

Cultivo de trucha arco iris y tilapia nilotica para evaluación de las posibilidades de la acuicultura en canteras en el sudeste de la provincia de Buenos Aires



María Fernández Subiela

Angelina Gorosito

Práctica Profesional Supervisada

Informe final carrera Técnico Superior en Acuicultura y
Procesamiento Pesquero

Universidad Tecnológica Nacional

Mar del Plata- 2011

Resumen

La explotación de canteras de piedras en Batán y Chapadmalal (Buenos Aires Argentina) es una actividad que se realiza desde principios del siglo XX. Una vez extraído el material, estas quedan inundadas, abandonadas e inutilizadas siendo un riesgo para la población de los centros urbanos cercanos y para el medio ambiente (Bocero, S. 1994).

Una forma de ayudar a revertir dicha situación es por medio de la acuicultura, ya que muchas canteras presentan las características aptas para desarrollar el cultivo de peces con óptimas condiciones de cultivo.

Para llevar a cabo este trabajo, se utilizaron las instalaciones de la cantera "Paso de Piedra, (Batan, Partido de general Pueyrredón). Se seleccionaron dos especies de interés comercial: trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Ejemplares de ambas especies fueron introducidos en una jaula ubicada dentro la cantera en distintos períodos a lo largo de un año en función de sus rangos de temperatura óptimos para su crecimiento. Aquí analizaremos el crecimiento y supervivencia de las especies antes nombradas en cultivos de prueba, en zonas de pasivos ambientales como reutilización del recurso, utilizando una dieta basada en Ganave con un 42% de proteínas y registrando las variaciones mensuales de oxígeno disuelto, temperatura y caudal de la cantera.

Los resultados son comparables con trabajos realizados con anterioridad por otras instituciones, y pueden mantenerse en un periodo de tiempo determinado siendo la temperatura un factor limitante, por esto los cultivos serán rotativos a lo largo del año, llevándose a cabo el cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de marzo a octubre y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) de noviembre a marzo.

En el presente trabajo se exponen las actividades realizadas durante la práctica y los respectivos datos obtenidos.

Introducción

Estas canteras están situadas dentro de la repartición político-administrativa de la Delegación Municipal, dependiente del Partido de Gral. Pueyrredón, en el sudeste de la provincia de Bs. As (fig. 1).

A través de la ruta provincial 88, en el Km 11 o Km 14.5, puede accederse a esta zona de explotaciones mineras que se localiza a la vera del denominado circuito de canteras, en la zona periurbana de los poblados homónimos.

Este territorio ha sido (y en parte lo sigue siendo) el soporte de crecimiento y desarrollo de la actividad minera más importante del sudeste de la provincia de Buenos Aires y en buena medida incidió en el crecimiento urbano, en el desarrollo social y económico de las comunidades circundantes y al mismo tiempo produjo una fuerte transformación del paisaje, que hoy posee una identidad propia con sus aspectos positivos y negativos desde una perspectiva ambiental.

Las canteras abandonadas se denominan pasivos ambientales. El pasivo ambiental es el conjunto de los daños ambientales, en términos de contaminación del agua, del suelo, del aire, del deterioro de los recursos y de los ecosistemas, producidos por una empresa, durante su funcionamiento ordinario o por accidentes imprevistos, a lo largo de su historia (Martínez-Alier J., 2001,). La restauración completa de un impacto ambiental es prácticamente imposible. Hay que contemplar el término restaurar como sinónimos de recuperar o rehabilitar. En este marco surge la posibilidad de hacerlo a través de la acuicultura.

La acuicultura abarca, en general, el cultivo de organismos acuáticos (vegetales y animales), entre los cuales se ubican los peces. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar e informar acerca de la experiencia realizada en la cantera "Paso de Piedra" (Yaraví S.A.), donde se llevaron a cabo cultivos de trucha arco iris (*Oreochromis niloticus*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en módulos tecnológicos denominados jaulas.

