa*, *Echinodorus berteroi*, *Darstica glomerata*, *Cyperus* sp. y *Lotus* sp. (Delgadillo-Rodríguez, 1988; Ruiz-Campos, com. pers.) La vegetación acuática (emergente), está compuesta por *Typha domingensis* y *Scirpus* sp. (Ruiz-Campos, 1991b).

El sitio de muestreo fue dividido en tres transectos de 100 metros de longitud cada uno. El transecto número I fue considerado como una zona de alta energía, debido a la mayor proporción de rápidos en comparación con la de pozas; el transecto II presenta alternancia de pozas y rápidos,

donde la mayor área corresponde a zonas de remansos o pozas; el transecto III, se encuentra aproximadamente a 700 m. arroyo abajo del transecto anterior, y es considerado como una zona léntica, debido a la escasez de rápidos (Fig. 2).



2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Muestreo de Truchas.

Se efectuaron colectas bimestrales de truchas durante un ciclo anual (Octubre 1988 a Diciembre 1989), en una sección de 1 km del Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Fig. 1). En dicha sección de arroyo, se ubicaron tres transectos de muestreo de 100 m de longitud cada uno, considerando todos los habitats disponibles, como rápidos, pozas, cascadas, y recodos (Fig. 2).

En el transecto I, las truchas fueron colectadas con caña de pescar, usando como carnada huevo de salmón. Se utilizó este método de captura debido a la inaccesibilidad del área. En los transectos II y III, los ejemplares fueron capturados con un equipo de electropesca (Yamaha EF-600 de 110 volts corriente alterna); Este voltaje es recomendado para estudios de poblaciones icticas en sistemas lóticos (Pratt, 1954; Vincent, 1971).

2.2 Marcaje-Liberación-Recaptura de Truchas.

Se efectuaron experimentos de marcaje-liberación-recaptura de truchas a través de un ciclo anual. En cada transecto de muestreo, se seleccionó un lote de 10 a 15 ejemplares de tallas representativas de la población, para ser marcadas con una etiqueta tipo "streamer" o bandera, la cual consiste de un pequeño disco atado por un filamento de nylon a la superficie dorsal del pez y colocada mediante una aguja de sutura (Rounsefell y Kask, 1954).

El material utilizado para la fabricación de las marcas fue el siguiente: hilo de nylon (número 8) color negro y una aguja de costura de 4 cm de largo; el disco utilizado como marca fue confeccionado de material plástico (8 mm de largo x 4 mm de ancho x 1 mm de grosor). Se utilizó un color diferente de marca para cada transecto (rojo, amarillo y azul). Las marcas fueron esterilizadas con una solución de Cloruro de Benzalconio, y posteriormente colocadas en antibiótico (Tetraciclina), para evitar posibles infecciones en el pez marcado. Una vez colocada la marca, las truchas fueron mantenidas en recipientes plásticos (19 litros) con agua para reducir el stress del marcaje, antes de ser medidos y liberados en el arroyo. La operación de colocación de la marca es descrita por Ruiz-Campos y Villalobos-Ramírez (1991), y es ilustrada en la Figura 3.

A los peces marcados se le tomaron los siguientes datos: longitud patrón (precisión 0.01 mm), número y color de la marca, estación de muestreo, y fecha de liberación; todo ello, con el propósito de registrar el desplazamiento de los individuos en el medio natural. Las truchas marcadas recapturadas fueron liberadas en los sitios anteriores de captura.

2.3. Ambito Casero y Variables Ecológicas del Habitat de la Trucha.

Para determinar la amplitud del ámbito casero de la trucha, se efectuaron mediciones de las distancias de desplazamiento para cada ejemplar recapturado, con respecto a

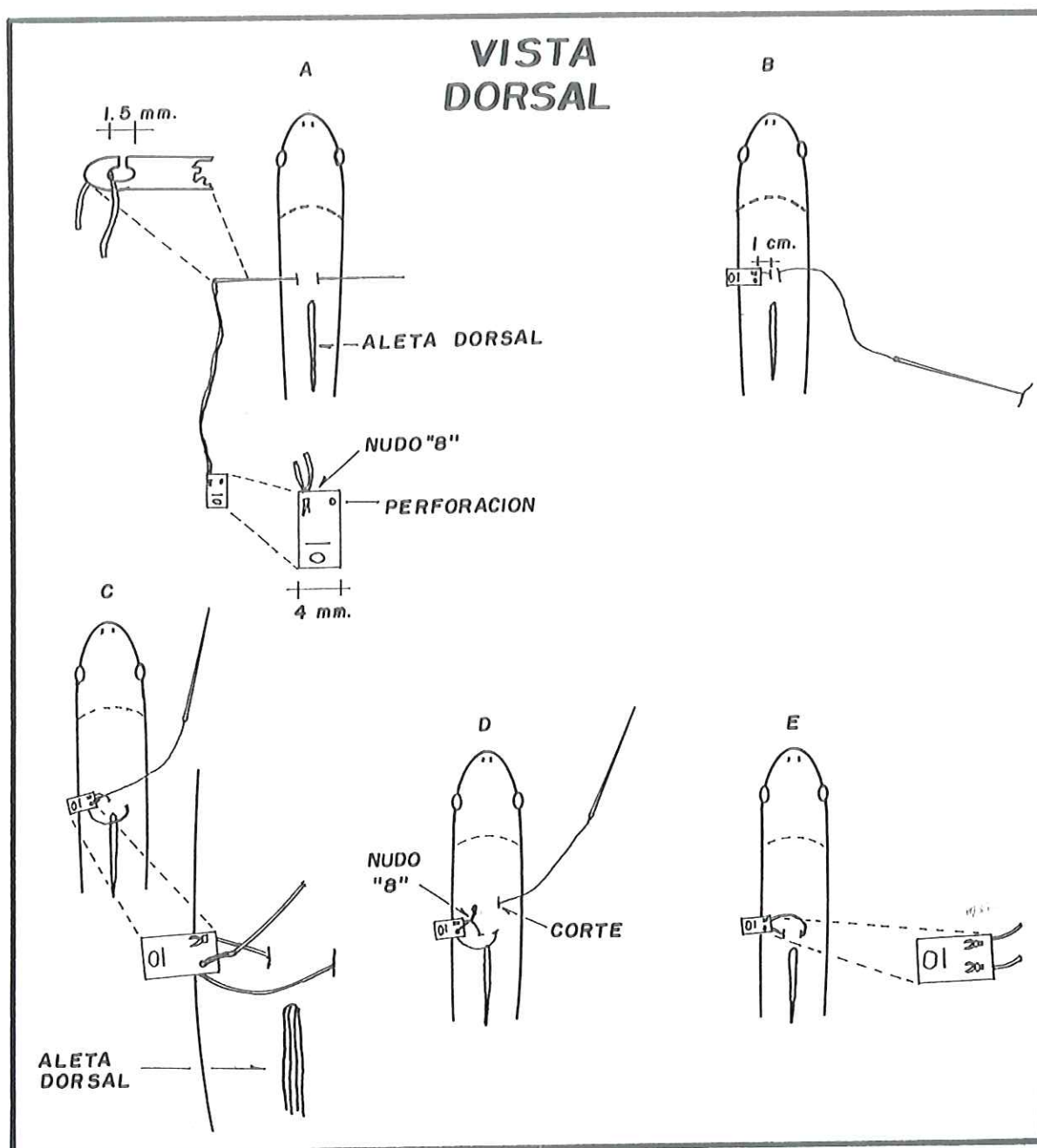


Figura 3.- A - E, demuestra la secuencia esquemática para la colocación de la marca tipo Streamer en trucha arcoiris (Ruiz-Campos y Villalobos-Ramírez, 1991).

su sitio original de captura (primera captura).

La amplitud del ámbito casero de la trucha fue determinada a nivel estacional (todas las clases talla combinadas) y a nivel de clases talla (todas las estaciones del año combinadas), con el propósito de determinar la relación de las características ecológicas del habitat con la amplitud de su ámbito casero. Se midieron las siguientes variables ecológicas del habitat: velocidad del arroyo y descarga de la corriente, profundidad y anchura del arroyo, composición del sustrato, temperatura del agua, y disponibilidad de alimento. Todas estas variables fueron medidas considerando las técnicas y procedimientos descritos en Duff y Cooper (1978), y Platts et al. (1983). Las mediciones fisiográficas e hidrométricas fueron efectuadas en sitios fijos para cada estación de muestreo.

La temperatura del agua y del aire fue registrada con un termómetro digital (precisión 0.2 °C) en diferentes puntos del transecto, y en todos los casos fue tomada a una misma hora (aproximado 1100 h).

La velocidad de corriente (m/s) fue medida con un correntímetro modelo Swiffer, en diferentes secciones transversales del arroyo ó transecto. La profundidad y anchura del arroyo fue medido con una cinta topográfica en diferentes secciones transversales del transecto, describiendo así la morfología más representativa de éste. Para determinar el tipo de sustrato, se tomaron muestras de sedimentos en diferentes secciones del arroyo usando un nucleador tipo Wildco, con el propósito de determinar los tamaños y clasificación

granulométrica del sedimento. Los procedimientos seguidos fueron los descritos en Folk (1974).

Para la medición de las variables físico-químicas del agua, se tomaron muestras en diferentes secciones del arroyo con una botella Kemmerer-Wildco. Se determinaron las siguientes variables: oxígeno disuelto (O_2), bióxido de carbono (CO_2), potencial de hidrógeno (pH), fosfatos (PO_4), silicatos (Si), nitratos (NO_3), dureza total (DT), dureza de calcio (Ca) y magnesio (Mg); todas ellas fueron determinadas con un equipo limnológico Lamotte Chemical.

Para evaluar la disponibilidad de alimento en el medio natural, se efectuaron arrastres superficiales de 100 m en cada transecto con una red de cono o dipnet (30 cm de diámetro y 1 mm de luz de malla) para la colecta de organismos a la deriva; se efectuó el mismo número de arrastres para cada transecto. Los organismos bentónicos fueron colectados con una red de fondo (tipo Wildco), la cual fue fijada en un cuadrante de 25x25 cm (0.25 m^2) en diferentes puntos de cada transecto.

Todas las muestras fueron preservadas en alcohol isopropílico al 50 % con sus respectivos datos de colecta, y posteriormente fueron analizadas en el laboratorio a nivel cualitativo (composición taxonómica) y cuantitativo (número y biomasa de organismos/cuadrante ó arrastre).

Para la identificación de las taxa presa (nivel familia) se utilizaron los criterios de Usinger (1963), Pennak (1978), y McCafferty (1981). Para cuantificar la densidad de presas de deriva (promedio del número de presas/arrastre) y bentónicas (promedio del número de presas/cuadrante) en las muestras, se

utilizó el método numérico (Lagler, 1978); en cambio para cuantificar su biomasa en peso húmedo (g/cuadrante de 25 x 25 cm ó g/arrastre de 100 m), se utilizó el método gravimétrico descrito en Platts et al. (1983).

Los valores de densidad y biomasa absoluta de presas son expresados en terminos relativos (%), respectivamente, como:

Densidad relativa (%) de

$$\text{taxón presa } i = [n_i / N] (100)$$

donde, n_i = densidad promedio del taxón presa i
por cuadrante ó arrastre

N = sumatoria de las densidades promedio
de todos los taxa presa en la
muestra ($\sum n_i$)

Biomasa relativa (%) del

$$\text{taxón presa } i = [b_i / N] (100)$$

donde, b_i = biomasa promedio del taxón presa i
por cuadrante ó arrastre

N = sumatoria de las biomاسas promedio
de todos los taxa-presa ($\sum b_i$).

Para calcular la diversidad de presas tanto bentónicas como pelágicas, se utilizó la ecuación de Shannon-Wiener (H' ,

Pielou, 1976), en logaritmo base 2 (ln):

$$H' = - \sum_{i=1}^n (p_i)(\ln p_i)$$

donde: p_i = proporción de la taxón presa i con respecto al número total de individuos de todas las taxa presa en la muestra (n_i / N).

La asignación de las etapas de madurez gonadal (análisis macroscópico) de las truchas fue basada en la Escala Internacional de la Maduración Sexual de los Peces (Laevastu, 1971). Dicha asignación fue dada para los especímenes colectados que no fueron utilizados para los experimentos de marcaje-recaptura.

2.4 Analisis Bioestadístico de datos.

Se analizó a través del año el porcentaje de truchas marcadas recapturadas en cada operación de colecta, así como la distancia promedio de desplazamiento de cada ejemplar marcado durante sucesivas recapturas. Las distancias de desplazamiento de las truchas recapturadas fueron comparadas estadísticamente a nivel de clases talla (clase talla 1, ≤ 130 mm LP; clase talla 2, 131-150 mm LP; clase talla 3, ≥ 151 mm LP), y a nivel de estaciones del año (todas las clases talla combinadas). La asignación de las clases talla fue basada en las longitudes promedio registradas por Ruiz-Campos y Gómez-Ramírez (1991) para esta misma subespecie y localidad,

3. RESULTADOS

3.1.- FACTORES FISIOGRAFICOS E HIDROMETRICOS

3.1.1. Anchura del Arroyo.

La anchura promedio del arroyo registrada durante el año, presentó una dimensión menor (4.71 m) en Diciembre (1989) y una mayor (5.87 m) en Octubre (1988) (Fig. 4). Sin embargo, se observó un desbordamiento momentáneo del arroyo por el efecto de las lluvias, en Agosto de 1989, el cual fue denotado por las marcas de inundación en las orillas del canal, alcanzando una anchura de 10.14 m. El promedio anual de la anchura del arroyo fue de 5.57 ± 0.37 m.

3.1.2. Profundidad del Arroyo.

La menor profundidad promedio registrada en los transectos de muestreo fue de 14 cm en Diciembre de 1989 donde se observó un asolvamiento general del arroyo (Fig. 4); en cambio, la mayor profundidad promedio (44 cm) se registró en Febrero de 1989. El promedio anual registrado fue de 34 ± 9 cm.

3.1.3. Velocidad de Corriente.

La velocidad promedio de la corriente a través del año registró un mínimo de 0.201 m/s en Diciembre (1989), y el más alto de 0.985 m/s en Febrero. Este último fue debido a los aportes del agua de lluvia, teniendo máximas descargas en la estación de Invierno (Fig. 5). El promedio anual de la velocidad de corriente fue de 0.64 ± 0.26 m/s.

que corresponden a 1 año (clase 1), 2 años (clase 2) y 3 años (clase 3). Estas mismas variables fueron comparadas entre los sitios de muestreo.

Para determinar si existe una relación entre cada una de las características ecológicas del habitat de la trucha y su ámbito casero (distancia promedio desplazada), se utilizó un análisis de correlación no paramétrico de Spearman (Siegel, 1976).

Para determinar si el tamaño del ámbito casero es dependiente ó no de la talla de la trucha, se utilizó la prueba Ji-cuadrada (Sokal y Rohlf, 1981).

Para determinar si existe ó no diferencias a nivel estacional, con respecto a la densidad promedio de presas tanto bentónicas como de deriva, se utilizó para cada caso una prueba de análisis de varianza de 1 vía (Sokal y Rohlf, 1981). Este mismo procedimiento, fue utilizado para determinar si existen ó no diferencias en la amplitud de ámbito casero a nivel estacional. Para comparar si existen diferencias entre la diversidad promedio de presas (todas las estaciones del año combinadas) bentónicas y de deriva, se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (Siegel, 1976).

El procesamiento estadístico de los datos fue realizado con los programas estadísticos Primer, Epistat, y Statistical Ecology.

