

TECNOLOGIAS PARA CULTIVO DEL “RANDIA” (*Rhamdia quelen*) PARA FOMENTO DE SU PRODUCCIÓN COMERCIAL, EN CLIMA TEMPLADO A TEMPLADO-CALIDO.

por F. Rossi* & L. Luchini**

*Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC). **Dirección de Acuicultura-Argentina. E-mail:lluchi@mecon.gov.ar

Resumen: se presentan las tecnologías que han sido desarrolladas para el “randiá” (*Rhamdia quelen*) obtenidas en años anteriores; junto a las modificaciones resultantes de las investigaciones realizadas durante el período 2003-04, llevadas a cabo en el CENADAC. Estas tecnologías siguen mejorándose en la actualidad, especialmente en lo que se refiere a los aspectos de “nutrición” de estos peces, acompañado de la formulación de raciones alimentarias que mejoren aún más, los actuales costos de producción.

Introducción

Los Silúridos son peces de piel desnuda y cuerpo deprimido, adaptados mayoritariamente a los fondos de los ambientes acuáticos. Poseen barbillas en el mentón y en los maxilares con función sensorial y aletas dorsales y/o pectorales provistas de espinas defensivas, no dañinas para su manejo en cultivo. Sus especies son conocidas en los mercados mundiales, bajo el nombre genérico de “catfish” (pez gato) en Estados Unidos y Europa, respectivamente. Las especies más renombradas y conocidas que habitan la Cuenca del Plata (en nuestro país y parte de América Latina), abarcan los dos “surubi” (*Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. coruscans*), de alto consumo y ampliamente requeridos en la pesca deportiva; provenientes de la pesquerías del río, aunque Brasil ya los cultiva y exporta. La producción y el comercio de los Silúridos es importante en varios países. Actualmente, se comercializa en Europa el “basa” y el “tra” (*Pangasius bocourti* y *P. sutckii*), dos “catfish” producidos en Vietnam, así como el conocido “channel catfish” de Estados Unidos y varias especies del Clarias (100.000 TM, FAO, 2002). La industria de estas especies, muestra un gran potencial. Solo Estados Unidos produce para su mercado interno casi 360.000 ton (2000) de su especie *Ictalurus punctatus*, mientras que Vietnam produjo recientemente 180.000 ton y tiene un proyección de 220.000 ton para los próximos años (Eurofish, 2004). A ello se sumaron otras producciones menores como las del género Clarios en Cuba, Africa y Asia y los actuales del jundiá (*Rhamdia quelen*) en Brasil.

Actualmente, el mercado europeo se abastece en forma amplia del “catfish” vietnamita, que presenta una importante demanda. El cultivo del catfish americano, por su lado, se inició como diversificación del agro arrocerero en el estado de Mississippi en la década del ´60 y terminó convirtiéndose en una industria que ya en 1990 generaba importantes ingresos, con más de 13.000 empleos, superando los 1.500 millones de dólares. Su rápido y exitoso aumento, se debió en gran parte al fuerte apoyo en investigación realizado desde el Estado, junto a una estrategia de marketing capaz de crear una demanda importante de consumo de los productos presentados (incluidas las hamburguesas de pescado); compitiendo actualmente con especies como la tilapia y el salmón. Todo hace que existan motivos suficientes para investigar y producir otras especies de Silúridos, especialmente en América Latina, ya que ellos son considerados

de alta calidad y excelente carne. Brasil produce actualmente, más de 3.000 TM del *Rhamdia quelen* (jundia) en los estados de Santa Catarina y Río Grande do Sul).

En las aguas de nuestros ríos, embalses y lagunas, existen varias especies de Silúridos con potencial de cultivo, que aún no han sido estudiadas. Creemos que la piscicultura actual de especies de agua dulce, como el pacú y la tilapia, que está en crecimiento en el país, ligado a una interesante diversificación agrícola, puede llevar al desarrollo de otras especies similares, para actuales y potenciales productores del agro, abarcando la región de clima templado a templado-cálido y subtropical, como sería el caso del “randiá”.

