



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO
AMBIENTE

“CRECIMIENTO DE TRUCHA ARCOIRIS (*Oncorhynchus mykiss*) BAJO CULTIVO
CON AGUA DEL MANANTIAL DE PUELEN, LA PAMPA”.

Alvaro Alexis BERGUÑO

SANTA ROSA (LA PAMPA)
ARGENTINA

2008

PREFACIO

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Cátedra de Manejo de Recursos Bioacuáticos dependiente del Departamento de Recursos Naturales, durante el período comprendido entre el 16 de marzo del 2007 y el 19 de junio del 2008, bajo la dirección del Lic. Del Ponti Omar David; y bajo la codirección del Lic. Marani Jorge Luis.

Agradecimientos: en primer lugar a Cacho y a Jorge Luis por la oportunidad. A Raúl Steffanazi y Rodolfo Braun por las correcciones. También a Antonio Quintana, Manolo Peletay, Lito Orozco, Tito Amado, Hugo Matalia, Jorge Espindola, Tato Miranda, Fleita, Gabriel Golberg, Coco Jasin, Juan Pagano, Marcos Magioni, Milton Pino, al Pueblo de Puelén, a la Escuela Hogar y Polimodal de Puelén. A Jorge Bruzone.

A Francisco Gonzales Del Pino, Demian, David Rodriguez y Mariano Goris por el aprendizaje.

Dedicado especialmente a mis Padres, mi Familia, a Luciana y a mis Amigos.

.

19 de Junio de 2008

Firma

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA.

RESUMEN

A la hora de determinar si una fuente de agua es apta para la producción acuícola, además de la cantidad y calidad de la misma, es imprescindible conocer los parámetros biológicos de crecimiento y de alimentación y producción bajo condiciones de cultivo. Se evaluó el crecimiento de individuos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para las etapas de cría, pre engorde y engorde en estanques bajo las condiciones físico-químicas limitantes que presenta el agua del manantial de Puelén (37°20'28,7"S-67°37'00,0"O).

Durante un año se realizó el seguimiento del crecimiento, factor de condición, relación largo-peso, crecimiento por unidad térmica, coeficiente de crecimiento térmico, conversión alimentaria y mortalidad, registrados en los distintos lotes cultivados.

Durante las etapas de cría, pre engorde y engorde con densidades cercanas a los 10 kg/m³ se obtuvieron los mejores valores de crecimiento. Por el contrario, a densidades superiores, los valores registrados fueron en general bajos. Sin embargo, el factor de condición siempre fue alto.

Los resultados obtenidos revelaron que el crecimiento registrado es comparable al de otras experiencias y permiten confirmar la factibilidad técnica de un emprendimiento comercial. Por lo tanto, se sugiere aprovechar la ventaja térmica del agua del manantial de Puelén cultivando hasta densidades inferiores a 15 Kg/m³; pudiendo disminuir aún más el período de cultivo necesario para alcanzar las tallas comerciales.

SUMMARY:

At the time of determining whether a water source is apt for trout production, it is essential to know the biological parameters of growth, feeding and production under realistic conditions, besides taking the quantity and quality of the water source into account.

An evaluation of individual rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) was conducted for each of the following stages: fingerlings, younglings and commercial size, in pools and under the limiting physical chemicals conditions of Puelen water-spring.

Through a year, a follow up was conducted of the growth evolution, factor of condition K, relation length-weight, growth by thermal unit, coefficient of thermal growth, food conversion and mortality. The data was recorded for each of the different lots.

Growth was good during the three stages while the densities stood at around 10 kg/m³. However, the parameters of growth in higher densities were generally lower although the

factor of condition K in these lots was high. The results recorded showed that the growth obtained compares with other experiences thus making it possible to confirm the technical feasibility of a commercial enterprise for trout production in Puelén. Additionally, it is suggested to take advantage of the thermal characteristics of Puelen water-spring, keeping production below the 15 kg/m³ density line so as to be able of diminishing the time-period required for the crop to reach commercial size.

INDICE

Resumen.....	1
Summary.....	1
Introducción.....	3
Objeto del Trabajo.....	7
Hipótesis.....	8
Materiales y Métodos.....	8
Área de Estudio.....	8
Metodología.....	9
Resultados.....	16
Parámetros del Agua.....	16
Parámetros Biológicos y Productivos (Primer Camada).....	19
Parámetros Biológicos y Productivos (Segunda Camada).....	22
Parámetros Biológicos y Productivos (Tercer Camada).....	27
Tiempos de cultivo necesarios y comparación con otros autores.....	32
Discusión.....	36
Conclusión.....	38
Sugerencias.....	39
Anexo.....	41
Referencias Bibliográficas.....	44

INTRODUCCION

Distintas especies de truchas y salmones son cultivadas de forma extensiva hasta super-intensiva con propósitos deportivos y/o comerciales. En el primer caso se utiliza la piscicultura de repoblación con el objeto de realizar introducciones o resembrar aquellos ambientes que presentan condiciones favorables. Esto ocurrió en Argentina desde el año 1904 cuando se comenzó a introducir la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para fomentar la pesca recreativa en los lagos del sur (Sue Matthews, 2005). Mientras que para el segundo los individuos provienen de la pesca artesanal o en mayor escala, de la acuicultura. Esta actividad corresponde a un tipo de piscicultura de aguas frías que se desarrolla por debajo de los 20 °C e involucra a varias especies entre las que se destacan la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón del atlántico (*Salmo salar*) y el salmón plateado o coho (*Oncorhynchus kisutch*) (Sue Matthews, 2005). A diferencia de la pesca artesanal, el cultivo posee una serie de ventajas como: conocer previamente el volumen y costos de la producción, la conservación del recurso natural, bajar costos, lograr un producto más uniforme, tener independencia de la estacionalidad y estandarizar la calidad (Salas, 1996 de Gonzales del Pino).

La familia de los Salmónidos incluye varias especies, todas nativas del hemisferio norte. Están distribuidas por todo el mundo en más de 80 países incluso por gran parte de América del Sur; donde la piscicultura apunta a proveer al mercado de la exportación de pescado fresco y congelado, salmón ahumado y sushi (Sue Matthews, 2005). Entre ellas la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es una de las especies más importantes para la acuicultura debido en gran parte a las aptitudes que posee para su cultivo: eficiente y fácil reproducción artificial, eficiente conversión del alimento, baja agresividad, periodo de crecimiento rápido, acostumbamiento al hombre, baja pérdida por descarte, aceptación por los consumidores y altas tolerancias a temperaturas, salinidad y densidad de cultivo (Alvarado, 1983; Del Valle, 1993; Huet, 1998).

En una instalación de salmonicultura con fines comerciales el objetivo principal es producir peces en el menor tiempo y costo posible, buscando la máxima rentabilidad. El rol de la temperatura en cuanto al metabolismo de los peces es el de acelerar las reacciones y aumentar la tasa metabólica de forma exponencial hasta llegar a un valor máximo. En ese punto el metabolismo se mantiene constante para luego descender a medida que se acerca al límite de temperatura letal del agua (Brett y Groves, 1979 de Egea Nicolás M. A. et al,

2002). Por lo tanto el rango de temperatura de cultivo tiene una incidencia directa en cuanto al óptimo funcionamiento del metabolismo de esta especie, donde la ingestión y el crecimiento son máximos (Morales, 2004).

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) crece en un rango térmico que se extiende de los 6°C a los 20°C, pero el ideal se sitúa entre los 15°C y los 18°C (Del valle, 1993; Stevenson, 1985 y Barnabé, 1991; Sedgwick, 1988; Salas, 1996 de Gonzales Del Pino). También sobrevive en rangos más amplios, sin embargo el crecimiento se aleja del óptimo que debería registrarse para realizar el cultivo. (Egea Nicolás M. A. et al, 2002). Además es necesario que el agua de cultivo tenga una elevada concentración de oxígeno, un pH entre 6 y 8,5, niveles normales de salinidad y bajos en materias en suspensión, amoníaco y compuestos nitrogenados (Blanco Cachafeiro, 1984; Del valle, 1993; Stevenson, 1985; y Salas, 1996; Barnabé, 1991; Roselló, 1971 de Gonzales Del Pino).

Esta actividad se puede desarrollar empezando por alguna de sus etapas o realizando piscicultura de ciclo completo. Cualquiera sea la elección se divide al cultivo en tres etapas:

1) Incubación y Alevinaje: se parte de ovas fecundadas o embrionadas, hasta alcanzar el estado de alevino o juvenil pigmentado. El pez se desarrolla en el huevo y continua con su crecimiento hasta el momento en que pierde su coloración de alevín completando el alevinaje (Huet, 1998). Esta fase se lleva a cabo en un recinto cerrado y cubierto, debido a que la luz solar daña los huevos y los alevinos. Se debe prestar especial atención en la higiene y en el cuidado de los individuos, debido a que en esta etapa se presenta la mayor cantidad de muertes.

2) Pre-engorde: en piletas de unos pocos metros cúbicos de capacidad se colocan ejemplares de 1 a 3 gramos hasta que alcanzan un peso de entre 10 y 20 gramos (Del Pino). Hay un mayor control en un momento en el que su ritmo de crecimiento es muy acelerado y las diferencias de tamaño se hacen evidentes.

3) Engorde: se realiza en piletas de varios metros cúbicos o en jaulas flotantes; donde se los mantiene hasta alcanzar los tamaños predeterminados para la venta o consumo.

Teniendo en cuenta esto, debe considerarse que el crecimiento de los peces depende de dos tipos de factores. Unos internos y relacionados con las características genéticas de los individuos y su estado fisiológico (estado de salud, madurez sexual, etc). Mientras que los otros son externos y guardan una estrecha relación con el medio de cultivo (Huet, 1998;

Harper, 1991, Klontz, 1995). Los primeros son hereditarios y están asociados a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización del alimento y a la resistencia a las enfermedades. Mientras que los otros corresponden al medio vital; como la composición química del agua (Harper, 1991), temperatura del agua, oxígeno disponible, presencia de metabolitos (productos de excreción) y sustancias nocivas, calidad, cantidad y frecuencia del alimento suministrado, manejo y densidad de cría (Blanco Cachafeiro, 1984; Huet, 1998; Harper, 1991; Klontz, 1995 y Smith et al., 1988 de Bastardo 2003). Si alguno de estos factores excede un determinado umbral, el crecimiento puede tornarse más lento, detenerse o incluso debilitar al individuo al punto de volverlo susceptible a la acción de algún agente causal de mortalidad. Estos factores dependen de la densidad utilizada en el cultivo, por lo tanto, los peces obtendrán su potencial máximo de crecimiento fisiológico siempre que estos factores no limiten o retarden su crecimiento. Este potencial máximo de crecimiento se obtiene sólo cuando hay suficiente oxígeno, alimento, y escasez de metabolitos (Harper, 1991).

Pero al igual que en el resto de los peces, dentro de una misma especie existen grandes diferencias debido a la raza y a características individuales; sobre todo al hecho de buscar y descubrir el alimento y asimilarlo (Huet, 1998). Se considera que mientras aumenta el tamaño del pez, su capacidad potencial de crecimiento absoluto es más alta. A su vez, la tasa de crecimiento relativo (en porcentaje), o crecimiento por unidad de peso, disminuye con el incremento en peso de los peces (Harper, 1991). Sin duda, el peso de cada individuo influye en la tasa de crecimiento, debido a que durante las etapas iniciales de su vida este crecimiento es muy activo y va disminuyendo hasta que se alcanza un determinado peso y grado de madurez sexual. Muchos establecimientos se dedican a criar únicamente hembras de esta especie dado que los machos, al madurar primero, utilizan la energía procedente de los alimentos para reproducirse y en menor medida para crecer. Esta particularidad se utiliza a nivel mundial para producir truchas en un lapso de tiempo más corto (Bastardo, 2003).

Algunos autores afirman que aún cuando los factores ambientales se mantienen relativamente constantes y la alimentación no se interrumpe se registra una menor tasa de crecimiento para las tallas mayores (Elliot, 1995; Brett, 1974; García, 1994; de Egea Nicolás M. A. et al, 2002).

Otro aspecto importante es la administración del alimento balanceado, dado que el porcentaje que se suministra varía, en forma decreciente, conforme va aumentando la masa del pez. Si se reduce la alimentación por debajo de las necesidades de mantenimiento del

pez el crecimiento se detendrá sin perjudicar la salud del pez, ni su capacidad de crecimiento posterior (Huet, 1998). Esta resistencia parece estar facilitada por la facultad de asimilar sustancias orgánicas directamente del ambiente, por medio de las branquias (Huet, 1998). Varios autores han observado que cuando se reanuda la alimentación los peces atraviesan por una fase de crecimiento rápido que se conoce como crecimiento compensatorio y resulta superior al crecimiento que se puede obtener cuando se alimenta *ad libitum* y de manera continua (Egea Nicolás M. A. et al, 2002).

El productor debe conocer como influyen todos estos factores en el crecimiento del pez, para poder hacer un control de la alimentación que le permita lograr las tallas de comercialización, en los tiempos adecuados a la mayor rentabilidad.

Partiendo de esta base, países como Noruega, Chile, Canadá y Estados Unidos han desarrollado intensamente esta actividad (Luchini, 2004). Aproximadamente el 55 % de los salmónidos cultivados en todo el mundo proceden de Europa occidental, principalmente de la parte septentrional del continente. En América del Norte, se cultiva mayormente el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) acompañado por el salmón del Pacífico (*Oncorhynchus kisutch*) que, a su vez, predomina en Canadá. Mientras que en América Latina y el Caribe el cultivo de salmónidos ha prevalecido por el rápido crecimiento de la producción en Chile (FAO, 2007), sobre todo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), salmón del atlántico (*Salmo salar*) y el salmón del pacífico, plateado o coho (*Oncorhynchus kisutch*) entre otros (Bjordal T., 1999).

La producción mundial de Salmónidos se incrementó en los últimos años pasando de 267.000 tn para 1985 y de 628.000 tn para 1992, a 1.791.061 tn en 2002 hasta alcanzar casi los 2 millones (1.978.109 ton) de toneladas en 2004 (FAO, 2007). Dentro de los diez principales grupos de especies cultivados a nivel mundial, la producción de truchas y salmones se sitúa en el sexto lugar, con un crecimiento anual medio del 5,1% (FAO, 2007) En nuestro país la salmonicultura con fines comerciales se inició recientemente en la década del 70, a través del cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*); especie autóctona de América del Norte (Prieto y Del Valle 1996; Luchini, 2001; Sue Matthews, 2005). Actualmente es el salmónido más expandido ya que la podemos encontrar desde zonas subtropicales como Jujuy, donde vive en arroyos y ríos montañosos de agua fría, hasta el extremo austral de Tierra del Fuego (Luchini, 2001 y Sue Matthews, 2005).

