

PROGRAMA PARA ASIGNATURAS

DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA: Salmonicultura

AÑO ACADÉMICO: 2026

CARRERA: DOCTORADO EN BIOLOGÍA

Plan de Estudios Ord. N° 556/86, Modif. 557/10 y 807/17

DOCENTE/S A CARGO: Sonia Alejandra Crichigno

DOCENTE/S AUXILIAR/ES:

MODALIDAD: Presencialidad física: se desarrolla en edificios e instalaciones institucionales CRUB (presencialidad convencional).

FECHA PROPUESTA: segundo cuatrimestre

DESTINATARIOS: Personas que estén cursando Licenciatura en biología, doctorado en biología, agronomía o afines.

FUNDAMENTACIÓN: La Salmonicultura es una rama de la Acuicultura que se enfoca particularmente en los salmónidos, este grupo de peces poseen un alto valor comercial a nivel mundial. La industria del salmón cultivado ha crecido sustancialmente en los últimos 40 años y hoy aproximadamente el 60 % de la producción salmonera del mundo es cultivada. En Argentina una de las dos especies más cultivadas es la Trucha arcoíris, los últimos años la producción ha aumentado, pero nos encontramos en un momento donde están dadas las condiciones para seguir creciendo. Particularmente la región patagónica cumple con todos los requerimientos específicos para la producción de esta especie, tanto en agua dulce como en mar.

En vistas del potencial crecimiento de esta actividad y teniendo en cuenta la experiencia en otros países es que toma gran relevancia analizar dentro de esta materia la articulación entre la producción y el medio ambiente, evaluando los pros y contras de las distintas herramientas a aplicar en la producción de salmónidos.

OBJETIVOS: Objetivo General: brindar todas las herramientas necesarias tanto teóricas como prácticas para que el estudiante adquiera los conocimientos y destrezas necesarias para una producción sustentable de salmónidos, teniendo especial foco en las buenas prácticas y fomentando un análisis crítico de las distintas situaciones o problemas dentro de la actividad.

Objetivos particulares:

1. Conocer el ciclo completo de producción de salmónidos con especial énfasis en las buenas prácticas desarrollando las habilidades necesarias para la producción.
2. Conocer y desarrollar las distintas herramientas tecnológicas disponibles en el mundo,

para mejorar la producción de salmónidos y evaluar la posibilidad de aplicación a distintas escalas.

3. Adquirir distintas habilidades de observación para estimar variables de importancia en producción de salmónidos, en relación al estado general y particular de los peces y su comportamiento.

4. Desarrollar la destreza manual básica en la práctica de la producción de salmónidos dentro de las distintas etapas del ciclo, como son la reproducción asistida, incubación y alevinaje, cría de juveniles y engorde.

5. Adquirir distintas capacidades para proyectar y evaluar el desempeño de producción, así también como que variables es posible modificar para controlar dicha producción.

6. Desarrollar la capacidad necesaria para vincularse apropiadamente con los distintos actores dentro del ciclo productivo, como son dueños de empresas, proveedores, empleados y compradores.

PROGRAMA ANALÍTICO: AÑO ACADÉMICO: 2026

PROGRAMA DE CATEDRA: Salmonicultura CARGA HORARIA SEMANAL: 10 (diez) horas, Segundo, Cuatrimestre.

FUNDAMENTACIÓN: La Salmonicultura es una rama de la Acuicultura que se enfoca particularmente en los salmónidos, este grupo de peces poseen un alto valor comercial a nivel mundial. En vistas del potencial crecimiento de esta actividad y teniendo en cuenta la experiencia en otros países es que toma gran relevancia analizar dentro de esta materia la articulación entre la producción y el medio ambiente, evaluando los pros y contras de las distintas herramientas a aplicar en la producción de salmónidos.

OBJETIVO: brindar todas las herramientas necesarias tanto teóricas como prácticas para que el estudiante adquiera los conocimientos y destrezas necesarias para una producción sustentable de salmónidos, teniendo especial foco en las buenas prácticas y fomentando un análisis crítico de las distintas situaciones o problemas dentro de la actividad.