El *Rhamdia quelen* (randiá en Argentina o jundiá cinza en Brasil) presenta una amplia distribución natural que abarca desde el clima cálido al norte hasta el templado en la región central de Argentina (López et al, 2004), encontrándose además presente en Brasil y Uruguay. Ello, junto a su excelente respuesta zootécnica y a sus atributos, lo convierten en una importante especie para producción comercial. Las tecnologías básicas para su cultivo y manejo fueron desarrolladas por nuestro equipo en la década del '80 y '90, discontinuándose posteriormente, aunque los estudios fueron retomados recientemente. A estos resultados se han sumado otros, obtenidos en los últimos años en Brasil, al efectivizarse su producción comercial (Panorama da Aquicultura, 2002/2003) (Baldisserotto y Radunz Neto, 2004), que incentivaron la investigación, junto a otras especies autóctonas habitantes de la Cuenca del Plata.

Tecnologías, ciclo de cultivo y producciones obtenidas:

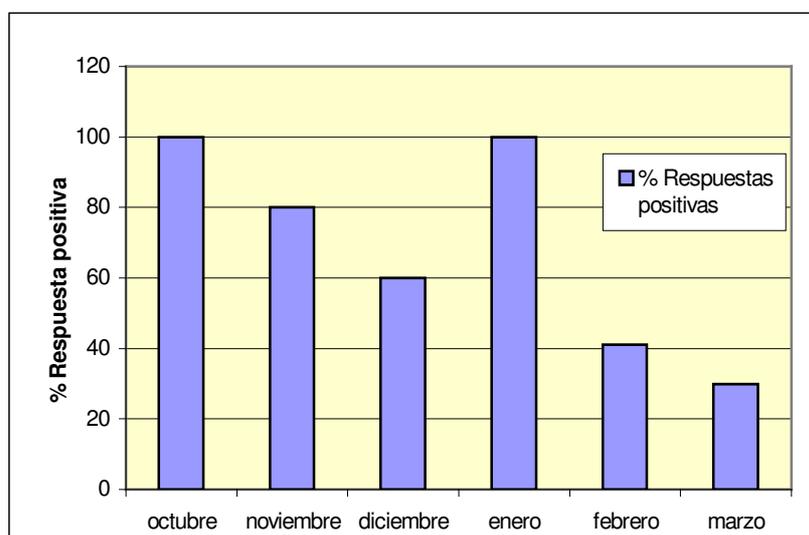
1. Reproducción: el punto más importante del éxito comercial en el cultivo de una especie se refiere al control de su reproducción, puesto que ello permite la independencia del medio silvestre, obtención masiva de juveniles en cautiverio y planificación de producción comercial; además del inicio de una “domesticación” del pez silvestre con una posterior selección de una línea de ejemplares más rendidores en cuanto a crecimiento y producción. La disponibilidad de “semilla”, por lo tanto, es lo que permite el inicio del cultivo comercial, con productores que encaren su larvicultura o bien, solamente las fases de pre-engorde y engorde hasta talla comercial (adquiriendo en este último caso la semilla, a otros productores).

1.1. Reproductores y su acondicionamiento: en el inicio, un productor que quiera desarrollar el ciclo completo, deberá recurrir a la captura de reproductores silvestres en ambientes naturales seleccionados, manteniendo los ejemplares, bajo control de alimentación y estado sanitario. Así, el productor irá formando su propio plantel inicial, del que se extraerán posteriormente los mejores ejemplares para su reproducción controlada. También puede iniciarse con alevinos o juveniles adquiridos, seleccionando y cultivando los futuros ejemplares progenitores. En *Rhamdia*, los mejores ejemplares para reproducción sobrepasan el kilo de peso (las hembras son de mayor talla que los machos). Una hembra de 1,2 kg puede producir un promedio de 50.000 ovas (Luchini, 1988), muy superior al catfish americano. Los reproductores se mantienen a densidades de 400-800 kg/ha. El proceso de maduración se favorece con aumento de la corriente de agua interna en los estanques y la alimentación es un factor preponderante, que repercute en su posterior producción de huevos y larvas (sanidad, número, tamaño y calidad de las ovas producidas). La ración empleada para mantenimiento de los reproductores es de alta proteína (35%), ofreciéndose junto a ésta, pescado fresco o congelado o bien, hígado crudo, durante los meses previos a la reproducción, para