Para la provincia de La Pampa, se cita la presencia de truchas arco iris sólo en el Embalse Casa de Piedra (Gilbert y Del Ponti, 1993; Gilbert et al., 1999; INTA et.al., 2004). En el año 2004 se concretó el proyecto: “Cría de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el

manantial de Puelén, factibilidad y desarrollo experimental”(Del Ponti et al, 2004). Este se enmarcó dentro de un convenio celebrado entre el Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa, el Municipio de Puelén y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la U.N.L.Pam. Previo a la realización de este proyecto se conoce un intento para desarrollar la salmonicultura en el manantial de Puelén, pero fue desechado por considerar que las características del agua estaban por encima de los valores óptimos (Berguño et al, 2005). Implicaba no sólo que los peces no se iban a adaptar al ambiente, sino que resultarían incapaces de tolerar densidades apropiadas como para manifestar un crecimiento eficiente y rentable desde el punto de vista económico.

La primera acción del proyecto fue determinar mediante un ensayo biológico si los ejemplares transportados desde la empresa “Truchas Alicurá” (ubicada a 80 km de San Carlos de Bariloche sobre el río Limay) eran capaces de adaptarse a las condiciones ambientales del manantial de Puelén (Del Ponti y Marani, 2004). Una vez salvado este primer escollo se procedió a la puesta en funcionamiento del actual criadero con unos pocos miles de larvas y juveniles a nivel de escala piloto (Coll Morales, 1991).

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Según los parámetros físico-químicos del agua, al manantial de Puelén se lo puede considerar como marginal para la producción de truchas. Tanto la falta de experiencias previas como la carencia de información sobre el cultivo de esta especie en aguas de características similares, generó cierto grado de incertidumbre sobre la respuesta que tendrían los ejemplares sometidos al bioensayo.

Objetivo general: evaluar si los parámetros biológicos y de alimentación y producción de las distintas camadas en la etapa de cría, pre-engorde y engorde permiten desarrollar un emprendimiento productivo; para ello se utilizó el máximo caudal disponible y se optó por una estrategia de alimentación ad libitum.

Objetivos específicos:

1. Determinar el crecimiento en Longitud, Masa Corporal y Factor de Condición Corporal de las camadas en función del tiempo de cultivo necesario para su comercialización.
2. Calcular el Crecimiento de las distintas camadas teniendo en cuenta el rango térmico bajo la estrategia de alimentación ad-libitum.

3. Evaluar la respuesta de los parámetros de crecimiento a distintas densidades de cultivo.
4. Comparar todos estos parámetros tomados como referencia en distintas experiencias y criaderos comerciales.

HIPÓTESIS.

Bajo las características físico-químicas que presenta el agua del manantial se registran parámetros biológicos, de alimentación y producción comparables a los publicados para otros criaderos o emprendimientos comerciales.

MATERIALES Y METODOS.

ÁREA DE ESTUDIO.

El lugar elegido para desarrollar la experiencia fue el manantial de la localidad de Puelén (37°20'28,7"S-67°37'00,0"O) que se ubica sobre la ruta 151 y surge de las bardas a 400 metros sobre el nivel del mar (Schulz, 1999). Inicialmente, y ante la falta de instalaciones apropiadas, se realizó un bioensayo de aclimatación en una pileta oval perteneciente al Centro Recreativo Municipal por ser la única disponible en ese momento (Del Ponti com. per.).

Este manantial posee un caudal de 100 l/seg y es el de mayor importancia para la región hidrogeológica de la Meseta Basáltica. El agua es clara, pero deficitaria en oxígeno. Luego de atravesar una cascada de 1,30 metros de desnivel, el agua transita cierta distancia desde la zona de afloramiento facilitando el intercambio gaseoso. De esta forma se registran valores de oxígeno disuelto en agua que van de 7,8 a 8,7 ppm. Naturalmente el manantial es del tipo reocreno (Huet, 1998) ya que el agua corre inmediatamente hacia una depresión de suelo pedregoso-arenoso, dominado por un ambiente halófito que se conoce como el Salitral de La Perra. Entre este y el punto de afloramiento del manantial se forma un humedal intermedio habitado por distintas especies. En el medio acuático se desarrollan insectos (*sp.*), renacuajos (*Bufo arenarum*) y/o mojarra (*Jenynsia multidentata*) (Pasma II, 2001). Especies que circularon sin ningún impedimento por todas las unidades ambientales, incluso por la pileta oval.

Esta zona se caracteriza por la presencia de otros manantiales y por las escasas precipitaciones anuales que alcanzan los 170 mm. El agua subterránea se origina por

aportes pluviales y nevadas en menor grado, siendo su profundidad de unos pocos metros. La mayor parte del territorio está comprendido entre las isoterma anuales de 15 °C al este y la de 14 °C al oeste. Mientras que en verano, las isoterma que recorren la región son la de 22°C y 24°C (Schulz, 1999).

METODOLOGÍA

Al principio de la experiencia se planificó un bioensayo de aclimatación con una primer camada de 209 ejemplares de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de 26,6 gramos, de ambos sexos y de edades desconocidas. Los ejemplares luego de 53 días alcanzaron rápidamente unos 120,24 gramos de masa media, lo cual se consideró como una respuesta favorable de adaptación al medio acuático. Al concluir el bioensayo se trajo una segunda camada de ambos sexos y de 42,2 gramos que fue ubicada en la misma pileta que la anterior atravesando un período de aclimatación de 18 días hasta alcanzar los 96,4 gramos (Del Ponti, 2004)

La respuesta obtenida durante esta experiencia sirvió como antecedente para dar inicio a la construcción de las instalaciones que estaban previstas, a fin de intentar el desarrollo del cultivo propiamente dicho. Estas originariamente fueron tres piletas rectangulares a las cuales se les colocaron planchas de hierro planas debajo de la caída de agua para poder aumentar el contenido de oxígeno. Una pileta de 2 m³ se destinó a la etapa de alevinaje y otras dos de 12,34 m³, se utilizaron para llevar a los ejemplares al peso de faena. Posteriormente se incorporó una pileta circular auto-limpiante de 26,4 m³ (Cuadro 1). Todas las piletas contaron con estructuras de protección provistas de tela media sombra de 80% de cobertura, para impedir el paso de los rayos solares; y rejillas de seguridad para evitar eventuales escapes o ingresos de individuos.

PILETA	TIPO.	MEDIDAS (m)	VOLUMEN (m ³)	CAUDAL (lt/seg)	NIVEL DE AGUA (m)	RECAMBIO(Hora)	VOLUMEN DE CULTIVO (m ³)
1	Rectangular (Preengorde- Engorde)	1,28 * 1 * 9,64	12,34	10,46	0,80	3,82	9,87
2	Rectangular (Preengorde- Engorde)	1,28 * 1 * 9,64	12,34	11,35	0,78	4,59	9,62
3	Circular- Autolimpiante (Engorde)	1,40 p * 2,45 r	26,4	5,75	1,20	0,94	22,62
A	Rectangular (Cría- Alevinaje)	0,63 * 0,59 * 5,40	2	1,56	0,49	3	1,67
G	Oval (Bioensayo)	-	14,98	5,92	0,51	1,41	-

Cuadro 1: Características hidráulicas de los estanques de cultivo durante el tiempo que duró la esta experiencia.

Los ejemplares de la primera y segunda camada fueron adquiridos en la empresa Truchas Alicurá dedicada a la producción industrial de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). La tercer camada estuvo compuesta por alevines de 0,8 gramos y de ambos sexos, provenientes de ovas del Centro de Salmonicultura de Bariloche, que eclosionaron en el manantial de Agua de Torres (La Pampa).

La experiencia se desarrolló como un semi-cultivo (Coll Morales, 1991) donde se llegó a la etapa de engorde a partir de larvas y juveniles. Las instalaciones se diseñaron como un sistema de circulación abierto (Coll Morales, 1991) en el cual el flujo de agua fue continuo y sin recirculación.

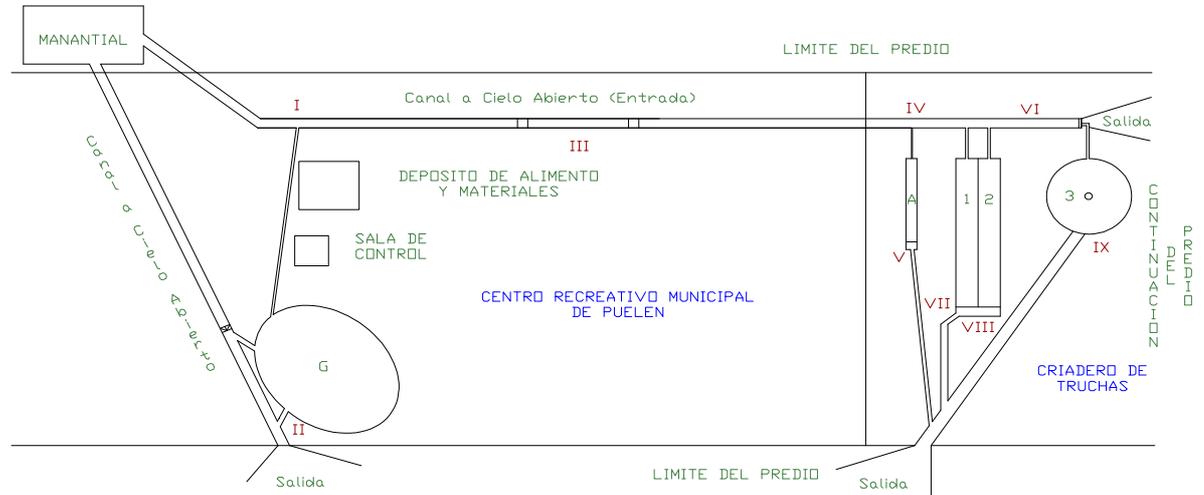
En acuicultura, el seguimiento temporal y cuantitativo de los parámetros fisico-químicos del agua es de vital importancia para evaluar en que condiciones se encuentra el medio de cultivo. Estos parámetros se midieron en puntos estratégicos del criadero (Plano 1 - Escala 1:1000). Los puntos I, III, IV y VI están ubicados a lo largo del canal principal de distribución en puntos de entrada a las piletas (E). Mientras que el resto son posiciones de salida (S).

Diariamente se midió la temperatura del agua; en tanto que el oxígeno disuelto y el pH sólo cuando se presentaron condiciones de cargas elevadas. Se utilizó un Termómetro de Mercurio ($\pm 0,1$ °C), un Kit de Oxígeno portátil (Test de Winkler) y un Oxímetro doble función Hanna (Temperatura °C y O₂ disuelto ppm).

Ante situaciones puntuales como elevadas temperaturas o variaciones severas en el suministro de agua se determinó el pH mediante un equipo Hanna (Combo pH & EC Waterproof), así como también la altura del nivel de agua y el Caudal en l/seg.

También se procesaron los valores de 15 muestras de agua tomadas al manantial de Puelén desde el año 1994 al 2004 (APA, 2004). Por otra parte se averiguó la evolución anual de la temperatura media mensual del ambiente con valores registrados durante la experiencia y datos históricos para la zona (www.mineria.gov.ar, 2007).

Además se completó el análisis con los valores diarios de temperatura que se registraron durante toda la experiencia y los valores que circunstancialmente se obtuvieron de pH y Oxígeno Disuelto.



Plano 1: Plano a escala 1: 1000 de las instalaciones del criadero para el año 2005.

En todas las piletas se les realizaron muestreos con reposición durante casi un año a razón de 1 muestreo cada 15 días aproximadamente. En cada uno se capturó al azar entre el 10% y 20% de la población de cada lote, previo ayuno de 24 horas. Como anestésico se utilizó una solución compuesta por 2 g de benzocaína y 5 g de alcohol, en una relación de uso de 1,5 ml por cada 5 litros de agua.

A las truchas seleccionadas se les midió: Peso Corporal y Longitud Total. La longitud total desde el extremo anterior de la boca hasta el extremo posterior del radio mayor de la aleta caudal mediante un ictiómetro de 500 milímetros ($\pm 0,5$ mm).

La medición del Peso Corporal se realizó mediante una balanza digital Hanna de 2000 gr. (± 1 g) y una Ohaus de 5000 g de carga máxima. A fin conocer el grado de dispersión u homogeneidad de cada lote, se estimó el coeficiente de variación de esta variable a partir de la siguiente igualdad:

$$CV = (\text{Desvío Estándar} / \text{Media}) * 100$$

En cada muestreo se determinó el peso individual, el peso total del lote y se determinó la ración diaria a suministrar mediante la siguiente fórmula (Del Valle, 1990):

$$\text{Ración Diaria} = \text{N}^\circ \text{ de individuos por lote} * \text{peso corporal medio} * \text{tasa de alimentación}$$

Para determinar la tasa de alimentación hasta los 200 gramos, se utilizó una tabla de alimentación para trucha arco iris con alimento seco desarrollada por Leitritz (Leitritz, 1969 de Del Valle, 1990). Durante toda la experiencia se evaluó el comportamiento de la tasa de conversión del alimento (TCA) (Fernandez, 1992 y Prieto, 1992) y de la eficiencia alimentaria EA (%) (Masaaki Takeuchi, Fernández N. y Prieto A. B. 1993). Siendo:

$$TCA = AT / GPT$$

Con AT= peso del alimento total consumido por el lote (g) y GPT= Ganancia de peso total del lote (g). Por observación directa se verificó la ingestión completa de las raciones. Por lo tanto se asumió que el alimento entregado fue consumido en su totalidad.

Como complemento de la TCA se consideró a la Eficiencia del Alimento como:

$$EA (\%) = PTG / ATC * 100$$

Donde PTG= Peso Total Ganado (g) y ATC= Alimento Total Consumido (g)

Desde los 200 gramos en adelante se utilizó el TCA y la EA (%) como indicadores para determinar la tasa de alimentación. Esta tasa fue determinada para que la alimentación se

realice ad-libitum o a saciedad pero buscando que la TCA y la EA (%) se aproximen a la relación 1:1 y al 100 % respectivamente. Para ello se prestó especial atención a la voracidad del grupo, al nado de las truchas (si era de superficie o a media agua) y a la acumulación de los pellets en el fondo.