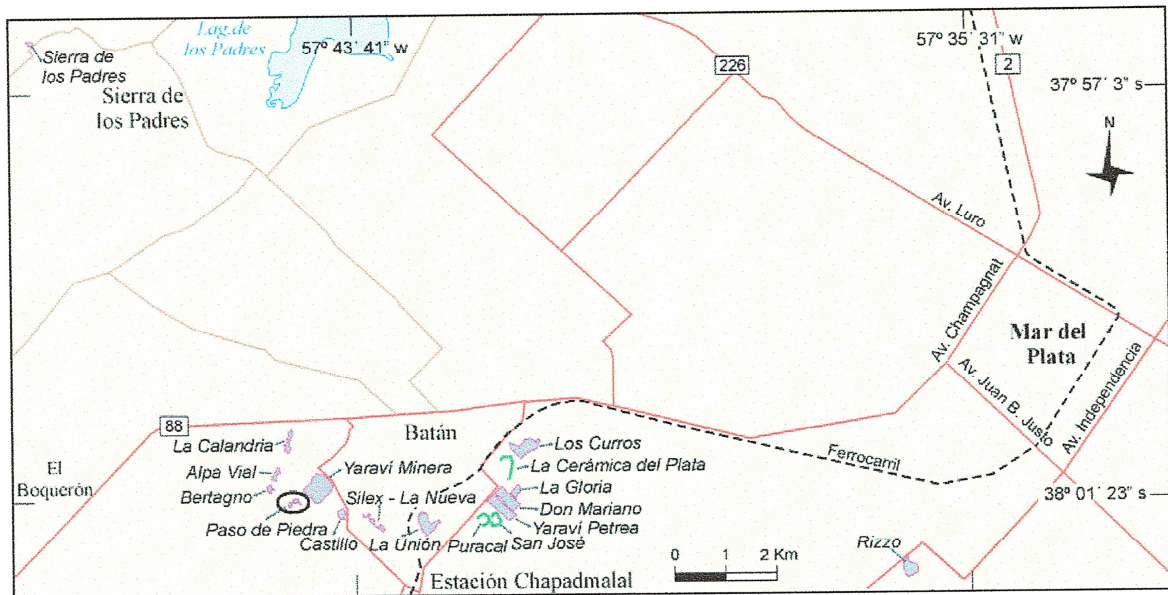


Fig.1: Ubicación cantera "Paso de Piedra" (Extraída del Rio. JL 2005)

Objetivos

- Evaluar la posibilidad de realizar una actividad acuícola en un pasivo ambiental como forma de rehabilitar la cantera "Paso de Piedra" (Yaraví S.A.).
- Realizar experimentos de crecimiento de juveniles y adultos de trucha arco iris y tilapia nilotica en módulos tecnológicos denominados jaulas.
- Caracterizar los factores físico-químicos del cuerpo de agua del pasivo ambiental
- Realizar tareas de rutina propias de un emprendimiento en acuicultura que permiten la formación integral del alumno de la Tecnicatura Superior en Acuicultura y Procesamiento Pesquero

Materiales y métodos

Ubicación y características del área de estudio

La cantera “Paso de Piedra” (fig. 2y 3) fue la seleccionada para llevar a cabo este estudio por sus características que proporcionan calidad y volumen necesario de agua, parámetros físico-químicos aptos para el cultivo de organismos acuáticos, cercanía a ambientes poblados, cómodo acceso, presencia de personal de control continuo que impide la circulación en el área de la cantera y presencia de abundancia de flora lacustre (humedal, ecosistema natural) que funcionaría como filtro biológico.



Fig.2 3: Vista del espejo de agua de la Cantera “Paso de Piedra”.

Características de las especies utilizadas

Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

La trucha arco iris (fig. 4) es nativa de las cuencas que drenan al Pacífico en Norte América, abarcando desde Alaska a México. Desde 1874 ha sido introducida en las aguas de todos los continentes excepto la Alaska. La producción se expandió grandemente en los 1950s con el desarrollo de los alimentos peletizados. En nuestro país, fue introducida al filo del inicio del siglo pasado en ambientes naturales patagónicos y se la cultivó durante muchos años en forma artesanal. A partir de 1990, comenzaron los cultivos más expresivos y la trucha arco iris, terminó convirtiéndose en una especie de alto nivel.



Fig. 4: Ejemplar juvenil de trucha arco iris

La trucha arco iris es un pez resistente y fácil de desovar, de crecimiento rápido, tolerante a una amplia gama de ambientes y manipulaciones; los alevines grandes pueden ser iniciados fácilmente en la alimentación con una dieta artificial. La trucha arco iris es capaz de ocupar muchos hábitats diferentes, que abarcan desde un ciclo de vida anádromo hasta habitar de manera permanente en lagos. La especie puede soportar amplias gamas de variación de temperatura (0-27 °C), pero el desove y crecimiento ocurren en una gama más estrecha (9-14 °C). La temperatura óptima del agua para el cultivo de trucha arco iris está por debajo de 21 °C. Como resultado, la temperatura y disponibilidad de alimento influyen el crecimiento y la maduración, haciendo que la edad de madurez varíe; aunque por lo general es 3-4 años.

Las truchas no desovarán naturalmente en sistemas de cultivo; de modo que los juveniles deben ser obtenidos ya sea por desove artificial en un hatchery o por recolección de huevos de poblaciones silvestres. Las larvas están bien desarrolladas al momento de la eclosión. En la naturaleza, las truchas adultas se alimentan de insectos acuáticos y terrestres, moluscos, crustáceos, huevos de peces y otros peces pequeños, pero el alimento más importante son los camarones de agua dulce, que contienen los pigmentos carotenoides responsables del color rosado-naranja en la carne (FAO. Programa de información de especies acuáticas).