mejoramiento de los productos sexuales (últimos meses de invierno). En la época invernal se disminuye la ración peletizada a 1-2 veces/semana en los días de mayor temperatura y en primavera se aumenta nuevamente la oferta de ración.

1.2 Selección de ejemplares maduros y desoves: previo al inicio de la temporada de desove (septiembre a marzo según el sitio de localización del cultivo), se revisan periódicamente los individuos, seleccionando aquellos que muestren claros signos de madurez sexual, para su inmediata inducción y posterior desove. Los machos maduros se seleccionan fácilmente, ya que emiten semen a una leve presión abdominal, mientras que las hembras muestran signos externos de maduración: buena contextura física, abdomen distendido, ovarios palpables y poro genital rojizo. Los óvulos NO se liberan a una simple presión, ya que el desarrollo gonadal se detiene en cautiverio sin alcanzar el desove propiamente dicho. Se puede efectuar una selección de hembras supuestamente maduras realizando una “biopsia”, obteniendo muestras de ovocitos. Se consideran “maduros”, aquellos cuyo diámetro es superior a 1 mm, de color amarillo translúcido y con corion desarrollado (Orti, 1981; Cussac & otros, 1985). El “pico” de reproducción se presenta entre septiembre y noviembre, en ejemplares mantenidos en estanques, permitiendo mayor extensión del cultivo a las mejores temperaturas; dependiendo del sitio seleccionado. Hacia fines del período reproductivo, se presenta una mayor cantidad de hembras con ovarios ya en regresión (reabsorción) y el tamaño de los óvulos disminuye, por lo que las larvas nacidas serán menores (Figura 1). Contrariamente, los desoves tempranos son afectados por las bajas temperaturas.

Figura 1: Respuestas positivas a la inducción hormonal durante la temporada de desove (en porcentaje).



Fuente: Varela & otros, 1982. Uruguay.

1.3. Inducción hormonal: la ovulación final se obtiene por medio de la inducción con hormonas, en laboratorio o hatchery. Se trata de una especie de fácil manejo y esta operación puede realizarse utilizando extracto de hipófisis o Gonadotrofina Coriónica Humana (GCH) resultando en un control total; sugiriéndose por respuesta y comodidad, el empleo de la última hormona mencionada (Tabla 1). Si se trata de hipófisis (en fresco

o conservada) se emplea 1 única dosis de 5 mg/kg de peso, con 2 aplicaciones (cada 8-12 hs) según temperatura del agua (Luchini y Rangel, 1981). La ovulación se produce 16-17 hs posteriores al inicio de la inducción. El uso de GCH presenta ventajas: dosis precisas (ampollas de 5000 UI), venta libre, disponibilidad continua y precio accesible. Las dosis aplicadas varían entre 250 a 1500 UI/kg de peso de hembra seleccionada y se aplican hasta tres dosis cada 24 horas. En los machos se trata de una única dosis, de 600-700 UI/kg, junto a la última de la hembra; que permite mayor fluidez de semen y mayor fertilización de ovas. Los espermatozoides muestran su mayor actividad en el agua, durante los primeros 40-50 sec, quedando viables por varias horas. La ovulación, dependerá de la ajustada selección de las hembras y las dosis aplicadas. En los casos positivos, una sola dosis bastará para producir la ovulación. El tiempo entre la dosis aplicada y la ovulación, será función de la temperatura del agua y de la técnica empleada. Para el caso de desove artificial, Varela & otros, determinaron en 1982, el período de inducción según la función: $P:I=8610*TC (-1,99)$. A la temperatura a la que se opera en general (21 a 25°C), el período fluctúa entre las 10 y 15 horas, respectivamente.