Se utilizó alimento balanceado de la marca GANAVE de la empresa Grupo Pilar S.A. de acuerdo a una tabla de alimentación provista por la misma (Cuadro 2); que fue tomada como referencia.

PRODUCTO	GRANULOMETRIA	PESO PEZ (g)
Starter 00	0,3 a 0,45 mm	0,6 a 2
Crumble 1	1 a 1,6 mm	2 a 6
Crumble 2	1,5 a 2,2 mm	6 a 20
Crumble 3	2,2 a 2,8 mm	20 a 60
Truchas 3	3 mm	60 a 150
Truchas 4	4 mm	150 a 230
Truchas 6	6 mm	230 a 1100
Truchas P6	6 mm	230 a 1100
Truchas 8	8 mm	1100 a 2000
Truchas P8	8 mm	1100 a 2000
Truchas Repr. 10	10 mm	Más de 2000
Truchas Repr. P10	10 mm	Más de 2000

Cuadro 2: Utilización del alimento balanceado de acuerdo al tamaño del pez (Grupo Pilar S. A. 2004)

Las variables Peso Corporal (g) y Longitud Total (cm) de cada camada se relacionaron mediante una curva exponencial representada por la siguiente ecuación:

$$\text{Peso} = a * \text{Longitud total}^b \text{ (Csirke, J. 1993)}$$

Donde a y b son constantes a determinar. El exponente b indica si el crecimiento de los peces se realizó o no en todas las dimensiones y “a” es la constante de ajuste.

Considerando que en los peces el exponente b es una potencia muy próxima a 3 (Csirke, J. 1993), se obtuvo la constante “a” para cada lote representada por el Factor de Condición Corporal de *Fulton* K (Lagler 1973 de Bastardo 2003):

$$K = P / L^3$$

Siendo P: Peso Corporal medio (g) y L: Longitud Total (cm) media de cada lote.

Este factor se usa para conocer cual es la longitud (cm) de los peces de acuerdo a su peso (g) o, en sentido inverso, para averiguar el peso de los mismos. Los valores próximos a 0,01 muestran una condición corporal favorable. Mientras que los que se encuentran por encima o por debajo indican una condición de buena a mala respectivamente.

El crecimiento en longitud por cada unidad de temperatura se calculó mediante el Crecimiento por Unidad Térmica (CUT = cm/°C/día), como:

$$CUT = (L_f - L_i) / (TMD * t)$$

Donde; L_f y L_i equivalen a la Longitud Total Final (cm) e Inicial (cm) respectivamente, TMD es la Temperatura Media Diaria del agua y t: Período en días desde L_i a L_f (Westers, 1995 extraído de Morales, 2004). Ante valores elevados en la conversión alimentaria o ineficiencia alimentaria, el CUT decrece. Para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) se estima que el valor del CUT ronda los 0,00667 cm/°C/día cuando los peces alcanzan un K de 0,010 y un factor de conversión alimentaria de 1.

También se calculó el Porcentaje de Ganancia de peso Individual PG (%) por lote (Takeuchi M, Fernandez N. y Prieto A. B, 1993), como:

$$PG (\%) = [(PC_f - PC_i) / PC_i] * 100$$

Donde PC_f = Peso Corporal Final y PC_i = Peso Corporal Inicial

De acuerdo a la densidad inicial y a cierta tasa de alimentación el peso final de un individuo equivale a la suma del peso inicial del mismo más el incremento en masa corporal logrado durante cierto tiempo. La duración de este período de cultivo está regulada por la temperatura. Esto se puede confirmar en forma analítica por medio del siguiente modelo (Cho, 1992. extraído de Cerdá, 2000):

$$Pf = [Pi^{1/3} + (CCT * Suma Grados día)]^3$$

Donde las variables Pf y Pi equivalen a los Pesos Individuales Final (g) e Inicial (g) respectivamente. Mientras que la *suma de grados día* debe interpretarse como unidades térmicas acumuladas; es decir, la sumatoria de los promedios diarios de temperatura del agua durante el tiempo de cultivo en que se registró la ganancia en peso. En tanto que el CCT o Coeficiente de Crecimiento Térmico es la velocidad de crecimiento, en este caso a temperatura constante:

$$CCT = (Pf^{1/3} - Pi^{1/3}) / Suma grados día$$

Los valores de referencia de este coeficiente para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) van de 0,00152 a 0,00173 (Kaushik, 1998 de Cerdá 2000). El CCT permite determinar el tiempo de cultivo necesario para arribar a los potenciales tamaños de comercialización. Así, se calculó el Coeficiente de Crecimiento Térmico medio (CCT g/unidad térmica acumulada) de cada camada y luego se averiguó el período de cultivo para cada talla comercial despejando la Sumatoria de grados día de la expresión de Cho (Cho, 1992. extraído de Cerdá, 2000):

$$[Pf^{1/3} - Pi^{1/3}] / CCT = Suma Grados día / Temperatura media Diaria (TMD)$$

La longitud teórica de cada talla comercial se obtuvo despejando esta variable de la ecuación que se obtuvo en la relación Longitud Total (cm) - Peso Corporal (g) de cada camada.

También se calculó la Tasa Específica de Crecimiento (SGR) que representa el porcentaje de crecimiento en peso corporal por día (Trenzado et al, 2006) en cada lote, a partir de:

$$SGR = [\ln (\text{peso final}) - \ln (\text{peso inicial}) / \text{días}] * 100$$

Se analizaron las distintas variables teniendo en cuenta las etapas de cría, pre engorde y engorde, desde el alevinaje hasta las distintas tallas comerciales. Para ello se consideró la etapa de cría hasta los 3 gramos de masa individual y la de pre-engorde hasta 20 gramos. En cuanto a la etapa de engorde se analizaron los resultados cuando los individuos alcanzaron los 200 g, 250 g, 380 g, 500 g, 750 g, 1000 g, 1500 g, 2000 g y 2500g; por ser estos tamaños potencialmente comercializables.

Una vez finalizada la etapa de cálculo, se procedió a comparar estos resultados con el de otras experiencias mediante una revisión bibliográfica.

La primera camada fue la que menos se ajustó a las condiciones normales de cultivo. Sin embargo se presentan algunos resultados que muestran como fue el desarrollo de los ejemplares después del bioensayo.

Como consecuencia de las diferencias de crecimiento registradas en la etapa de cultivo para la segunda y tercer camada se clasificó a los individuos según sus tallas en varias oportunidades. Así se formaron los distintos lotes que van del 1 al 8 para la segunda camada y del 9 al 12 para la tercera; según el siguiente cronograma:

LOTE	PERIODO DE CULTIVO	PILETA	LOTE	PERIODO DE CULTIVO	PILETA
1	28/08/04 al 23/09/04.	1	7	21/03/05 al 03/06/05.	3
2	28/08/04 al 23/09/04.	2	8	29/06/05 al 04/08/05.	3
3	09/10/04 al 21/03/05.	1	9	23/09/04 al 14/03/05.	A
4	09/10/04 al 30/10/04.	1	10	06/04/05 al 29/06/05.	2
5	30/10/04 al 16/03/05.	1	11	29/06/05 al 03/08/05.	1
6	16/03/05 al 29/06/05.	1	12	29/06/05 al 03/08/05	2

RESULTADOS

PARÁMETROS DEL AGUA.

Según diversos autores las truchas pueden desarrollarse en aguas cuyos parámetros físico-químicos no superen ciertos valores. El Cuadro 3 muestra el valor de esos límites, los de esta experiencia y las medias, \pm el desvío estándar, mínimo y máximo registrados para el manantial de Puelén durante 10 años (Bisceglia, 1975 y APA, 2004).

Parámetro	Tolerancia	Crecimiento	Experiencia Piloto Puelén
Temperatura °C	0-27	15-17	E 18-19,3 (18,6 ± 0,5) S 17,3-19,6 (18,6 ± 0,6)
pH	5,5-9.5	7-8	E 7,03-7,05 (7,04 ± 0,008) S 7,01-7,03 (7,02 ± 0,008) APA 7,6-8,5 (8 ± 0,2)
Oxígeno disuelto (ppm)	5-14	7-14	E 6,7-8,7 (7,6 ± 0,8) S 5,8-8,7 (7,2 ± 1)
Dureza total (CaCO ₃) (ppm)	400	+ de 360	416-472 (439,4 ± 18,5)
Alcalinidad Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻) (ppm)	+ de 350	8-400	504-576 (536,6 ± 21)
Conductividad mS/cm	h/600	20-500	1,972-2,680 (2,378 ± 0,253)
Sulfatos (SO ₄ ⁻) (ppm)	+ de 100	0-50	276-371 (304,4 ± 24,7)
Cloruros (Cl ⁻) (ppm)	50+	0-20	408-450 (422,4 ± 14,4)
Nitritos (NO ₂ ⁻) (ppm)	1	0-0,1	0,001-0,02 (0,0105 ± (0,0134))
Nitratos (NO ₃ ⁻) (ppm)	< 100	0-11	0-10 (4,9 ± 3,3)
Ca ⁺⁺ (ppm)	6-200+	20-120	16-50 (27,8 ± 10,3)
Mg ⁺⁺ (ppm)	+ 50	10	75-101 (89,6 ± 7,8)
Fe ⁺⁺⁺ (ppm)	< de 0,9	-	< 0,01

Cuadro 3: Comparación de los principales parámetros físicos y químicos del agua del manantial de Puelén (mínimo-máximo (media ± desvío estándar); con respecto al rango general de tolerancia de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y su rango óptimo para el crecimiento (Bisceglia, 1975; Alvarado, 1983; Arrignon, 1984; Blanco Cachafeiro, 1984; Stevenson, 1985; Del Valle, 1990; Klontz, 1995; Caro, 2000; APA, 2004; Del Ponti, 2005; Arredondo, 2006; y González Del Pino)

La temperatura del agua mostró variaciones tanto en las posiciones de entrada a las piletas (**E**) como en las de salida (**S**). Al contrastar estos valores con los promedios mensuales del ambiente se observó una escasa incidencia del mismo sobre la temperatura del agua de cultivo (Ver Anexo, Gráfico 1). Entonces a los fines prácticos se consideró que la temperatura del agua se mantuvo constante a lo largo de todo el año en 18,5 °C (± 0,6 °C) con algunas fluctuaciones leves (Ver Anexo, tabla 5).

Con el método de Winkler se registraron valores de O₂ disuelto de entre 5,5 a 8,3 mg/l a una temperatura de 18, 5 °C. En ese momento las piletas tuvieron cargas de entre 6 y 9 kg/m³. Hacia finales de mayo y principios de agosto de 2005 se utilizó el oxímetro. Los valores oscilaron entre 6,7 y 8,4 mg/l de O₂; con cargas de entre 10 a 40 kg/m³ aproximadamente. Los niveles de oxígeno alcanzados fueron de óptimos a críticos según la escala utilizada por Alvarado (1983). A niveles críticos no se observaron síntomas de deficiencia de oxígeno. El caudal máximo total utilizado para abastecer las 5 piletas alcanzó aproximadamente los 35 l/seg haciendo que el número de recambios de agua sobrepasaran el mínimo de un recambio cada hora y media que se aconseja para este tipo de piscicultura en tierra (Stevenson, 1985 y Del Valle, 1990). Este hecho permitió tener cierto margen de seguridad en períodos de cargas elevadas.

Con cargas que variaron de 0,5 a 78 kg/m³ se realizó un control del pH en el cual se obtuvieron valores de neutros a ligeramente alcalinos (7,03). Sin duda existió una incidencia importante de la Dureza total, expresada como carbonatos de calcio (CaCO₃ ppm), dado que estos neutralizan el agua por acción Buffer anulando o estabilizando las variaciones del pH.

En este sentido los valores de Dureza están por encima de las 150 ppm, lo que corresponde a aguas del tipo duras a incrustantes. Estas no ocasionan inconvenientes para las truchas y contribuyen a estabilizar el pH en mayor medida que las aguas blandas (Stevenson, 1985). Los valores de Alcalinidad, expresada como Bicarbonatos (ppm de HCO₃⁻), fueron elevados. Algunos autores afirman que es preferible cultivar en aguas de baja alcalinidad (Del Valle, 1993). Sin embargo con estos valores no se observaron problemas en los individuos.

Como era de esperar las concentraciones de Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ también fueron elevadas. Según diversos autores altas concentraciones de estos minerales resultan favorables para el cultivo de *Oncorhynchus mykiss* (Del Valle, 1993 y Alvarado, 1998).

Los Sulfatos (SO₄⁻) y los Cloruros (Cl⁻) alcanzaron valores bastante altos con respecto a los óptimos para el crecimiento. Por ello podría considerarse un agua de carácter peligroso para el cultivo (Blanco Cachafeiro M. C. 1984).

PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y PRODUCTIVOS (Primer Camada)

La variación en peso corporal (g) y longitud total (cm) que se registró para los ejemplares de la primera camada se puede observar en los gráficos 2 y 3. Las dos variables mostraron un incremento paulatino a medida que fueron transcurriendo los días de cultivo.

Gráfico 2: Evolución del Peso Corporal (g) registrado para los ejemplares de la Primer Camada.