Los alevinos de trucha arco iris utilizados procedieron de la estación de piscicultura de Quequén (Buenos Aires) con un promedio de talla estándar de 16.1cm, un largo total de 18.02cm y un peso total promedio de 76.81gs. El periodo experimental fue de mayo a octubre 2009.

Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*)

Su distribución original fue el sur de África Central y a partir de, aproximadamente, el año 1939, comenzó a distribuirse en otros países, de tal forma que, hoy en día, se la encuentra en casi todo el mundo.

La tilapia (fig.5) es, en general, altamente tolerante a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de amoníaco; resistiendo además, altas salinidades, de hasta 20 ups (%). La ausencia de habilidad de la tilapia para tolerancia a las bajas temperaturas, se convierte en un serio problema en la instalación de sus cultivos en regiones de clima templado. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11 °C. Su alimentación cesa por debajo de los 16-17°C y las enfermedades o muertes se producen cuando se las maneja por debajo de los 16-17°C. La temperatura óptima se ubica entre los 23 y 2 °C.



Fig. 5: Ejemplares de tilapia nilotica

La reproducción se inhibe cuando las temperaturas se sitúan por debajo de los 20°C. El primer limitante del cultivo de peces, es la calidad del agua en los cerramientos utilizados. Esta especie sobrevive a concentraciones de 0,5 mg/l, niveles considerados menores que para otras especies. Esta particularidad se debe, en parte, a su habilidad de extraer el oxígeno disuelto del film de agua de la interfase agua-aire. La concentración normal de oxígeno para una correcta producción, es la de 2-3 mg/litro, ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por períodos prolongados. Crecen mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5.

Las tilapias se alimentan en ambiente natural de una amplia variedad de ítems, desde plancton, organismos bentónicos, invertebrados de la columna de agua, larvas de peces, detritus, materia orgánica en descomposición, etc. (Ministerio de agricultura ganadería y pesca).

Los alevinos de tilapia utilizados para a experiencia procedieron del criadero de San Vicente, provincia de Buenos Aires, con un promedio de talla estándar de 11.5 cm. El periodo experimental fue de noviembre a marzo 2010.

Descripción del módulo tecnológico utilizado

Se instaló una jaula flotante en la cantera (fig.6) donde se colocaron truchas en marzo 2009 y tilapias en noviembre 2010 realizándose muestreos mensuales para el seguimiento de la experiencia.

El diseño de las jaulas flotantes ha de depender en gran medida de las condiciones que prevalezcan en el lugar escogido. En aguas tranquilas y protegidas pueden usarse estructuras ligeras, consistentes, en poco más que tres o cuatro flotadores unidos entre sí ligeramente. (Sterenson, J. P. 1987)

El dispositivo consta de 6 compartimentos unidos por un pasillo (fig. 7). La medida de cada uno de ellos es de 3 metros de largo, 3 metros de ancho y 3 metros de profundidad., con mallas de calibre de tejido de 9/ 16 pulgadas, las cuales fueron lavadas y desinfectadas antes de su uso. Sobre la superficie de las jaulas se colocaron redes de protección (pajareras) con el fin de evitar la posible predación por parte de las aves.

El tamaño de la malla debe ser la mayor posible, pero adecuado al tamaño de los peces. Las redes pequeñas tiendan a cegarse con algas después de cierto tiempo, e impidan el adecuado movimiento del agua. Las redes sucias deben secarse, y dejarse secar en la oscuridad, en un bidón cubierto o algún recipiente similar. Las algas se secarán y podrán extraerse.

Puesto que la aireación será difícil y el movimiento de agua puede no ser grande, la densidad de población en cajas de este tipo será baja y variará de unos lagos a otros, dependiendo principalmente del movimiento del agua y de la temperatura en las diferentes estaciones.

