



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE**  
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO BARILOCHE

**PROGRAMA DE LA CATEDRA BIOLOGIA DE PECES**

**AÑO ACADEMICO:** 2013

**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** Materia Optativa de la Carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas.

**DEPARTAMENTO:** Explotación de Recursos Acuáticos

**PLAN DE ESTUDIOS:** Ordenanza número. 094/85 y modificatoria Ordenanza número 883/93

**CARGA HORARIA:** 13 horas

**REGIMEN:** Cuatrimestral

**CUATRIMESTRE:** Primero

**EQUIPO DE CATEDRA:** Profesor a cargo: Dr. Patricio J. Macchi

Jefe de Trabajos Prácticos: Dr. Carlos A. Rauque

Ayudante de Primera: Lic. Sonia A. Crichigno

**ASIGNATURAS CORRELATIVAS:**

Para cursar: haber cursado, Física B, Química Biológica y Vertebrados

Para rendir haber aprobado Física B, Química Biológica y Vertebrados.

**1. FUNDAMENTACIÓN**

La biología, en tanto ciencia que estudia a los seres vivos y todos sus atributos, se constituye en la disciplina científica que puede contribuir al profesional en acuicultura en el conocimiento de los procesos involucrados en la anatomía, fisiología, comportamiento y ecología de los peces. Los aportes esperables estarían orientados a desarrollar sistemas de manejo con fines productivos y/o ecológicos ambientales de conservación y preservación de especies, como campo de intervención. La biología, junto a otras disciplinas científicas, puede contribuir en la actitud de indagación por parte del futuro profesional, para motivar y desarrollar la capacidad de formular interrogantes acerca de los procesos en los que intervendrá, y abordarlos desde diferentes niveles de complejidad de explicación científica.

La incumbencia profesional del Técnico en Acuicultura supone una formación integral, en la que la asignatura Biología de Peces puede facilitar el conocimiento específico, en distintos momentos de aprendizaje y de desarrollo de capacidades: identificar, familiarizar, conceptualizar, relacionar sistemáticamente, interpretar y explicar hechos relacionados con el objeto de

estudio, para poder aportar soluciones a problemas concretos de su práctica profesional, dentro del campo ocupacional definido en el Plan de Estudios. En la estructura curricular de dicho Plan, la asignatura Biología de Peces se ubica en el primer cuatrimestre del segundo año de la carrera. Los contenidos propuestos en el programa se articulan en forma horizontal en el segundo año con las materias Química Biológica del primer cuatrimestre y con Salmonicultura y Construcciones Acuícolas en el segundo cuatrimestre. Mientras que la articulación en sentido vertical se establece con Introducción a la Acuicultura, Ecología Acuática y Zoología General y Aplicada del primer año y con todas las materias del último año de la carrera. De aquí la importancia de la materia en la currícula del Plan de Estudio, dado que se espera que la misma provea al acuicultor el conocimiento básico de su objeto de indagación. La propuesta metodológica de la asignatura está orientada a promover la formación integral y recuperar los contenidos de las materias anteriores, resignificando en un sentido dinámico el probable campo de intervención del futuro profesional desde sus conocimientos. Se espera contribuir en el desarrollo de saberes orientados a reflexionar sobre la futura práctica.

## **2. OBJETIVOS PARTICULARES**

Promover procesos educativos destinados a:

- 2.1. Identificar las especies de peces.
- 2.2. Familiarizarse con las características taxonómicas y raciales y su nominación.
- 2.3. Conceptualizar esquemas de estructura y función de los peces.
- 2.4. Relacionar pautas de comportamiento y requerimientos de las especies con su plan general de organización.
- 2.5. Reconocer grupos ecológicos en comunidades naturales.
- 2.6. Interpretar las interacciones específicas y el valor que asume esta información cuando se trata de optimizar la producción acuícola y de llevar a cabo un manejo ambiental.
- 2.7. Desarrollar la capacidad de interpretación y explicación, mediante la construcción de síntesis, utilizando en el proceso esquemas gráficos y la expresión escrita y oral de los temas propuestos.
- 2.8. Conocer y aplicar técnicas particulares de laboratorio.

### **3. CONTENIDOS SEGUN PLAN DE ESTUDIO**

Nominación y descripción de las especies de interés para la piscicultura en Argentina. Características taxonómicas "de utilidad práctica" que permiten su identificación. Anatomía y fisiología básica de los peces. Comportamiento. Distribución.

### **4. CONTENIDOS DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS**

#### **4.1. PROGRAMA SINTETICO**

**MODULO I:** Diversidad de formas y de vida en peces. Taxonomía de peces.

**MODULO II:** Zoogeografía de peces. Ciclos de actividad, ciclos de vida. Grupos ecológicos de peces de aguas continentales. Interacciones de los peces en cautividad y en ambientes naturales.

**MODULO III:** Anatomía y fisiología básica de los peces.

#### **4.2. PROGRAMA ANALITICO**

##### **MODULO I**

**Unidad 1.** Los peces y el medio acuático: Condiciones de vida en el agua. Biotopos ocupados por los peces. Diversidad de formas de vida en peces. Características morfológicas, fisiológicas y etológicas relacionadas con el cumplimiento de las funciones vitales.