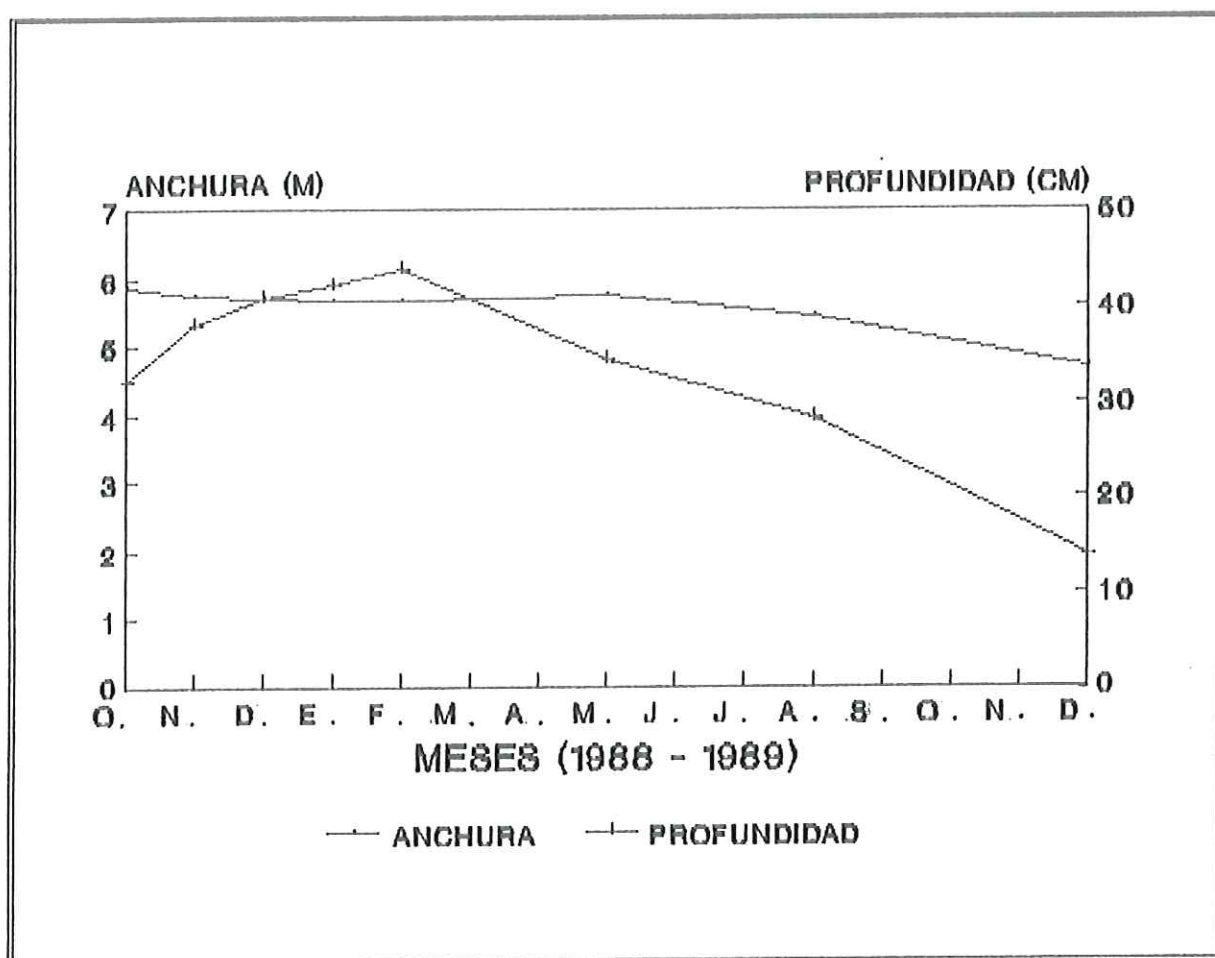


Fig. 4. Morfología (anchura y profundidad promedio) del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988 - Dic. 1989).

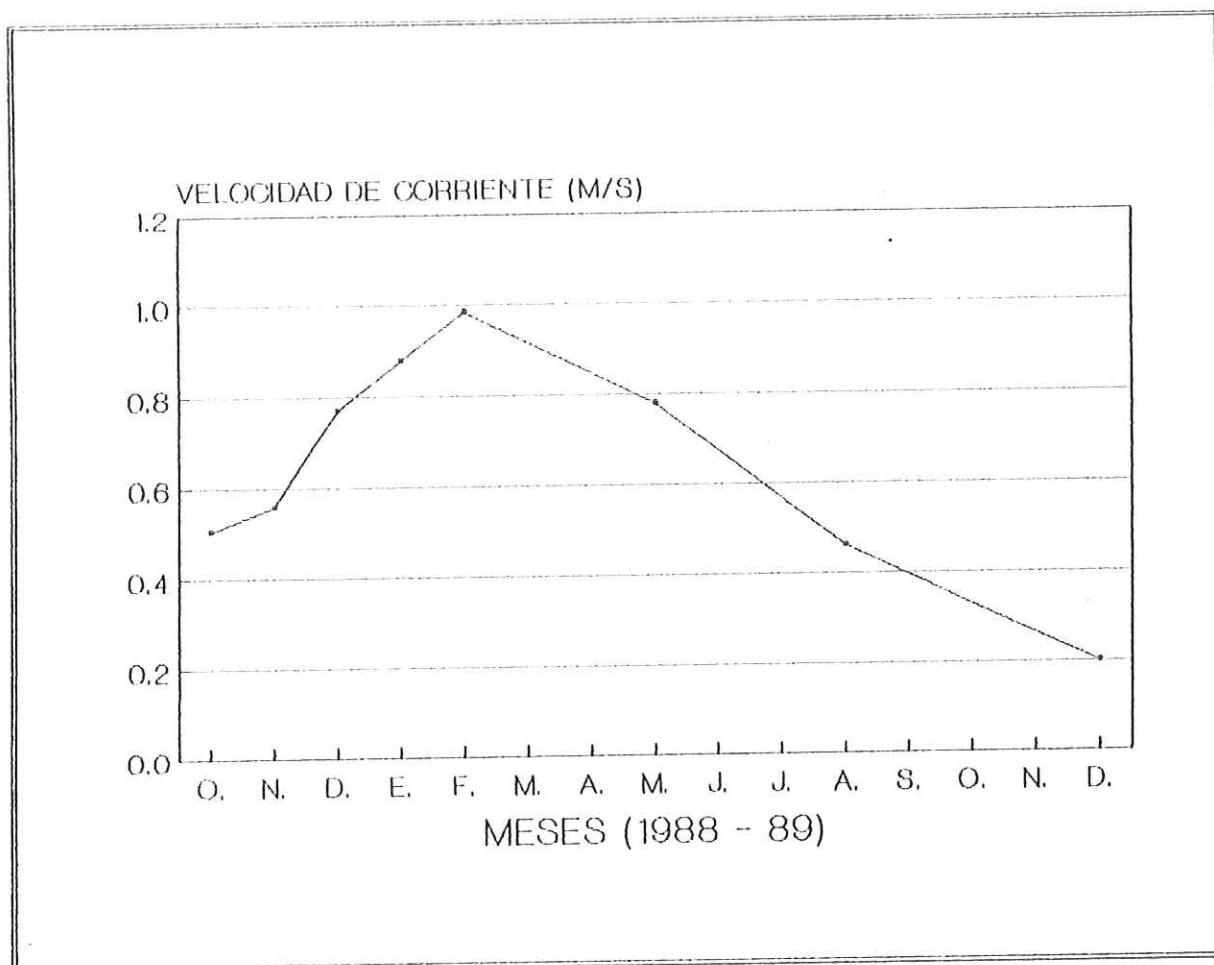


Fig. 5. Velocidad de corriente registrada en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988 - Dic. 1989).

3.1.4. Descarga (Gasto).

La descarga promedio más baja registrada durante el año fue de $0.119 \text{ m}^3/\text{s}$ en Diciembre 1989, y la más alta de $2.204 \text{ m}^3/\text{s}$ en Febrero (Fig. 6). La descarga promedio anual fue de $1.229 \pm 0.69 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.2.- PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

3.2.1. Temperatura.

La temperatura del aire más baja se registró en Diciembre 1989 (11.6°C), y la más alta (34.6°C) en Junio (Fig. 7). La temperatura del agua registró el valor más bajo (7.2°C) en Diciembre 1988, y el más alto (26.6°C) en Junio (Fig. 7), con un promedio anual de $12.7 \pm 4.94^\circ\text{C}$.

3.2.2. Calidad del Agua (Características Químicas)

La tabla 1 describe los parámetros químicos (calidad del agua) registrados en el Arroyo San Rafael, durante un ciclo anual (Octubre 1988 - Octubre 1989).

El potencial de hidrógeno (pH) registró el valor más alto en Verano (8.3), y el menor en Otoño (7.6); en términos generales, el pH fue ligeramente alcalino ($\bar{X} = 8.0$).

El oxígeno disuelto (O_2) registró variaciones durante el año, siendo más alto en invierno (10.6 ppm) y más bajo en Verano (8.0 ppm), con un promedio anual de 9.2 ppm. Asimismo el agua del arroyo está bastante oxigenada por el efecto físico de la corriente (turbulencia).

El dióxido de carbono disuelto (CO_2) varió de 3.4 ppm en Verano a 12.0 ppm en Invierno, y registró un promedio

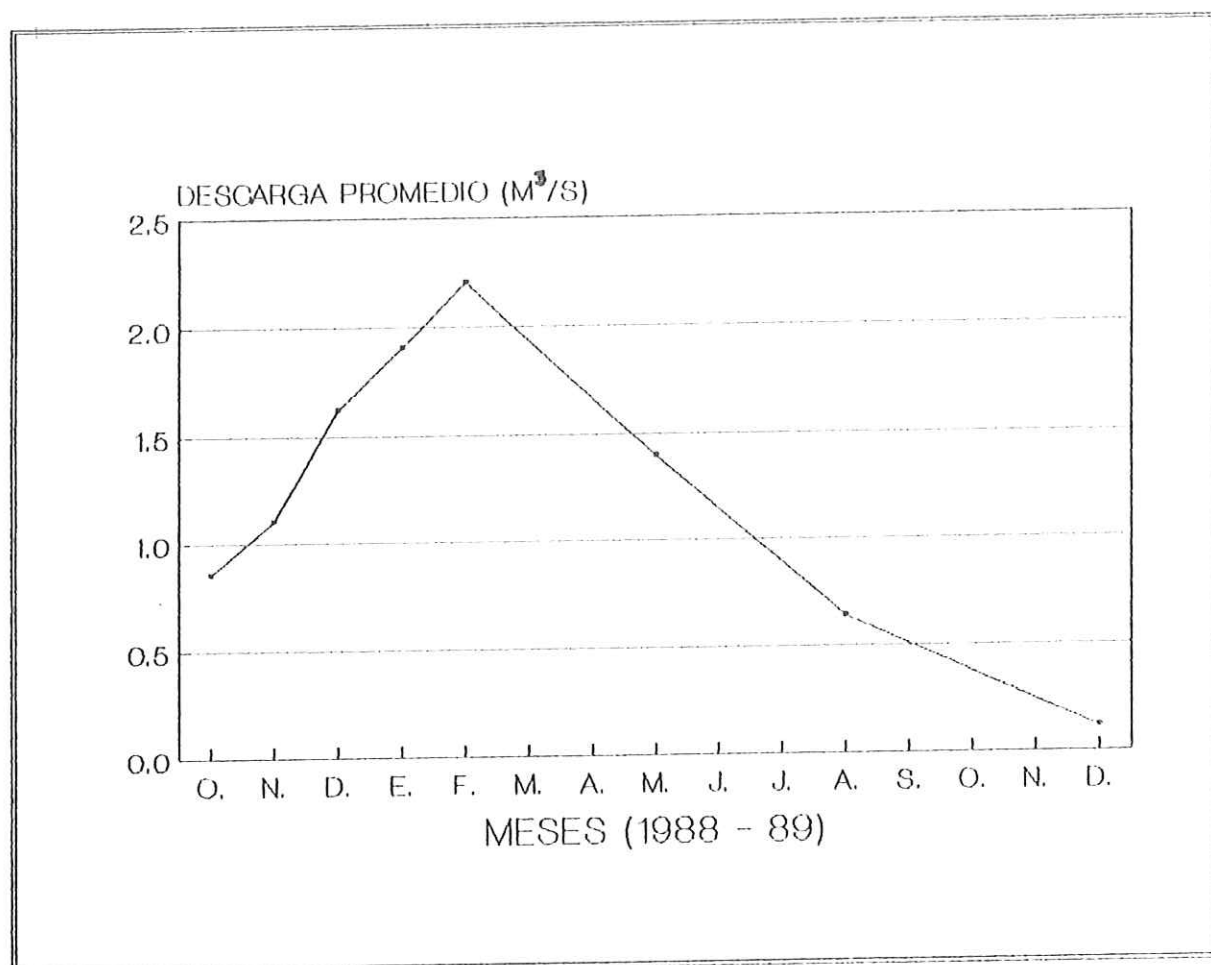


Fig. 6. Niveles de descarga registrados para el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Otc. 1988 - Dic. 1989).

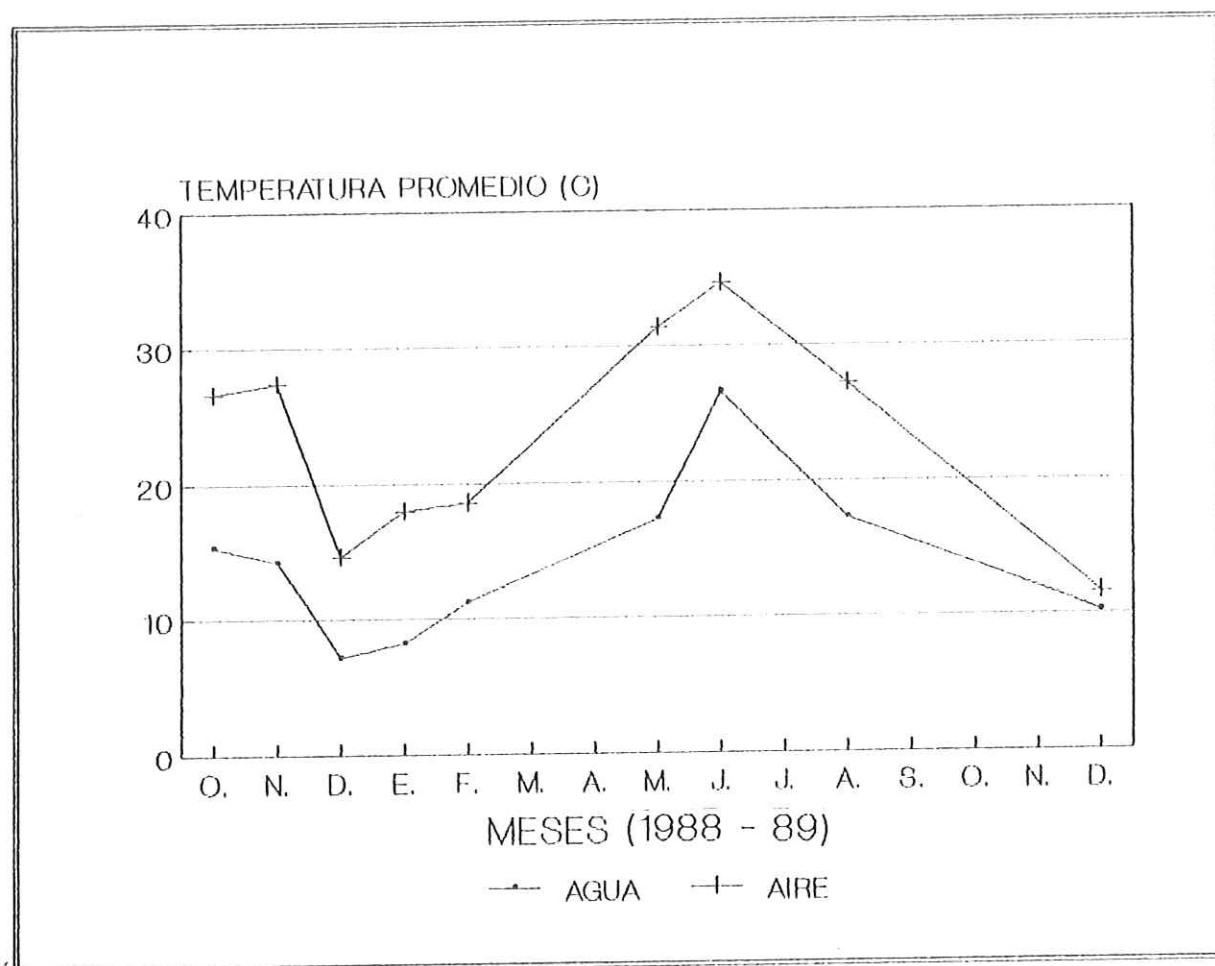


Fig. 7. Temperatura del agua y aire para el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C. (Oct. 1988-Dic. 1989).

Tabla 1. Parámetros químicos (calidad del agua) registrados en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B. C., durante Febrero a Diciembre, 1989. Ver explicación de abreviaturas en el texto.