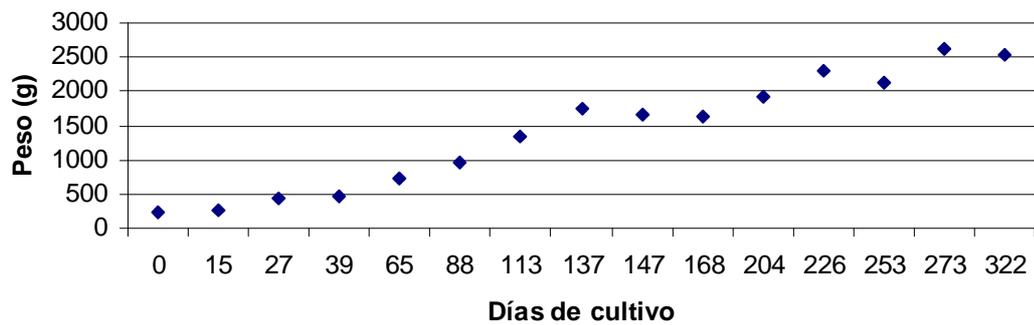
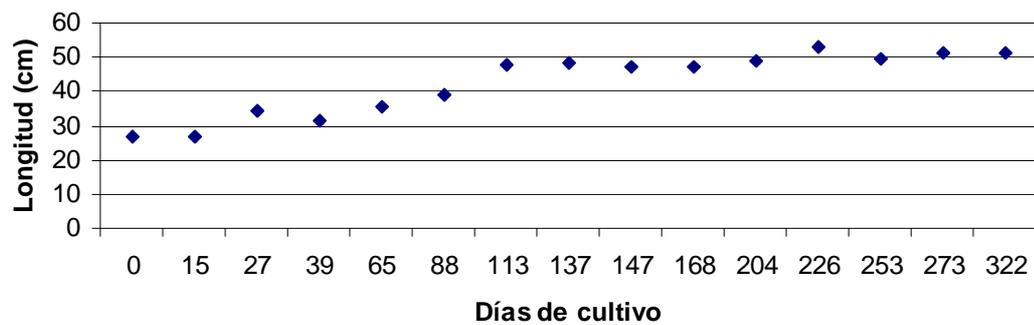


Gráfico 3: Evolución de la Longitud Total (cm) registrada para los ejemplares de la Primer Camada.



El factor de condición se comportó de manera similar con algunas caídas a los 27, 113 y 226 días de cultivo (Gráfico 4). Sin embargo los valores obtenidos siempre se situaron por encima de 0,01; lo que muestra que los individuos tuvieron una buena condición corporal como respuesta al período de aclimatación. Esta estimación se refuerza con la observación de la relación Longitud-Peso (Gráfico 5) que muestra un exponente superior a 3.

Gráfico 4: Evolución del Factor K de Fulton calculado para los ejemplares de la Primer Camada.

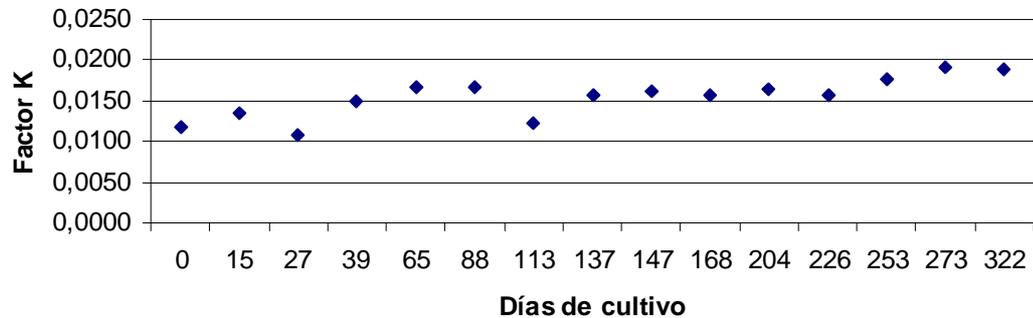
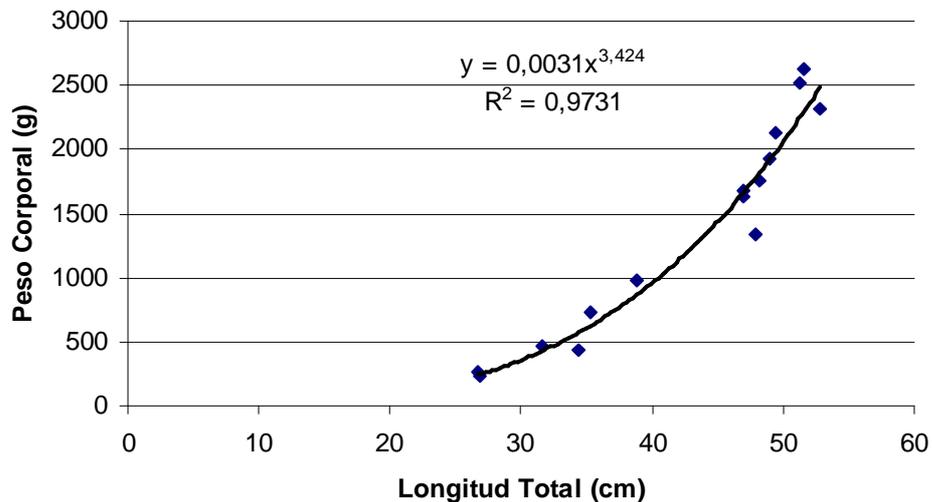


Gráfico 5: Relación Peso Corporal - Longitud Total calculada para los ejemplares de la Primer Camada.



Los parámetros biológicos de crecimiento obtenidos después del bioensayo (Tabla 1), a pesar de tener algunos valores que se alejan del óptimo de referencia, continuaron mostrando una respuesta satisfactoria.

Los valores de peso corporal muestran que el coeficiente de variación (CV %) fue superior al de todas las camadas. Lo que indica que existió una dispersión bastante importante, sobre todos si se tiene en cuenta la baja densidad final que se logró y el número final de individuos. Considerando los casi 11 meses de cultivo, tanto el porcentaje de crecimiento corporal diario (% de peso corporal / Día) como la ganancia diaria resultaron aceptables. Sin embargo, los valores del coeficiente de crecimiento térmico en masa corporal (CCT) estuvieron por debajo de los valores de referencia.

Medidas Corporales.	
Peso Medio Inicial (g)	228,4
Peso Medio Final (g)	2525,3
C V (%) Máximo	24,54
Longitud Total Inicial (mm)	269
Longitud Total Final (mm)	512,1
Cultivo.	
TMD (°C)	18,6
N. Inicial	153
Densidad Inicial (kg/m ³)	2,3
N. Final	37
Densidad Final (kg/m ³)	6,2
Mortalidad	16 ind
Faena	100 ind
Biomasa Inicial (kg)	34,9
Biomasa Final (kg)	93,4
Incremento Biomasa (kg)	58,5
Alimentación y Producción.	
Tiempo de Cultivo (días)	322
Días de Alimentación	309
Tasa Alimentación.	(0,0243 a 0,0042)
Alimento Suministrado (Kg)	140,6
TCA	2,40
EA (%)	41,60
Producción (kg/m ³)	2,1
Parámetros Biológicos.	
K Inicial	0,0117
K Final	0,0188
SGR Promedio (% Pc / día)	0,7463
CCT Promedio (g/°C/día)	0,00125
CUT Promedio (cm/°C/día)	0,00405
g/día	7,13

Tabla 1: Resultados de las medidas corporales, cultivo, alimentación-producción y parámetros biológicos obtenidos para la Primer Camada, sometida al bioensayo de aclimatación.

Se observaron bajos valores en cuanto a la conversión del alimento entregado dado que se registró una mala o elevada tasa de conversión frente a un valor de CUT bajo. Los ejemplares mosquearon y cazaron las distintas especies que frecuentaban el estanque oval porque no hubo ningún tipo de cubierta ni filtro que impidiera el ingreso de estas. Así incorporaron otra fuente adicional de alimentación a su dieta que terminó por empobrecer la tasa de conversión del alimento (TCA) en carne para aumentar la acumulación de grasa en los tejidos. Como esto se fue acentuando cada vez más, a mitad del período de cultivo se decidió reducir la tasa de alimentación drásticamente hasta el final del período de cultivo. De todas maneras se registraron valores de K muy por encima de 0,01 indicando

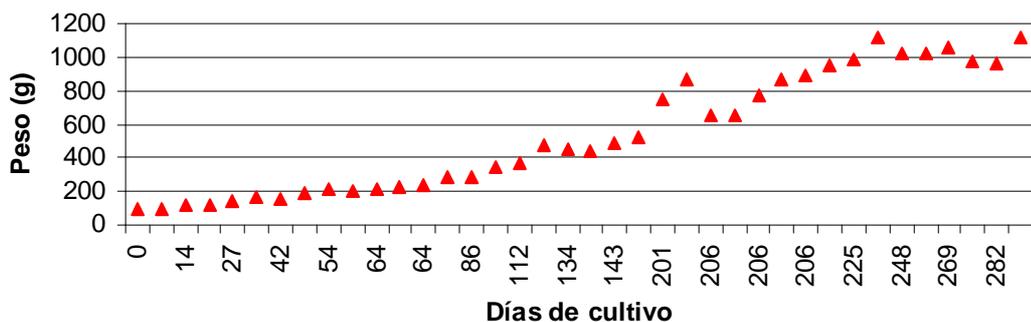
un estado de excesiva gordura; influenciado en un principio por la variada oferta de alimento. Pero también, debido al grado de madurez sexual alcanzado por los individuos, dado que durante un muestreo realizado el día 13 de julio del 2005 el 63,6 % de los individuos (2396 g) presentaron signos de actividad reproductiva. En ese momento se pudo registrar una relación macho-hembra de 0,37.

La mortalidad fue del 7,65 % y estuvo repartida entre accidentes de manejo de los ejemplares (2,87%) y eventos involuntarios que se produjeron como consecuencia de la asistencia de personas al centro recreativo (4,78%).

PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y PRODUCTIVOS (Segunda Camada).

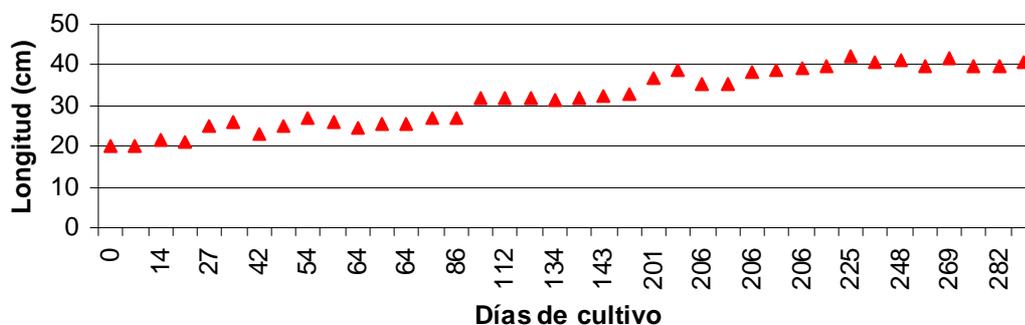
En la segunda camada tanto el peso corporal (g) como la longitud total (cm) fueron aumentando hacia el final del período de cultivo (Gráfico 6 y 7). La curva de peso muestra una serie de picos y caídas que se registraron a los 206, 248 y 282 días de cultivo. Esto se debe a que durante esos períodos de tiempo, las cabezas y colas de crecimiento se encontraban formando lotes distintos.

Gráfico 6: Evolución del Peso Corporal (g) registrado para los ejemplares de la Segunda Camada.



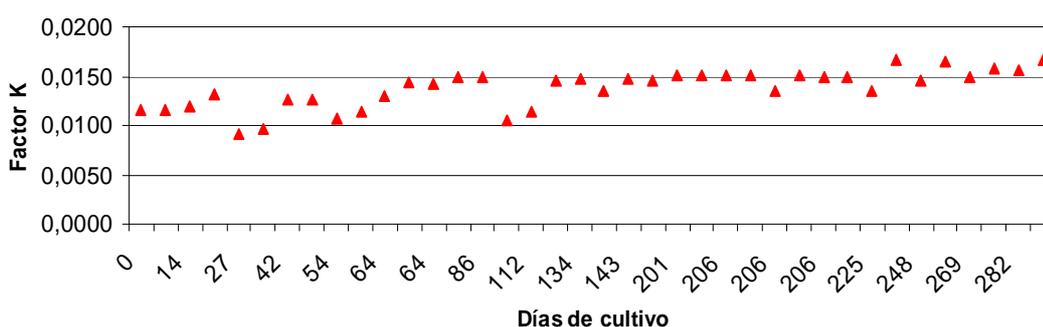
Para la variable longitud ocurrió algo similar con respecto a las colas y cabezas de crecimiento, pero menos acentuado que en el gráfico anterior. Como ocurre en todos los peces, la longitud permaneció menos variable que el peso corporal.

Gráfico 7: Evolución de la Longitud Total (cm) registrada para los ejemplares de la Segunda Camada.



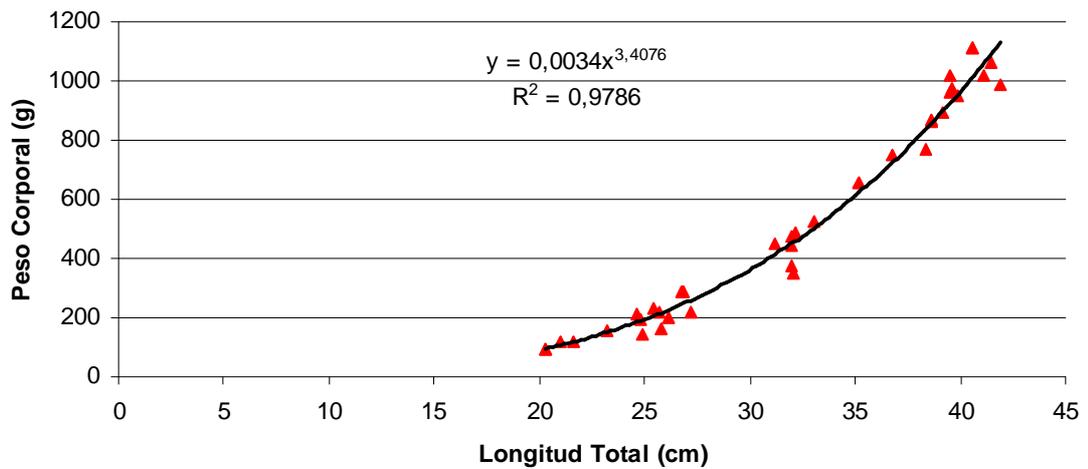
Los valores del factor de condición K registrados muestran una pequeña disminución a los 27, 54 y 112 días de cultivo (Gráfico 8). En los dos primeros casos no alcanzan el valor de referencia. Sin embargo la relación Peso-Longitud (Gráfico 9) muestra que el crecimiento de la camada en general fue favorable dado el exponente elevado que acompaña a la ecuación.

Gráfico 8: Evolución del Factor K de Fulton calculado para los ejemplares de la Segunda Camada.



Desde los 112 días en adelante el Factor de condición se hizo cada vez más grande a medida que aumentó el peso corporal de los individuos; para luego estabilizarse hacia el final de la experiencia. Los valores de K superaron ampliamente el valor de referencia mostrando un grado de gordura importante.