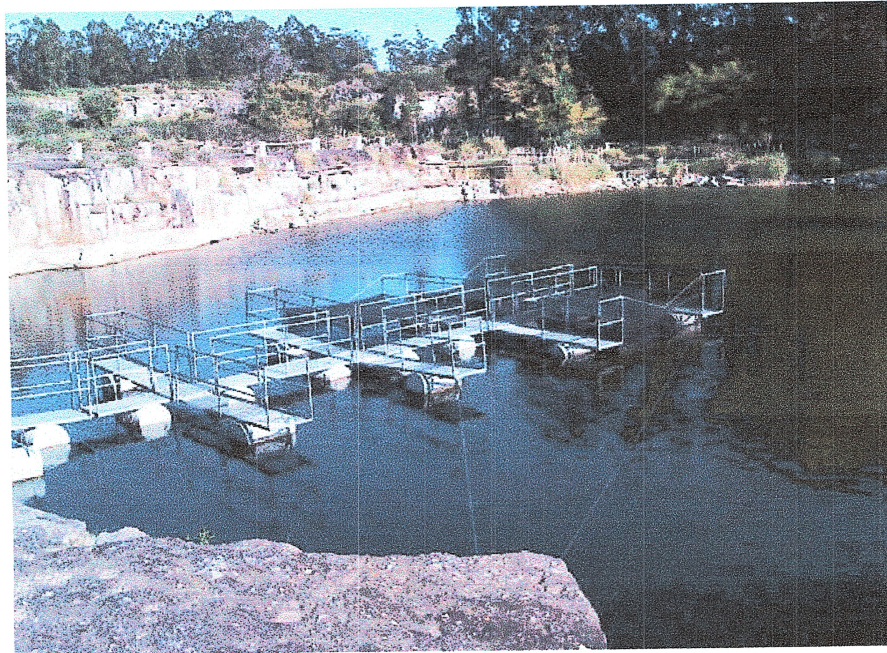


Fig. 6: Módulo tecnológico o Jaula ubicado dentro del espejo de agua en la cantera.



Fig. 7: Pasillo que une a seis compartimentos que posee la jaula

Procedimientos

Teniendo en cuenta determinaciones previas de factores físico –químicos del cuerpo de agua de la cantera se procedió a cultivar los ejemplares de trucha arco iris desde marzo hasta octubre del año 2009. La temperatura superficial del agua durante este periodo oscilo entre los 7 a 16 grados Celsius. Las tilapias fueron introducidas en noviembre hasta marzo del 2010 con una temperatura que rondaba los 26 grados Celsius.

Previo a la colocación la jaula en la cantera con sus respectivas redes, los animales fueron distribuidos al azar en los compartimentos de la misma. En el caso de las truchas, en la jaula 1 quedaron 94 y en la jaula 2 110 con un peso promedio de 76.81gs. Las tilapias se repartieron en 3 debido a que eran más cantidad.

El alimento fue suministrado de forma manual y controlada 1 a 2 veces al día en función de las condiciones meteorológicas, concentración de oxígeno disuelto y temperatura. La cantidad proporcionada debe ser en relación con el tamaño del pez, por ello fue calculada luego de cada muestreo de acuerdo a la tabla de Philips asegurando la adecuada alimentación. El alimento balanceado utilizado fue Ganave con distintas medidas, conteniendo un promedio del 42% de proteínas.

Actividades diarias

Las actividades diarias consistían:

- Tomar y registrar la temperatura del agua por la mañana y por la tarde,
- Medición de la concentración de oxígeno disuelto en el agua (OD),
- Alimentación dividida en dos raciones (siempre que las condiciones climáticas fueran las adecuadas).
- Se hicieron observaciones cualitativas de las condiciones ambientales tales como nubosidad, vientos, lluvias y tormentas.

Los instrumentos de medición utilizados fueron termómetro, oxímetro digital y, para la ración exacta de alimento, balanza digital.

Actividades mensuales

De forma mensual se procedió a realizar muestreos de los peces (Fig. 12). Estos se efectuaron por la mañana para disminuir el estrés causado por la temperatura, la cual se va elevando en el transcurso del día y con ayuno de 24hs.

La muestra de cada jaula era de entre 10 y 20 animales, los cuales se retiraban de forma aleatoria y a distintas profundidades (Fig. 9). La rutina comenzaba por preparar una solución de benzocaína (1 g/ml), disuelta previamente en alcohol etílico, para anestésiar y evitar estrés en los peces a causa del manipuleo. Una vez lista, se capturaban de la jaula una cantidad significativa de animales en relación a la cantidad total (fig. 8). Estos eran puestos en un recipiente de plástico y, de este, se iban sacando de a dos o tres para adormecerlos con benzocaína y proceder a pesarlos en balanza digital (fig.10), realizar medición de largo cefálico (LC), estándar (LS) y total (LT) con un ictiómetro (fig. 11), observar apariencia general (estado de branquias, opérculos, aletas, piel, ojos), rasgos de alguna patología y tomar fotos. En simultáneo se anotaban en las planillas los datos obtenidos (adjuntas en el presente trabajo) Después de ello eran devueltos a sus respectivas jaulas prestando atención que se recuperaran del efecto de la anestesia.

En caso de animales muertos, eran descartados de la jaula y se anotaban para llevar registro.