Las últimas experiencias realizadas en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC) en el *norte de la provincia de Corrientes* durante el período 2003-2004, mostraron alguna variación respecto de los resultados obtenidos por el mismo equipo a mayor latitud (*norte de la provincia de Entre Ríos*). En Corrientes, se trabajó con progenitores originarios de lagunas de la provincia de Buenos Aires, los que una vez acondicionados en estanques adecuados, maduraron sexualmente entre los meses de agosto y septiembre; adelantándose la temporada de reproducción, aproximadamente en 1 mes, respecto de la lograda previamente en el norte de Entre Ríos.

En lo que se refiere a la inducción hormonal, las dosis de GCH fueron ajustadas a 700 UI/Kg de hembra, con aplicaciones a intervalos de 8 horas. Junto a la segunda dosis aplicada a las hembras, se inyectó una única dosis de 350 UI/kg a los machos (Wicki, 2005, com. per).

Tabla 1: Ensayos positivos de inducción hormonal en hembras de *Rhamdia quelen*, según diferentes autores.

Autores	Orti, 1981	Luchini y Rangel, 1981	Luchini y Rangel, 1983	Varela, Fischer y Fabiano, 1982
Hormona	GCH	Hipófisis de sabalo	GCH	GCH
Dosis	250 U.I. / Kg	5 – 7 mg / Kg	1500 U.I. / Kg	600-800 y 1000 U.I. / Kg
Entregas	1	3 (cada 8 horas)	3 (cada 24 horas)	1
Respuesta positivas %	---	66,6	76	100-94 y 92

1.4. Técnicas de desove e incubación: una vez liberados y fecundados los ovocitos, los huevos quedan librados al azar, sin protección o cuidado parental. Esta característica diferencia a nuestro “randiá” del “catfish americano”, que desova y fertiliza los óvulos dentro de nidos que construyen en los fondos de los estanques (o en contenedores especiales), no necesitándose entonces de una inducción previa. En el caso de esta última especie, el macho protege el desove hasta la eclosión y posterior reabsorción del saco vitelino de las larvas (Bardach, 1982). Otra diferencia notable entre estos dos Silúridos, está dada por el tipo de desove: mientras que en *Rhamdia* los óvulos son libres y caen a los fondos, en *Ictalurus* son de fondo pero adherentes, quedando aglutinados en masas gelatinosas que permiten una rápida cuantificación; aunque la hatchery necesitará contar con sistemas más sofisticados de incubación. Básicamente, los desoves inducidos de *R. quelen*, pueden obtenerse de dos formas: a) “naturalmente” logrando la ovulación y fertilización en cautiverio en contenedores apropiados, contando con los peces ya inducidos y b) “artificialmente”, extrayendo la pareja ya inducida y obteniendo los productos sexuales por masaje abdominal (“stripping”) o sea, fecundando artificialmente los óvulos en seco, en un contenedor. En unos 10 a 15 min posteriores se les agrega agua y se van “lavando”; retirando el exceso de semen utilizado. Ambas técnicas ofrecen buenos resultados, sugiriéndose la “natural”, por ser los tiempos de latencia o período de inducción más cortos y obtenerse una mayor fertilización, con mucho menor estrés de los individuos; factores ambos, que favorece su recuperación.

1.4.1. Reproducción “natural”: se implementa en acuarios u otros contenedores, de capacidad y flujo suficiente, con aireación continúa del agua. Los acuarios favorecen la observación del cortejo sexual y el momento preciso del desove, además de la observación sanitaria de los animales. Cada unidad alberga una pareja compatible en talla, con evidentes signos de madurez sexual avanzada. Se los acondiciona 24 horas previas a la inducción, aclimatándolos. Si no fueran compatibles en talla, se manifestarán agresiones y los ejemplares deberán cambiarse. Posteriormente a la inducción, se puede observar un verdadero cortejo, donde el macho efectúa círculos alrededor de la hembra. Estos se vuelven más cerrados al momento de la ovulación, procediendo el macho a presionar los flancos de la hembra, activándola. Una vez producida la fertilización, los reproductores deben retirarse, dejando reposar los huevos durante 30 min hasta su completa hidratación. Pasado este lapso, se recogen por sifoneo suave, con una manguera común, traspasándolos a incubadoras previamente preparadas.