**Unidad 2.** Taxonomía: Análisis de los caracteres de "utilidad práctica" comúnmente utilizados para la descripción de los peces. Definición de las categorías taxonómicas que agrupan a las especies de peces. Identificación taxonómica de los órdenes de peces. Aplicación de reglas básicas de nomenclatura zoológica en la nominación de las especies.

##### **MODULO II**

**Unidad 1.** Zoogeografía: Distribución natural de las especies. Confinamiento y dispersión de las especies. Límites ambientales para la distribución espacial. Ictiogeografía de peces marinos. Concepto de peces de agua dulce

primarios, peces de agua dulce secundarios y peces periféricos. Ictiogeografía de peces continentales. Áreas ictiogeográficas de la Argentina.

**Unidad 2.** Comportamiento y ecología: Ciclos de actividad y comportamiento. Ciclos de vida. Migraciones. Grupos ecológicos de peces de aguas continentales. Interacciones entre los peces en ambientes naturales y en sistemas de cultivos intensivos y extensivos. Especies nativas y especies introducidas. El problema de la introducción de peces. El problema de los escapes de peces de los sistemas de cultivo.

### **MODULO III.**

**Unidad 1:** Revestimiento del cuerpo: tegumento y formaciones tegumentarias. Estructura y función. Funcionalidad del revestimiento del cuerpo, tejidos y tipos celulares. Funcionalidad de la coloración. Importancia del tegumento en relación con actividades de piscicultura y comercialización de las especies de peces.

**Unidad 2:** Natación y movimiento: organización, estructura y función del sistema osteo-artro-muscular. Músculo y movimiento. Fisiología del músculo. Coordinación del movimiento. Vejiga gaseosa. Estabilidad y velocidad. Tipos de desplazamientos, aletas versus pedúnculo caudal. Fuerza de rozamiento y forma del cuerpo. Natación de especies pelágicas activas. Costo energético de la natación. Adaptaciones respiratorias y cardiovasculares durante la natación. Posición de las aletas.

**Unidad 3:** Integración y coordinación de la información: Organización y estructura del sistema nervioso central y del sistema nervioso autónomo. Vías aferentes y eferentes. Estímulos propioceptivos y exteroceptivos. Conducción nerviosa. Coordinación de la información. Respuestas víscero-motoras.

**Unidad 4:** Regulación hormonal: Plan general de organización y función de las glándulas endocrinas. Grupos de hormonas. Retroalimentación. Homeostasis. Endocrinología y piscicultura.

**Unidad 5:** Relación con el medio externo: Localización, organización, estructura y función de los órganos de los sentidos. Niveles de sensibilidad en distintas especies. Relación entre percepción sensorial, comportamiento y distribución de las especies.

**Unidad 6:** Alimentación: Organización y estructura del sistema digestivo. Ingestión, digestión y absorción del alimento. Adaptaciones para la ingestión y digestión de distintos tipos de alimentos. Comportamiento alimentario. Variación en tácticas de alimentación. Cambios ontogenéticos en la selección de presas.

**Unidad 7:** Sistema de transporte y obtención de oxígeno: Organización y estructura del sistema circulatorio. Sangre y linfa. Composición y función. Fisiología de la circulación. Mecanismos de homeostasis. Características de la respiración acuática. Organización y estructura de los órganos y tejidos de

función respiratoria. Fisiología de la respiración. Transporte de gases (oxígeno y dióxido de carbono). Efectos Bohr y Root. Condiciones de normoxia, hipoxia y anoxia. Respiración anaeróbica.

**Unidad 8:** Balance energético y metabolismo: Componentes y regulación del metabolismo. Efecto de los factores ambientales sobre el metabolismo. Temperatura y metabolismo. Conceptos de animales Homeotermos, Poiquilotermos y Heterotermos. Temperatura corporal en los peces. Peces reguladores de la temperatura. Metabolismo y concentración de oxígeno.

**Unidad 9:** Excreción y osmorregulación: Organización y estructura de los órganos excretores y osmorreguladores. Mecanismos que regulan la constancia del medio interno. Peces estenohalinos y eurihalinos. Peces anfibióticos. Esmoltificación: regulación hormonal y ambiental del proceso de esmoltificación en salmónidos; su aplicación en criaderos.

**Unidad 10:** Reproducción y desarrollo embrionario: Gónadas y gametas. Gametogénesis. La reproducción como un ciclo de eventos. Influencia ambiental sobre el ciclo reproductivo. Eje hipotalámico, pituitario, gonadal. Reproductores totales y parciales. Fecundidad. Fecundación y desarrollo embrionario. Amplitud de la incubación en distintas especies. Viviparidad. Períodos críticos y condiciones ambientales que afectan estos procesos. La importancia del tema en criaderos.

**Unidad 11:** Estrés: El estrés: definición y mecanismos de respuesta involucrados: el Síndrome General de Adaptación (SGA). Estresores ambientales. Manejo de peces y estrés.