ESTACION		VALORES PROMEDIO								
DEL	ANO	pH	O ₂	CO ₂	Mg	NO ₃	PO ₄	Si	Ca	D.T.
(ppm, mg/l)										
Invierno		8.0	10.6	12.0	—	0.88	<0.20	—	—	116.0
Primavera		8.2	8.4	5.0	50.6	<0.65	<0.20	9.0	60.6	111.3
Verano		8.3	8.0	3.4	61.0	<0.60	—	64.0	76.3	137.3
Otoño		7.6	9.9	4.0	34.0	<0.20	<0.20	20.0	74.0	108.0
PROMEDIO		8.0	9.2	6.1	48.5	<0.6	<0.20	31.0	70.0	118.2

anual de 6.1 ppm.

La dureza total (DT) registró valores que oscilan de 111.3 ppm en Otoño a 137.3 ppm en Verano; el promedio anual fue de 118.2 ppm.

La dureza en Calcio (Ca), varió de 60.6 a 76.3 ppm, siendo en Primavera la más baja y Verano la más alta, con un promedio anual de 70.0 ppm.

La concentración de dureza en Magnesio (Mg) registró el valor más bajo (34.0 ppm) en Otoño, y el más alto (61.0 ppm) en Verano; el promedio anual fue de 48.5 ppm.

Para el caso de los nutrientes (NO_3 nitratos y PO_4 fosfatos), se registraron concentraciones muy bajas (<0.20 a 0.88 ppm) debido a la baja concentración de materia orgánica en el arroyo.

El nivel de Silicatos (Si) fue variable durante el año, siendo el valor más bajo (9.0 ppm) en Primavera, y el más alto (64.0 ppm) en Verano; el promedio anual fue de 31.0 ppm.

3.2.3. Sedimentos.

De acuerdo a los resultados del análisis granulométrico-sedimentológico de las muestras obtenidas en el Arroyo San Rafael (Figs. 8, 9, y 10), se encontró que no existen diferencias en relación al tipo y tamaño de sedimento, entre los tres transectos de muestreo en el arroyo; ya que todos ellos están formados por arenas finas durante todo el año.

Las medidas descriptivas para la distribución del tamaño de sedimentos (Folk y Ward) durante el año, son

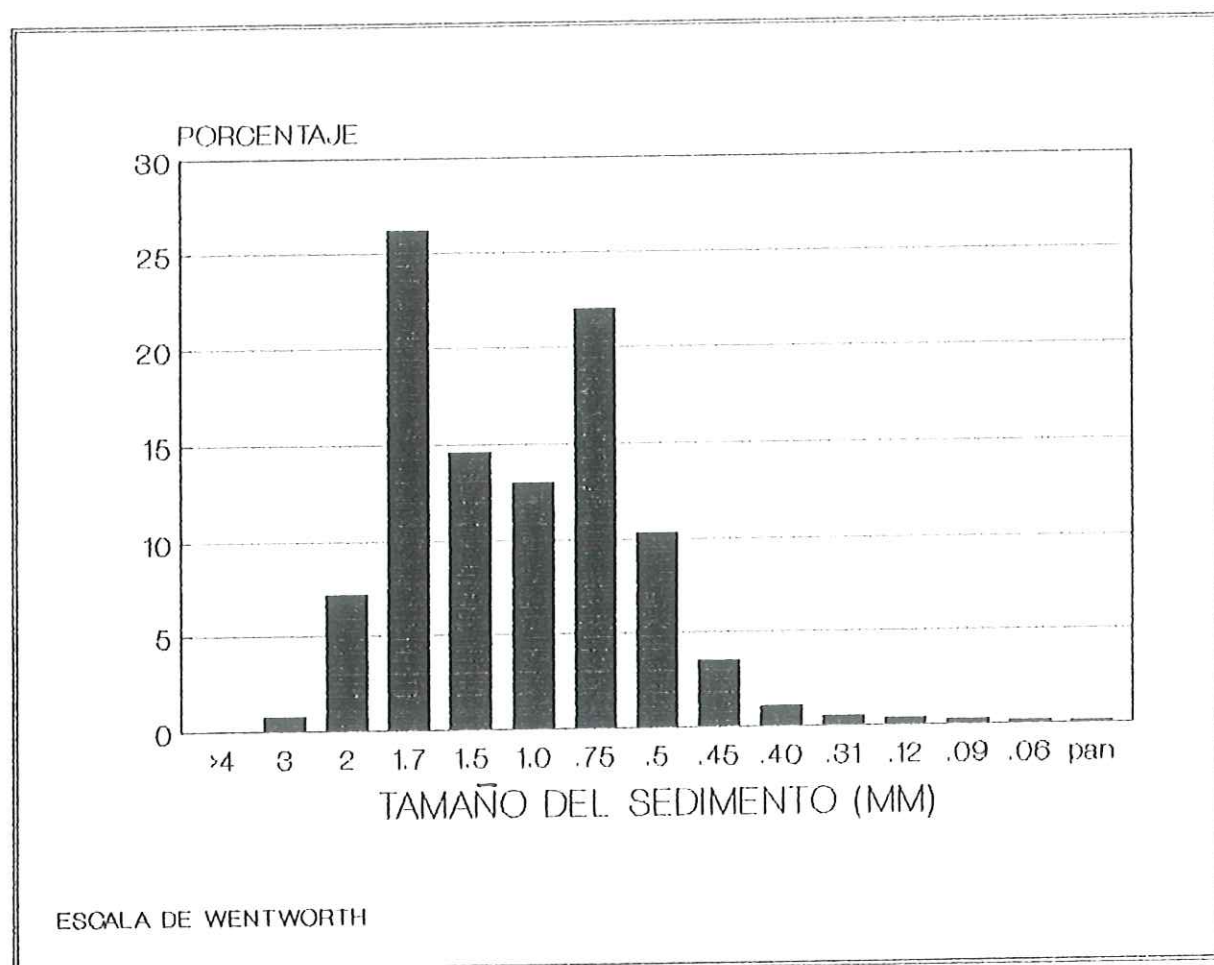


Fig. B. Análisis granulométrico sedimentológico (tránsito I), durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

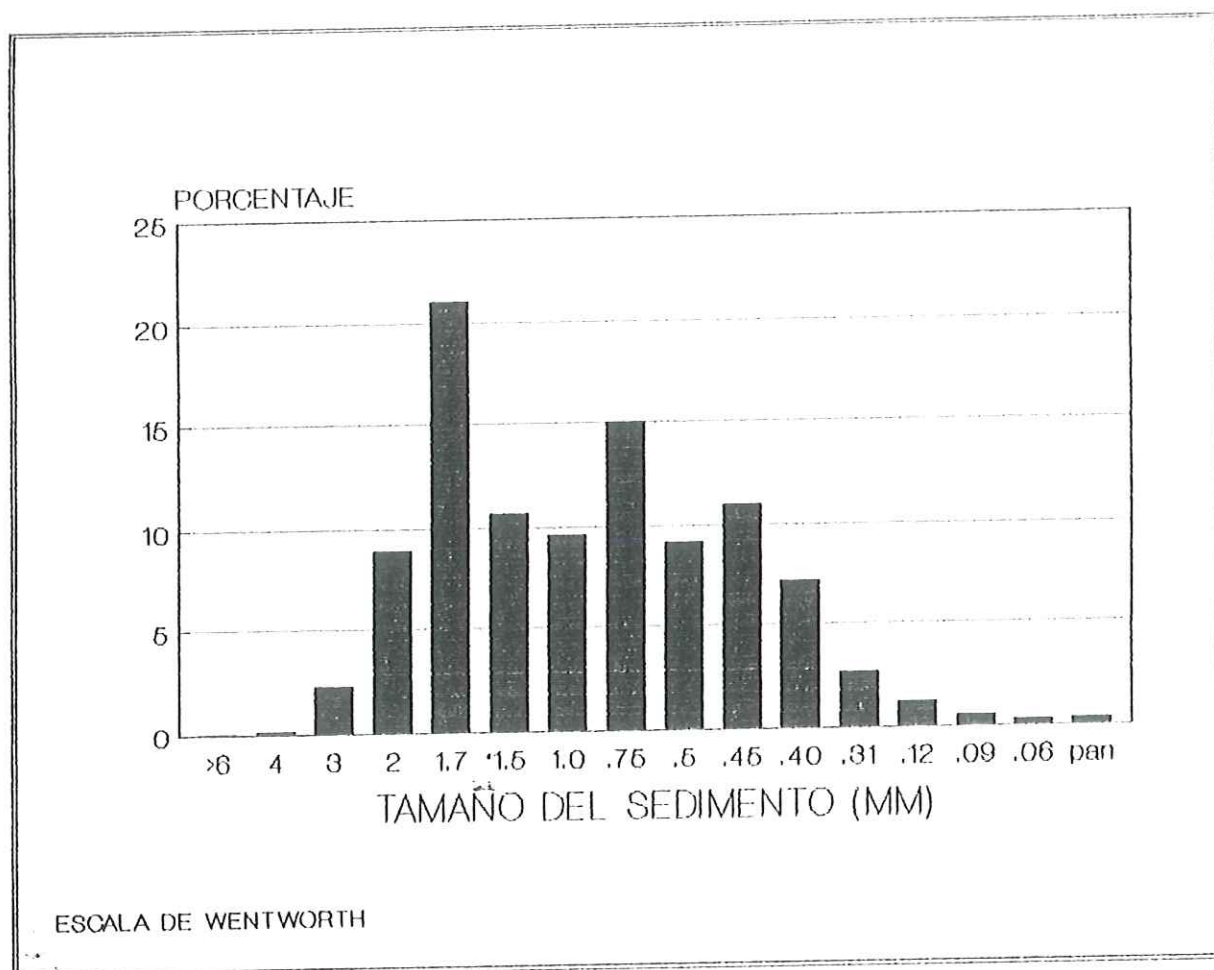


Fig. 9. Análisis granulométrico sedimentológico (transecto II), durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

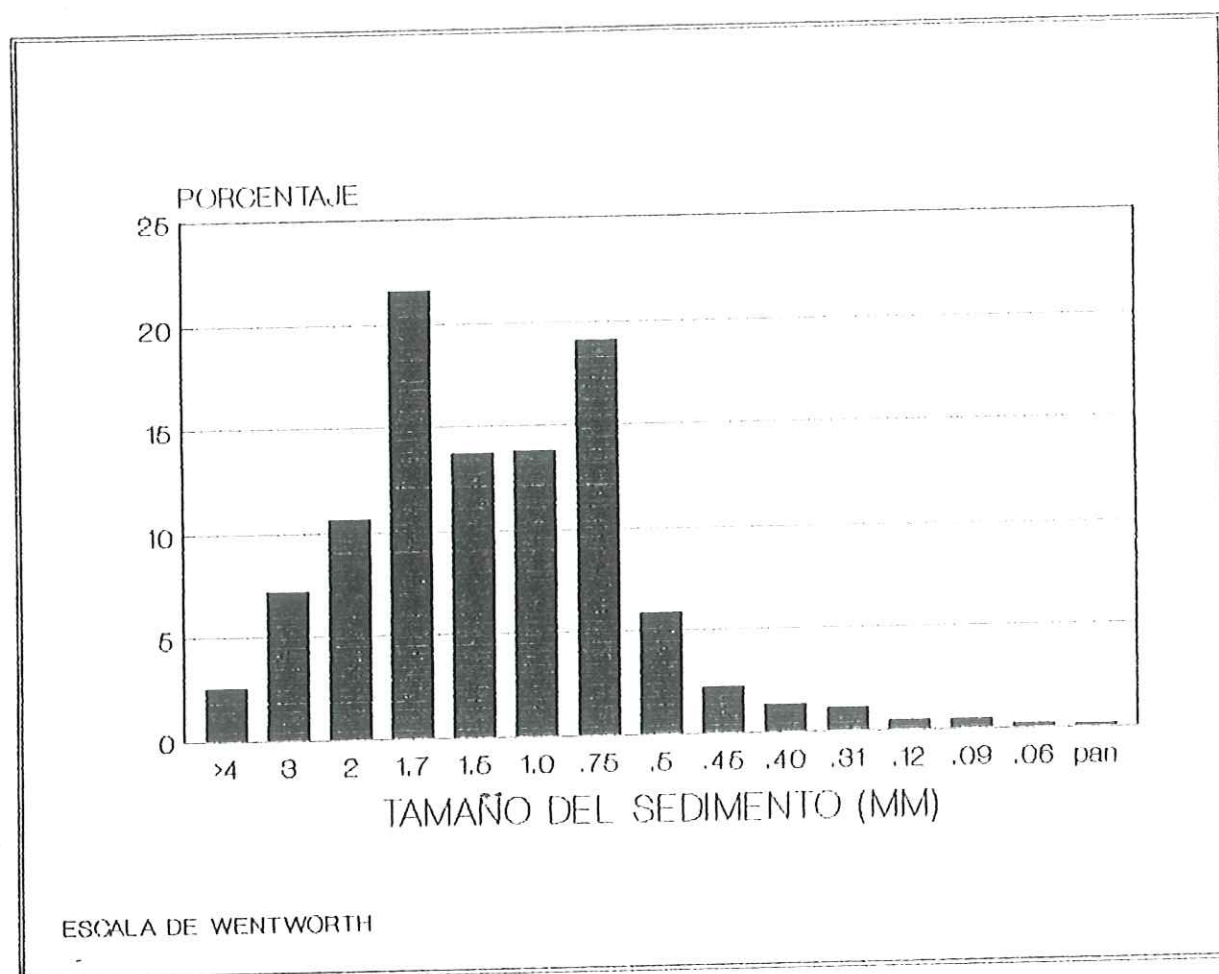


Fig. 10. Análisis granulométrico sedimentológico (tranco III), durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

presentadas en la tabla 2.

Asimismo, la frecuencia de talla de la trucha según el tipo de sustrato, indica que todas sus clases de talla prefieren significativamente las arenas con un diámetro de 0.0625 a 1.9 mm (Tabla 3).

3.3.- FACTORES BIOTICOS

3.3.1 Análisis Estacional de la Densidad y Biomasa de Presas (Bentónicas y Pelágicas).

3.3.1.1 Densidad promedio de presas bentónicas

En el análisis estacional de la densidad promedio de presas bentónicas (todas las taxa combinadas), la estación de Primavera registró la mayor abundancia (304 presas/0.25 m²), en cambio la estación de Verano registro la menor (17 presas/0.25 m²) (Fig. 11).

3.3.1.2 Densidad Promedio de Presas Pelágicas

A nivel estacional, la densidad promedio de presas pelágicas registró un valor máximo (402 presas/arrastre 100 m) en Primavera, y un valor menor (37 presas/arrastre 100 m) en Otoño 1989 (Fig. 11).

3.3.1.3 Densidad Relativa de Presas Bentónicas a Nivel Estacional

En la estación de Otoño 1988, las presas que registraron la mayor abundancia relativa fueron los tricópteros (63.22 %), dípteros (25.80 %), y coleópteros (8.39 %); el

Tabla 2. Medidas descriptivas de la distribución de tamaños de sedimentos (Folk y Ward) durante un ciclo anual, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

TRANSECTO	MEDIANA	MEDIA	DISPERSION	ASIMETRIA	CURTOSIS
I	- 0.25	- 0.183	0.6734*	0.2073*	1.0473
II	- 0.25	- 0.385	0.8295*	- 0.1538**	1.2290
III	- 0.10	0.100	1.0500*	0.2723*	0.8452

* Moderadamente bien clasificado/Asimetrica hacia los finos

** Casi simetrica

Tabla 3. Frecuencia de talla de la trucha, *O. mykiss nelsoni*, según tipo de sustrato, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., México.