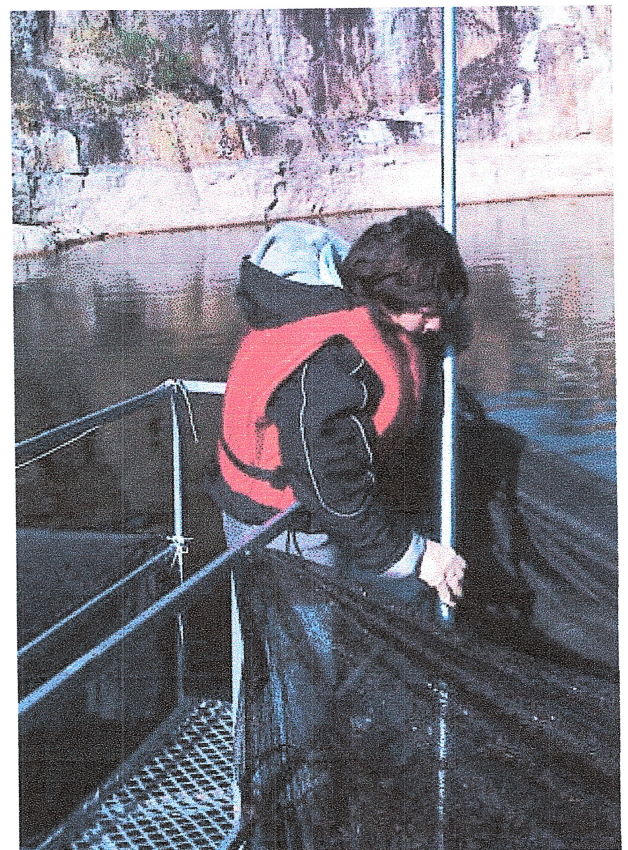


Fig. 9: Captura de animales para efectuar muestreo

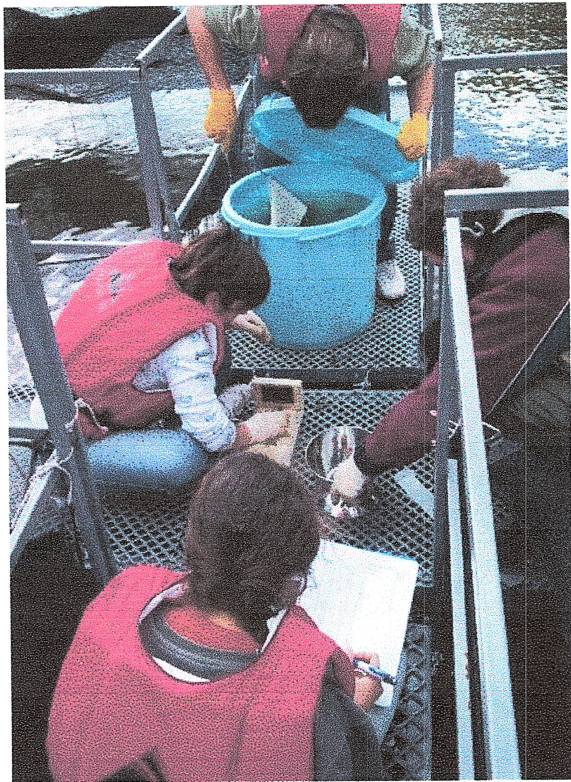


Fig. 12: Realizando muestreo y anotaciones



Fig. 10: Peso de trucha arco iris con balanza digital



Fig. 11: Medición de juvenil de trucha arco iris

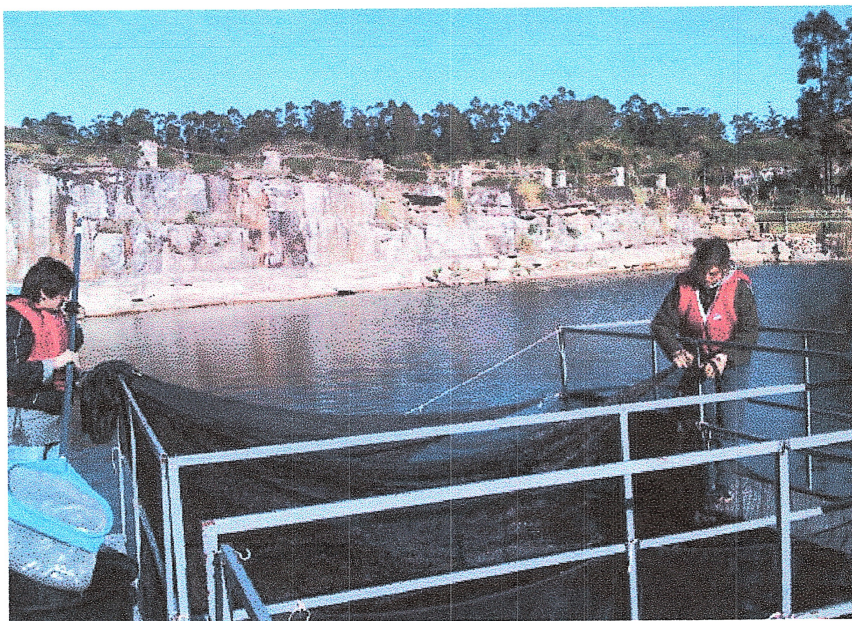


Fig. 8: Retirando pajareras para proceder a realizar el muestreo

Tareas de laboratorio

En el laboratorio de la UTN se realizó el conteo y medición de todos los ejemplares, tanto antes de sembrarlos en la cantera como al retirarlos de la misma, incluyendo la necropsia de alguno de ellos.

Cálculos de raciones

Luego de cada muestreo y en base de los datos obtenidos en este, se calculaba la dieta diaria para optimizar y asegurar la correcta alimentación.