Gráfico 9: Relación Peso Corporal - Longitud Total calculada para los ejemplares de la Segunda Camada.



Por otra parte, esta camada fue la que recibió un mayor número de desdobles y en varias ocasiones, con el fin de liberar espacio de cultivo, se faenaron las distintas colas de crecimiento que surgieron del propio manejo. Los 8 lotes fueron consecutivos con la marcha de la experiencia (tablas 2a y 2b).

A nivel de camada la tasa de alimentación fue decreciendo a medida que se fueron registrando tallas cada vez más grandes.

Salvo en los lotes 6 y 8, el desempeño del TCA así como el de la EA (%) fueron aceptables para el resto de los lotes de esta camada.

El incremento en biomasa, el volumen de producción por m^3 y el aumento individual diario en peso fue superior para los lotes 3 y 5; así como también lo fue la dispersión de tallas (CV %) para la biomasa final que alcanzó cada uno de ellos. Estos parámetros también fueron importantes en el lote 7 aunque la producción (kg/m^3) fue la más baja de las tres. A pesar que la densidad final de 14,6 kg que alcanzó el lote 7 es casi la mitad que alcanzaron los lotes 3 y 5, estas tres densidades resultan elevadas, dado el número de recambios que tuvieron las piletas donde se realizó el engorde. Seguramente esto influyó sobre el porcentaje de mortalidad que fue superior en los lotes 3 y 7.

Medidas Corporales.	1	2	3	4
Peso Medio Inicial (g)	96,4	96,5	191,3	159,2
Peso Medio Final (g)	141,2	164,5	656,9	214,4
C V (%) Máximo	22,1	18,2	21,2	20,2
Longitud Total Inicial (mm)	203,0	203,0	247,9	232,2
Longitud Total Final (mm)	249,1	257,6	351,3	246,3
Cultivo.	1	2	3	4
TMD (°C)	18,5	18,5	19,0	18,7
N. Inicial	476	476	464	492
Densidad Inicial (kg/m ³)	4,6	4,8	9,2	7,9
N. Final	474	473	448	490
Densidad Final (kg/m ³)	6,8	8,1	30,6	10,6
Mortalidad (%)	0,4	0,6	3,4	0,4
Biomasa Inicial (kg)	45,9	45,9	88,8	78,3
Biomasa Final (kg)	66,9	77,8	294,3	105,1
Incremento Biomasa (kg)	21,0	31,9	205,5	26,7
Alimentación y Producción.	1	2	3	4
Tiempo de Cultivo (días)	27	27	164	22
Días de Alimentación	24	24	156	19
Tasa Alimentación.	0,0219	0,0191	0,0066	0,0150
Alimento Suministrado (kg)	35,2	35,7	303,3	30,0
TCA	1,7	1,1	1,5	1,1
EA (%)	59,8	89,4	67,8	89,0
Producción (kg/m ³)	2,1	3,3	21,4	2,7
Parámetros Biológicos.	1	2	3	4
K Inicial	0,0115	0,0115	0,0126	0,0127
K Final	0,0091	0,0096	0,0151	0,0143
SGR Promedio (% Pc / día)	1,4140	1,9774	0,7521	1,3516
CCT Promedio (g/°C/día)	0,00125	0,00179	0,00094	0,00137
CUT Promedio (cm/°C/día)	0,00925	0,01095	0,00332	0,00342
(%) GP	46,49	70,55	243,31	34,63
g/día	1,66	2,52	2,84	2,51

Tabla 2a: Resultados para la Segunda Camada de las medidas corporales, cultivo, alimentación-producción y parámetros biológicos obtenidos por lote, durante la etapa de Engorde.

Pero lo más importante es que provocó que los valores obtenidos en cuanto a los parámetros de crecimiento (CCT, CUT y SGR) resultasen bajos, sobre todo por ser elevado el número de días de cultivo.

Los valores obtenidos para los parámetros biológicos del lote 8 indicaron un crecimiento bajo; e incluso los individuos perdieron peso corporal. Sin duda este hecho estuvo asociado a la elevada densidad de cultivo y al bajo caudal entregado a la pileta 3 (5,75 l/seg); combinación que no resultó favorable para el crecimiento de las tallas cercanas a los 1100 g.

Medidas Corporales.	5	6	7	8
Peso Medio Inicial (g)	233,6	865,6	656,9	1113,3
Peso Medio Final (g)	751,3	1113,3	947,1	1063,2
C V (%) Máximo	24,3	21,5	21,7	20,1
Longitud Total Inicial (mm)	254,4	386,2	351,3	406,0
Longitud Total Final (mm)	368,0	406,0	399,1	414,7
Cultivo.	5	6	7	8
TMD (°C)	19,1	18,0	17,8875	18,15
N. Inicial	325	223	355	555
Densidad Inicial (kg/m ³)	7,7	19,6	10,3	27,3
N. Final	325	206	349	550
Densidad Final (kg/m ³)	24,7	23,2	14,6	25,9
Mortalidad (%)	0	1,4 (14 ind Faena.)	1,7	0,9
Biomasa Inicial (kg)	75,9	193,0	233,2	617,9
Biomasa Final (kg)	244,2	229,3	330,5	584,7
Incremento Biomasa (kg)	168,2	36,3	97,3	-33,1
Alimentación y Producción.	5	6	7	8
Tiempo de Cultivo (días)	137	106	75	37
Días de Alimentación	131	102	71	31
Tasa Alimentación.	0,0077	0,0045	0,0064	0,0047
Alimento Suministrado (kg)	245,7	104,1	151,0	85,7
TCA	1,5	2,9	1,6	-2,6
EA (%)	68,5	34,9	64,5	-38,6
Producción (kg/m ³)	17,0	3,7	4,3	-1,5
Parámetros Biológicos.	5	6	7	8
K Inicial	0,0142	0,0150	0,0151	0,0166
K Final	0,0151	0,0166	0,0149	0,0149
SGR Promedio (% Pc / día)	0,8525	0,2374	0,4879	-0,1244
CCT Promedio (g/°C/día)	0,00112	0,00044	0,00084	-0,00024
CUT Promedio (cm/°C/día)	0,00434	0,00104	0,00356	0,00130
(%) GP	221,55	28,61	44,18	-4,50
g/día	3,78	2,34	3,87	-1,35

Tabla 2b: Resultados para la Segunda Camada de las medidas corporales, cultivo, alimentación-producción y parámetros biológicos obtenidos por lote, durante la etapa de Engorde.

Desde mayo hasta agosto del año 2005 se observó actividad reproductiva en los lotes 6, 7 y 8 con una relación macho-hembra de entre 0,9 a 0,48 para ejemplares de 900 a 1000 g aproximadamente. El estado de madurez sexual de los individuos incidió sobre los valores del factor de condición K que reflejaron un estado de gordura asociado a la reproducción. Bajo estas condiciones los individuos no se alimentan, lo que se traduce en una

disminución sistemática de su masa corporal a medida que van atravesando por la etapa reproductiva donde se incrementa la masa gonadal.

Los lotes 1, 2 y 4 se cultivaron durante períodos más cortos. Por ello la dispersión de tallas, el incremento en biomasa total y la mortalidad fueron menores. Así también se debe decir que los ejemplares presentaron sus parámetros de crecimiento más satisfactorios que el resto de los lotes. El nivel de agua (m) y volumen de cultivo (m³) utilizados en lote 2 fueron apenas menores que el lote 1. La diferencia radica en que la pileta 2 contó con un caudal de casi 1 l/seg por encima de la pileta uno logrando casi un recambio más. Quizás este haya sido el factor que permitió cultivar a mayor densidad alcanzando una Biomasa final superior y una producción (Kg/m³) de casi un 56 % más que en el lote 1. Además con una tasa de alimentación algo menor se logró una mejor eficiencia y conversión alimentaria acompañada por mejores parámetros de crecimiento

PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y PRODUCTIVOS (Tercer Camada)

Debido al reducido tamaño de los ejemplares del lote 9, durante los primeros 8 muestreos realizados a esta camada, no se utilizó ningún narcótico a fin de evitar mortandades futuras; por lo tanto no se midió la longitud total pero sí el peso grupal. Los valores de longitud correspondientes fueron estimados a partir de publicaciones de distintos autores, que compendian tablas y gráficos teóricos que relacionan el peso con la longitud (Tabla 22 de Del Valle, 1990; Tabla 4 de Steveson, 1985 y Gráfico IV.19 de Blanco Cachafeiro, 1984).

Considerando los cuatro lotes iniciales (9, 10, 11 y 12) las curvas obtenidas para la variable Peso (Gráfico 10) y Longitud total (Gráfico 11) adoptan formas muy similares a las curvas teóricas de crecimiento; sigmoidea y exponencial respectivamente (Csirke, J. 1993).

Gráfico 10: Evolución del Peso Corporal (g) registrado para los ejemplares de la Tercer Camada.

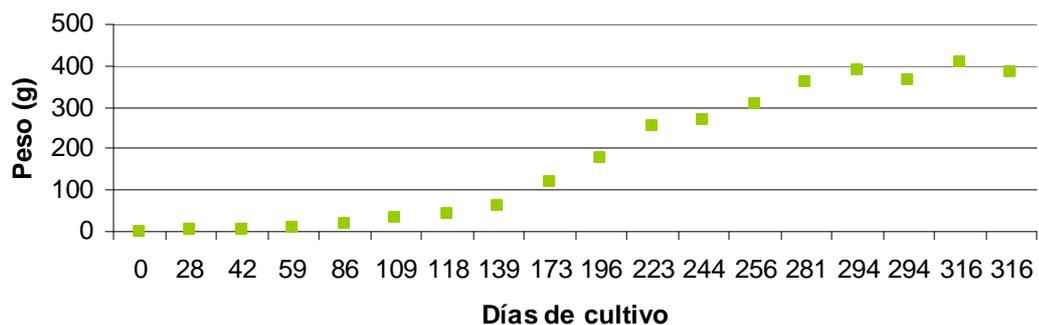
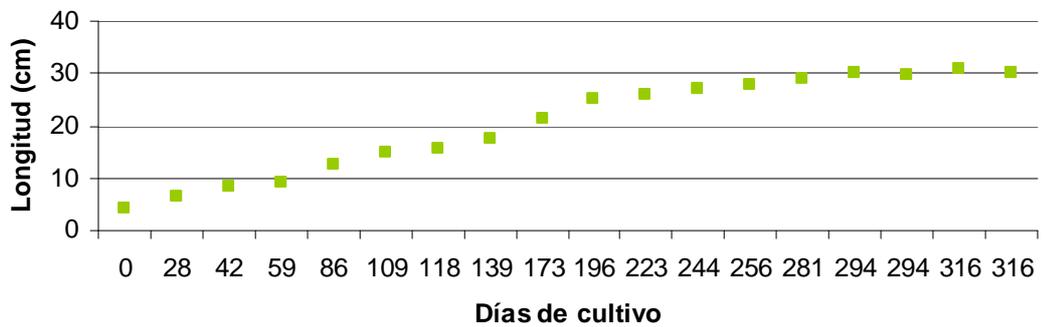


Gráfico 11: Evolución de la Longitud Total (cm) registrada para los ejemplares de la Tercer Camada.



Al principio puede observarse que los incrementos en peso (Gráfico, 10) y sobre todo en longitud (Gráfico 11) son más rápidos cuando los peces son jóvenes; alcanzando la máxima velocidad de crecimiento a los 223 y 196 días respectivamente. A partir de allí el crecimiento se torna cada vez más lento a medida que aumenta su edad., para acercarse asintóticamente a los valores máximos para la especie en cultivo.

Si se comparan los parámetros biológicos y factor K de esta camada(Gráfico 12) con los del resto de las camadas, los primeros fueron favorables pero no siempre estuvieron acompañados por valores óptimos en lo que se refiere a la eficiencia de la alimentación.

Gráfico 12: Evolución del Factor K de Fulton calculado para los ejemplares de la Tercer Camada.

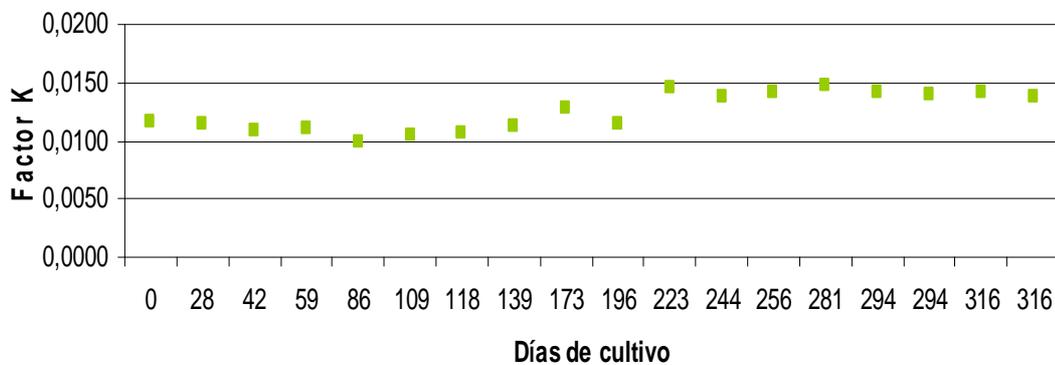
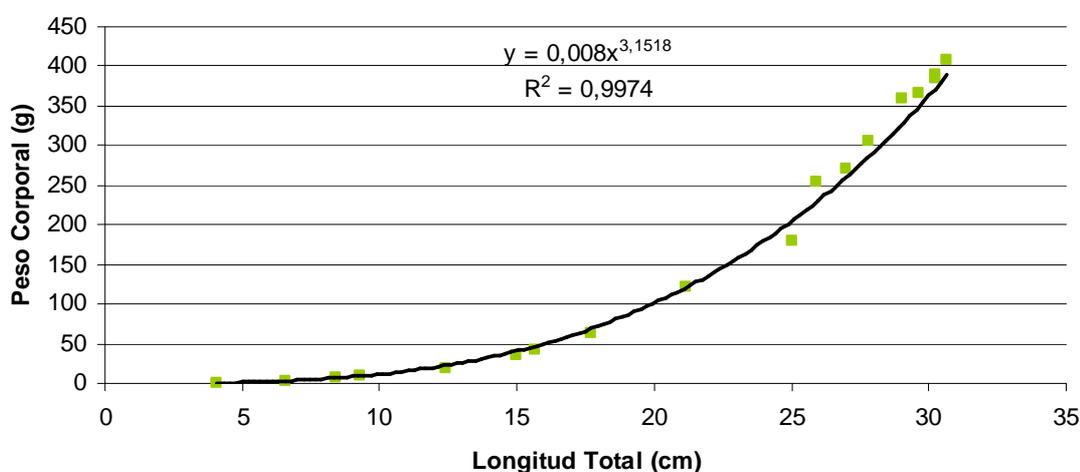


Gráfico 13: Relación Peso Corporal - Longitud Total calculada para los ejemplares de la Tercer Camada.