## **5. BIBLIOGRAFIA BASICA Y DE CONSULTA**

### **5.1. LIBROS Y CUADERNILLOS.**

ARIAS, S. S. 1990. Usted y el acuario. Ed. Albatros. Buenos Aires. 480 pp.

**BAGUR, D. 2009. Where the fish are. An Angler's Guide to Fish Behavior. McGraw-Hill. 164 pp.**

BAIZ, M. DE L. & BELLO, M. T. 1997. Desplazamiento de *Oncorhynchus mykiss* (Walb.) y de *Salmo trutta* L. (Pisces, Salmonidae) en el lago Nahuel Huapi, Argentina. Cuadernos Universitarios. N° 29. 20 pp.

BELLO, M. T. 2002. Los peces autóctonos de la Patagonia Argentina. Distribución natural. Cuadernos Universitarios. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Bariloche 43: 54pp.

BLANCO CACHAFEIRO, M. C. 1984. La trucha. Cría industrial. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 238 pp.

**CAILLIET, G. M., M. S. LOVE & A. W. EBELING. 1996. Fishes a field and laboratory manual. On their structure, identification and natural history. Waveland Press,, Inc. 194 pp.**

- CHAMBERS, R.C. & E.A. TRIPPEL. 1997. Early life history and recruitment in fish populations. Chapman & Hall, N.Y. 596 pp.
- CLAUDE, M & J. OPORTO (Eds). 2000. La ineficiencia de la Salmonicultura en Chile. Aspectos sociales, económicos y ambientales. Registros de Problemas Públicos. Informe N° 1. Terram Publicaciones. 86pp.
- COUSSEAU, M.B y otros. 2010. Ictiología. Aspectos fundamentales. La vida de los peces sudamericanos. EUDEM. 665 pp.**
- COUSSEAU, M.B. & R.G. PERROTTA. 1998. Peces marinos de Argentina. INIDEP. Mar del Plata. 163 pp.**
- DEL VALLE, A. E. & P. NUÑEZ. 1990. Los peces de la provincia del Neuquén. Ed. Hemisferio Sur Arg. 86 pp.
- DORE, J. 1990. Salmon. Van Nostrand Reinhold ed. EEUU. 287 pp
- ECKERT, R., D. RANDALL & G. AUGUSTINE. 1991. Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones. 3ª Ed. Español. Interamericana, Mc Graw Hill. 683 pp.**
- EVANS, D.H. 1993.. C.R.C. Press Inc., London-Tokyo.
- ESTAY, F., H. CERISOLA Y V. TÉLLEZ. 1994. Biología del desarrollo y reproducción artificial en la trucha arco iris. CONICYT-FONDEF. 28pp**
- GRASSE, P. 1958. Traité de Zoologie. Agnathes et Poissons. XIII (1-3) Masson et Cie. París.
- HARA, T The physiology of fishes. J. 1992 (Ed). Fish chemoreceptions. Chapman & Hall, N.Y. 373 pp.
- HELFMAN, G.S, B.B. COLLETTE & D.E. FACEY. 2009. The Diversity of Fishes. Wiley Blackwell Sci., Inc. Malden, Massachusetts, USA. 528 pp.**
- HILL, R. W., G. A. WYSE & M. ANDERSON. 2006. Fisiología Animal. Editorial Panamericana. 916pp.**
- HOAR-RANDAL. (Ed). 1969-1988. Fish Physiology. I-XII. Academic Press. New York.
- HOULIHAM, D., T. BOUJARD & M. JOBLING (Eds). 2002. Food intake in fish. Blackwell Science 2º Ed. 418 pp.
- JOBLING, M. 1995. Fish bioenergetics. Chapman & Hall. N.Y. 385 pp.
- JOBLING, M. 1995. Environmental biology of fishes. Chapman & Hall. N.Y. 455 pp.**
- LAEVASTU, T. 1980. Manual de métodos de biología pesquera. Ed. Acribia. Zaragoza. España. 164 pp.
- LAGLER, K.F., J.E. BARDACH, R.R. MILLER & D.R. MAY PASSINO. 1984. Ictiología. 1ª Ed. Español. AGT Ed., México. 489 pp.**
- LIOTTA, J. 2006. Distribución geográfica de los peces de aguas continentales de la República Argentina. Serie Documentos N° 3. Porfiota FCNyM, UNLP. 699 pp.**
- LÓPEZ, H.L. 2001. Estudio y uso sustentable de la Biota austral: Ictiofauna continental argentina. Rev. Cubana Invest. Pesq. (Supl. Especial, CONyMA 2001), La Habana, Cuba. 39 pp.**
- MARSHALL, N.B. 1974. La vida de los peces. I-II. Ed. Destino, Barcelona. 804 pp.
- MATTHEWS, W.J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. Chapman & Hall, N.Y. 756 pp.
- NELSON, J. S. 2006. Fishes of the World. 3º ed. John Wiley & Sons, INC. 601 pp.**