La ración suministrada a cada uno de los compartimentos de la jaula se calculó utilizando la tabla de Philips para trucha arco iris: Porcentaje de peso corporal (como ración diaria) para grupos de diferentes tamaños en aguas a distintas temperaturas (según Deuel et al., 1952).

En función del porcentaje corporal, temperatura (°F), biomasa y cantidad de animales se obtenía la cantidad de alimento (en gramos) a entregar por día a cada jaula.

Resultados y discusión

La cantera "Paso de Piedra" presenta una serie de características que favorecen e hicieron óptimas las condiciones de trabajo y cultivo de los organismos, proporcionando calidad y cantidad de agua, parámetros físico-químicos aptos para el cultivo de organismos acuáticos, cercanía a ambientes poblados, cómodo acceso, presencia de personal de control continuo que impide la circulación en el área de la cantera y presencia de humedal (ecosistema natural) que funciona como filtro biológico.

Al existir una fuerte dependencia del medio, los inconvenientes que se presentaron fueron, en su mayoría, los ligados a las condiciones meteorológicas y a la condición de cantera de piedra. Esta permite el cultivo de trucha arco iris en época invernal, siendo indispensable retirar los ejemplares a fines de octubre, como último plazo, ya que se observa el aumento de mortandad por la temperatura y demás parámetros que se disparan con el cambio de la misma, siendo el más crítico la disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el agua. No ocurre lo mismo con la tilapia nilótica donde la temperatura ideal para su cultivo se extiende de noviembre a marzo.

Ante la falta de lluvia, la disminución del nivel del agua se convierte en un riesgo por lo que, en casos extremos, fue necesario realizar bombeo desde el humedal.

Los animales tuvieron una exitosa adaptación no observándose signos patológicos, nados erráticos ni mortandad elevada. Al contrario, presentaron una apariencia externa excelente, buena respuesta a la alimentación logrando un crecimiento progresivo (se puede observar en figuras 15 y 16) y homogeneidad del lote a la hora de la cosecha.

El único inconveniente observado fue cercano a la fecha de cosecha, en el mes de octubre, donde tres ejemplares de trucha arco iris presentaron recorte de opérculo (Fig. 13 y 14). Se concluyó que probablemente corresponda a que la concentración de oxígeno disuelto estaba mas bajo de lo normal lo que pudo provocar dicho problema, que por cierto resulto insignificante.

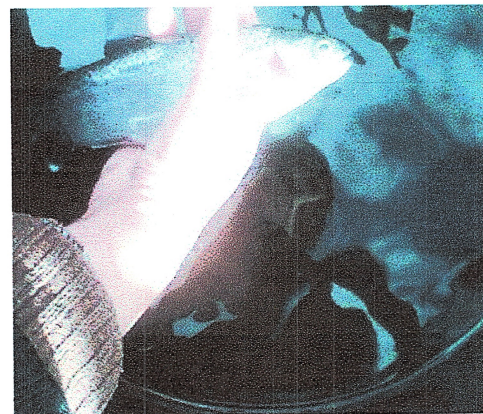
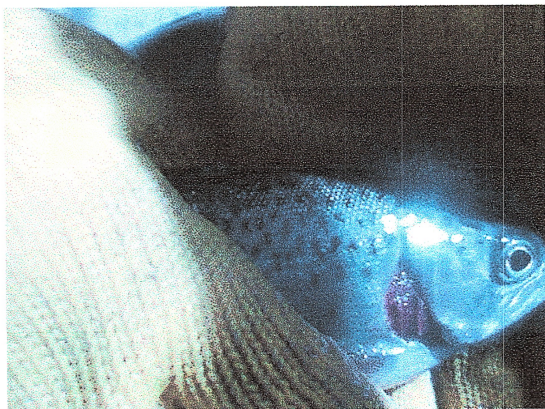


Fig. 13 y 14: Recorte de opérculo observado durante el mes de octubre.

La experiencia con trucha arco iris tuvo una duración de seis meses obteniendo un peso promedio de 250.33 grs. y un largo estándar de 27.72 cm. El crecimiento fue de 167.39 grs. durante dicho período.