A esta camada se la dividió en 4 lotes para obtener resultados más globales (Tabla 3a). Sin embargo, como el lote 9 permitía un análisis más detallado se lo dividió en otros tres lotes; cría, pre engorde y engorde (Tabla 3b).

Los valores del factor K en los 4 lotes estuvieron por encima del valor de referencia. El resto de los parámetros biológicos de crecimiento, en general fueron decreciendo hacia las tallas más grandes.

Los lotes 11 y 12 partieron de densidades iguales, pero a pesar que este último recibió una mayor tasa de alimentación, sólo registró la mitad del incremento en biomasa y producción (kg/m^3) que el lote 11.

Medidas Corporales.	9	10	11	12
Peso Medio Inicial (g)	0,8	178,7	359,4	359,4
Peso Medio Final (g)	120,8	359,4	407,6	384,3
C V (%) Máximo	19,6	20,3	22,9	22,5
Longitud Total Inicial (mm)	41,0	250,0	290,1	290,1
Longitud Total Final (mm)	211,7	290,1	306,7	302,8
Cultivo.	9	10	11	12
TMD (°C)	19,0	18,0	18,6	18,6
N. Inicial	1100	1071	533	533
Densidad Inicial (kg/m ³)	0,5	19,9	19,4	19,9
N. Final	1079	1066	533	533
Densidad Final (kg/m ³)	78,0	39,8	22,0	21,3
Mortalidad (%)	1,9	0,5	0	0
Biomasa Inicial (kg)	0,9	191,4	191,6	191,6
Biomasa Final (kg)	130,3	383,1	217,3	204,8
Incremento Biomasa (kg)	129,5	191,7	25,7	13,3
Alimentación y Producción.	9	10	11	12
Tiempo de Cultivo (días)	173	85	35	35
Días de Alimentación	167	82	30	30
Tasa Alimentación.	0,0079	0,0100	0,0078	0,0087
Alimento Suministrado (kg)	171,7	312,9	50,8	53,4
TCA	1,33	1,63	1,98	4,03
EA (%)	75,37	61,28	50,60	24,82
Producción (kg/m ³)	77,5	19,9	2,6	1,4
Parámetros Biológicos.	9	10	11	12
K Inicial	0,0116	0,0114	0,0147	0,0147
K Final	0,0127	0,0147	0,0141	0,0138
SGR Promedio (% Pc / día)	2,9001	0,8220	0,3596	0,1912
CCT Promedio (g/°C/día)	0,00122	0,00096	0,00047	0,00025
CUT Promedio (cm/°C/día)	0,00518	0,00262	0,00256	0,00196
(%) GP	14998,6	101,1	13,4	6,9
g/día	0,7	2,1	1,4	0,7

Tabla 3a: Resultados para la Tercer Camada de las medidas corporales, cultivo, alimentación-producción y parámetros biológicos obtenidos por lote.

A pesar que ambos lograron densidades finales menores que los lotes 9 y 10, la conversión alimentaria fue muy baja, sobre todo en el 12.

A mediados de julio y durante agosto, en estos últimos lotes, se pudo constatar la presencia de varios machos precoces en un porcentaje muy bajo.

Si bien en general durante el desarrollo de la experiencia no se contó con la superficie de cultivo adecuada, fue particularmente relevante la falta de espacio disponible para el lote 9. Los parámetros biológicos de crecimiento registrados durante las etapas de cría y de pre

engorde fueron los mejores debido a la baja densidad. En la etapa de engorde se registró la mayor densidad de toda la experiencia. Por lo tanto, el hacinamiento paulatino a causa de la falta de espacio de cultivo, hizo que los valores de crecimiento (K final y SGR) fueran pobres para este lote (Tabla 3b).

Medidas Corporales.	Cría	Pre-Engorde	Engorde
Peso Medio Inicial (g)	0,8	6,4	35,1
Peso Medio Final (g)	3,3	18,8	120,8
C V (%) Máximo	19,6	19,6	19,6
Longitud Total Inicial (mm)	41,0	84,0	150,0
Longitud Total Final (mm)	66,0	124,0	302,8
Cultivo.	Cría	Pre-Engorde	Engorde
TMD (°C)	18,4	19,0	19,2
N. Inicial	1100	1082	1081
Densidad Inicial (kg/m ³)	0,5	4,2	22,7
N. Final	1091	1082	1079
Densidad Final (kg/m ³)	2,2	12,2	78,0
Mortalidad (%)	0,8	0,0	0,2
Biomasa Inicial (kg)	0,9	6,9	38,0
Biomasa Final (kg)	3,6	20,4	130,3
Incremento Biomasa (kg)	2,7	13,4	92,4
Alimentación y Producción.	Cría	Pre-Engorde	Engorde
Tiempo de Cultivo (días)	28	58	87
Días de Alimentación	26	56	85
Tasa Alimentación.	0,0253	0,0186	0,0134
Alimento Suministrado (kg)	2,4	21,2	148,1
TCA	0,87	1,58	1,60
EA (%)	115,05	63,18	62,35
Producción (kg/m ³)	1,6	8,0	55,3
Parámetros Biológicos.	Cría	Pre-Engorde	Engorde
K Inicial	0,0116	0,0108	0,0104
K Final	0,0115	0,0099	0,0044
SGR Promedio (% Pc / día)	5,0786	1,8564	1,4195
CCT Promedio (g/°C/día)	0,00109	0,00073	0,00100
CUT Promedio (cm/°C/día)	0,00485	0,00362	0,00915
(%) GP	314,5	193,5	243,8
g/día	0,1	0,2	1,0

Tabla 3b: Resultados de las medidas corporales, cultivo, alimentación-producción y parámetros biológicos obtenidos para el lote 9, durante las etapas de Cría, Pre-engorde y Engorde.

Durante la etapa de cría los parámetros de la alimentación fueron excelentes, no obstante, hay que tener en cuenta que en esta etapa los juveniles incorporan agua y sustancias del medio (Stevenson, 1985); mostrando una velocidad de crecimiento mayor que las tallas superiores.

TIEMPOS DE CULTIVO NECESARIOS Y COMPARACIÓN CON OTROS AUTORES.

La tabla 4 muestra la longitud y los días de cultivo requeridos para cada talla comercial, fueron obtenidos a partir del modelo predictivo de Cho y la relación Longitud Total (cm) - Peso Corporal (g) de cada camada.

Pi (g)	Pf (g)	LTf (cm)	Dif P (g)	Días.
0,8	3	6,6	2,2	25
0,8	20	12	19,2	106
0,8	200	25	199,2	287
0,8	250	26,9	249,2	364
0,8	380	30,5	379,2	414
0,8	500	33	499,2	450
0,8	750	37,2	749,2	510
0,8	1000	40,5	999,2	601
0,8	1500	45,7	1499,2	585
0,8	2000	49,7	1999,2	634
0,8	2500	53,1	2499,2	676

Tabla 4: Longitud Total (cm) Teórica (LTf) calculada a partir de las ecuaciones obtenidas para cada camada de la relación Longitud Total (cm) - Peso Corporal (g) y Días de cultivo necesarios para alcanzar los distintos tamaños de comercialización potenciales (Pf) a una temperatura media diaria de 18,5 °C (Cho, 1992. extraído de Cerdá, 2000).

En la tabla 4 se puede observar que el tiempo demandado para llegar a cada talla de comercialización varía de acuerdo al peso inicial del que partió cada lote. En este sentido se puede afirmar que la etapa de cría dura aproximadamente un mes. La de cría y pre engorde entre 3 y 4 meses y la de engorde varia de acuerdo al tamaño que se pretenda comercializar. A partir de los 1000 gramos en adelante los tiempos de cultivo necesarios para alcanzar los distintos pesos finales se averiguaron de acuerdo a los valores obtenidos de la camada 1.

De acuerdo a lo recopilado de otras experiencias se elaboró la Tabla 5 que consigna la comparación de los valores teóricos publicados (longitud, peso y tiempo de cultivo) con los valores obtenidos en el criadero de Puelén.

Autor	Observaciones	Otras Experiencias.			Criadero de Puelén		
		Tiempo (meses)	Masa (g)	Longitud (cm)	Tiempo (meses)	Masa (g)	Longitud (cm)
Prieto, A. y Del Valle, A., 1996.	Engorde	5 a 6	250	-	8,1	250	26,7
	Cría y Engorde	12 a 18	2000	-	9,3	2000	49,7
		8 a 10	250	-	8,1	250	26,7
		7	280	-	8,8	280	27,7
		12	800	-	4,6	800	38,1
			1000		5,6	1000	40,6
		18 a 20	2000	-	9,4	2000	49,7
Luchini, 2004.	Cría y engorde	8 a 20	200	30 a 40	6,9	200	24,9
			250		8,1	250	26,7
		18 a 24 (mar)	2000	-	9,3	2000	49,7
	Engorde (1,5 a 2 gr)	9 a 12	200	-	6,9	200	24,9
			250		8,1	250	26,7
	Bastardo, 2003.	Engorde	14 (Solo Hembras)	106,92	17,3	4	106,9
14 (Ambos Sexos)			58,77	14,37	1,6	58,8	16,9
Del Valle, 1990.	Engorde.		41,88	14,99-15,49	0,5	41,9	15,1
			103,42	20,32-20,83	3,8	103,4	20,2

			224,75	27,18-27,69	7,5	224,8	25,8
Morales, 2004.	Engorde (62,2 gr.)	0,9	153,9	22,4	1,7	153,9	22,9
Caro, 2000.	Engorde	9 días	250	-	8,1	250	26,7
Huet, 1998.	Cría y engorde	12,2	100	-	3,7	100	19,9
		12,3	250	30	8,1	250	26,7
			300	35	9,2	300	28,3
Coll Morales, 1991.	Cría y engorde	365 días	100	-	110	100	19,9
	En Agua Salada	370 días	1500	-	231	1500	45,7
			2500		322	2500	53,1
B. Cachafeiro, 1984.	Cría y engorde	10 (18 °C)	195	25,5	6,8	195	24,7
		-	200	26	6,9	200	24,9
Gonzalez Del Pino F	Variedad Hatchery Quilquihue (Rep. descend. de Donaldson y V. del CEAN).	2,3	1,39	4,35-4,4	0,3	1,4	5,1
		5,4	18,5	11,64	3,4	18,5	11,7
			31,05	13,1	4,2	31,1	13,8
		7,8	119,68	20,68	4,4	119,7	21,1

			135,08	21,7	5	135,1	21,9	
		9,6	268,6	26,7	8,5	268,6	27,3	
			267	26,91	8,5	267	27,2	
	Variedad Shasta (Rainbow Female)	2,4	1,1	4,49	0,2	1,1	4,8	
		4,4	17	10,69	3,3	17	11,4	
			20,85	11,3	3,6	20,9	12,1	
		7,9	111,5	20,41	4,1	111,5	20,6	
			127	21,8	4,7	127	21,5	
		10,3	250,12	26,36	8,1	250,1	26,7	
	9,6	252,65	25,92	8,2	252,7	26,8		
	M. Takeuchi (1993)	Partiendo de 5,55 g	1,4	22,83	-	2	22,8	12,5
		Partiendo de 5,65 g		17,33	-	1,6	17,3	11,4
P. Nuñez y A. Del Valle (1995)	2n (diploides) L. Fork	9	109,6	20,3	4,1	109,6	20,5	
	3n (triploides) L. Fork	9	74,8	18,2	2,5	74,8	18,2	

Tabla 5: Registro de otros autores con las variables de interés para comparar: Longitud Total (cm), Peso Corporal (g) y Tiempo de Cultivo (meses) necesarios para alcanzar los distintos tamaños, incluidos los de comercialización.

De la comparación surge que existieron diferencias en cuanto a las características de cultivo. Algunas vinculadas a la genética de los individuos (razas y/o sexos), densidades de cultivo, recambios y calidad agua; pero la principal estuvo ligada al rango térmico.

Algunos autores no mencionaron los valores de Longitud Total ni el Peso Inicial del que partieron hasta llegar a los pesos de comparación. Sin embargo los valores obtenidos en esta experiencia no distan demasiado de lo obtenido en otros trabajos.

DISCUSIÓN

El coeficiente o porcentaje de dispersión aplicado al Peso Corporal (g) sirve para tener una idea de la homogeneidad de tallas dentro de un lote. Puede ocurrir que un exceso de alimentación produzca un mayor crecimiento acompañado por un aumento en la dispersión de tamaños (B. Bardach, 1990 de Gonzales del Pino). Es probable que algunos lotes hayan atravesado por condiciones de este tipo debido a que se alimentó a saciedad. A pesar de ello, se registraron valores similares o menores a los registrados por otros autores (Arredondo, 2006; Morales, 2004 y Gonzales del Pino).

La densidad de cultivo está limitada por la concentración de oxígeno en el agua y de su renovación. Se considera que para 15 Kg/m^3 el volumen total de agua debe renovarse cada hora y media. (Stevenson, 1985). Con casi un recambio por hora, las densidades de $14,6 \text{ kg/m}^3$ y $25,9 \text{ kg/m}^3$ de los lotes 7 y 8 respectivamente (Cuadro 2 y Tabla 2b), fueron excesivas puesto que los parámetros de crecimiento que registraron fueron desfavorables.

Por otro lado, la cría y pre engorde del lote 9 y los lotes 1, 2 y 4 que se cultivaron a densidades cercanas a los 10 kg/m^3 , mostraron mejores parámetros de crecimiento que el resto de los lotes que soportaron mayores densidades. Es oportuno comentar que el resto de los lotes que se están comparando, recibieron tres o más recambios de agua por hora.