- OSTRANDER, G. K.(Ed). 2000. The laboratory fish. Academic Press. 663pp.**
- PITCHER, T. J. (Ed). 1993. Behaviour of teleost fishes. Chapman & Hall. N.Y. 715 pp.
- RINGUELET, R.A, R.H. ARAMBURU & A. ALONSO DE ARAMBURU. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. Aires. La Plata. 602 pp.**
- SVERLIJ, S. B., R. L. DELFINO SCHENQUE, H. L. LOPEZ & A. ESPINACH ROS. 1998. Peces del río Uruguay. Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay 89 pp.
- VIDELAR, J. J. 1996. Fish Swimming. Chapman & Hall London, UK. 260 pp.
- WEATHERLEY, A.H. & H.S. HILL. 1987. The biology of fish growth. Academic Press. 443 pp.
- WEDEMEYER, G.A. 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman & Hall. 232 pp.**
- WEGRZYN, D. & S. ORTUBAY. 1991. Nuestros salmónidos. Dirección de Pesca, Ministerio de Recursos Naturales, Provincia de Río Negro. 120 pp.
- WILLOUGHBY, S. 1999. Manual of Salmonid Farming. Fishing News Books (Blackwell Sci.). 329 pp.
- WOOTTON, R.J. 1998. Ecology of Teleost Fishes. Kluwer Academic Publ. 386 pp.
- YASUTAKE, W. T. & J. H. WALES. 1983. Microscopic Anatomy of Salmonids: An Atlas. Resource Publication 150. United States Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. 190pp
- ZISWILER, V. 1978. Zoología especial. Vertebrados. Anamniotas. Omega. Barcelona. 321pp.

(Referencias en negrita, libros recomendados para ser utilizados en el estudio de los temas del programa cátedra)

## 5. 2. PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, INFORMES TÉCNICOS Y TESIS.

- AIGO, J., V. CUSSAC, S. PERIS, S. OTUBAY, S. GOMEZ, H. LOPEZ, M. GROSS, J. BARRIGA & M. BATTINI. 2008. Distribution of introduced and native fish in Patagonia: (Argentina): patterns and changes in fish assemblages. *Rev Fish Biol Fisheries* 18: 387-408.
- ALMIRÓN, A., M. AZPELICUETA, J. CASCIOTTA, & A. LÓPEZ CAZORLA. 1997. Ichthyogeographic boundary between the Brazilian and Austral subregions in South America, Argentina. *Biogeographica* 73: 23-30.
- ALONSO, M. F. 2003. Variaciones temporales en la estructura de los ensambles de peces de los embalses de la cuenca de los ríos Limay y Neuquén: diagnóstico y efecto de los escapes de peces de cultivo. Tesis para optar al grado de maestría de la Escuela para Graduados Alberto Soriano. Facultad de Agronomía. UBA. 131pp.
- ALVEAR P. A., M. RECHENCQ, P. J. MACCHI, M. F. ALONSO, G. E. LIPPOLT, M. A. DENEGRI, G. NAVONE, E. E ZATTARA, M. I. GARCÍA ASOREY & P. H. VIGLIANO. Composición, distribución y relaciones tróficas de la ictiofauna del río Negro, Patagonia Argentina. *Ecología Austral*. 17: 231-246.

- ARRATIA, G.; M. B. PEÑAFORT, & S. MENÚ- MARQUE. 1983. Peces de la región sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas actuales. *Deserta* 7: 48-107.
- BAIZ, M. de L. 1973. Crecimiento en cautividad de *Salmo gairdneri* Richardson, 1836 y sus posibilidades comerciales. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables. Servicio Nacional de Pesca. 14pp.
- BALLARD, W. W. 1973. Normal embryonic stage for salmonids fishes, based on *Salmo gairdneri* Richardson and *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). *J. Exp. Zool.* 184: 7-26.
- BALONE, E. K. 1990. Epigenesis an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Oichthyology Reviews*.1: 1-48.
- BAIGÚN, C. R. M. & R. QUIRÓS. 1985. Introducción de peces exóticos en la República Argentina. Departamento de Aguas Continentales, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina. Informe Técnico N° 2. 90 pp.
- BAIGÚN, C. & R. FÉRRIZ. 2003. Distribution patterns of native freshwater fishes in Patagonia (Argentina). *Organisms Diversity and Evolution* 3: 151-159.
- BAEZ, V. H. 2008. Cultivo intensivo de juveniles de trucha de arroyo (*salvelinus fontinalis* (mitchill)) a partir de ejemplares silvestres en la patagonia norte. Tesis para optar al grado de: Magister Scientiae – Área: Acuicultura Escuela para Graduados Alberto Soriano Convenio Facultad de Agronomía – UBA. 79 pp.
- BAKER, C. F., A. G. CARTON, J. M. FINE & P. W. SORENSEN. 2006. On bile acids function as a migratory pheromone in banded kokopu, *Galaxias fasciatus* (gray). *Ecology of Freshwaters Fish.* 15: 275-283.
- BATTINI, M. A. 1998. Los estadios tempranos de vida de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) y *Odontesthes hatcheri* (Eigenmann, 1909), con especial referencia a su alimentación y crecimiento. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. 187 pp.
- BATTINI, M., V. ROCCO, M. LOZADA, B. TARTAROTTI & H. E. ZAGARESE. 2000. Effects of ultraviolet radiation on eggs of landlocked *Galaxias maculatus* (Galaxiidae, Pisces) in northwestern Patagonia. *Freshwater Biology.* 44: 547-552.
- BARRIGA, J. P, M. A. BATTINI, P. J. MACCHI, D. MILANO & V. E. CUSSAC. 2002. Spatial and temporal distribution of landlocked *Galaxias maculatus* and *Galaxias platei* (Pisces: Galaxiidae) in a lake in the South American Andes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research.* 36: 345-359.
- BERASAIN, G., D. COLAUTTI & C. VELASCO. 2000. Experiencia de crías de pejerrey, *Odontesthes bonaeriensis*, durante su primer año de vida. *Revista de Ictiología.* 8: 1-7.
- BERMUDEZ, D. 1980. Observaciones sobre el desarrollo embrionario de la "cachama" *Colossoma macropomus* (Cuvier) 1818. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Escuela de Agronomía. Serie I, N° 23 pp.
- BURIA, L. M. 2001. Distribución intralacustre y uso de hábitat de *Percichthys trucha* (Pisces, Percichthyidae), determinados mediante transmisores ultrasónicos. Trabajo final para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. CRUB-UNC. 116 pp.