1.5. Incubación: los huevos libres se incuban en vasijas tipo Mac Donald o Chasse de diferentes volúmenes, siendo las técnicas de manejo, simples. La incubación se realiza con flujo vertical y suave movimiento del agua. La cantidad de huevos a incubar, dependerá del volumen de los dispositivos disponibles. Al nacer, las larvas son arrastradas por una suave corriente hacia canaletas que desaguan a su vez en adecuadas bateas de recepción. El desarrollo embrionario y la eclosión abarcan entre 30 y 40 horas, a 22-24° C (Cussac & otros, 1985). La temperatura es el factor que regula la incubación, junto al oxígeno disponible; existiendo un límite superior e inferior, por encima y por debajo del cual, se detiene el proceso o el % de eclosión disminuye ampliamente. El tiempo más corto registrado en Salto Grande, (31° S, 58° W) ha sido de 36 hs, con temperaturas de 26 y 28°C (Luchini, 1990). El OD, se mantiene en niveles no inferiores a los 5 mg/l. Si la fertilización ha sido pobre, las pérdidas serán altas; pero en una fecundación considerada normal, esta se acerca al 5-8%, o menos.

Tabla 2: comparación de las características de reproducción entre *Rhamdia quelen* e *Ictalurus punctatus*.

	Rhamdia quelen	Ictalurus punctatus
Fecundidad (h/Kg)	50.000	8.000
Tamaño de ovas	1 – 1,3 mm	3,5 – 5,1 mm
Tipo de ovas	libres y demersales	adherentes y demersales
Período de inducción	15 a 20 hs (21 – 25°C)	16 – 24 hs
Tiempo de incubación	36 hs (27°C)	5 a 10 días (30 – 22°C)
Pérdidas de incubación	5 – 8 %	2 – 5 %

2.- Larvicultura, cultivo y producción

2.1.- Larvicultura en hatchery (bajo techo): este período abarca desde el nacimiento de las larvas (4 mm de LT promedio), hasta la obtención de los alevinos de 1,5 a 3,0 cm, si la larvicultura se realiza en raceways o bateas, bajo techo. La duración del período la definirá el productor, según estime proseguir o no, en el tiempo, el proceso de cultivo y la infraestructura disponible. También puede realizarse en forma directa, en estanques externos. En este caso, las pérdidas serán mayores pero se empleará menor infraestructura, tratándose de una “larvicultura masiva”. Por su lado, si la larvicultura se efectúa “bajo techo”, en laboratorio o hatchery, permite un control más efectivo, con obtención de peces acostumbrados a captar alimento artificial y reducción de la mortalidad. Cada técnica tiene sus ventajas y desventajas y se ajusta en general, a las necesidades e instalaciones disponibles, relacionadas a la inversión realizada por el acuicultor.

El traslado de las larvas recién nacidas a los raceways internos o a los estanques externos, se realiza entre el 3^{er} y 4^o día, en estado de “swim up” cuando comienzan a buscar alimento. Los contenedores empleados en hatchery bajo control total, construidos en fibra de vidrio o madera tapizada en plástico, deben ser de 2,5 a 3,0 m de largo; 0,3 a 0,5 m de ancho y 0,25 a 0,30 m de profundidad. El caudal de agua se mantiene constante y se trabaja sin aireación, con pelo de agua a 15 cm. La densidad de siembra dependerá del caudal utilizado sin que los pequeños peces sean arrastrados por la corriente contra la malla de retención y que permita además, el mantenimiento de la calidad de agua del cultivo. Se han utilizado densidades de entre 100 a 200 larvas libres por litro, con éxito (Luchini y Salas, 1985).