La alta densidad de peces en cultivo influye de forma negativa sobre el crecimiento y la conversión alimentaria (Trenzado, 2003). Trenzado sugiere que esta respuesta puede tratarse de un mecanismo compensatorio destinado a disminuir el gasto energético de la digestión (Wendelaar Bonga, 1997, de Trenzado, 2003). Altas densidades propician conductas agresivas e inducen competencia estableciendo jerarquías de tamaños, lo que hace disminuir la disponibilidad de alimento para los individuos de menor crecimiento y terminan por retrasar el crecimiento del conjunto (Marchand y Boisclair, 1998, de Trenzado, 2003). En este sentido pudimos observar que los individuos más grandes ocuparon los lugares centrales de distribución del alimento y manifestaron conductas agresivas hacia las tallas menores. Cuando se registraron situaciones de altas densidades, los CV (%) mostraron una mayor dispersión de pesos, lo que pondría en evidencia la existencia de relaciones de dominancia entre distintas jerarquías (Trenzado, 2003).

A pesar que la planificación se realiza teniendo en cuenta una conversión alimentaria de 1,5:1, se puede considerar que la mayoría de los alimentos balanceados para peces se formulan para que den factores de 1,1 a 1,2. (Klontz, 1995). Por otra parte, la cantidad de alimento suministrada durante el crecimiento se convierte con una eficiencia cada vez

menor a medida que aumenta el tamaño de los peces (Roberts y Shepherd, 1980 de Del Pino). Bajo condiciones de cultivo inadecuadas esta puede hacerse cada vez más ineficiente. Alvarado (1998), comenta que el suministro de calcio en forma de carbonato es beneficioso para el cultivo de truchas ya que el factor de conversión del alimento mejora a medida que aumenta la concentración de calcio en el agua. En nuestro caso no tendría mayor incidencia porque el agua ya contiene en elevada concentración.

Si tomamos como referencia los trabajos de Stevenson (1985) y Caro (2000), los lotes 2, 3, 4, 5 y la cría del lote 9 registraron valores de conversión alimentaria elevados (1,2 - 1,5). Así mismo los lotes 1, 7, 10 y el pre engorde y engorde del lote 9, presentaron valores próximos al rango óptimo. Otros valores estuvieron cercanos a este rango como en los lotes 1, 7, 10 y el pre engorde y engorde del lote 9. Para el resto de los lotes la conversión fue muy baja, sobre todo en el lote 12. Prieto (1992) registró valores cercanos y aún más elevados (5,1:1) a los de este lote. Por otro lado, es notorio que Trenzado (2006) trabajando con densidades de 100 kg/m³, a 15 °C de temperatura obtuvo conversiones de 1,1 a 1,21. En este caso pudo existir una influencia directa del sistema de aireación constante que se utilizó durante la experiencia.

Los valores del factor de condición obtenidos fueron similares a las experiencias de otros autores (Alvarado, 1983; Alvarado 1998, Trenzado 2006, Klontz 1991, Morales 2004 y Gonzales Del Pino). En las etapas iniciales los altos valores de K estuvieron asociados a la acumulación de reservas ya que se observó grasa entre las vísceras. Mientras que en las etapas más avanzadas, además de la gordura el elevado índice registrado, se lo puede atribuir a la actividad reproductiva (Stevenson, 1985).

De acuerdo a lo que cita Alvarado (1998), los valores obtenidos en los parámetros de crecimiento pudieron haber estado influenciados por el elevado contenido de calcio en el agua de cultivo.

Hubo mortalidad por el manejo de la anestesia y por eventos accidentales. No se registraron enfermedades graves que causaran bajas importantes en los lotes. Se asume que el porcentaje mayor de muertes estuvo vinculado al estrés producido por deficiencia de oxígeno a altas densidades.

Algunos autores afirman que durante la etapa de cría pueden registrarse mortandades de entre un 12 % (Luque y Oberto, 1996 y Roselló, 1971 de Gonzales Del Pino) y un 15 % (B. Cachafeiro, 1984); y del 10% hasta alcanzar los 200 g (B. Cachafeiro, 1984). En nuestro caso la mortalidad global llegó al 5 %, de modo que están próximos a los de otras experiencias y muy por debajo de las citas anteriores.

Los valores elevados de Sulfatos (SO_4^-) y Cloruros (Cl^-) del agua de cultivo (Cuadro 1), no parecen afectar el crecimiento, ya que se observó un comportamiento similar a los registros de la bibliografía de referencia.

Los parámetros biológicos de crecimiento presentaron valores que fueron cambiando a medida que se alcanzaban las distintas tallas. Sin no se consideran los valores negativos y el valor del lote 9, los porcentajes de ganancia en peso (% GP) estuvieron comprendidos entre 46,5 % y 314,5 % y fueron similares a los publicados por otros autores (Fernandez, 1992; Prieto, 1992; Takeuchi y Fernandez, 1993 y Trenzado, 2006).

El rango de crecimiento en peso diario (g/día) registrado fue de entre 0,1 y 3,9; algo inferior a otras experiencias (Prieto, 1992; Takeuchi y Fernandez, 1993 y Bastardo, 2003) Mientras que el porcentaje de ganancia en peso corporal por día (SGR) varió de 0,01 a 5 % de forma más amplia que en otros autores (Morales, 2004; Alvarado, 1998 y Trenzado, 2006).

Dentro de los límites térmicos del cultivo, a altas temperaturas los gastos de mantenimiento y de incremento calórico son mayores; con lo que se produce una mayor tasa de crecimiento acompañada de mejores conversiones alimentarias (Cerdá, 2000). El alimento entregado puede ser transformado de manera más eficiente y se necesitarían menos días para arribar a las tallas comercializables.

Sin embargo, a altas temperaturas de cultivo, el crecimiento también puede disminuir por la reducción del consumo de alimentos y por la interacción social. Ante situaciones de estrés por hacinamiento crónico, los peces reducen la ingesta de alimentos, junto con el aumento de la demanda de energía, lo que da lugar a un menor potencial de crecimiento. Los resultados de Trenzado (2006) muestran como se reduce la ingesta de alimento debido a altas densidades de población.

CONCLUSIONES

Dentro de las condiciones físicas y químicas del agua del manantial, algunos parámetros estuvieron por encima de los valores aconsejables para el cultivo. La temperatura del agua se mantuvo constante a lo largo de todo el año debido a que la fuente natural de abastecimiento fue subterránea. Por este motivo se suponía, a priori, que si se confirmaba la hipótesis los individuos presentarían un crecimiento elevado.

Con el transcurso de la experiencia se fueron registrando diferencias de crecimiento en las camadas sometidas a cultivo. Esto hizo disminuir la homogeneidad de los lotes y perder

eficiencia alimentaria. A pesar que se realizaron varias clasificaciones según las tallas, rápidamente se hizo notoria la falta de espacio de cultivo. En consecuencia se incrementaron las densidades de los lotes, por lo que se debió aumentar el número de recambio de agua. Sin embargo, la elevada temperatura del agua sumada a las altas densidades de cultivo, no permitió mantener una concentración de oxígeno apropiada; lo que evidenció que el número recambios fue insuficiente. Precisamente, los valores de CCT disminuyeron en aquellos lotes cultivados a altas densidades y con tallas individuales más grandes. Esto último impidió aprovechar la excelente temperatura del agua del manantial para acelerar el crecimiento.

La conversión y la eficiencia alimentaria, fueron mejores en las etapas iniciales de cultivo, hasta el pre engorde. Sin embargo, durante el engorde se registraron valores bastante alejados del rango de lo que se consideró como aceptable.

Hubo buen crecimiento durante las etapas de cría, pre engorde y engorde hasta densidades cercanas a los 10 kg/m^3 ; pero fue bajo en algunos lotes de engorde. Particularmente en aquellos que atravesaron situaciones de altas densidades, donde no se pudo liberar carga debido a la falta de espacio de cultivo.

A pesar que los parámetros de crecimiento registrados en elevadas densidades fueron en general bajos, el factor de condición K en estos lotes fue elevado. Esto puede estar indicando que los individuos cultivados en esas condiciones, alcanzaron su crecimiento máximo.

El desarrollo de esta experiencia, puso en evidencia la falta de espacio destinado al cultivo, esto obligó a realizar cambios permanentes en la planificación e impidió la ejecución de un diseño estadístico apropiado. A pesar de ello los resultados obtenidos revelaron que el crecimiento registrado es comparable al de otras experiencias y permiten confirmar la factibilidad técnica de un emprendimiento comercial. Se podría aprovechar la ventaja térmica del agua del manantial cultivando a densidades por debajo de los 15 Kg/m^3 ; pudiendo disminuir aún más el período de cultivo necesario para alcanzar las tallas comerciales.

SUGERENCIAS

La producción de peces puede planificarse en función del crecimiento y de la densidad (Harper y Pruginin, 1991). Pero además no deben dejarse de lado otros factores que limitan los volúmenes alcanzables en cada establecimiento. Entre estos: la variación temporal de la

temperatura, la concentración de oxígeno disponible, la densidad de cultivo a utilizar, el caudal necesario, y la genética y sanidad de los ejemplares. Teniendo en cuenta las particularidades que presenta el agua en Puelén, el conocimiento de estos parámetros adquiere una especial importancia por la inexperiencia que existe en este tipo de ambientes.

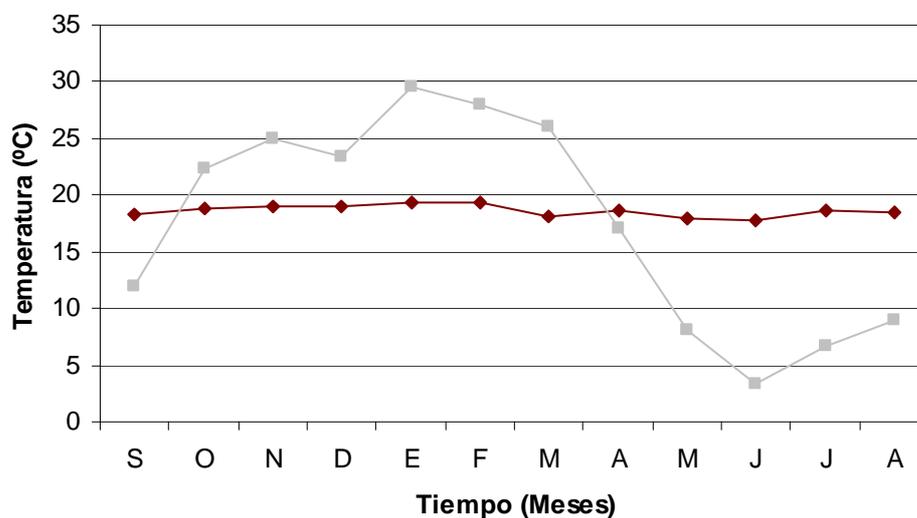
Entonces se sugiere:

- * Determinar la producción máxima del criadero tomando como referencia que teniendo de 1 a 4 recambios por hora, es posible cultivar a densidades de entre 20 y 40 K/m³ (Coll Morales, 1991).
- * Estudiar la relación entre el oxígeno disuelto y los recambios de agua con la densidad de cultivo y el crecimiento (SGR, CCT y CUT) de distintas variedades.
- * Ajustar los valores del CCT para determinar en que momento se deben realizar los desdobles, y mejorar la tasa de alimentación.
- * Investigar sobre el tiempo óptimo de cultivo y las raciones más adecuadas realizando experiencias a distintas densidades y bajo distintas estrategias de alimentación.
- * Monitorear los valores de amoníaco (NH₄⁺), sobre todo su forma tóxica (NH₃) y su relación con la elevada temperatura y el pH básico del agua del manantial para determinar si podría limitar la producción del criadero (Blanco Cachafeiro M. C. 1984).
- * Realizar un análisis económico para determinar el costo de implementar cualquier estrategia de alimentación y los costos para arribar a los distintos tamaños de comercialización. Ya que el hecho de suministrar una tasa de alimentación elevada no necesariamente va a traducirse en un rápido crecimiento que a la vez traduzca en ganancias.

- * Estudiar fenómenos de crecimiento compensatorio (SGR, CCT y CUT) determinando la eficiencia alimentaria después de períodos de nula o mala alimentación. Estos fenómenos no están totalmente aclarados (Wicki G., Rossi F. Luchini L., 2004) y los resultados podrían servir para determinar en que momento se debe alimentar o retrasar la alimentación a fin de optimizar el manejo de los distintos lotes. También podría ayudar a ver como responden las colas de crecimiento cuando son bien alimentadas y aquellos lotes que hallan sido sometidos a altas densidades.

ANEXO

Gráfico 1: Evolución anual de la Temperatura Media Mensual (°C) del ambiente (línea gris) y de la Temperatura Media Mensual (°C) del agua de cultivo (línea rojo oscura) a 400 m.s.n.m.



PUNTO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Temp.
Mes.	E-G Canal.	S-G.	E1/2-Canal.	E-A.	S-A.	E-1, 2 y 3.	S-1.	S-2.	S-3.	Ambte.
Septiembre.	18,2	18,5	18,5	18,3	18,0	18,4	18,3	18,3	-	12,0
Octubre.	18,8	19,0	18,7	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	-	22,4
Noviembre.	19,0	19,2	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	-	25,0
Diciembre.	19,0	19,3	19,0	19,0	19,1	19,0	19,0	19,0	-	23,4
Enero.	19,2	19,6	19,2	19,3	19,4	19,3	19,3	19,3	-	29,5
Febrero.	19,3	19,6	19,2	19,3	19,4	19,3	19,3	19,3	-	27,9
Marzo.	18,1	18,2	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	26,1
Abril.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,1
Mayo.	18,0	17,5	18,0	-	-	18,0	18,0	18,0	17,8	8,1
Junio.	18,0	17,3	18,0	18,0	17,8	18,0	17,9	17,9	17,6	3,4
Julio.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7
Agosto.	18,7	18,2	18,6	18,5	18,4	18,6	18,5	18,6	18,3	8,9
Promedio	18,6	18,6	18,6	18,7	18,7	18,6	18,6	18,6	17,9	17,5

Tabla 6: Temperatura del Ambiente y valores mensuales y anuales de la Temperatura Media Diaria del agua (TMD) registrada para los distintos puntos de entrada (E) y de salida (S).