- BURIA, L., S. J. WALDE, M. BATTINI, P. J. MACCHI, M. ALONSO, D. E. RUZZANTE & V. E. CUSSAC. 2007. Movement of a South American perch *Percichthys trucha* in a mountain Patagonian lake during spawning and prespawning periods. *Journal of Fish Biology*, 70: 215-230.
- CUSSAC, V., S. ORTUBAY, G. IGLESIAS, D. MILAN, M. E. LATTUCA, J. P. BARRIGA, M. BATTINI & M. GROSS. 2004. The distribution of South American galaxiid fishes: the role of biological traits and post-glacial history. *J. Biogeogr.* 31: 103-121.
- CUSSAC, V. E. & S.G. ORTUBAY. 1994. Significado de la reabsorción de las escamas de *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, Characidae) su relación con la talla. *Tankay*, 1: 226-228.
- CUSSAC V. E., D. A. FERNANDEZ, S. E. GOMEZ & H. L. LOPEZ. 2008. Fishes of southern South America: a story driven by temperature. *Fish Physiol Biochem.* 35: 29-42.
- DÍAZ, N. F. & R. NEIRA. 2005. Biotecnología aplicada a la acuicultura. I Biotecnologías clásicas aplicadas a la reproducción de peces. *Cien. Inv. Agr.* 32: 45-59.
- FERRÍS, R. A. 1987. Biología del puyen *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Teleostei, Galaxiidae) en un embalse norpatagónico, ciclo de vida, ciclo gonadal y fecundidad. *Res. Mus. Arg. Cienc. Nat. Hidrobiología.* 6 (5): 29-38.
- FÉRRIZ, R. A. 1988. Relaciones tróficas de trucha marrón *Salmo fario* Linné y trucha arco iris *Salmo gairdneri* Richardson, (Osteichthyes, Salmoniformes) en un embalse norpatagónico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23: 123-131.
- GOBBI, M. 1986. Osteología del pejerrey patagónico, *Patagonia hatcheri* (Eig. 1909) Eig. 1927. Tesis para optar al título de Licenciado en Cs. Biológicas. CRUB-UNCo. 95 pp.
- GROSMAN, F. 1993/1994. Interacciones tróficas entre trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), pejerrey patagónico (*Patagonina hatcheri*) y perca (*Percichthys trucha*) en un ambiente patagónico. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 24-25: 15-25.
- MACCHI, P. J. 1991. Ecología trófica de los peces autóctonos del Lago Moreno, (Brazo Morenito). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Comahue. 106 pp.
- MACCHI, P. J. 2004. Respuestas de *Galaxias maculatus* a la depredación por parte de *Percichthys trucha* y los salmónidos introducidos en ambientes lénticos de la Patagonia norte. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. 175 pp.
- MACCHI, P. J., V. E. CUSSAC, M. F. ALONSO & M. A. DENEGRÍ. 1999. Predation relationships between introduced salmonids and the native fish fauna in lakes and reservoirs in northern Patagonia. *Ecology of Freshwater Fish.* 8: 227-236.
- MACCHI, P. J., M. A. PASCUAL & P. H. VIGLIANO. 2007. Differential piscivory of the native *Percichthys trucha* and exotic salmonids upon the native forage fish *Galaxias maculatus* in Patagonian Andean lakes. *Limnologica* 37: 76-87.
- MACCHI, P. J., P. H. VIGLIANO, M. A. PASCUAL, M. ALONSO, M. A. DENEGRÍ, D. MILANO, M. GARCIA ASOREY & G. LOPPOLT. 2008. Historical Policy Goals for Fish Management in Northern Continental Patagonia Argentina: A Structuring Force of Actual Fish Assemblages?. *American Fisheries Society Symposium* 49:331-348