TALLA (LP en mm)	TIPO DE SEDIMENTO *			
	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA
≤ 130	0	17	0	0
131-150	0	6	0	0
≥ 150	0	18	0	0

* Clasificación de Wentworth

GRAVA = Diámetro > 2 mm

ARENA = Diámetro 0.0625 - 1.9 mm

LIMO = Diámetro 0.0039 - 0.0058 mm

ARCILLA = Diámetro 0.00024 - 0.00389 mm

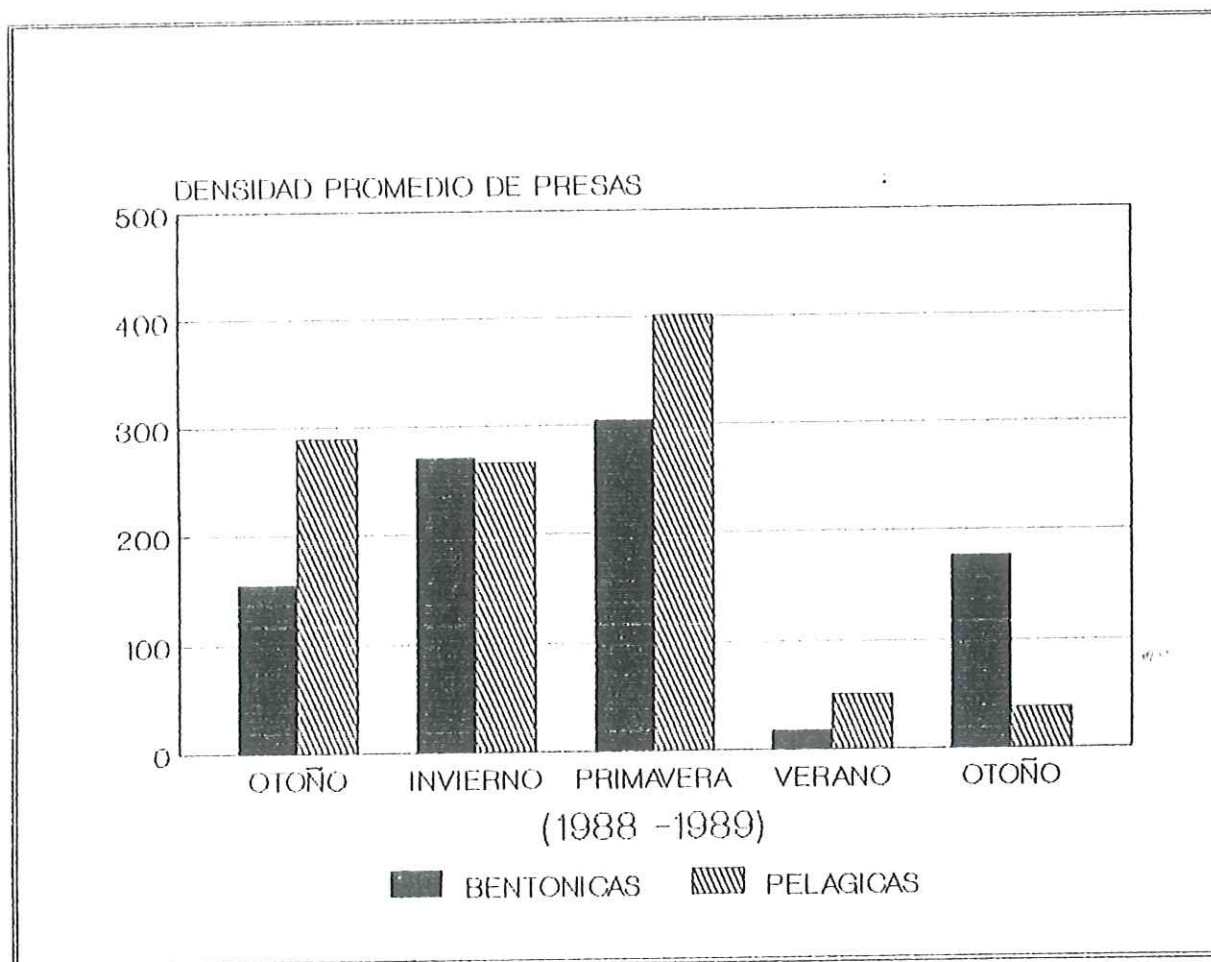


Fig. 11. Densidad promedio de presas bentónicas (número/0.25 m²) y pelágicas (número/arrastre 100 m) a nivel estacional, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

resto de los taxa contribuyen con un valor de (2.59 %) (Tabla 4).

Durante Invierno de 1989, las presas con mayor abundancia relativa, fueron: tricópteros (41.47 %), dípteros (19.93 %), efemerópteros (15.54 %), y hemípteros (10.36 %); el resto de los taxa contribuyeron con un 12.70 % (Tabla 5).

En Primavera de 1989, predominaron los hemípteros (28.62 %), dípteros (25.33 %), efemerópteros (16.44 %), y moluscos (13 %); el resto de los taxa registraron un 23.01 % (Tabla 6).

Durante el Verano de 1989, presentaron mayor abundancia relativa los tricópteros (40.00 %), dípteros (20.00 %), y coleópteros (11.66 %); contribuyendo el resto de taxa con el 39.96 % (Tabla 7).

En otoño de 1989, predominaron los tricópteros (70.47 %), dípteros (7.38 %), coleópteros (7.38 %), y plecópteros (7.58 %); el resto aportaron el 7.4 % (Tabla 8).

3.3.1.4 Densidad Relativa de Presas Pelágicas a Nivel Estacional

En Otoño de 1988, obtuvieron la mayor abundancia relativa los dípteros (43.94 %), hemípteros (27.33 %), tricópteros (13.14 %), y efemerópteros (10.08 %); otras taxa representaron el 5.88 % (Tabla 9).

Durante Invierno de 1989, exhibieron mayor abundancia relativa los dípteros (45.85 %), hemípteros (17.66 %), tricópteros (13.89 %), efemerópteros (13.53 %), y el resto contribuyeron con el 10.01 % (Tabla 10).

Tabla 4. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., México, durante Otoño 1988.

PRESAS	*Densidad promedio /0.25 m ²	Densidad relativa (%)
DIPTERA		
Tipulidae	19	12.25
Chironomidae	20	12.90
Stratiomyidae	1	0.65
TRICHOPTERA		
Hydropsychidae	29	18.70
Odontoceridae	63	40.64
Philopotomatidae	1	0.65
Helicopsychidae	5	3.23
PLECOPTERA		
Chloroperlidae	2	1.29
COLEOPTERA		
Elmidae	12	7.74
Psephenidae	1	0.65
ORTHOPTERA		
Acrididae	1	0.65
MOLLUSCA		
Pelecypoda	1	0.65
PROMEDIO TOTAL	155	

* Promedio de 3 cuadrantes de 0.25 m²

Tabla 5. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Invierno 1989.

PRESAS	*Densidad promedio /0.25 m ²	Densidad relativa (%)
HEMIPTERA		
Vellidae	26	9.62
Hebridae	2	0.74
DIPTERA		
Chironomidae	45	16.66
Culicidae	1	0.37
Ephydriidae	2	0.74
Simuliidae	3	1.11
Ceratopogonidae	1	0.37
Dixidae	1	0.37
otros	1	0.37
EPHEMEROPTERA		
Ephemerellidae	22	8.14
Caenidae	7	2.59
Baetidae	11	4.07
Leptophlebiidae	2	0.74
TRICHOPTERA		
Hydropsychidae	93	34.44
Helicopsychidae	7	2.59
Hydroptilidae	1	0.37
Branchycentridae	11	4.07
COLEOPTERA		
Elmidae	20	7.40
Psephenidae	2	0.74
ODONATA		
Calopterygidae	2	0.74
Lestidae	1	0.37

Tabla 5. Continuación

MOLLUSCA

Pelecypoda	1	0.37
------------	---	------

NEMATOMORPHA	1	0.37
--------------	---	------

ARACHNIDA

Tetragnothidae	2	0.84
----------------	---	------

HYMENOPTERA	1	0.37
-------------	---	------

HOMOPTERA

Aphididae	4	1.48
-----------	---	------

PROMEDIO TOTAL	270	
----------------	-----	--

* Promedio de 3 cuadrantes de 0.25 m²

Tabla 6. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Primavera 1989.

PRESAS	*Densidad promedio /0.25 m ²	Densidad relativa (%)
TRICHOPTERA		
Helicopsychidae	8	2.631
Odontoceridae	6	1.973
Hydropsychidae	3	0.986
Lepidostomatidae	1	0.330
Brachycentridae	7	2.302
HEMIPTERA		
Belostomatidae	17	5.592
Gerridae	2	0.667
Veliidae	66	21.710
Nepidae	1	0.330
otros	1	0.330
ODONATA		
Coenagrionidae	12	3.947
Calopterygidae	8	2.631
DIPTERA		
Chironomidae	69	22.700
Simuliidae	3	0.986
Ceratopogonidae	3	0.986
Psychodidae	1	0.330
Tipulidae	1	0.330
EPHEMEROPTERA		
Ephemerellidae	29	9.539
Siphonuridae	11	3.618
Caenidae	3	0.986
Baetidae	6	1.973
Leptophlebiidae	1	0.330
HYMENOPTERA		
Ichneumonidae	1	0.330

Tabla 6. Continuación

ARACHNIDAE	2	0.657
COLEOPTERA		
Elmidae	1	0.330
MOLUSCA		
Pelecypoda	39	12.820
PLECOPTERA		
Chloroperlidae	1	0.330
CRUSTACEA		
Ostracoda	1	0.330
PROMEDIO TOTAL	304	

* Promedio de 3 cuadrantes de 0.25 m²

Tabla 7. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Verano 1989.

PRESAS	*Densidad promedio /0.25 m ²	Densidad relativa (%)
TRICHOPTERA		
Odontoceridae	3	20.00
Hydropsychidae	3	20.00
DIPTERA		
Tipulidae	3	20.00
EPHEMEROPTERA		
Baetidae	1	6.66
MOLLUSCA		
Pelecypoda	1	6.66
MEGALOPTERA		
Corydalidae	1	6.66
ANNELIDA		
Oligochaeta	1	6.66
NEMATOMORPHA	1	6.66
NEMATODA	1	6.66
COLEOPTERA		
Elmidae	2	11.66
PROMEDIO TOTAL	17	

* Promedio de 3 cuadrantes de 0.25 m²

Tabla 8. Densidad promedio y relativa de presas bentónicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Otoño 1989.

PRESAS	* Densidad promedio /0.25 m ²	Densidad relativa (%)
COLEOPTERA		
Psephenidae	2	1.136
Elmidae	11	6.250
TRICHOPTERA		
Hydropsychidae	97	55.113
Odontoceridae	11	6.250
Helicopsychidae	9	5.113
Hydroptilidae	7	4.000
PLECOPTERA		
Perlodidae	12	7.000
Chloroperlidae	1	0.568
EPHEMEROPTERA		
Simuliidae	1	0.568
Baetidae	5	2.840
ODONATA		
Coenagrionidae	5	2.849
Cordulegastridae	1	0.568
DIPTERA		
Tabanidae	3	1.704
Tipulidae	8	4.545
Simuliidae	2	1.136
MEGALOPTERA		
Corydalidae	1	0.568
PROMEDIO TOTAL	176	

* Promedio de 3 cuadrantes de 0.25 m²

Tabla 9. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C. durante Otoño 1988.

PRESAS	*Densidad promedio/ arrastre de 100 m	Densidad relativa (%)
Chironomidae	72	24.910
Simuliidae	50	17.300
Dixidae	2	0.692
Ceratopogonidae	3	1.038
TRICHOPTERA		
Helicopsychidae	2	0.692
Hydropsychidae	31	10.720
Philopotamidae	1	0.346
Odontoceridae	4	1.384
HEMIPTERA		
Belostomatidae	3	1.038
Veliidae	70	24.220
Gerridae	1	0.346
otros	5	1.730
EPHEMEROPTERA		
Baetidae	8	2.768
Ephemerellidae	2	0.692
Siphonuridae	17	5.881
Heptageniidae	1	0.346
Leptophlebiidae	1	0.40
COLEOPTERA		
Hydrophilidae	1	0.346
Elmidae	4	1.384
Districidae	1	0.346
otros	1	0.346
HYMENOPTERA		
Stratiomyidae	2	0.692
otros	1	0.346
ODONATA		

Tabla 9. Continuación

Calopterygidae	2	0.692
Coenagrionidae	1	0.346

PLECOPTERA		

Chloroperlidae	1	0.346

NEUROPTERA	1	0.346

ORTHOPTERA	1	0.346

PROMEDIO TOTAL	289	

* Promedio de 3 arrastres de 100 m

Tabla 10. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Martir B.C., durante Invierno 1989.

PRESAS	* Densidad promedio/ arrastre de 100 m	Densidad relativa (%)
HEMIPTERA		
Belostomatidae	12	4.511
Veliidae	32	12.030
Gerridae	3	1.127
DIPTERA		
Simuliidae	72	27.060
Simulium vittatum	1	0.375
Dixidae	2	0.751
Chironomidae	46	17.290
Culicidae	1	0.375
TRICHOPTERA		
Hydropsychidae	6	2.250
Helicopsychidae	15	5.630
Brachycentridae	16	6.010
EPHEMEROPTERA		
Ephemerellidae	14	5.260
Baetidae	11	4.135
Caenidae	5	1.879
Leptophlebiidae	1	0.375
otros	5	1.879
ODONATA		
Calopterygidae	3	1.127
Caenagrionidae	4	1.503
PLECOPTERA	3	1.127
COLEOPTERA		
Elmidae	2	0.751
Dysticidae	2	0.751

Tabla 10. Continuación

Hydrophilidae	1	0.375
ARANEAE		
Tetragnathidae	1	0.375
HOMOPTERA		
Aphididae	6	3.250
HYMENOPTERA		
Braconidae	2	0.751
PROMEDIO TOTAL	266	

* Promedio de 3 arrastres de 100 m

En Primavera de 1989, los taxa de mayor abundancia relativa fueron hemipteros (47.01 %), efemerópteros (18.15 %), tricópteros (14.67 %), y dípteros (12.18 %); alcanzando el resto de taxa un 8.90 % (Tabla 11).

En Verano de 1989, los hemipteros (62 %) fueron los de mayor abundancia, seguidos por los tricópteros (16 %), dípteros (12.00 %), y efemerópteros (4.00 %); otras taxa contribuyeron con el 6.00 % (Tabla 12).

En Otoño de 1989, las presas de mayor abundancia relativa fueron los dípteros (53.84 %), efemerópteros (18.91 %), tricópteros (13.51 %), y odonatos (5.80 %); el resto de taxa representaron el 8.10 % (Tabla 13).

3.3.1.5. Biomasa Absoluta y Relativa de Presas Bentónicas y Pelágicas.

En la cuantificación de la biomasa absoluta y relativa de presas bentónicas ($g/0.25 m^2$) y pelágicas ($g/arrastre$ de 100 m) durante un ciclo anual, arrojó los siguientes resultados:

3.3.1.5.1. Presas Bentónicas

La biomasa absoluta y relativa de presas bentónicas a nivel estacional, se presenta en la Tabla 14.

En la estación de Otoño 1988, las taxa presa que registraron mayor biomasa relativa fueron los tricópteros (61.61 %) y dípteros (32.16 %); el resto de los taxa contribuyeron con un valor de (6.22 %) (Tabla 14).

Durante Invierno de 1989, los taxa con mayor biomasa

Tabla 11. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Primavera 1989.

PRESAS	*Densidad promedio/ arrastre de 100 m	Densidad relativa (%)
HEMIPTERA		
Gerridae	2	0.497
Hebridae	2	0.497
Veliidae	179	44.527
Belostomatidae	4	0.995
mudas	2	0.497
DIPTERA		
Tipulidae	3	0.746
Simuliidae	8	1.990
Chironomidae	24	5.970
Dixidae	1	0.248
Culicidae	11	2.736
Ephydriidae	1	0.248
otros	1	0.248
COLEOPTERA		
Elmidae	5	1.243
Haliplidae	1	0.248
Hydrophilidae	1	0.248
otros	2	0.497
TRICHOPTERA		
Hydropsychidae	9	2.238
Helicopsychidae	40	9.950
Rhyacophilidae	1	0.248
Odontoceridae	7	1.741
Psychomyiidae	1	0.248
Hydroptilidae	1	0.248
EPHEMEROPTERA		
Baetidae	16	3.980
Ephemerillidae	39	9.701
Siphonuridae	15	3.731
Caenidae	3	0.746

Tabal 11 -- Continuación

ARACNTIDA	2	0.497

PLECOPTERA		

Chloroperlidae	1	0.248

ISOPODA	1	0.248

ODONATA		

Coenagrionidae	7	2.741
Lestidae	6	1.492
Calopterygidae	1	0.248
otros	1	0.248

NEUROPTERA		

Sisyridae	1	0.248

MOLUSCA		

Pelecypoda	2	0.497

HYMENOPTERA	1	0.248

PROMEDIO TOTAL	402	

* Promedio de 3 arrastres de 100 m

Tabla 12. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Martir B.C., durante Verano 1989.