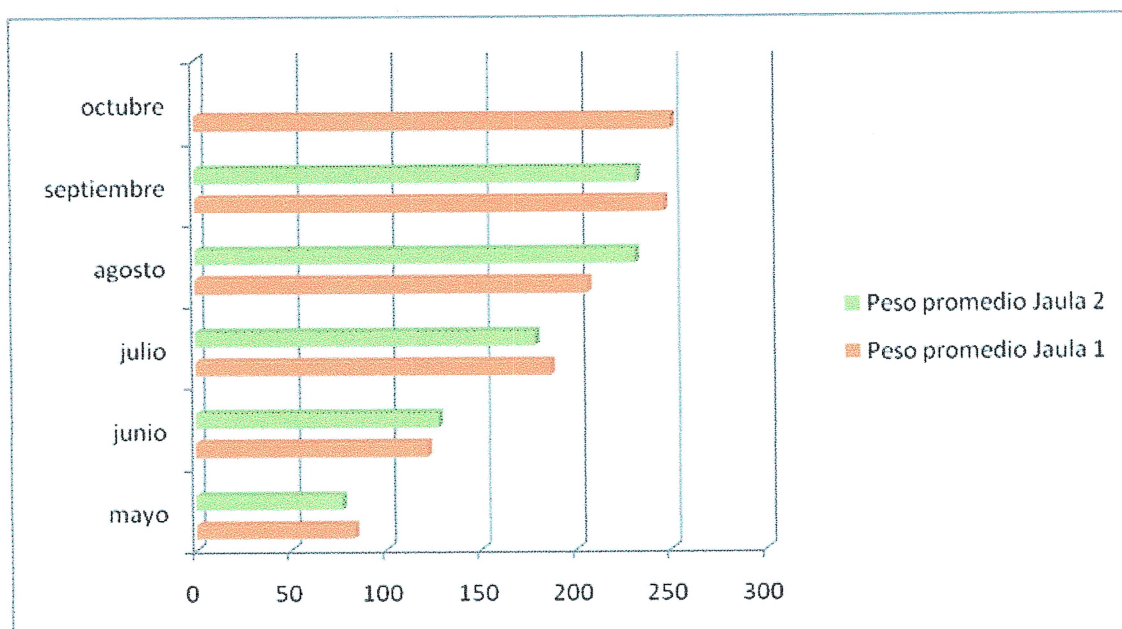


Fig.13: Peso promedio de trucha aro iris

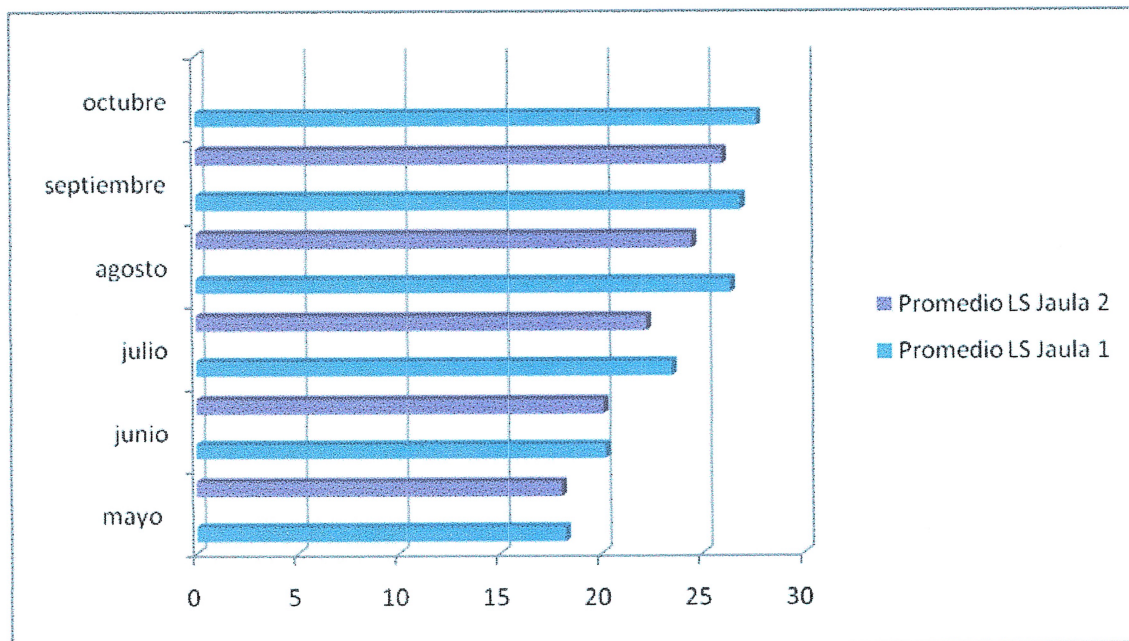


Fig.14: Promedio Largo standar de trucha arco iris

La actividad dentro de la cantera traería múltiples beneficios:

- Utilización de lugar que no es apto para otra actividad
- Evitar depósitos espontáneos de basura
- Lugar de recreación (en caso de pesque pague)
- Posibilidad de procesamiento posterior obteniendo un producto de alto valor agregado que se podría comercializar, como podría ser ahumado de pescado.
- Puestos de trabajo
- Opción de extenderlo a todas las canteras que estén inactivas o abandonadas
- Generar conciencia

Conclusiones

Las posibilidades de realizar una actividad acuícola en las canteras inundadas no solo traerían un beneficio económico sino que también lo sería para el ambiente. Dicha experiencia puede servir de puntapié para extenderlo a todas las canteras abandonadas de la zona (siempre realizando previo análisis físico - químicos del cuerpo de agua). Sería necesario realizar otra con mayor densidad de carga dentro de la jaula para ver como soporta la cantera, ya que solo se utilizaron dos y tres compartimentos de los seis que posee la jaula.