Otra técnica también exitosa y que facilita la limpieza, es aquella que ubica a las larvas en canastas suspendidas dentro de los raceways o bateas, mantenidos con flujo interno constante. Cada canasta recibe internamente un caudal de 1,0 a 1,5 l/min. Las canastas miden 35-40 cm de diámetro y 15-20 cm de profundidad, confeccionándose en red de tul de algodón o nylon y abertura de malla de 0,6 mm. La densidad se fija en 100-300 larvas por litro y se acompaña con flujo de 1 litro/min, pudiendo también aplicarse aireación en el raceway receptor, a necesidad. Este método permite alimentar a saciedad las larvas (deteniendo el flujo por un lapso), limpiando cada 2-3 días las canastas, retirándolas e higienizándolas bajo agua corriente, previa cosecha cuidadosa a las larvas, que son luego devueltas a su canasta, una vez limpias. Cada raceway, mantiene 4-6 canastas por ciclo de cultivo.

Alimento: el mejor alimento para los peces es, evidentemente, el constituido por organismos vivos (zooplancton o Artemia) (Figura 2). Este material, difícilmente sea utilizado en larvicultura bajo techo a altas densidades (por la cantidad necesaria y su labor de producción); procediéndose a elaborar un alimento artificial que proporcione la mejor respuesta en crecimiento. Este puede consistir en una mezcla húmeda con 40-50% de contenido proteico, conformada por partes iguales de hígado crudo + yema cocida + sangre coagulada, a la que se le agrega minerales y vitaminas. (Tabla 3, Luchini, 1990) o bien, una mezcla como la desarrollada por investigadores de Brasil, que utiliza lecitina de soja + hígado de bovino + levadura con buenos resultados (Piaia & Radunz, 1997^a y 1997^b). Otros investigadores han empleado con éxito, lecitina de soja + hígado de vaca o pollo + harina de arroz o solamente una harina de 40-45% de proteína bruta, que ofrecen a las 72 hs de la eclosión, en 4-6 ofertas diarias. La mezcla húmeda, se suministra al inicio en forma licuada y filtrada, cada 2-3 horas y posteriormente en “pasta”, reduciendo luego las ofertas a 4-5 durante las horas diurnas (Luchini y Salas, 1985). También se han desarrollado alimentos finamente pulverizados, constituidos distinto % de insumos, entre los que la harina de pescado abarca cerca de un 60%. Al 10° día de cultivo, se les ofrece una cantidad de alimento balanceado similar al que ingerirán en los estanques externos. Como el alimento es ofrecido en exceso (ad libitum), se mantendrá vigente una higiene constante, retirando los desechos de los raceways. Cerca de los 15 días de vida, las larvas se clasificarán por tallas, sembrándolas en los estanques externos, previamente fertilizados. Durante la larvicultura bajo techo, el porcentaje de mortalidad puede ubicarse entre un 15 a 20, si se maneja el cultivo con higiene y buena nutrición; pudiendo incluso efectuarse baños preventivos con formol (1:4000), a canilla cerrada, previniendo la acción de hongos o bacterias y otros parásitos que pueden afectar el cultivo.

Tabla 3: mezcla húmeda de insumos utilizados en larvicultura de *R. quelen*.

Ingredientes	Proporción en partes
Hígado crudo fresco	200
Sangre fresca	200
Yema de huevo cocida	200
Cl Na	5
Minerales	5
Vitaminas	5

Fuente: Luchini, 1990

2.2.- Larvicultura en estanques externos

Esta técnica requiere de la construcción de estanques excavados en el exterior, con superficies menores (200 a 500 m²) y con tiempo de llenado rápido. Previo a la siembra, se fertilizan los mismos, favoreciendo el desarrollo de producción primaria y secundaria, con la doble finalidad de mantener un buen nivel de OD y suficiente alimento natural para los peces, al inicio del cultivo (fertilizantes inorgánicos y orgánicos), lo que ayuda a su rápido crecimiento y disminuye el costo alimentario con ración. El número de larvas a sembrar dependerá de la talla de los peces a cosechar y de la cantidad y calidad del alimento natural existente, junto con el aporte de ración externa posterior. Una densidad de 100 a 150.000/ha de larvas de 4 días de nacidas y un período de 30 días, mostró resultados positivos (Luchini y Salas, 1983). Al 8° día de sembradas,