CONTENIDOS: Requerimientos de una salmonicultura: calidad de agua e infraestructura de cría. Contenedores en tierra y en agua. Análisis de los componentes típicos de la producción intensiva de salmónidos: agua, peces, contenedores, alimentación, manejo, factores que afectan, interrelaciones. Manejo de la reproducción: obtención de reproductores, cuidado de los reproductores antes del desove. Frecuencia de clasificación, temporada de desove, fecundidad y tamaño del huevo, reproducción inducida, proceso de hidratación y blanqueo de huevos. Obtención de huevos: factores que afectan la fertilización. Fecundación diferida. Incubación: incubadoras, conteo de huevos, fases de incubación, unidades térmicas, cuidados durante la incubación, transporte y recepción de huevos. Eclosión y alevinaje: preparación, requerimientos ambientales y manejo de alevinos. Funcionamiento de criadero: métodos de producción, manejo de la sanidad y de la alimentación, manejo del suministro y control de calidad de agua; registro y archivo de datos. Transporte de peces vivos: tipos, métodos. Producción en jaulas: manejo. Elementos para el diseño racional de un criadero: teorías de Haskell, otros parámetros utilizados, uso de fórmulas para proyectar contenedores. Aspectos económicos del criadero: economía de la producción, cálculo de la producción, tipos de producción, destino de los productos.

ACTIVIDAD PRÁCTICA / SALIDA DE CAMPO: Listado de Trabajos Prácticos y Seminarios

Se pretende generar espacios de trabajo donde el estudiante, tenga la posibilidad de adquirir distintas habilidades tanto conceptuales como manuales, así también como la posibilidad de discutir y evaluar diferentes formas de trabajo. Se prioriza el manejo de animales según protocolos de buenas prácticas y de uso animal y la confección de protocolos de trabajo adecuados para cada centro y trabajo a realizar, motivando con esto, el análisis crítico de cada estudiante. La mayoría de las actividades prácticas, serán realizadas en el Centro de Salmonicultura Bariloche, donde se trabaja en el ciclo completo de producción de Trucha arcoíris. Además, se tratará de realizar visitas a otros criaderos de la zona.

Tp1: Seminario de lectura y discusión: la producción de salmónidos de dónde venimos y hacia dónde vamos, visualización a nivel global y local.

Tp2: Caracterización de la calidad de agua en el Centro de Salmonicultura, comparar con otros centros, analizar pormenorizada de las distintas variables evaluadas. Calidad de agua, entrada de agua, salida de agua, oxigenación entre otras.

Tp3: Muestreo y clasificación de peces, análisis estadístico de datos. Distintos manejos en un criadero. Construcción de protocolos de trabajo y evaluación de buenas prácticas.

Tp4: Reproducción de trucha arcoíris, visita a distintos centros de producción de la ciudad, visualización de la forma de trabajo, comparación entre los distintos centros, armado de protocolos de trabajo, discusión de los mismos.

Tp5: Análisis de calidad de ovas y espermatozoides, evaluación de motilidad utilización del programa CASA, para evaluación de motilidad, velocidad y forma de natación de los espermatozoides.

Teñido de espermatozoides para visualización de anomalías espermáticas. Uso de estas técnicas en producción.

Tp6: Criopreservación de espermatozoides, crioprotectores, diluyentes, conservación y potenciales usos de semen criopreservado.

Tp7: Incubación de ovas, limpieza higiene, manejo de eclosión y alevinaje, identificación de malformaciones, análisis estadísticos de datos de incubación, manejo de UTAs. Práctica de transporte de ovas.

Tp8: Seminario, lectura crítica y pormenorizada de Manual de buenas prácticas para Trucha arcoíris. Discusión, evaluación y aplicabilidad.

Tp9: Manejo de juveniles, clasificación, alimentación higiene, comportamiento. Práctica de transporte de juveniles, control de variables, construcción de protocolo de trabajo.

Tp10: Acuaponía, visita a centros donde se realice esta práctica, construcción de un prototipo casero. Evaluación de factibilidad.

Tp11: Etapa de engorde, manejo de animales, alimentación, raciones, buenas prácticas.

Realización de cuadros conceptuales comparando esta etapa de producción en tierra y en agua.

EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN: La materia estará diseñada en espacios múltiples donde los estudiantes recibirán durante la cursada un total de 160 horas de clases Teórico-Prácticas con 3 encuentros semanales, 2 teóricos y de discusión y 1 de actividades prácticas y seminarios. Cada clase se dividirá en 4 bloques, donde en el primer bloque se analizará el contenido teórico del tema a tratar, los dos bloques siguientes se realizarán actividades prácticas usando diferentes herramientas, videos, datos obtenidos, simuladores, lectura de manuscritos, uso de Excel y programas de análisis estadístico, entre otros, en el último bloque se discutirán los bloques anteriores, en virtud de procesar la información brindada y así contribuir con el afianzamiento del conocimiento. En cuanto a los bloques destinados a las tareas prácticas utilizaremos distintos materiales disponibles on-line y/o presencial según

corresponda. Existen distintos programas de simulación on-line y videos que nos ayudarán a visualizar distintos temas a estudiar. En todo momento se incitará de manera activa a los estudiantes para que participen y así permitir relacionar los temas nuevos con los anteriores y con los conocimientos que traen de materias anteriores. Se motivará a la realización de protocolos de trabajo, para fomentar el uso de buenas prácticas y el cuidado animal. Se realizarán antes de cada parcial, Seminarios de Integración de los temas desarrollados hasta el momento, para fomentar la integración de los conceptos, a lo largo de la cursada. Los alumnos reciben durante el curso un total aproximado de 160 horas de clases de obligatorias. Existen además clases de consulta no obligatorias de dos (2) horas semanales.

Se tomarán 2 parciales, escritos los cuales deben aprobar con 7 (siete), si en ambos se saca más de 8 puede acceder a promocionar la materia, sin necesidad de rendir final. La evaluación será continua, teniendo en cuenta no solo los parciales sino también la participación en las distintas instancias de interacción, clases y trabajos prácticos. Los parciales se orientarán hacia la resolución de problemas a través de interpretación de gráficos, aplicación de datos o conceptos, la integración de la información con esquemas, así como también planillas de múltiple opción y esquemas a completar.

Además, serán evaluados por su participación e integración en equipo. El estudiante regular debe cumplir con, la asistencia y aprobación del 80%, como mínimo del total de trabajos prácticos y pequeños parciales, así también con la aprobación de los 2 parciales escritos con recuperatorio. Si no cumplen con estos requisitos quedan libres de la asignatura.

Régimen de promoción, Asistencia al 95% de las clases teóricas y prácticas, aprobación de los 2 parciales con una nota mayor o igual a 8 (ocho). El examen final será oral y escrito, la parte escrita deberá ser acordada antes con el docente, se planteará un problema a resolver y el análisis de datos. En la parte oral se evaluará la capacidad del estudiante por resolver las situaciones problemáticas, además de preguntas aisladas. Los alumnos libres rinden un examen escrito, un práctico y un examen oral. Cada uno de ellos es eliminatorio, la nota final será el promedio de las 3 notas obtenidas.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

Aegerter S, Jalabert B, 2004. Effects of post-ovulatory oocyte ageing and temperature on egg quality and on the occurrence of triploid fry in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*.

Aquaculture, 231: 57–71.

Aegerter S, Jalabert B, Bobe J, 2005. Large Scale Real-Time PCR Analysis of mRNA

Abundance in Rainbow Trout Eggs in relationship With Egg Quality and Post-Ovulatory Ageing. Molecular reproduction and development, 72: 377–385.

Blanco Cachafeiro, M.C. 1995. La trucha. Cría industrial. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 503 pp.

Bobe, J., & Labbé, C. (2010). Egg and sperm quality in fish. General and comparative endocrinology, 165(3), 535-548.

Boglione, C., Gisbert, E., Gavaia, P., E. Witten, P., Moren, M., Fontagné, S., &

Koumoundouros, G. (2013). Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. Reviews in Aquaculture, 5, S121-S167.

Estay F, Rivers-Moore N, Coppinger C et al. (1995). Manejo reproductivo de salmónidos. Bases biológicas y manejo de un stock de peces reproductores. Serie de Publicaciones en Acuicultura. No. 2, FUNCAP, Chile.

Duk, K., Pajdak, J., Terech-Majewska, E., & Szarek, J. (2017). Intracohort cannibalism and methods for its mitigation in cultured freshwater fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27(1), 193-208.

Camargo Buitrago, J. D. (2017). Análisis de las malformaciones del embrión de trucha *oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) en condiciones de laboratorio bajo los efectos de dosis sub letales de carbofurano (2, 2-dimethyl-2, 3-dihydro-1-benzofuran-7-yl methyl carbamate).

Ciancio, J. E., Aigo, J. D. C., Clarke, R. R., & Flikke, R. (2019). El polémico salmón invasor.