La alimentación de los peces debe tener en cuenta dos particularidades: el medio acuático y la amplia gama de peso (100mg a algunos kilogramos) de los peces a alimentar. Ello da lugar a problemas específicos en relación con la presentación de los alimentos y las modalidades de distribución debido a su interferencia con el dominio de la calidad del agua. A estos factores se añaden los ligados a la poiquilotermita, puesto que, aunque la influencia de la temperatura sobre las necesidades alimentarias no está bien establecida, en cambio está claro que este parámetro modifica las capacidades de crecimiento y la ingestión de alimentos. A su vez, la alimentación es uno de los aspectos productivos más influyentes. Una utilización más eficiente del alimento se puede traducir en una importante disminución en los costos de producción. Debido a que el alimento y los costos de alimentación generalmente representan el mayor costo operativo de una explotación intensiva de engorde (Huguenin y Ansuini 1978; Chua y Teng, 1980; Kim, 1984; Sungkasem, 1982; Shang, 1983) y según Higos et al. (1995) pueden constituir hasta el 65 % de los costos de producción anuales totales de los criaderos comerciales, es esencial que el alimento sea suministrado de tal manera que proporcione un máximo de biomasa producida por cada unidad de alimento entregada.

Por lo tanto sería interesante e importante realizar tratamientos con diferentes formas de alimentación para escoger aquella que sea no sólo la más eficiente, económica y rentable sino también que evite desperdicio de alimento no consumido que al descomponerse alterarían la calidad de agua.

El tamaño ración o pan size o plato (250-300 g) de trucha arco iris es la que actualmente se produce en mayor proporción, debido a que los costos de producción que son altos en el país, llevan al productor a alcanzar este peso en el menor tiempo posible, para llegar a mercado. Sin embargo, este tipo de trucha no es la que evidencia mayor demanda en los mercados, justamente debido a su alta producción, existente en los países de la Unión Europea. Su ausencia de demanda, está unida además a los bajos precios ofrecidos por este producto en el exterior, relacionado ello, ampliamente, a su alta producción (194.200 tn/año, según datos de 1995 de la FEAP (Asociación Europea de Productores de Acuicultura). Por lo tanto, para un acuicultor argentino, se torna muy difícil alcanzar un volumen de producción suficiente para

mercado externo a un precio que reditúe la inversión efectuada. Considerando esto y dado que el nivel de producción en las canteras es bajo (debido al espacio físico de la cantera Paso de Piedra en particular) se podría llevar a cabo un proceso productivo que finalice en un producto con valor agregado como lo es el ahumado de pescado. De esta forma se intentaría insertar un nuevo producto artesanal en la zona que significaría puestos de trabajo y otra atracción para el crecimiento turístico del lugar.

Bibliografía

Barnabé G. 1991. *Acuicultura II*. Omega, Barcelona. 488,496, 497 pp.

Bocero, S. 1994. Batán: una aproximación a la caracterización de las actividades productivas y su problemática ambiental. Tesis de Licenciatura en Geografía. Fac. Hum. UNMDP.

del Río, JL 2005. *Estrategias de recuperación de áreas degradadas por explotaciones mineras a cielo abierto en el Partido de Gral. Pueyrredón, provincia de Buenos Aires: sus posibilidades de restauración, reparación o rehabilitación productivas*. Centro de geología de costas y del cuaternario. Dirección Provincial de Minería.

FAO. Programa de información de especies acuáticas. Hojas informativas. Disponible en:

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es (16/02/11)

Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Acerca del cultivo de Tilapia nilotica y Tilapia roja. Disponible en:

http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/01-Especies/archivos/000008-Tilapia/071201_Acerca%20del%20Cultivo%20de%20Tilapia%20Roja%20o%20Del%20Nilo.pdf

Montenegro R. 2002. *Ecología de sistemas urbanos*. Maestría GADU, FAUyD, UNMDP.

Martinez-Alier J., 2001, Mining conflicts, environmental justice and valuation, en Journal of Hazardous Materials, 86, 153-170

G. A. Morales y R. Quirós, 2007 Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. Área de Sistemas de Producción Acuática, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Nutrición Acuícola. Facultad de ciencias pecuarias, Universidad de Nariño-Colombia.

Wicki, G.A. y Luchini, L. 2002 (revisión). Evaluación del potencial para acuicultura en la región del Comahue. (Provincias de Neuquén y Río Negro) .Información Básica. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA).

G. A. Morales, 2004. Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (*Oncorhynchus_mykiss*) en jaulas bajo diferentes regimenes de alimentación. Área de sistemas de Producción Acuática, Facultad de Agronomía.

Sterenson, J. P. 187. Manual de cría de trucha. Zaragoza: Acribia.