se complementa con alimento externo a una tasa del 4.5% del peso corporal inicial, que puede regularse en comederos, ofreciéndolo en exceso las primeras semanas; ya que el alimento natural producido en los estanques disminuirá sucesivamente. El empleo de comederos (bandejas apropiadas) permite al productor que se inicia, controlar y regular la ingesta, disminuir las pérdidas de ración; obteniendo asimismo, una base de datos para las siguientes producciones. Las bandejas se colocan en un 25% de la superficie del estanque y cercanas a la orilla (30-40 cm de profundidad); evitando la predación por aves.

Los últimos datos obtenidos sobre investigaciones llevadas a cabo en el CENADAC (2004) mostraron una alta variabilidad en cuanto a sobrevivencia en este sistema de cultivo; oscilando los valores entre 20 y 50%, con tallas finales obtenidas para los alevinos de 25 a 40 mm (2 a 3,3 gramos individuales). Para la temporada de investigación del 2005-2006, se espera mejorar la supervivencia, con tratamientos para selección de zooplancton (especialmente tamaño) al inicio de la siembra de las larvas.

La ración inicial del 40-50% de proteína, se ofrece al principio en forma de papilla y luego en pelets de diámetro adecuado a la talla de la boca de los alevinos, rebajándola posteriormente, a un 28- 35% de proteína (Tabla 4). La sobrevivencia en un cultivo normalmente manejado, es del 40 al 50%, pero los resultados pueden variar en esta etapa (considerada como la de mayor riesgo), debido a la sensibilidad de los alevinos a los bruscos cambios en la calidad del agua o bien, a la presencia de abundantes insectos predadores o por episodios debidos a la enfermedad de “itch o punto blanco”, que pueden aumentar su mortalidad. ***Las recomendaciones para esta etapa son: a) utilizar agua de buena calidad, mantenerla y evitar el ingreso de predadores cuando aquella proviene de superficie; b) profundidad promedio de estanques en 1,2 m, favoreciendo la estabilidad de las variables ambientales, evitando cambios bruscos en temperaturas y en consecuencia, aparición de punto blanco; c) reducir el estrés en los peces (hacinamiento, tratamientos no cuidadosos, etc.); d) ofrecer alimentos con buena nutrición; e) mantener el OD en 5 mg/l y f) controlar diariamente las variables.***

Tabla 4: Fórmula alimentaría húmeda para cultivo de larvas de *R. quelen*.

Insumo	%	Insumo	%
Harina de pescado	30	Harina de pescado	12
Harina de carne	19,11	Harina de carne	10
Harina de soja	15,04	Harina de hígado	10
Harina de maíz	21,03	Harina de soja	23,5
Afrecho de arroz	12,34	Harina de alfalfa	5,5
Vitaminas (complejo)	0,5	Harina de maíz	21,4
Minerales (complejo)	1	Afrecho de arroz	15
Cl Na	1	Vitaminas (premix)	1
-----		Minerales (premix)	1
Terramicina	1,5	Cl Na	1
Proteína total	41,59	-----	
Proteína animal	30,39	Proteína total	35
Proteína vegetal	11,2	Proteína animal	19,8
		Proteína vegetal	15,14

Fuente: Luchini y Salas, 1983,1985.