PRESAS	*Densidad promedio/ arrastre de 100 m	Densidad relativa (%)
TRICHOPTERA		
Psychomyiidae	1	2.000
Hydroptychidae	4	8.000
Odontoceridae	1	2.000
Helicopsychidae	2	4.000
DIPTERA		
Simuliidae	6	12.000
HEMIPTERA		
Belostomatidae	2	4.000
Veliidae	29	58.000
ORTHOPTERA		
Acrididae	1	2.000
ARACHNIDAE	1	2.000
EPHEMEROPTERA		
Baetidae	2	4.000
HYMENOPTERA	1	2.000
PROMEDIO TOTAL	50	

* Promedio de 3 arrastres de 100 m

Tabla 13. Densidad promedio y relativa de presas pelágicas colectadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante Otoño 1989.

PRESAS	*Densidad promedio/ arrastre de 100 m	Densidad relativa (%)
ODONATA		
Coenagrionidae	2	5.800
EPHEMEROPTERA		
Baetidae	7	18.910
TRICHOPTERA		
Hydropsychidae	5	13.510
DIPTERA		
Simuliidae	18	48.640
Dixidae	2	5.200
NEMATOMORPHA	1	2.700
MOLLUSCA		
Pelecypoda	1	2.700
PLECOPTERA		
Perlodidae	1	2.700
PROMEDIO TOTAL	37	

* Promedio de 3 arrestre de 100 m

Tabla 14. Biomasa relativa y absoluta ($\text{g}/0.25 \text{ m}^2$) de presas bentónicas durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

TAXA	Biomasa relativa (%)				OTO.	Biomasa absoluta total (g)
	OTO.(88)	INV.(89)	PRI.	VER.		
TRICHOPTERA	61.61	26.99	3.87	18.45	44.83	2.9803
DIPTERA	32.16	1.56	15.67	13.91	20.43	2.8824
PLECOPTERA	2.40	0.66	0.079	-----	3.60	0.1038
COLEOPTERA	1.74	0.45	0.004	48.17	3.07	0.4448
MOLLUSCA	2.05	0.94	1.78	0.45	-----	0.2805
ORTHOPTERA	0.04	-----	-----	-----	-----	<0.0010
HEMIPTERA	-----	60.78	71.68	-----	-----	11.2550
EPHEMEROPTERA	-----	3.74	0.85	0.18	8.65	0.2944
ODONATA	-----	4.56	6.03	-----	17.07	1.0940
NEMATOMORPHA	-----	-----	-----	19.07	-----	0.1472
ARACNIDAE	-----	0.51	0.079	-----	-----	0.0147
HYMENOPTERA	-----	0.06	0.038	-----	-----	0.0072
HOMOPTERA	-----	0.10	-----	-----	-----	0.0039
CRUSTACEA	-----	-----	0.016	-----	-----	0.0021
MEGALOPTERA	-----	-----	-----	-----	2.41	0.0231
NEMATODA	-----	-----	-----	0.064	-----	<0.0010
Biomasa absoluta total (g)	1.4807	3.733	12.587	0.771	0.958	19.527

relativa fueron: hemípteros (60.78 %), tricópteros (26.99 %), odonatos (4.56 %) y efemerópteros (3.74 %); el resto de los taxa contribuyeron con un 4.28 %.

En Primavera de 1989, presentaron mayor biomasa relativa los hemípteros (71.68 %), dípteros (15.67 %), y odonatos (6.03 %); el resto contribuyeron con un valor de 6.71 %.

Durante el Verano de 1989, presentaron mayor biomasa relativa los coleópteros (48.17 %), nematomorfos (19.07), tricópteros (18.45 %), y dípteros (13.91 %); el resto contribuyeron con el 0.69 %.

En Otoño de 1989, presentaron mayor biomasa relativa los tricópteros (44.83 %), dípteros (20.43 %), y odonatos (17.07 %); el resto aportaron el 17.73 %.

3.3.1.5.2. Presas Pelágicas

La biomasa absoluta y relativa de presas pelágicas a nivel estacional, se de talla en la tabla 15.

En Otoño de 1988, obtuvieron la mayor biomasa relativa los hemípteros (36.96 %), himenópteros (17 %), ortópteros (13.60 %), y dípteros (11.20 %); el resto del taxa contribuyeron con el 20.9 % (Tabla 15).

Durante Invierno de 1989, exhibieron mayor biomasa relativa los hemípteros (44.07 %), tricópteros (22.14 %) y odonatos (17.39 %); el resto aportaron el 16.05 %.

En Primavera de 1989, los taxa de mayor biomasa relativa fueron: tricópteros (79.46 %), dípteros (5.00 %), hemípteros (3.89 %); el resto de los taxa contribuyeron con el

Tabla 15. Biomasa relativa y absoluta (g/arrastre de 100 m) de presas pelágicas durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

TAXA	Biomasa relativa (%)					Biomasa absoluta total (g)
	OTO. (88)	INV. (89)	PRI.	VER.	OTO.	
DIPTERA	11.20	9.00	5.00	1.35	13.30	0.4451
TRICHOPTERA	5.29	22.14	79.46	12.14	48.13	1.9734
HEMIPTERA	37.00	44.07	3.89	56.19	-----	1.7788
EPHEMEROPTERA	3.37	4.58	3.36	0.77	1.59	1.8140
COLEOPTERA	0.67	0.66	1.04	-----	-----	0.0348
HYMENOPTERA	17.00	0.23	0.08	1.46	-----	0.3100
ODONATA	8.04	17.39	-----	-----	1.38	0.3532
PLECOPTERA	1.60	1.37	3.43	-----	11.50	0.1525
NEUROPTERA	2.00	-----	-----	-----	-----	0.0325
ORTHOPTERA	13.60	-----	-----	24.22	-----	0.4648
ARACNIDAE	-----	0.29	-----	3.93	-----	0.0536
HOMOPTERA	-----	0.41	0.03	-----	-----	<0.0010
ISOPODA	-----	-----	0.06	-----	-----	0.0010
MOLLUSCA	-----	-----	0.39	-----	0.21	<0.0010
NEMATOMORPHA	-----	-----	2.71	-----	23.95	0.1540
Biomasa absoluta total (g)	0.5721	0.4000	0.5341	0.3216	0.1536	5.9408

11.15 %.

Durante Verano de 1989, los hemipteros (56.19 %) fueron las presas de mayor biomasa relativa, seguidas por ortópteros (24.22 %), y tricópteros (12.14 %); aportando el resto de los taxa el 7.51 %.

En Otoño de 1989, los taxa presa de mayor biomasa relativa fueron los tricópteros (48.13 %), dípteros (13.30 %), plecópteros (11.50 %); y nematomorfos (23.95 %); el resto de taxa conforman el 3.18 %.

3.3.2 Ambito Casero.

De las 151 truchas marcadas en el Arroyo San Rafael, 43 fueron recapturadas (28 %). El valor promedio de amplitud de ámbito casero registrado durante el año, fue de 14.6 ± 16.5 m. El mayor desplazamiento (33.92 m) fue registrado en Febrero 1989, y el más bajo (4.4 m) en Mayo y Agosto de 1989. El rango registrado del ámbito casero fue de 3 a 70 m (Fig. 12). De los ejemplares marcados recapturados, 22 presentaron un ámbito casero ≤ 6 m, demostrando un comportamiento permanencia en pozas específicas del arroyo, dado que fueron recapturadas dos ó más veces en los sitios originales de captura.

3.3.3 Marcaje y Recaptura.

De un total de 151 truchas marcadas (rango de talla = 85 a 197 mm LP, $\bar{X} = 136.7 \pm 20.5$ mm) en los experimentos de marcaje-recaptura durante el año, el porcentaje de recaptura de individuos marcados varió de 2.6 a 31.8 % (Fig. 13). El

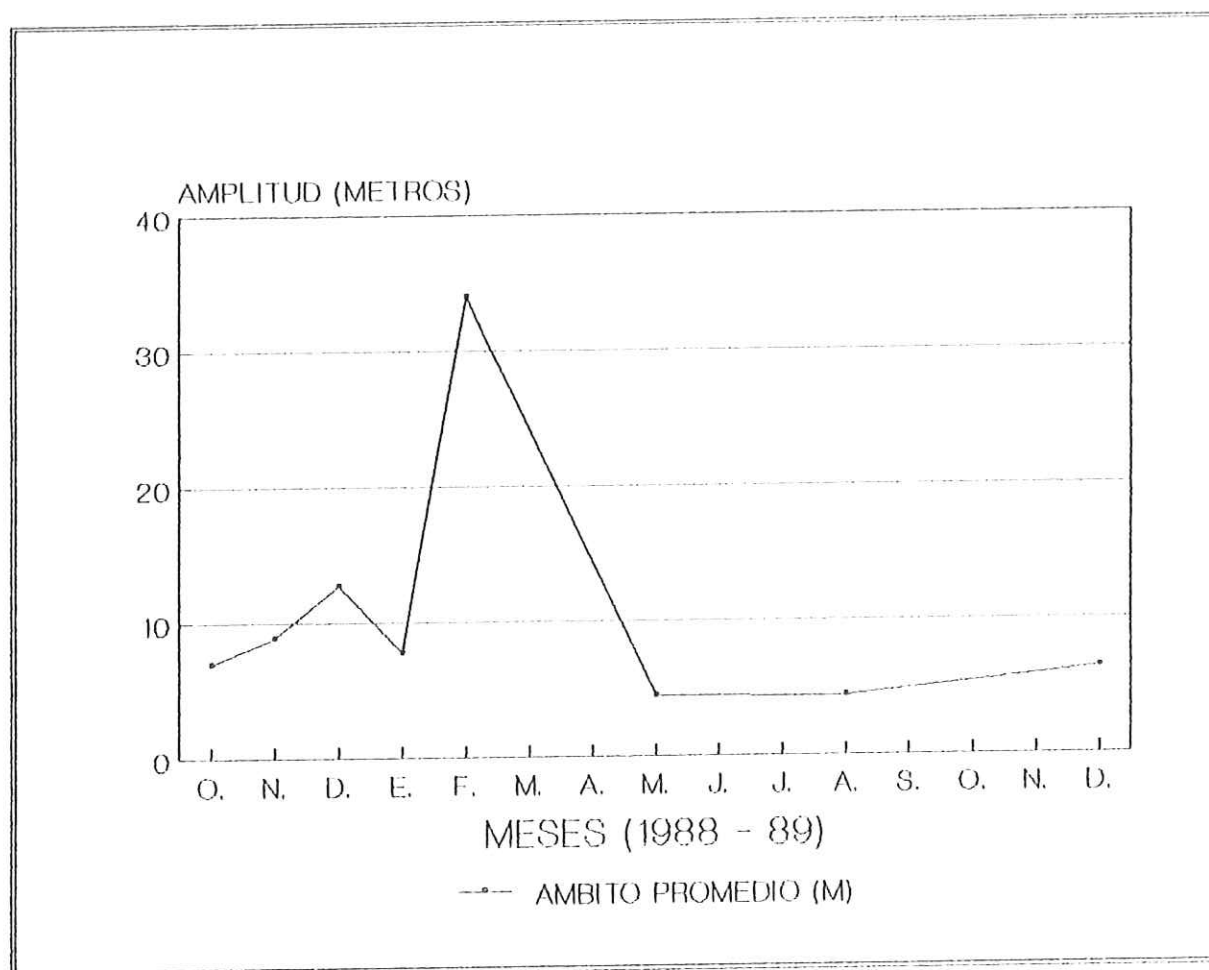


Fig. 12. Ambito casero promedio de la trucha del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B. C., durante un ciclo anual.

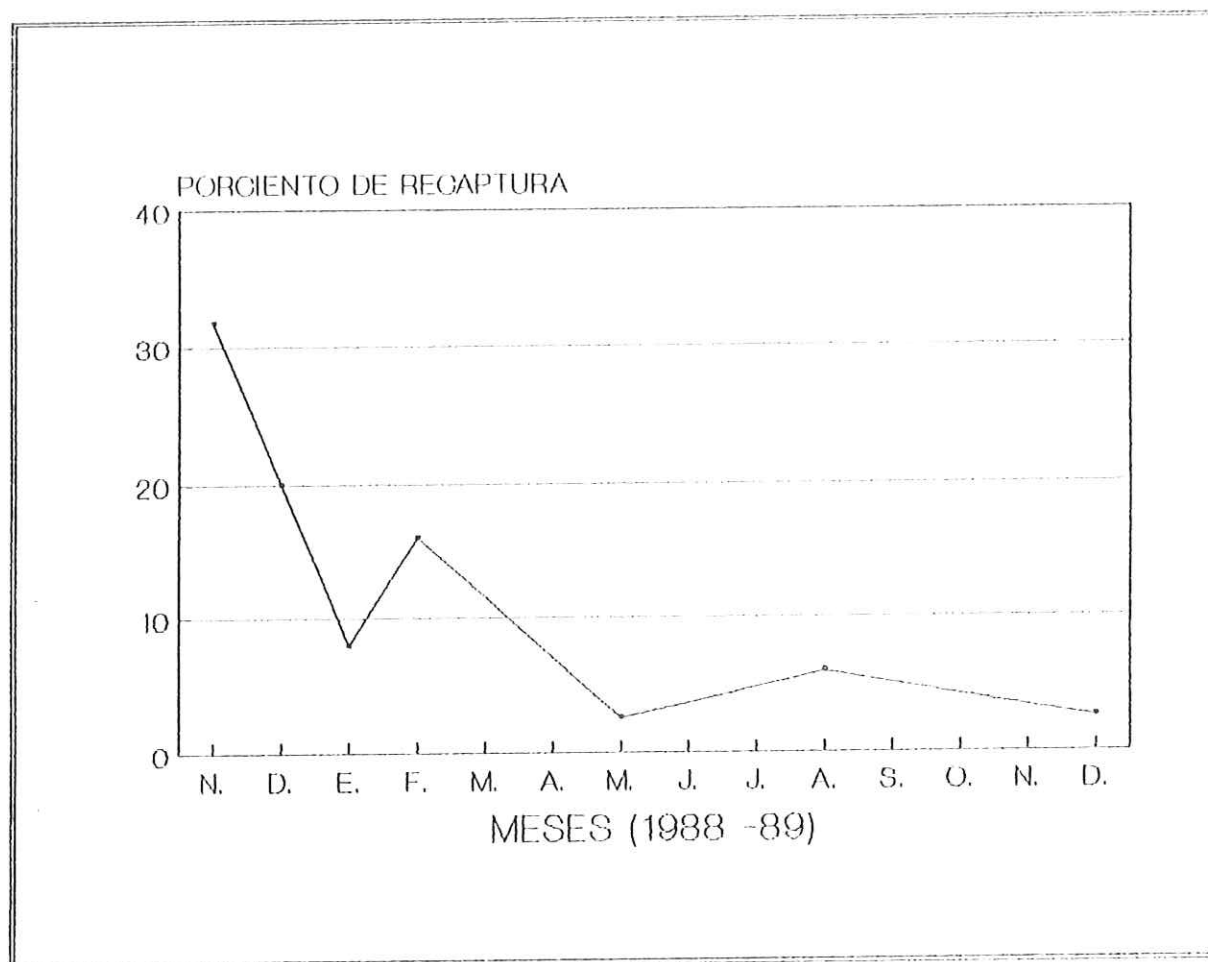


Fig. 13. Porcentaje de recaptura de truchas marcadas en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B. C., durante Noviembre de 1988 a Diciembre de 1989.

valor más bajo (2.6 %) se registró en Mayo y Diciembre de 1989, y el más alto (31.8 %) en Noviembre de 1989. El total de truchas marcadas recapturadas fue 43 (28 %), donde la mayoría de las truchas marcadas recapturadas fueron especímenes adultos (> 2 años; $\bar{X} = 151.7 \pm 21.4$ mm LP).

3.3.4 Etapas de Madurez Gonadal.

Los valores modales de las etapas de madurez gonádica (análisis macroscópico) de las truchas, a través del año (Febrero de 1988 a Enero de 1989), demuestran que las etapas más avanzadas de madurez ocurren entre Febrero y Marzo (Fig. 14).