D'ambrosio, J., Phocas, F., Haffray, P., Bestin, A., Brard-Fudulea, S., Poncet, C., ... &

Delgado Botina, J. E., & Moncayo Erazo, J. E. (2016). Evaluación de la viabilidad de dos cepas de ovas de salmón del atlántico (*salmo salar*) durante tres meses en la empresa marine

Dupont-Nivet, M. (2019). Genome-wide estimates of genetic diversity, inbreeding and effective size of experimental and commercial rainbow trout lines under going selective breeding. *Genetics Selection Evolution*, 51, 1-15.

Flores, H., & Vergara, A. (2012). Efecto de reducir la frecuencia de alimentación en la supervivencia, crecimiento, conversión y conducta alimenticia en juveniles de salmón del Atlántico *Salmo salar* (Linnaeus, 1758): experiencia a nivel productivo. *Lat. Amer. J. Aquat.* 40(SPECISSUE), 536-544.

Haskell, D. C. 1955. Weight of fish per cubic foot of water in hatchery troughs and ponds. *Prog. Fish. Cult.*, 17 : 117-118.

Hvas, M., Kolarevic, J., Noble, C., Oppedal, F., & Stien, L. H. (2024). Fasting and its implications for fish welfare in Atlantic salmon aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 16(3), 1308-1332.

Jobling M, Tveiten H, Hatlen B (1998) Cultivation of Arctic charr: an update. *Aquacult Int* 6:181–186
Jobling M, Tveiten H, Hatlen B (1998) Cultivation of Arctic charr: an update. *Aquacult Int* 6:181–186

Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K., & Reitan, K. I. (2003). Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthal musmaximus* L.). *Aquaculture*, 227(1-4), 9-20.

Laird, L.M., Neham, T. 1988. Salmon and trout farming. Ellis Horwood, England, 257 p

Liu, X., Xia, J., Pang, H., & Yue, G. (2017). Who eats whom, when and why? Juvenile cannibalism in fish Asian seabass. *Aquaculture and Fisheries*, 2(1), 1-9.

Mahmoudi, R. (2024). A comparative analysis of air and manual stripping techniques in female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) broodstocks. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 23(4), 623-632.

Manual Práctico de Cultivo de Trucha Arcoíris. 2014 Guatemala FAO.

<https://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf>

Mardones Loyola, F. O. (2004). Factores de Riesgo para la Presentación de la Deformación Mandibular en Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) de Cultivo.

Mørkøre, T., Tahirovic, V., & Einen, O. (2008). Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of Atlantic salmon (*Salmon salar* L). *Aquaculture*, 277(3-4), 231-238.

Pablo Ochoa, M. X., & Rivera Castillo, G. A. (2024). Factores limitantes de las exportaciones de trucha arcoíris PA 030211.00. 00 de las empresas acuícolas ubicadas en la provincia de Huancayo, año 2023.



Revenge, J. E. (2020). Apuntes de salmonicultura: segunda edición.

Salmeri, A. (2019). Cómo hacer los nudos. Parkstone International.

Sepúlveda-Quiroz, C. A., Álvarez-Villagomez, C. S., Pérez-Jiménez, G. M., Asencio-Alcudia, G. G., Jiménez-Martínez, L. D., Mendoza-Porras, O., ... & Martínez-García, R. (2023).

Hannibal Peces: canibalismo y su efecto en la acuicultura. Revista de Divulgación

Multidisciplinaria del Centro Universitario de la Costa, 2(3).

Sustentabilidad y Manejo a Largo Plazo de la Actividad Acuicola. 2010 Chile

https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-1097_documento.pdf

Tunçelli, G., & Memiş, D. (2024). The effect of swimming activity and feed restriction of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on water quality and fish- plant growth performance in aquaponics. Journal of Fish Biology, 104(5), 1493-1502.

Valdebenito, I. I., Gallegos, P. C., & Effer, B. R. (2015). Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. Zygote, 23(2), 177-197.

Yapuchura Saico, C. R., Mamani Choque, S. E., Pari Quispe, D., & Flores Mamani, E. (2018). Curvas de crecimiento y eficiencia en la alimentación de truchas arcoiris (*Oncorhynchus Mykiss*) en el costo de producción. Comuni@ cción, 9(1), 68-77.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA U OPTATIVA:

APOYO TÉCNICO REQUERIDO: TV, proyector.

SOPORTE: No requiere

CARGA HORARIA TOTAL: 160

Horas Asincrónicas:

CRONOGRAMA:

Se adjunta.