- MAZUR, C. F. & G. K. IWAMA. 1993. Effects of handling and stocking density on hematocrit, plasma cortisol and survival in wild and hatchery-reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*. 112: 291-299.
- MILANO, D. 1996. Reproducción de la perca de boca chica *Percichthys trucha* (Cuvier & Valenciennes, 1948) del lago Moren. Trabajo para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. 54 pp.
- MILANO, D.; V. E. CUSSAC; P. J. MACCHI, D. E. RUZZANTE, M. F. ALONSO; P. H. VIGLIANO & M. A. DENEGRI. 2002. Predator associated morphology in *Galaxias platei* in Patagonian lakes. *Journal of Fish Biology*. 61/1: 138-156.
- LATTUCA, M.E., M. A. BATTINI & P. J. MACCHI. 2008. Trophic interactions among native and introduced fishes in a northern Patagonian oligotrophic lake. *Journal of Fish Biology*. 72: 1306-1320.
- LÓPEZ, H. L, R. C. MENNI & A. M. MIQUELARENA. 1987. Lista de los peces de agua dulce de la Argentina. *Biología Acuática* 12: 1-51.
- LOPEZ, R. B. & J. M. DE CARLO. 1960. Descripción anatómica e histológica del aparato digestivo del puyen. *Actas y trabajos, I Congreso Sudamericano de Zoología*. T 1-4: 335-356.
- LOZADA, M., S. ORTUBAY & V. CUSSAC. 2000. Fright reaction in *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, Characidae), a relic fish from Patagonia. *Environmental Biology of Fishes* 58: 227-232.
- ORTUBAY S., V. CUSSAC, M. BATTINI, J. BARRIGA, J. AIGO, M. ALONSO, P. MACCHI, M. REISSIG, J. YOSHIOK & S. FOX. 2006. Is the decline of birds and amphibians in a steppe lake of northern Patagonia a consequence of limnological changes following fish introduction?. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*. 16: 93-105.
- PARMA DE CROUX, M. J. 1992. Comportamiento y crecimiento de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae) en condiciones controladas. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 23: 9-20.
- PASCUAL, M., P. MACCHI, J. URBANSKI, F. MARCOS, C. RIVA ROSSI, M. NOVARA & P. DELL' ARCIPRETE. 2002. Evaluating potential effects of exotic freshwater fish from incomplete species presence-absence data. *Biological Invasions* 4: 101-113.
- PASCUAL, M. A., V. CUSSAC, B. DYER, D. SOTO, P. VIGLIANO, S. ORTUBAY & P. J. MACCHI. 2007. Freshwater fishes of Patagonia in the 21st Century after a hundred years of human settlement, species introductions, and environmental change. *Aquatic Ecosystem Health&Management*, 10(2):1-16.
- PEREDO S. & C. SOBARZO 1994. Actividad gonádica estacional de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) en el río Cautín. IX Región, Chile. *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile*. 65: 65-70.
- PICKERING, A. D. 1993. Growth and stress in fish production. *Aquaculture*. 111: 51-63.
- PINEDA, H. J. E. JARAMILLO, D. M. ECHEVERRI & M. O. ANGEL. 2004. Triploides en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): Posibilidades en Colombia. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 17: 45-52.
- RINGLER, N. H. 1983. Variation in foraging tactics of fishes. En: Davis L. G. Ed *Predator and prey in fishes*. 159-171.
- RECHENCQ, M. SOSNOVSKY, A., MACCHI P. J., ALVEAR, P. A. & VIGLIANO, P. H. 2010. Extensive diel fish migrations in a deep ultraoligotrophic lake of Patagonia Argentina. *Hydrobiología*. 658: 147-161.