3.3.5 Analisis Bioestadístico de Datos.

Los resultados del análisis de correlación de la amplitud del ámbito casero (distancia promedio desplazada) de la trucha, con los factores bióticos y abióticos de su habitat, se ilustran en la tabla 16. El análisis de correlación de Spearman (r_s), demostró que la amplitud del ámbito casero registró una relación significativa ($p < 0.05$) con la descarga ($r_s = 0.714$), la profundidad ($r_s = 0.810$), y la densidad de presas de deriva ($r_s = 0.741$); asimismo, registró una baja correlación ($p > 0.05$) con la densidad de presas bentónicas, diversidad de presas (bentónicas y deriva), temperatura del agua, anchura y velocidad de la corriente (Tabla 16).

El tamaño del ámbito casero de la trucha fue similar entre las clases talla (Ji-cuadrada, $\chi^2 = 1.223$, $p = 0.874$); por

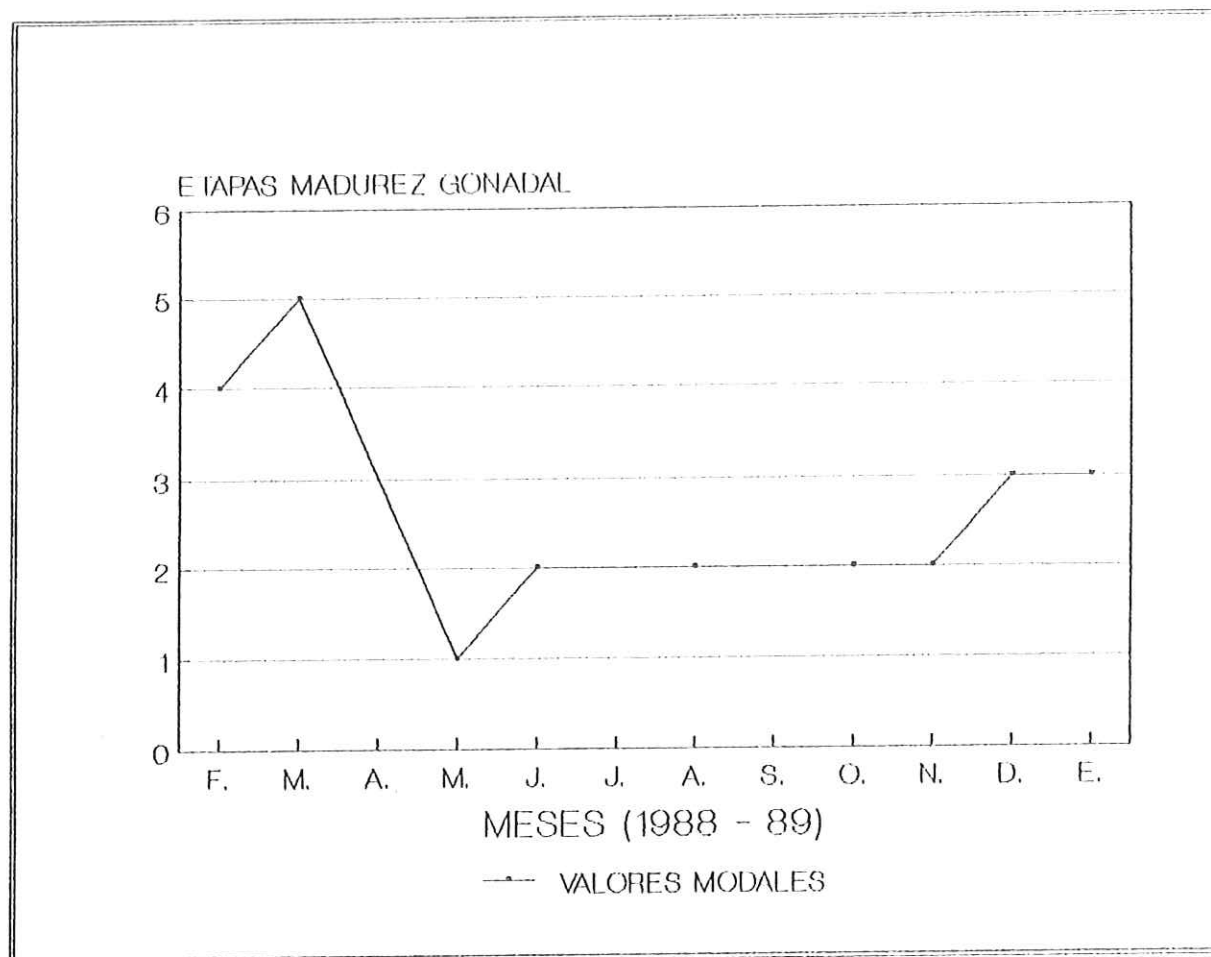


Fig. 14. Etapas de madurez gonadal de la trucha del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir B.C., durante un ciclo anual (Feb. 1988 - Ene. 1989).

Tabla 16. Análisis de correlación entre el tamaño del ámbito casero (distancia promedio desplazada) de la trucha, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, con los factores bióticos y abióticos de su habitat.

VALORES PROMEDIO	CORRELACION SPEARMAN (r_s)	NIVEL DE SIGNIFICANCIA (p)
FACTORES ABIOTICOS		
Velocidad de corriente (m/s)	0.595	>0.05
Gasto (descarga) m ³ /s	0.714	0.048*
Anchura del arroyo (m)	0.190	>0.05
Profundidad (m)	0.810	0.019*
Temperatura de agua (°C)	- 0.387	>0.05
FACTORES BIOTICOS		
Densidad presas (deriva)	0.741	0.053*
Densidad presas (bentónicas)	0.190	>0.05
Diversidad presas (deriva)	0.732	>0.05
Diversidad presas (bentónicas)	0.857	>0.05

* Significativo $\alpha = 0.05$

tanto, el tamaño del ámbito casero de la trucha es independiente de su talla (Tabla 17).

Por otra parte, la frecuencia de talla de la trucha según el tipo de sustrato (Tabla 3), demuestra que los individuos marcados-recapturados presentan una exclusiva preferencia por habitar los sitios (pozas) de sustrato arenoso (diámetro de grano de 0.0625 a 1.9 mm).

El análisis estadístico a nivel estacional de los valores promedio de la densidad de presas, como también de la amplitud de ámbito casero de la trucha, se detalla en la tabla 18. La amplitud promedio del ámbito casero fue significativamente diferente ($p < 0.05$) a nivel estacional ($F = 3.07$, $p = 0.028$), mientras que la densidad de presas de deriva ($F = 0.31$, $p = 0.872$) y bentónicas ($F = 0.59$, $p = 0.672$) fueron similares ($p > 0.05$) a través del año, respectivamente.

La comparación estacional entre la diversidad promedio de presas de deriva y la diversidad de presas bentónicas demuestra que no existe diferencias significativas entre dichas diversidades de presas (Mann-Whitney, $U = 26$, $p > 0.06$).

Tabla 17. Frecuencia de la talla de la trucha, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, con el tamaño de su ámbito casero en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

TALLA (LP en mm)	Tamaño del ámbito casero		
	≤ 5.0 m.	5.1 - 15.0 m.	15.1 m.
≤ 130	6	5	6
131 - 150	1	3	2
≥ 150	7	6	6

$$\chi^2 = 1.223 \quad p = 0.874 \text{ (no significativa)}$$

Tabla 18. Análisis estadístico a nivel estacional de los valores promedio de la densidad de presas, y de la amplitud de ámbito casero de la trucha, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, durante un ciclo anual en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C.

VARIABLE	ANOVA	
	RAZON F	(p)
Densidad promedio de presas ¹ (deriva)/ arrastre	0.31	0.872
Densidad promedio de ² presas (bentónicas)/ 0.25 m ²	0.59	0.672
Amplitud promedio de ámbito casero	3.07	0.028*

¹Arrastre de 100 m con red de cono 30 cm de diámetro

*Significancia $\alpha = 0.05$

4. DISCUSION

El marcaje y recaptura de organismos, es una de las técnicas más importantes para el estudio individual de animales acuáticos o poblaciones (Wydoski y Emery, 1983), la cual permite obtener información básica sobre la dinámica y manejo poblacional de una especie íctica (Joeris, 1953).

Esta técnica fue utilizada para determinar el ámbito casero de la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, en el Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir (SSPM), a partir de 151 especímenes marcados. El total de truchas recapturadas fue de 43 (28 %), el cual es aceptable para poblaciones abiertas donde existe libre movimiento de los individuos marcados (Chadwick, 1963). La mayoría de las truchas recapturadas fueron especímenes adultos ($\bar{X}$ = 151.7 $\pm$ 21.4 mm LP), probablemente debido a que los adultos tienden a permanecer en áreas específicas del arroyo (Ruiz-Campos, 1989).

La trucha arcoíris, *O. m. nelsoni*, presentó un ámbito casero promedio de 14.6 m de longitud (rango= 3 a 70 m) teniendo su mayor desplazamiento en Febrero de 1989 ($\bar{X}$ = 33.92 m). Seis truchas marcadas fueron recapturadas dos ó más veces en la misma poza o área de liberación, teniendo una permanencia territorial de 3 a 5 meses. Dichos resultados confirman las suposiciones hechas por Snyder (1926) y Needham (1938) para esta misma subespecie, en el sentido de que la trucha del Arroyo San Antonio (SSPM) presentaba un comportamiento no migratorio y que su

distribución se confinaba a 15 millas en el arroyo (Nelson, 1921) como una consecuencia de la fisiografía del lugar. Asimismo, es muy similar con los resultados obtenidos para otras especies ó subespecies de salmónidos en diferentes localidades de Norteamérica (Hesthagen, 1990; Bachman, 1984; Rinne, 1982; Miller, 1957; Saunders y Gee, 1964; Cargill, 1980).

Hesthagen (1990), determinó que el ámbito casero para la trucha café (*Salmo trutta*) y el Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) fue de 12.5 y 25 m, respectivamente. Por su parte, Bachman (1984), registró para la trucha café un ámbito casero de 15.6 m (rango 15 a 30 m); Rinne (1982) y Miller (1957), estiman para la trucha gila (*Oncorhynchus gilae*) y la trucha garganta cortada (*Oncorhynchus clarki*), un ámbito casero de 10 m y 9-18 m de longitud, respectivamente. Saunders y Gee (1964), estimaron para el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) un área de 36 m² como ámbito casero; Asimismo, Cargill (1980), comenta que la trucha arcoiris (*O. mykiss*) es muy sedentaria, y que generalmente permanece toda su vida en pequeñas secciones del arroyo de aproximadamente 165 m.

Los territorios en salmónidos, son denotados como espacios en los arroyos que son ocupados por un mismo individuo, por lo menos tres años o de por vida, y cuya magnitud es variable con la especie (Allen, 1951; Miller, 1954, 1957; Newman, 1956; Cargill, 1980).

El comportamiento de los individuos de permanencia en sitios estratégicos de los arroyos, es debido a que algunas poblaciones de salmónidos son genéticamente no migratorias (Cargill, 1980). Diversos autores como Neave (1944),

Northcote (1969), Northcote et al. (1970), McPhail y Lindsey (1970), y Huzyk y Tsuyuki (1974), han registrado la ocurrencia de poblaciones o stocks silvestres no migratorios de trucha arcoiris. Una situación similar se presenta para la trucha arcoiris de la Sierra San Pedro Mártir (*O. mykiss nelsoni*), la cual es considerada como una subespecie endémica no migratoria (Needham, 1938, Ruiz-Campos, 1991; Berg et al., 1983).

En este estudio para la trucha arcoiris del Arroyo San Rafael, SSPM, se demuestra que los individuos presentan un comportamiento de permanencia en sitios específicos del arroyo, siendo un pez territorialista. El ámbito casero en algunas especies de truchas es establecido en etapas tempranas de su ciclo vital y, la herencia de dominancia representa un factor que determina la estabilidad de la organización social intraindividual (Bachman, 1984).

FACTORES ABIOTICOS.

El ámbito casero, del cual forma parte el territorio, puede ser variable dependiendo de la especie y de las características ecológicas del ambiente (Newman, 1956; Bjornn, 1971). En alusión a lo anterior, Gunderson (1966), encontró diferencias significativas en dos poblaciones de trucha café, en relación a la fisiografía e hidrometría del arroyo.

Los habitats típicos de los salmónidos son generalmente arroyos de corrientes rápidas ó pequeños ríos de primer y cuarto orden (Burton y Odum, 1945; Huet, 1959; 1962).

Estos arroyos o ríos, son caracterizados por la presencia de rápidos y pozas, con variaciones en la profundidad, velocidad de corriente y sustrato (Leopold et al., 1964; Hynes, 1970).

Los arroyos de la Sierra San Pedro Mártir, B.C., son caracterizados por condiciones ecológicas cambiantes, tales como marcadas variaciones en la cantidad de flujo, acción erosiva en su geomorfología, y amplias variaciones estacionales de temperatura (Ruiz-Campos, 1991b).

Los resultados de la amplitud del ámbito casero (distancia promedio desplazada) de la trucha, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, en relación con los factores bióticos y abióticos, demostraron una correlación significativa con la profundidad, descarga del arroyo, así como también con la densidad de presas de deriva. Asimismo, registró una correlación no significativa con la densidad de presas bentónicas, diversidad de presas (bentónicas y deriva), y otros factores abióticos del habitat.

Profundidad.

En el sitio de estudio, la mayor parte de las truchas fueron colectadas en pozas cuya profundidad oscila entre 30 y 150 cm. Dicho comportamiento es similar a lo observado por Keenleyside (1962), quien afirma que los juveniles del salmón del Atlántico se concentran en áreas cuya profundidad no sobrepasa los 50 cm; en cambio los salmones adultos prefieren áreas más profundas y con velocidades de corriente mayores. Elson (1967), encontró el mismo comportamiento

para juveniles silvestres de salmón. Por su parte, Smith (1973), señala que la profundidad es un factor importante para el desove de la trucha café, y que ésta prefiere profundidades entre de 22 y 43 cm; sin embargo, Grost et al. (1990), registró que la trucha café de las Montañas Rocallosas, E.U.A., prefiere profundidades de 12 a 18 cm; similarmente, Reiser y Wesche (1977), encontraron para especie antes aludida, una preferencia por profundidades entre 12.3 y 18.3 cm.

Shuck (1943) concluyó que la profundidad del arroyo es un factor significativo en la determinación de la densidad poblacional de trucha café. Egglisshaw y Shackley (1982), encontraron que los salmónidos (*Salmo salar* y *Salmo trutta*) prefieren áreas donde la profundidad excede los 10 cm. La trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) ha sido referida a exhibir preferencia por ciertos habitats, los cuales cambian durante su ciclo de vida (Saunders y Smith, 1962); además, encontraron que las truchas juveniles prefieren áreas de poca profundidad, y conforme incrementa su tamaño se mueven hacia las pozas o zonas más profundas y de mayor protección (e.g., ramas, troncos, ó rocas). Saunders y Smith, (1955) demostraron la habilidad de las truchas para esconderse en los habitats antes mencionados, siendo éstos un factor dominante en el movimiento de la población en el arroyo.

En este trabajo, se encontró que la profundidad del arroyo, como también de algunos factores asociados con la morfología del mismo, permiten la conformación de habitats

adecuados para la trucha del Arroyo San Rafael, los cuales funcionan como áreas de protección contra depredadores, lugares de alimentación ó de desove; lo anterior, es corroborado por la observación de especímenes que permanecieron durante cinco meses en pozas cuya profundidad fueron de 50 cm.

La presencia de dichas pozas puede ser de tipo temporal y dependiente de los niveles de flujo de las corrientes, dado que en épocas de lluvia pueden asolvarse por la entrada de sedimento vía lavado del suelo de zonas aldañas; asimismo, pueden desaparecer al romperse la estructura del represo natural, por el efecto de las fuertes crecientes en la estación de lluvias (Ruiz-Campos, 1991a; 1991b).

Velocidad de Corriente y Descarga.

Otro factor que presentó una relación significativa con el comportamiento de la trucha del Arroyo San Rafael, (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*), fue el nivel de descarga del arroyo, el cual osciló entre 0.132 y 2.449 m³/s.

Las máximas descargas se registraron en la estación de Invierno debido a los aportes del agua de lluvia, como consecuencia del desbordamiento del arroyo. En tal situación, la amplitud de ámbito casero de la trucha fue mayor debido al efecto de transporte por la corriente. Esta relación significativa con los niveles de descarga del arroyo, concuerdan con lo establecido por Degraaf (1986), quien concluye que el factor físico más importante en la selección del habitat del salmón del Atlántico es la velocidad

de corriente. En alusión a lo anterior, otros autores como Keenleyside (1962), Elson (1975), Symons y Heland (1978), y Gibson y Côté (1982), observaron para la especie antes citada, que ésta usualmente habita áreas de rápidos con sustrato de gravas y rocas.