Camada.	Pi	Li	Pf	LTf	CCT	TMD	Días.
Camada 3	0,8	4,1	3,0	6,6	0,00109	18,5	25
	0,8	4,1	10,0	9,6	0,00091	18,5	73
	0,8	4,1	20,0	12,0	0,00091	18,5	106
	0,8	4,1	1,1	4,8	0,00109	18,5	5
	0,8	4,1	1,4	5,1	0,00109	18,5	9
	0,8	4,1	17,0	11,4	0,00091	18,5	98
	0,8	4,1	17,3	11,4	0,00091	18,5	99
	0,8	4,1	18,5	11,7	0,00091	18,5	102
	0,8	4,1	20,9	12,1	0,00091	18,5	108
	0,8	4,1	22,8	12,5	0,00094	18,5	110
	0,8	4,1	31,1	13,8	0,00094	18,5	127
	35,1	15,0	41,0	15,0	0,00067	18,5	14
	35,1	15,0	41,9	15,1	0,00067	18,5	16
	35,1	15,0	43,0	15,3	0,00067	18,5	18
	35,1	15,0	58,8	16,9	0,00067	18,5	49
	35,1	15,0	74,8	18,2	0,00067	18,5	76
	35,1	15,0	78,0	18,4	0,00067	18,5	80
	35,1	15,0	100,0	19,9	0,00067	18,5	110
	35,1	15,0	103,4	20,2	0,00067	18,5	114
	35,1	15,0	104,0	20,2	0,00067	18,5	115
	35,1	15,0	106,9	20,4	0,00067	18,5	119
	35,1	15,0	109,6	20,5	0,00067	18,5	122
	35,1	15,0	111,5	20,6	0,00067	18,5	124
	35,1	15,0	119,7	21,1	0,00067	18,5	133
	35,1	15,0	124,0	21,4	0,00067	18,5	138
	35,1	15,0	127,0	21,5	0,00067	18,5	141
	35,1	15,0	135,1	21,9	0,00067	18,5	150
	35,1	15,0	153,9	22,9	0,00067	18,5	168
	35,1	15,0	159,0	23,1	0,00067	18,5	173
	35,1	15,0	195,0	24,7	0,00067	18,5	204
	35,1	15,0	200,0	24,9	0,00067	18,5	208
	35,1	15,0	224,8	25,8	0,00067	18,5	226
35,1	15,0	250,0	26,7	0,00067	18,5	244	
35,1	15,0	250,1	26,7	0,00067	18,5	244	
35,1	15,0	252,7	26,8	0,00067	18,5	246	
35,1	15,0	267,0	27,2	0,00067	18,5	255	
35,1	15,0	268,6	27,3	0,00067	18,5	256	
35,1	15,0	275,0	27,5	0,00067	18,5	260	
35,1	15,0	280,0	27,7	0,00067	18,5	264	
35,1	15,0	300,0	28,3	0,00067	18,5	276	
35,1	15,0	380,0	30,5	0,00067	18,5	320	

Camada.	Pi	Li	Pf	LTf	CCT	TMD	Días.
Camada 2	96,4	20,3	100,0	20,5	0,00147	18,5	2
	96,4	20,3	103,4	20,7	0,00147	18,5	4
	96,4	20,3	104,0	20,7	0,00147	18,5	4
	96,4	20,3	106,9	20,9	0,00147	18,5	6
	96,4	20,3	109,6	21,0	0,00147	18,5	7
	96,4	20,3	111,5	21,1	0,00147	18,5	8
	96,4	20,3	119,7	21,6	0,00147	18,5	13
	96,4	20,3	124,0	21,8	0,00147	18,5	15
	96,4	20,3	127,0	22,0	0,00147	18,5	16
	96,4	20,3	135,1	22,4	0,00147	18,5	20
	96,4	20,3	153,9	23,2	0,00147	18,5	28
	96,4	20,3	159,0	23,5	0,00147	18,5	31
	96,4	20,3	195,0	24,9	0,00147	18,5	45
	96,4	20,3	200,0	25,1	0,00147	18,5	46
	191,3	24,8	195,0	24,9	0,00103	18,5	2
	191,3	24,8	200,0	25,1	0,00103	18,5	4
	191,3	24,8	224,8	26,0	0,00103	18,5	17
	191,3	24,8	250,0	26,8	0,00103	18,5	28
	191,3	24,8	250,1	26,8	0,00103	18,5	28
	191,3	24,8	252,7	26,9	0,00103	18,5	29
	191,3	24,8	267,0	27,3	0,00103	18,5	35
	191,3	24,8	268,6	27,4	0,00103	18,5	36
	191,3	24,8	275,0	27,6	0,00103	18,5	39
	191,3	24,8	280,0	27,7	0,00103	18,5	41
	191,3	24,8	300,0	28,3	0,00103	18,5	49
	191,3	24,8	380,0	30,3	0,00103	18,5	78
	191,3	24,8	500,0	32,8	0,00103	18,5	114
	191,3	24,8	750,0	37,0	0,00103	18,5	174
	656,9	35,1	750,0	37,0	0,00064	18,5	33
	656,9	35,1	800,0	37,7	0,00064	18,5	50
656,9	35,1	1000,0	40,3	0,00064	18,5	111	
Camada.	Pi	Li	Pf	LTf	CCT	TMD	Días.
Camada 1	228,4	26,9	250,0	27,1	0,00125	18,5	8
	228,4	26,9	380,0	30,6	0,00125	18,5	49
	228,4	26,9	500,0	33,2	0,00125	18,5	79
	228,4	26,9	750,0	37,4	0,00125	18,5	129
	228,4	26,9	800,0	38,1	0,00125	18,5	137
	228,4	26,9	1000,0	40,6	0,00125	18,5	168
	228,4	26,9	1500,0	45,7	0,00125	18,5	231
	228,4	26,9	2000,0	49,7	0,00125	18,5	280
	228,4	26,9	2500,0	53,1	0,00125	18,5	322

Tabla 7: Longitud Total (cm) Teórica (LTf) calculada a partir de las ecuaciones obtenidas para cada camada de la relación Longitud Total (cm) - Peso Corporal (g) y Días de cultivo necesarios para alcanzar los distintos tamaños (Pf) de comercialización potenciales y aquellos utilizados para comparar el crecimiento con otros autores, utilizando el modelo predictivo de Cho (Cho, 1992. extraído de Cerdá, 2000).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA. (2004). Administración provincial del agua. Evolución y Análisis Físico Químicos del Manantial de Puelen (1994 a 2004).

Alvarado, H. (1983) *Producción de truchas en Venezuela*. FONAIAP divulga. Nro 9 Marzo-Abril.

Alvarado, H. (1998) Efecto de diferentes concentraciones de calcio sobre el desarrollo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de cultivo. *Zootecnia Trop.*, 16(1):99-111. 1998. FONAIAP

Arredondo Figueroa J. L. et al. (2006) Cultivo de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) en un sistema cerrado de recirculación de agua. Planta Experimental de Producción Acuícola, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México, Distrito Federal (México). Comunicación Científica - CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>), 1-10

Arrignon, J. (1984) *Ecología y piscicultura de aguas dulces*. Mundi Prensa. 390 p. Madrid. España.

Bastardo Hilda. (2003) " *Crecimiento de truchas todas hembras y de ambos sexos en un criadero venezolano* " *Zootecnia Tropical*. Vol. 21, Núm. 1, pp. 17-26. Mérida, Venezuela.

Berguño A., Del Ponti O., Marani J. y Matalía H. (2005) *Crecimiento de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en el manantial de Puelén, La Pampa*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Comisión Provincial de Aprovechamiento Hídrico. Gobierno de La Pampa. I Congreso Pampeano del Agua. Santa Rosa, La Pampa.

Bisceglia H. (1975) “*Estudio Hidrogeológico de la Región de la Meseta Basáltica, con referencia a los manantiales*” Administración Provincial del Agua (APA).

Bjordal, T. & Aarland, K. (1999) *Salmon aquaculture in Chile. Aquaculture Economics*. www.salmonchile.cl

Blanco Cachafeiro M. C. (1984). *La Trucha. Cría Industrial*. Madrid. España.

Caro Eduardo. (2000) *El cultivo de trucha arco-iris (Oncorhynchus mykiss) en regiones de llanura y clima templado-cálido. El caso de Lujan provincia de Buenos Aires, Argentina*. p. 4. Luján, Buenos Aires, Argentina.

Cerdá Miguel J. (2000) *Estimación del Crecimiento, Tasa de Alimentación y Producción de desechos en Piscicultura mediante un modelo Bioenergético*. Dpto. Ciencia Animal. Laboratorio de Acuicultura. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Coll Morales Julio. (1991) *Acuicultura Marina Animal*. Pp. 22-29. Madrid. España.

Csirke, J. (1993) *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. FAO. Documento Técnico de Pesca. (192):82 p.

Del Ponti Omar, et al. (2004) *Primer Informe (16/04/04 al 31/07/04)*. Cría de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en el manantial de Puelén., factibilidad y desarrollo experimental. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Del Ponti Omar, et al. (2004) *Informe al 12 de Noviembre de 2.004*. Cría de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en el manantial de Puelén., factibilidad y desarrollo experimental. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Del Ponti Omar, et al. (2005) *Período Marzo/04 - Mayo/05*. Cría de trucha arco iris en el manantial de Puelén. Informe Final. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Del Valle Alejandro. (1993) *Generalidades. Principales operaciones y Tareas de Piscicultura.* Bases para la Salmonicultura. pp. 3 a 16-138 a 175. Junin de los Andes, Neuquen, Argentina.

Egea Nicolás M. A. et al (2002) *Efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777).* Equipo de Acuicultura. Instituto Murciano de Desarrollo Agrario y Alimentario. Consejería de Agricultura, Agua y Medio. San Pedro del Pinatar (Murcia), España.

FAO (2007). *El estado Mundial de la Pesca y Acuicultura.* Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Roma, Italia.

Fernández N. A. (1992) *Efecto del aceite de Krill antártico y Astaxantina sintética sobre la coloración de la carne de trucha.* 20 pp. Junin de los Andes, Neuquén, Argentina.

Gilbert, V.; Del Ponti, O. y Tiranti, S. (1993). *Relevamiento de la ictiofauna del Embalse Casa de Piedra (La Pampa).* Resúmenes XVI Reunión Argentina de Ecología. p. 281. Puerto Madryn, Chubut, Argentina. De Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa.

Gilbert, Del Ponti, Doma y Drede. (1999) *Estudio de los peces del Embalse Casa de Piedra: Bases biológicas para su manejo.* COIRCO-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UnLPam. pp. 36-74. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

(González Del Pino F. Sin Publicar. 44p)

Grupo Pilar S. A. (2004) Línea GANAVE de alimentos para Truchas. Heinz Pet Products.

Huet Marcel. (1998) *Salmonicultura o piscicultura de Aguas Frías. Tratado de piscicultura.* Cap III. Arts. II y IV pp.104 a 107-143 a 156. Madrid, España.

Harper B. y Pruginin Y. (1991) *Cultivo de peces comerciales. Basado en las experiencias de las granjas piscícolas de Israel.* Ed. LIMUSA. Pp 115-132.

INTA; UnLPam.; Subsecretaría de Cultura. y Gobierno de La Pampa. (2004). *Relevamiento de Vertebrados, Sitio Casa de Piedra.* Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo, Vegetación y Fauna de Vertebrados. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Klontz G W. (1991) *A Manual for rainbow trout production on the family-owned farm.* Department of Fish and Wildlife Resources. University of Idaho. Moscow.

Klontz G W. (1995) *Care of Fish in Biological Research.* Invited paper on animal well-being presented at the ASAS 86th Annu. Mtg. Minneapolis. MN.

Luchini Laura. (2001) *Perspectivas del comercio mundial, Regional y Local para el nuevo siglo.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección de Acuicultura. pp 9-13. Buenos Aires, Argentina.

Luchini Laura. (2004) *Especies potenciales para cultivo: cultivo de especies de aguas templado-frías.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección de Acuicultura. pp 4-28. Buenos Aires, Argentina.

Morales G. (2004) *Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación.* pp. 21-49. Buenos Aires, Argentina.

Núñez P. y Del Valle A. (1995) *Métodos de manipulación cromosómica aplicados a la producción de Trucha Arco Iris.* 55 pp. Junin de los Andes, Neuquén. Argentina.

Pasma II. (2001). Estudio ambiental de base. Caracterización general del área de estudio. Área Minera I. Puelén. Secretaría de Minería de la Nación. República Argentina.

Prieto Ana B. (1992) *Comparación de los efectos del aceite de Krill, Astaxantina sintética y Cangrejos de río sobre la coloración de la carne de trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss)*. 19 pp. Junin de los Andes, Neuquén. Argentina.

Prieto A. y Del Valle A. (1996). *La Salmonicultura en Neuquén y Río Negro*. pp. 47-48-51-53-57-59-63-65-75-78. Junin de los Andes, Neuquén. Argentina.

Roberts R. J. y Shepherd C. J. (1980) *Enfermedades de la Trucha y el Salmón*. Pp: 110-113. Zaragoza. España.

Schulz Juan Carlos. (1999) *El agua en La Pampa*. Apuntes de Hidrología Ambiental. pp.166-179. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

Stevenson, J (1985) *Manual de cría de la trucha*. Zaragoza. España. Acribia. 219 p.

Sue Matthews. (2005) *Programa Mundial sobre Especies Invasoras*. Global Invasive Species Programme (GISP) CAB Internacional, Wallingford, Oxon, Reino Unido. Pag 66.

Takeuchi. M, Fernandez N. y Prieto A. B. (1993) *Evaluación de alimentos Argentinos para trucha arcoiris. Informe II: Evaluación Biológica*. Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN). Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). Junin de los Andes. Neuquén. Argentina.

Trenzado, C; Morales, A. y de la Higuera M. (2003). Interacción entre la densidad de peces y niveles de vitamina E, Vitamina C y HUFAs de la dieta en la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Influencia sobre el crecimiento y conversión del alimento. Dpto. Biología Animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. España.

Trenzado, C; Morales, A. y de la Higuera M. (2006). Physiological effects of crowding in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, selected for low and high stress responsiveness. Dpto. Biología Animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. España.

Wicki G., Rossi F. y Luchini L. (2004) *Crecimiento compensatorio en Piaractus mesopotamicus y su importancia en producción*. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola

(CENADAC). Dirección de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Economía y Producción de la Nación. Buenos Aires. Argentina.

www.mineria.gov.ar (2007) *Datos Meteorológicos Registrados en la Estación Colonia 25 de Mayo, en el Período 1971-1996. Temperatura Media Mensual (°C).*