- RINGUELET, R. A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América de Sur. *Ecosur* 2(3): 1-122.
- ROBB, D. 2000. Cosecha y calidad. En: [www.Ewos.cl](http://www.Ewos.cl). 6 pp.
- ROSS, M. R. 1998. One species with two biologies: Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the wild and in aquaculture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 131-144.
- ROSS, L. G., K. M. H. WARD & B. ROSS. 1985. The effects of formalin, malachite green and suspended solids on the respiratory activity of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture and Fisheries management*. 16: 129-138.
- RUZZANTE, D. E.; S. WALDE, V. E. CUSSAC, P. J. MACCHI, & M. F. ALONSO, 1998. Trophic polymorphism, habitat and diet segregation in *Percichthys trucha* (Pisces: Percichthyidae) in the Andes. *Biological Journal of the Linnean Society* 65:191-214.
- SCOUT, D. P. 1962. Effects of food quantity on fecundity of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Fish. Res. Bd. Canadá*. 19: 715-731.
- SOIVIO, A., K. NYHOLM & M. HUHTI. 1977. Effects of anaesthesia with MS 222, neutralized MS 222, and benzocaine on the blood constituents of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Fish Biol.* 10: 91-101.
- TAM, W. H., J. N. FRYER, I. ALI, M. R. DALLAIRE & B. VALENTINE. 1988. Growth inhibition, gluconeogenesis, and morphometric studies of the pituitary and interrenal cells of acid-stressed brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1197-1210.
- THORPE, J. E.; M. S. MILES & D. S. KEAY. 1984. Developmental rate, fecundity, and egg size in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* 10: 289-305.
- VIGLIANO, P. H., BEAUCHAMP, D. A., MILANO D., MACCHI P. J., ALONSO, M. F., GARCIA ASOREY, M. I., DENEGRI, M. A., CIANCIO, J. E., LIPPOLT, G., RECHENCQ, M. & BARRIGA, J. P. 2009. Quantifying Predation on Galaxiids and Other Native Organisms by Introduced Rainbow Trout in an Ultraoligotrophic Lake in Northern Patagonia, Argentina: a Bioenergetics Modeling Approach. *Transactions of the American Fisheries Society* 138:1405-1419.
- VILLANUEVA, M. & A. DE LA MOTA. 1998. Maduración sexual de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* fuera de temporada de reproducción natural. *Multiquina* 7: 61-68.
- WILLIAMSON, M & A. KEAST. 1988. Retinal structure relative to feeding in the rock bass (*Ambloplites rupestris*) and bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Can. J. Zool.* 66: 2840-2846.
- WENDELAAR BONGA, S. E. & R. A. C. LOCK. 1992. Toxicants and osmoregulation in fish. *Netherlands Journal of Zoology*. 42: 478-493.
- ZATTARA, E. E. 2002. Variación isoenzimática y morfológica en poblaciones de *Galaxias maculatus* Jenyns de los lagos Andino-Patagónicos. Trabajo final para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. CRUB-UNC. 110pp.

## **6. PROPUESTA METODOLOGICA**

La asignatura se desarrollará con tres clases teóricas y dos clases prácticas por semana. La actividad de los alumnos se complementará con la lectura y discusión de trabajos científicos y técnicos propuestos por la cátedra, los que se espera que amplíen las temáticas de mayor interés mediante publicaciones periódicas. Las actividades en los prácticos de laboratorio serán coordinadas con los temas dictados en teórico y sustentadas con una guía práctica trabajada previamente entre los integrantes de la cátedra. Los trabajos de laboratorio se agruparán por módulos temáticos, con diferente número de actividades prácticas para cada uno, de acuerdo a la complejidad y amplitud del tema (ver punto 7). La elaboración y presentación de monografías e informes por parte de los alumnos se propone como actividad de cierre de la asignatura.

## **7. PROPUESTA DE TRABAJO EN LAS CLASES PRACTICAS**

### **7.1. FUNDAMENTOS**

Las prácticas de laboratorio acompañan de manera secuencial los temas teóricos que se van sucediendo en la asignatura. De esta forma, los trabajos prácticos están destinados a que el estudiante sepa hacer y que reflexione sobre las prácticas en su actividad, para que lo lleve a requerir de la teoría y a incorporar los avances que se produce en su actividad.

### **7.2. OBJETIVOS DE LAS CLASES PRÁCTICAS**

Los objetivos generales de las clases prácticas están dentro de los de la materia. Sin embargo cada práctico cuenta con objetivos particulares que son expuestos en cada clase.

### **7.3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LAS CLASES PRÁCTICAS**

Según el programa de la materia los prácticos de laboratorio se desarrollarán en dos clases por semana de tres horas cada uno. Se propone la realización de 20 clases, destinando 16 clases a las prácticas y 4 a seminarios de

discusión de trabajos científicos seleccionados por la cátedra. Los prácticos individuales están divididos en unidades temáticas.

Además de las actividades propuestas, la cátedra proveerá de trabajos científicos seleccionados para la ampliación de algunos aspectos de las clases prácticas que serán discutidos en el siguiente encuentro.

#### 7.4. PROPUESTA DE CRONOGRAMAS DE PRÁCTICOS

##### **TEMA I: DIVERSIDAD DE FORMA Y TAXONOMIA**

Propósito: el estudio de la taxonomía contribuye a la comprensión de la diversidad de formas, función y comportamiento de las especies de interés en piscicultura o susceptibles a algún tipo de manejo.

T. P. N° 1 - Morfología externa de un pez óseo. Planos de simetría. Regiones del cuerpo. Medidas y proporciones.

T. P. N° 2 – Caracteres externos de interés taxonómico en peces óseos. Morfología, estructura y localización de las aletas.

T. P. N° 3 - Caracteres externos de interés taxonómico en peces óseos. Aberturas branquiales, boca, barbillas, dientes, placas, escamas y branquiespinas.

T. P. N° 4 – Organización interna de un pez óseo. Sistema de órganos.

T.P. N° 5 – Ordenes de Teleostei. Reconocimiento de especies de interés en piscicultura.

##### **TEMA II: MOVIMIENTO Y LOCOMOCION**

Propósito: la observación del movimiento en peces de distintas especies en el laboratorio contribuye a la mejor comprensión de la variación de los distintos sistemas (tegumentario, óseo y muscular) que intervienen en él. Un propósito adicional es el de comprender como son los movimientos de un pez sano y como responde a distinto tipo de estímulos en el manejo.