Asimismo, Bjornn (1971), hace referencia de que las migraciones de truchas y salmones coinciden con el cambio estacional en los niveles de flujo. Otros autores (e.g., Smith, 1973; McKinly, 1957; Rantz, 1964; Briggs, 1953; Burner, 1951), también relacionan la importancia de este factor con la selección del sitio de desove, ya que encontraron que los salmónidos *Salmo salar* y *O. kisutch*, seleccionan áreas específicas donde la velocidad de corriente es menor, como respuesta a la reducción de energía. Miller (1957), determinó que el efecto de los incrementos en los niveles flujo produce un desplazamiento de los peces hacia áreas menos agitadas, regresando a sus pozas cuando las condiciones lo permiten.

Hartman (1963) encontró que las truchas están más asociadas a estructuras ambientales (e.g., sustrato, ramas, troncos, rocas, etc.), cuando la velocidad de corriente se incrementa.

Algunos datos empíricos en relación a los efectos de los niveles de flujo sobre la distribución de la trucha *O. mykiss nelsoni*, son los proporcionados por Needham (1938) para el Arroyo San Antonio; donde señala que los incrementos en el nivel del flujo provocaron una disminución en la población de truchas, debido a la extrema acción abrasiva de la corriente y sedimentos suspendidos, que ocasionaron muerte de los individuos, como también la destrucción del

habitat.

En este estudio, también se encontró que los incrementos del nivel de flujo del Arroyo San Rafael, provocaron una disminución en la abundancia de la población de trucha debido a los desbordamientos y modificación del habitat. En tales circunstancias, hubo un mayor desplazamiento de las truchas sobrevivientes hacia nuevas áreas más protegidas. Cabe mencionar, que ésta trucha en condiciones de flujo normal, es encontrada en zonas de pozas protegidas; el mayor desplazamiento de las truchas es concomitante con el aumento en el nivel del flujo, similar a lo registrado para otras truchas y salmones de Norteamérica (e.g., Elson, 1939; Lewis, 1969; Smith, 1973; y DeGraaf y Bain, 1986).

Temperatura.

Algunos autores (e.g., Foerster, 1937; White, 1939, 1941) han correlacionado el incremento de la temperatura con la migración de desove del salmón y la trucha.

Las truchas que ordinariamente están más relacionadas a aguas más frías que los salmones, son más susceptibles a ser afectadas por el aumento de la temperatura (Huntsman, 1942).

Smith (1963), relaciona la temperatura por debajo de 2 C con los movimientos de la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) en los arroyos de Wilmot, Prince Edward Island. Este patrón de movimiento es similar a lo que observaron Smith y Saunders (1958), bajo condiciones experimentales de laboratorio, Elson (1940), observó que los movimientos de trucha fueron establecidos cuando variaba la temperatura.

Gibson (1978) comenta que el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) cambian comportamiento cuando las temperaturas aumentan o bajan. Bjornn (1971) relaciona los movimientos de la trucha y salmón con los factores físicos, y encontró para ambas especies una gran actividad en su comportamiento, pero no asigna a la temperatura como el principal factor que induce el movimiento. Sin embargo, Chapman y Bjornn (1969), presentaron algunas evidencias que demuestran que las bajas temperaturas del agua pueden inducir a las truchas a buscar sitios apropiados. Osterdall (1969) observó que la migración del salmón del Atlántico no siempre coincide con el aumento en la temperatura del agua del arroyo, y en consecuencia, concluye que la temperatura no causó migraciones. Davison et al. (1943), no encontraron una significativa relación entre las variaciones de temperatura del agua y los movimientos río arriba del salmón *O. gorbuscha*.

Por su parte, Belehradeck (1935), señala que la temperatura disminuye la actividad de los organismos.

Una característica peculiar de la trucha que aquí nos ocupa, y que la distingue de otros salmónidos, es su comportamiento euritérmico en su habitat natural (Needham, 1938; Ruiz-Campos, 1991).

La amplitud del ámbito casero de la trucha del Arroyo San Rafael, no registró una relación significativa con la temperatura del agua; a pesar de las extremas variaciones de la temperatura del agua registradas a través del año (9.1 C en Diciembre y 26.2 C en Mayo). Por tal motivo, no fue detectado

algún cambio significativo en su actividad de desplazamiento.

Calidad del Agua.

La calidad del agua en los arroyos de la Sierra San Pedro Mártir, es variable en cada uno de ellos y dependen de las características fiográficas y geológicas presentes, así como también de las condiciones climáticas a través del año (Ruiz-Campos, 1991a).

La calidad del agua es importante ya que establece parte del habitat preferido por las truchas en el Arroyo San Rafael, el cual posee niveles altos de oxigenación (6 a 9 mg/l), en donde dicho comportamiento es un efecto de la altitud y de la acción de la corriente (turbulencia). Los valores durante el año de pH, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, nutrientes, dureza total, calcio, magnesio, y silicatos, no presentaron una correlación significativa con el movimiento de la trucha arcoiris en el Arroyo San Rafael.

Sedimentos.

El papel que desempeña el tipo de sustrato en los arroyos donde habitan truchas y salmones, es la selección de éste para el desove ó simplemente en la búsqueda de alimento, debido a que existen diferencias en la abundancia de presas con el tipo de sustrato (Bjornn, 1971; Grost et al., 1990).

Los resultados de Reiser y Wesche (1977), demuestran que el tipo de sustrato seleccionado por la trucha café (*Salmo trutta*) para la construcción de su nido, se compone de arenas finas; lo anterior también fue observado por Hobbs (1948),

Jones y Ball (1954), y Ottaway et al. (1981).

Chapmann y Bjornn, (1969) observaron que los salmones y truchas en arroyos de Idaho, E.U.A., necesitan un tipo de sustrato para seleccionar su área de desove. Shirvell y Dungell (1983) comentaron que el sustrato fue usado para desove, pero sin indicar detalles sobre su preferencia. Bjornn (1971), en experimentos realizados con trucha y salmones (*Oncorhynchus mykiss*, *Oncorhynchus tshawitscha* y *Salvelinus fontinalis*) observó[†] que no presentaron movimientos relacionados con la búsqueda de un tipo de sustrato, ya que permanecieron en secciones donde se encontraba grava y arenas gruesas.

El Arroyo San Rafael, debido a su geomorfología, propicia la escasa depositación de materia orgánica en el fondo de los arroyos, y el afloramiento evidente de un sustrato "limpio" compuesto de arena y grava de naturaleza granítica (Ruiz-Campos, 1991a). En este estudio, no se encontraron diferencias en la composición del sustrato entre los tres transectos de muestreo, ya que están formadas por arenas finas con características de tamaño y clasificación muy similares, teniendo como habitat preferido áreas sombreadas del arroyo, como pozas y recodos de sustrato arenoso; dichos biotopos poseen niveles altos de oxigenación y una mayor disponibilidad de presas bentónicas y de deriva (Ruiz-Campos, 1991b).

La frecuencia de talla de la trucha según el tipo de sustrato, demuestra evidentemente que los individuos marcados-recapturados presentan un patrón general de

permanencia en sitios específicos del arroyo, típicamente en pozas con sustrato arenoso.

FACTORES BIOTICOS.

Otro factor ecológico del habitat que influye en la amplitud del ámbito casero de las truchas, es la disponibilidad de alimento (Engglishaw y Shackley, 1982).

Los requerimientos del habitat pueden cambiar a través del año, y pueden estar relacionados con la alimentación, áreas de reproducción, y áreas de protección (Everest, Chapman, 1972; Bohlin, 1977; Moyle y Baltz, 1985).

Brown (1964), sugiere que el comportamiento de territorialidad, involucra la competencia principalmente por alimento. Hixon (1980) confirma lo anteriormente propuesto, comentando que el tamaño del ámbito casero es dependiente de la disponibilidad del alimento y la competencia por éste. Por otro lado, Ebersole (1980), menciona que cuando existe abundante alimento en el ambiente, se expande el territorio. Slaney y Northcote (1974), demostraron evidencias en trucha arcoiris que cuando existe abundante alimento, se promueve un incremento en la densidad poblacional, y en consecuencia, el ámbito casero se vuelve más pequeño. Chapman (1966), comenta que la competencia que existe en el ámbito casero de la trucha, está relacionado con la competencia por alimento. Sin embargo, Bjornn (1971), encuentra que no existe una relación evidente que la alimentación sea un factor importante, que influya en el movimiento de truchas y salmones en los arroyos.

La comunidad de invertebrados acuáticos en los arroyos de la Sierra San Pedro Mártir, está conformada por un elenco rico y diverso de artropodos, particularmente de insectos, tanto de habitat bentónicos, pelágicos y epineustónicos. Dicha fauna acuática esta representada por casi 60 familias entomológicas, siendo el orden Trichóptera el más diverso. Familias de Tricópteros como *Sericostomatidae*, *Hydropsychidae* e *Hydroptilidae*, abundan en zonas de corrientes o rabiones. Otros insectos de ocurrencia estacional, principalmente en Primavera-Verano, en su forma larval o ninfal, son los dípteros *Chironomidae* y *Simuliidae* y el Efemeróptero *Leptophlebiidae* (Ruiz-Campos, 1991 a,b).

Todos las familias de insectos antes mencionados, constituyen la dieta básica de la trucha de San Pedro Mártir (Cirilo-Sánchez y Ruiz-Campos, 1987; Ruiz-Campos y Cota-Serrano, 1992).

En el presente estudio en el Arroyo San Rafael, SSPM, fueron registradas diferencias estacionales en la composición cualitativa y cuantitativa de la densidad de presas bentónicas y pelágicas (deriva), así como en su biomasa relativa. La composición sistemática de preseas bentónicas, fue representada por un total de 28 familias y 12 ordenes, registrando el mayor número taxa de presas en Invierno y Primavera, y el menor en Verano; mientras que en la composición de presas pelágicas (deriva) se reconocieron un total de 36 familias (12 ordenes), registrándose el mayor número de taxa en Primavera y el menor en Otoño.

La densidad de presas tanto bentónicas como pelágicas a

través del año, indica que el 90% es dominada por larvas y pupas del orden Diptera, Hemiptera y larvas de Trichoptera, siendo los insectos los más conspicuos y abundantes en el sitio de estudio.

La amplitud del ámbito casero de la trucha *O. m. nelsoni*, demostró una correlación significativa ($p < 0.05$) con la densidad de presas de deriva, pero registró una correlación no significativa ($p > 0.05$) con la densidad de presas bentónicas, y la diversidad de presas (bentónicas y deriva). Por otro lado, la amplitud del ámbito casero fue significativamente diferente ($p < 0.05$) a nivel estacional, mientras que la densidad de presas de deriva y bentónicas fueron similares a través del año, respectivamente.

Asimismo, los resultados aquí obtenidos, permiten indicar que la disponibilidad de presas en el ambiente no es un factor determinante en la amplitud del ámbito casero de la trucha del Arroyo San Rafael, ya que existe durante el año una gran diversidad y riqueza de invertebrados acuáticos, principalmente de insectos, tanto de habitat bentónicos como pelágicos. Por tal motivo, es probable que las truchas no requieren tener un mayor desplazamiento para obtener su alimento (Bjornn, 1971).

Etapas de Madurez Gonadal.

La época de desove de la trucha de SSPM se confina a los meses de Enero a Marzo, pero presenta una mayor intensidad en Febrero; la talla y edad de primera madurez sexual (ambos sexos) es de 105-115 mm LP y 1 año, respectivamente (Ruiz-

Campos, 1991b).

En base a observaciones directas sobre el comportamiento de la trucha del Arroyo San Rafael, *O. mykiss nelsoni*, fue posible detectar una gran actividad de los individuos en el período de reproducción (Enero a Marzo), concomitante con los mayores desplazamientos registrados en el ámbito casero, probablemente debido a la búsqueda de sitios adecuados de desove y apareamiento.

5. CONCLUSION

- 1.- La trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, B.C., presenta un comportamiento de permanencia en sitios específicos del arroyo.
- 2.- La amplitud promedio del ámbito casero de la trucha fue de 14.6 metros (rango = 3 a 70 m).
- 3.- La amplitud de ámbito casero registró una significativa correlación ($p < 0.05$) con la profundidad y descarga del arroyo, asimismo con la densidad de presas de deriva.
- 4.- El ámbito casero registró una baja correlación ($p > 0.05$) con la densidad de presas bentónicas, la diversidad de presas (bentónicas y de deriva), y otros factores abióticos (e.g., temperatura, anchura y velocidad de la corriente, sustrato, oxígeno disuelto, pH, dureza, etc.).
- 5.- La amplitud del ámbito casero de la trucha fue similar entre sus clases de talla.
- 6.- Las truchas registraron un mayor desplazamiento durante su estación reproductiva o de desove (Enero a Marzo).

6. LITERATURA CITADA

- Allen, K.R. 1951. The horokiwi stream. a study of a trout population. Fish. Bull. Wellington, N.Z., 10:1-231.
- 1969. Limitation on production in salmonid populations in streams. 3-18. pp. H.R. MacMillan. Lectures in Fishery. University of British Columbia., Institute of Fisheries.
- Alvarez, M. 1985. Climatología de la Sierra San Pedro Mártir. Proc. Desert Fishes Council, 13:331-342.
- Bachman, R. A. 1984. Foraging behavior of freerandging wild and hatchery brown trout in a stream. Trans. Am. Fish. Soc., 113:1-132.
- Balon, E. K. 1975. Reproductive guilds in fishes: a proposal and definition. J. Fish. Res. Bd. Can., 32:821-864.
- Belehradek, J. 1935. Temperature and living matter. Prot. Mon. 8, 1:1-277. Verlag Gebruder Bontraeger, Berlin.
- Berg, W. J., C. Yruretagoyena, y E.P. Pister. Manuscrito. Genetic characterization and systematics of the San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann).
- Bjornn, T.C., y J. Mallet. 1964. Movements of planted and wild trout in an Idaho river system. Trans. Am. Fish. Soc., 93:70-76.
- 1971. Trout and salmon movements in two Idaho streams as related to temperature, food, stream flow, cover and population density. Trans. Am. Fish. Soc., 100:423-438.
- Bohlin, T. 1977. Habitat selection and intercohort competition of juvenile sea- trout, *Salmo trutta*. Oikos, 29:112-117.
- Briggs, J. C. 1953. The behavior and reproduction of salmonid

- fishes in a small coastal stream. Calif. Dep. Fish and Game. Fish. Bull., 94:1-62.
- Burner, C. J. 1951. Characteristics of spawning nests of Columbia River salmon. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 52(61):97-110.
- Burton, G.W., y E. P. Odum. 1945. The distribution of stream fish in the vicinity of Mountain Lake Virginia. Ecology, 26:1982-1994.
- Cargill, A.S. 1980. Lack of rainbow trout movement in a small stream. Trans. Am. Fish. Soc., 109:448-490.
- Chadwick, H.K. 1963. An evaluation of five tag types used in a striped bass mortality rate and migration study. Calif. Fish and Game, 49:64-83.
- Chapman, D.W. 1962. Aggressive behavior in juvenile coho salmon as a cause of emigration. J. Fish. Res. Bd. Can., 19:1047-1080.
- 1966. Food and space as regulators of salmonid populations in streams. Amer. Natur., 100:345-357.
- , y T.C. Bjornn. 1969. Distribution of salmonids in streams, with special reference to food and feeding. pages: 153-176. Symposium on salmon and trout in streams. En: T.G. Northcote, Ed. H. R. MacMillan Lectures in Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Cirillo-Sánchez, H., y G. Ruiz-Campos. 1987. Feeding habits of the San Pedro Mártir trout, *Salmo nelsoni*. Proc. Desert Fishes Council, 17:153-155.
- Davidson, F.A., E. Vaughan, S.J. Hutchinson, y A.L. Pritchard.

1943. Factors influencing the upstream migration of the pink salmon (*Oncorhynchus yorbuscha*). Ecology, 24:149-168.
- Degraaf, D.A., y L. H. Bain. 1986. Habitat use by and preferences of juvenile Atlantic salmon in two Newfoundland rivers. Trans. Am. Fish. Soc. 115:671-681.
- Delgadillo-Rodríguez J. 1988. Los recursos vegetales de Baja California su conservación y protección. Travesía Num. 12 U.A.B.C. 25-31 pp.
- Dill, D.A., y T.G. Northcote. 1974. Effects of prey abundances on density and territorial behaviour of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in laboratory stream channels J. Fish. Res. Bd. Can., 31:1201-1209.
- Duff, D.A., y J.L. Cooper. 1978. Techniques for conducting stream habitat surveys on national resource land. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. Technical Note Num. 283.
- Ebersole, J.P. 1980. Food density and territory size: an alternative model and a test on the reef fish, *Eupomacentrus leucostictus*. Am. Nat., 115:492-509.
- Edmundson, E., F.E. Everest, y D.W. Chapman. 1968. Permanence of station in juvenile chinook salmon and steelhead trout. J. Fish. Res. Bd. Can., 25:1453-1464.
- Egglisshaw, H.J., y P.E. Shackley. 1982. Influence of water depth on dispersion of juvenile salmonids, *Salmo salar* L. and *S. trutta* L., in a Scottish stream. The Fisheries Society of the British Isles, 21:141-155.
- Elson, P. F. 1939. Effects of currents on the movement of

- Speckled trout. J. Fish. Res. Bd. Can., 4:491-499.
- 1967. Effects on wild young salmon of spraying DDT over New Brunswick forest. J. Fish. Res. Bd. Can., 24:731-767.
- Everest, F. H., y D.W. Chapman. 1972. Habitat selction and spatial interaction by juvenile chinook salmon and steelhead trout in two Idaho streams. J. Fish. Res. Bd. Can., 29:91-100.
- Evermann, B.W. 1908. Descriptions of a new species of trout (*Salmo nelsoni*) and a new cyprinodont (*Fundulus meeki*) with notes on others fishes from Lower California. Proc. Biol. Soc. of Washington, XXI:10-30.
- Follett, W.I. 1960. The freshwater fishes- their origins and affinities. En: Symposium the biogeography of Baja California and adjacent seas. Systematic Zoology, 9:212-232.
- Folk, R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hempill's Publishing Company. Austin, Texas. 215 pp.
- Frizzell, V. A. 1984. The geology of the Baja California an introduction: Geology of the Baja California peninsula. V.A. Frizzell (ed.) Pacific. Section S.E.P.M., 39:1-7.
- Foerster, R. E. 1937. The relation of temperature to the seaward migration of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). J. Fish. Res. Bd. Can., 3:421-438.
- Gerking, S.D. 1953. Evidence for the concepts of home range and territory in stream fishes. Ecology, 34:347-365.
- 1957. Fish behavior as related to stable stream populations. Symposium on Evaluation of fish population

- in warm water streams, 3-11 pp. Iowa State College, Ames, Iowa.
- 1959. The restricted movement of fish populations. Biol. Rev., 34:221-242.
- Gibson, R.J., y M.H.A. Keenleyside. 1966. Response to light of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). J. Fish. Res. Bd. Can., 23:1652-1656.
- , y J. Power., 1975. Selection by brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) of shade related to water depth. J. Fish. Res. Bd. Can., 32:1652-1656.
- 1978. Recent changes in the population of juvenile Atlantic salmon in Matamek river, Quebec, Canada. J. du Conseil, Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 38:201-207.
- , y Y. Côté. 1982. Production de saumoneaux et recaptures de saumons adultes étiquetés à la Rivière Matamec, Côté-Nord, Golfe du Saint-Laurent, Québec. Naturaliste Canadien (Québec), 109:13-25.
- Grost, R.T., W.A. Hubert, y T.A. Wesche. 1990. Redd site selection by brown trout in Douglas Creek, Wyoming. Journal of Freshwater Ecology, 5:365-371.
- Gunderson, D.R. 1966. Stream morphology and fish populations in relation to floodplains. M.S. Thesis, Montana State Univ., Bozeman. 8:123-190.
- Hartman, G.F. 1963. Observations on behavior of juvenile brown trout in a stream aquarium during winter and spring.

- J. Fish. Res. Bd. Can., 20:769-787.
- Hesthagen, T. 1990. Home range of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, in Norwegian stream. *Freshwater Biology*, 24: 63-67.
- Hixon, M.A. 1980. Food production and competition density as the determinants of feeding territory size. *Am. Nat.*, 115:510-530.
- Hoar, W.S. 1954. The behavior of juvenile Pacific salmon, with particular reference to the sockeye (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 11:69-97.
- Hobbs, D.F. 1948. Trout fisheries in New Zealand, their development and management. New Zealand Mar. Dept. Fish. Bull. 9.
- Hubbs, C.L. 1946. Wandering of pink salmon and other fishes into southern California. *Calif. Fish. and Game*, 32:81-86.
- 1948. Changes in the fish fauna of western North America correlated with changes in oceans temperature. *Sears. Found. Jour. Marine Reserch*, 7:450-482.
- Huet, M. 1959. Profiles and biology of western European streams as related to fish management. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 88:155-163.
- 1962. Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. *Schweiz Z. Hydro.*, 24:413-432.
- Huntsman, A.G. 1942. Death of salmon and trout with high temperature. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 5:485-501.
- Huzyk, L., y G.H. Tsuyuki. 1974. Distribution of LDH-B gene in resident and anadromous rainbow trout (*Salmo*

- gairdneri*) from streams in British Columbia. J. Fish. Res. Bd. Can., 31:106-108.
- Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters. Liverpool. University Press. Liverpool, England. 568 pp.
- Jenkins, T.M., Jr. 1969. Social structure, position choice, and micro-distribution of two trout species (*Salmo trutta*) and (*Salmo gairdneri*) resident in mountain streams. Anim. Behaviour Monographs, 2:57-123.
- Joeris, L.S. 1953. Technique for the application of a streamer fish tag. Trans Am. Fish. Soc., 82:42-47.
- Jone, J.W., y J.N. Ball. 1954. The spawning behaviour of brown trout and salmon. British J. Animal Behaviour, 2:103-114.
- Kallerberg, H. 1959. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm, 39:55-98.
- Keenleyside, M.H.A. 1962. Skin diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, N.B. J. Fish. Res. Bd. Can., 19:625-634.
- , y F.T. Yamamoto. 1962. Territorial behaviour of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Behaviour, 19:139-169.
- Laevastu, T. 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Editorial Acribia-FAO., 243 pp.
- Lagler, K.F., 1978. Freshwater fishery biology. W.M.C. Brown, Co. Dubuque, Iowa. 421 pp.
- Leopold, L.P., Wolman, M.G. y J.A. Miller. 1964. Fluvial processes in geomorphology. W.H. Freeman Co., San Francisco, Cal. 309-469 pp.

- Lewis, S.L. 1969. Physical factors influencing fish populations in pools of a trout stream. Trans. Am. Fish. Soc., 98:14-19.
- MacCrimmon, H.R. 1954. Stream studies on planted Atlantic salmon. J. Fish. Res. Bd. Can., 11:362-403.
- 1971. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Bd. Can., 28:663-704.
- Maitland, P.R. 1980. Guia de los peces de Europa. Omega, Barcelona España. 258 pp.
- Malinin, L.K. 1969. Home range and homing instinct in fishes. Zoologicheskii Zhurnal, 48:381-391 [in Russian, summary in English].
- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers, Inc. Boston. 427 pp.
- McNicol, R. E., y D.L.G. Noakes. 1984. Environmental influences on territoriality of juvenile brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in a stream environment. Env. Biol. Fishes 10:29-42.
- , E. Scherer, y E.J. Murkin. 1985. Quantitative field investigations of feeding and territorial behaviour of young of the year brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Env. Biol. Fishes, 12:219-229.
- McPhail, J. D., y C.C. Lindsey. 1970. Freshwater fishes of north western Canada and Alaska. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 173
- Miller, R.B. 1954. Movements of cutthroat after different periods of retention upstream and downstream from their homes. J. Fish. Res. Bd. Can., 11:550-558.
- 1957. Permanence and size of home territory in stream

- dwelling cutthroat trout. J. Fish. Res. Bd. Can., 14:687-691.
- Moyle, P.B. y D.M. Baltz, 1985. Microhabitat use by an assemblage of California stream fishes: developing criteria for in stream flow determinations. Trans. Am. Fish. Soc., 114:695-704.
- Neave, F. 1944. Racial charecteristics and migratory habits in *Salmo gairdneri*. J. Fish. Res. Bd. Can., 6:245-251.
- Needham, P.R.⁴ 1938. Notes on the introduction of *Salmo nelsoni* Evermann into California from Mexico. Trans. Am. Fish. Soc., 67:139-146.
- , y R. Gard. 1959. Rainbow trout in Mexico and California, with notes on the cutthroat Series. Univ. California Publ. Zool., 67:1-124.
- Newman, M.A. 1956. Social behaviour and interspecific competition in two trout species. Physiol. Zool., 29:64-81.
- Northcote, T.G. 1969. Patterns and mechanisms in the lakeward migratory behavior of juvenile trout. p. 183-204 ., En: T.G. Northcote, editor. Symposium on salmon and trout in streams. H.R. MacMillan lectures in Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- , S. N. Williscroft, y H. Tsuyuki 1970. Meristic and lactate dehydrogenase genotype differences in stream populations of rainbow trout below and above a water-fall. J. Fish. Res. Bd. Can., 27:1987-1995.
- Osterdall, L. 1969. The smolt run of a small Swedish river. Symposium on salmon and streams. En: T.G. Northcote, Ed. H.R. Macmillan Lectures in Fisheries., University of

- British Columbia. 205-215 pp.
- Ottaway, E. M., P. A. Carling, A. C., y N. A. Reader. 1981. Observations on the structure of brown trout, *Salmo trutta* Linnaeus, redds. J. Fish. Biol., 19:593-607.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York, 162 pp.
- Pennak, R.W. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. John. Wiley and Sons, New York. ed. 2a. 803 pp.
- Platts, W.S., W. F. Megaham, y G. Minshall, 1983. Methods for evaluating stream riparian and biotic conditions. Gen. Tech. Rep. Int-138. Odgen, Utah, U.S. of Agriculture, Forest Serv. Intermountain Forest and Range Experiment Station. 195 pp.
- Pratt, V.S. 1954. Fish mortality caused by electricall schokers. Trans. Am. Fish. Soc., 84:93-96.
- Puckett, K.J., y L.M. Dill. 1985. The energetics of territoriality in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Behaviour 92:97-111.
- Rantz, S.E. 1964. Stream hydrology related to the optimum discharge for king salmon spawning in the northern California coast range. Geological Survey Water-Supply paper 1779-A, U.S. Goverment Printing Office, Washington D.C. 16 pp.
- Reiser, D.W., y T.A. Wesche. 1977. Determination of physical and hydraulic preferences of brown an brook trout in the selection of spawning locations. Water Resources Series 64. Water Resources Resarch Institute, University of Wyoming, Laramie, Wyoming.

- Rinne, J.N. 1982. Movement, home range, and growth of a rare southwestern trout in improved and unimproved habitats. North American Journal of Fisheries Management, 2:150-157.
- Rounsefll, G.A., y J. L. Kask. 1954. How to mark fish. Trans. Am. Fish. Soc., 73:320-363.
- Ruiz-Campos G. 1989. Repoblación natural por trucha arcoiris (*Salmo gairdneri nelsoni*) en un transecto del Arroyo San Rafael, Noroeste de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. The Southwestern Naturalist, 34:552-556.
- (1991a) Caracterización limnológica de los arroyos de la Sierra San Pedro Mártir, como habitats de la trucha endémica *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann). Memoria III Semana de la Exploración y la Historia: Sierra de San Pedro Mártir. 23-25 pp.
- (1991b) Distribución y bionomía de la trucha de la Sierra San Pedro Mártir (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*), como especie potencialmente cultivable en Baja California. Informe Técnico Final, DGICSA, Sec. de Educación Pública; México.
- , y J. Gómez-Ramírez. 1991 Age and growth of San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* Evermann from Arroyo San Rafael, Baja California, Mexico. Proc. Desert Fishes Council, 21:141-161.
- , y S. Contreras-Balderas. 1987. Ecological and zoogeographical check-list of the continental fishes from the Baja California Peninsula, México. Proc. Desert Fishes

Council, 17:103-115.

-----, y P. Cota-Serrano. 1992. Ecología alimenticia de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. The Southwestern Naturalist, 37(2):En prensa.

-----, y M. M. Villalobos-Ramírez. 1991. A simple technique for making a streamer-type fish tag. North American Journal of Fisheries Management, 11:475-476.

Saunders, J. W., y M.V. Smith. 1955. Standing crops of trout in a small Prince Edward Island stream. Canad. Fish Cult., 17:1-8.

-----, y M. V. Smith. 1962. Physical alteration of stream habitat to improve brook trout production. Trans. Amer. Fish. Soc., 91:185-188.

-----, y J.H. Gee. 1964. Movements of young Atlantic salmon in a small stream. J. Fish. Res. Bd. Can., 21:27-36.

schuck, H.A. 1945. Survival, population and growth and movement of the wild brown trout in Crystal Creek. Trans. Am. Fish. Soc., 73:209-230.

Shetter, D.S., O.H. Clark, y A.S. Hazzard. 1946. The effects of deflectors in a section of Michigan trout stream. Trans. Am. Fish. Soc., 76:248-278.

Shirvell, C.S. y R. G. Dungey. 1983. Microhabitats chosen by brown trout for feeding and spawning in rivers. Trans. Am. Fish. Soc., 112:355-367.

Siegel, S. 1979. Estadística no paramétrica. Editorial Trillas, S.A., México. 346 pp.

Slaney, P.A. y T.G. Northcote. 1974. Effects of prey abundance on

- density and territorial behavior of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in laboratory stream channels. J. Fish. Res. Bd. Can., 31:1201-1209.
- Smith, R. J. F., y J.W. Saunders. 1958. Movements of brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), between and within fresh and salt water. J. Fish. Res. Bd. Can., 15:140-1449.
- Smith, M.W. 1963. Influence of pond formation on brook trout movements and angling success. J. Fish. Res. Bd. Can., 20:327-345.
- Smith, A.K. 1973. Development and application of spawning velocity and depth criteria for Oregon salmonids. Trans. Am. Fish. Soc., 102:312-316.
- Smith, G. R., y R. F. Stearley. 1989. The classification and scientific names of rainbow and cutthroat trout. Fisheries (Bethesda), 14:4-10.
- Snyder, J. O. 1926. The trout of the Sierra San Pedro Mártir, Lower California. Univ. of California Publ. Zoology, 21:419-426.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Co., San Francisco, Ca. 340 pp.
- Symons, P. E. K. y M. Heland. 1978. Stream habitats and behavioral interactions of underyearling and yearling Atlantic salmon (*Salmo salar*). J. Fish. Res. Bd. Can. 35:175-183.
- Tarzwel, C. M. 1937. Experimental evidence on the value of trout stream improvement in Michigan. Trans. Am. Fish. Soc., 66:177-187.

- Usinger, R. L. 1963. Aquatic insects of California with keys to North American genera and California species. Univ. of Calif., Berkeley. 550 pp.
- Wankowski, J. W. J. y Thorpe J.E. 1979. Spatial distribution and feeding in Atlantic salmon, *Salmo salar* juveniles. Journal of Fish Biology, 14:239-247.
- Werner, E.E. 1979. Niche partitioning by food size in fish communities pp. 311-322, in Predator-prey system in fisheries management (R.H. Stroud y H. Clepper, eds.) Sport Fishing Institution, Washington, D.C. 504 pp.
- White, H.C. 1939. Factors influencing descent of Atlantic salmon smolts. J. Fish. Res. Bd. Can. 4:323-326.
- 1941. Migrating behaviour of sea-running *Salvelinus fontinalis*. J. Fish. Res. Bd. Can., 5:258-264.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, California., 1025.
- Williams, J.E., et al. 1989. Fishes of North America endangered threatened, or of special concern: 1989. Fisheries (Bethesda), 14(6):2-20.
- Wydoski, R., y L. Emery. 1983. Tagging and marking. Pages. 215-237. in L.A. Nielsen and D.L. Johnson, editors. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Vincent, R. 1971. River electrofishing, and fish population estimates. Prog. Fish. Cult., 33:163-169.
- Yruretagoyena, C.U. 1985. Reseña sobre los estudios de los peces de las aguas continentales en Baja California, con especial referencia en la trucha de San Pedro Mártir

(*Salmo nelsoni*; Evermann, 1908) Proc. Desert Fishes
Council, XIII-XV-B, 164-176.