T. P. N° 6 – Sistema tegumentario.

T. P. N° 7 – Endoesqueleto de Osteichthyes. Plan general de organización.

T. P. N° 8 – Sistema muscular.

T. P. N° 9 – Natación en los peces óseos.

### **TEMA III: INTEGRACION Y CORDINACIÓN DE LA INFORMACION Y RELACION CON EL MEDIO EXTERNO**

Propósito: la observación y estudio del sistema nervios y órganos de los sentidos contribuye a conocer la capacidad sensorial de las especies de peces expuestas a una situación de cultivo.

T. P. N° 10 – Sistema nervioso y órganos de los sentidos.

T. P. N° 11 – Seminario: ¿ sienten dolor los peces?.

### **TEMA IV: SISTEMA DIGESTIVO Y ALIMENTACION DE LOS PECES**

Propósito: la comprensión de las variaciones de forma y función del sistema digestivo facilita el entendimiento de los distintos comportamientos tróficos de las especies de peces susceptibles a algún tipo de manejo.

T. P. N° 12 – Anatomía comparada del sistema digestivo. Espectro trófico.

T. P. N° 13 – Seminario: Anatomía funcional del sistema del sistema digestivo.

### **TEMA V: SISTEMA DE TRANSPORTE Y OBTENCION DE OXIGENO**

Propósito: La comprensión del esquema de la circulación arteriovenosa en un teleosteo generalizado facilita el entendimiento del transporte de nutrientes, metabolitos, desechos, gases y hormonas a través del cuerpo de pez.

T. P. N° 14 – Sistema circulatorio. Sangre y células sanguíneas.

T. P. N° 15 – Sistema respiratorio. Seminario: variaciones en la afinidad con el oxígeno en distintas especies de peces.

### **TEMA VI: REPRODUCCION Y EMBRIOLOGIA**

Propósito: El estudio de la gametogénesis y vitelogénesis ayuda a reconocer a la reproducción como un ciclo de eventos mediados por factores endógenos

y exógenos al pez, pasibles de ser manejados por la intervención humana. Por otra parte el estudio de la fecundidad y de la biología del desarrollo embrionario refuerza el conocimiento de los tipos de ciclos de vida que se producen en peces y contribuye a su integración con la tecnología de la reproducción artificial de peces.

T. P. N° 16–Sistema reproductor. Estadios de madurez y gametogénesis.

T. P. N° 17 – Evaluación de la fecundidad en distintas especies de peces.

T. P. N° 18 – Desarrollo embrionario.

## **TEMA VII: FACTORES BIOLÓGICOS DE IMPORTANCIA EN PRODUCCIÓN**

Propósito: El estudio de la influencia de los distintos tipos de intervenciones humanas en el manejo de peces, facilita el conocimiento de las situaciones estresantes durante la producción intensiva y de cuales pueden ser las acciones para minimizarlos.

T. P. N° 19 – Manejo de peces y estrés.

T. P. N° 20 – Seminario: Crecimiento de los peces. Factores sociales y ambientales que regulan el crecimiento. Crecimiento y estrés.

## **8. EVALUACION Y CONDICIONES DE ACREDITACION**

### **8.1. ALUMNOS REGULARES**

*Instrumentos de evaluación:*

Exámenes parciales orales y/o escritos sobre los contenidos teóricos y prácticos.

Evaluación semanal, oral o escrita, de los conocimientos previos al desarrollo de la clase práctica. Al finalizar una unidad temática de los trabajos prácticos el alumno deberá realizar un informe final del cual se evaluará la capacidad de observación, de descripción, de síntesis y la ampliación del tema a través de la búsqueda bibliográfica.

Examen final.

### *Requisitos para aprobar el curso*

Clases teóricas con asistencia optativa, aunque se tendrá en cuenta la asistencia para aquellos alumnos que promocionan la materia (ver más abajo).

Trabajos prácticos de laboratorio (TP), aprobados en su totalidad. La asistencia a TP debe ser igual o mayor al 80 %.

Exámenes parciales aprobados con un puntaje individual de 6 (seis), permitiendo una recuperación en cada instancia.

### 8.2. SISTEMA DE PROMOCION

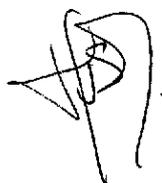
Podrán optar a esta modalidad los alumnos que demuestren haber cumplido con los objetivos de la asignatura y hayan obtenido una calificación global no inferior a 9 (nueve) puntos. No tendrán la posibilidad de promoción aquellos alumnos que hallan desaprobado un parcial en primera instancia. Al término de la cursada estos alumnos deberán rendir un coloquio integrador.

### 9. DISTRIBUCION HORARIA

Total de horas semanales: 13

Clases teóricas: 7

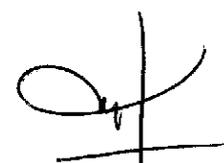
Clases prácticas: 6



Lucas Magli



Dr. Patricio J. Macchi  
ASD Encargado de Cátedra



Prof. Mansa N. Fernandez  
Secretaria Académica  
Centro Regional Universitario Bariloche  
Universidad Nacional del Comahue