2.3. Fase de recría o pre-engorde: el objetivo de esta fase, es la obtención de peces listos para el traslado a estanques de engorde final, con tallas adecuadas, en lo posible, uniformes. La técnica utilizada es sencilla. Los estanques, de superficie reducida, siguen siendo considerados los mejores para esta etapa (hasta 500 m²) fertilizándolos previo a las siembras. No hará falta tratamiento alguno contra insectos predadores debido a la talla inicial de los individuos. La densidad dependerá de la talla final que proyecte el productor a la cosecha y de la respuesta en crecimiento de los peces, de la calidad y cantidad de alimento que consuman, así como de la calidad del agua y su temperatura. La calidad del agua, estará relacionada a la oferta diaria de alimento, evitando exceder una tasa de 30 kg/ha/día, sin utilización de aireación complementaria. Superada dicha tasa, se presentarán disminuciones del OD y mortalidades, o deberá emplearse aireación, aumentando los costos operativos. A los 5-8 días de ingresados, los pecillos iniciarán su alimentación con ración proteica del 40%. En las primeras semanas el crecimiento será rápido, ya que utilizarán el alimento natural existente y el factor S (conversión alimento natural + ración) será cercano a 0,6-0,8; disminuyendo los costos del productor. La ración se ofrecerá 2-3 veces/día y el control se podrá efectuar por comederos.

A medida que los juveniles crecen, la ración podrá disminuirse en cuanto a cantidad de proteína bruta. Si la temperatura es óptima (26-27°C) se alimentará a una tasa del 7-10% inicial, disminuyendo hacia el 5% diario o menos al finalizar esta fase. El ajuste de ración, se basará en muestreos periódicos efectuados sobre un 10% de cada población bajo cultivo; determinando así el peso promedio de los individuos y la biomasa de cada unidad. Sembrando 70.000 a 100.000 peces/ha, de talla inicial de 1,0-1,5 cm de LT, en 60-70 días se obtendrán ejemplares de un LT promedio de 15-16 cm, 30-50 g de peso y una sobrevivencia entre 50 y 80%. Las producciones rondarán los 3.400 kg/ha (Luchini y Salas, 1985 (2)).

2.3.1. Acondicionamiento de estanques de pre-engorde o recría: los estanques deberán prepararse previamente a las siembras y su objetivo será la obtención de las mejores condiciones sanitarias, disminución de la predación y aporte de alimento natural suficiente para las primeras semanas de cultivo, cuando la especie muestra un espectacular crecimiento. En general, la preparación se inicia 8 días antes de las siembras. Con estanques vacíos y en seco, se procede a encalar según el tipo de suelo o si los estanques han sido utilizados previamente, pudiendo consultarse al respecto, la bibliografía general. Si los estanques estuvieran invadidos por plantas acuáticas, se sembrará “amur” (herbívoro) a una densidad de 150 juv/ha, con excelente resultado. Al inicio el estanque se llena hasta 0,5 m, colocando a la entrada (si el agua es de superficie) y a la salida, una fina malla de retención. Se fertiliza con abono orgánico e inorgánico a una tasa dependiente del origen de cada abono, variable según el contenido del material nutriente que aporten. Utilizando abonos animales, los mejores provienen de criaderos de aves o de cerdos, pero también son efectivos los correspondientes a ganado vacuno y caballar. Otros abonos utilizados son de origen vegetal, como el afrecho de arroz. Cada uno de estos abonos ofrecerá diferente respuesta, de ahí las diferentes tasas empleadas. Para estiércol de bovino, se emplean 3.000 kg/ha, mientras que para gallina, se disminuye a 400kg/ha, ambos con buenos resultados. El afrecho de arroz se aplica 150 kg/ha. Este abonado orgánico se acompaña del inorgánico, empleándose 1,5 y 5 kg/ha de urea y superfosfato triple, respectivamente (Boyd, 1998). Para acelerar la respuesta en zooplancton, pueden sembrarse organismos de esta comunidad, originados en cultivos adjuntos, en concentrados de 2 a 10 litros/ha. Las

fertilizaciones pueden repetirse quincenal o mensualmente, si fuera necesario. Su efecto, se mide fácilmente con el disco de Secchi (disco de 20 cm de diámetro con cuadrantes en blanco y negro), manteniendo la visibilidad del agua en los 30-40 cm de profundidad (el disco lleva una soga con señales cada 10 cm). Si la visibilidad es mayor se agrega fertilizante y si es menor se diluye por medio de entrada de agua (Boyd, 1998). Foto 1

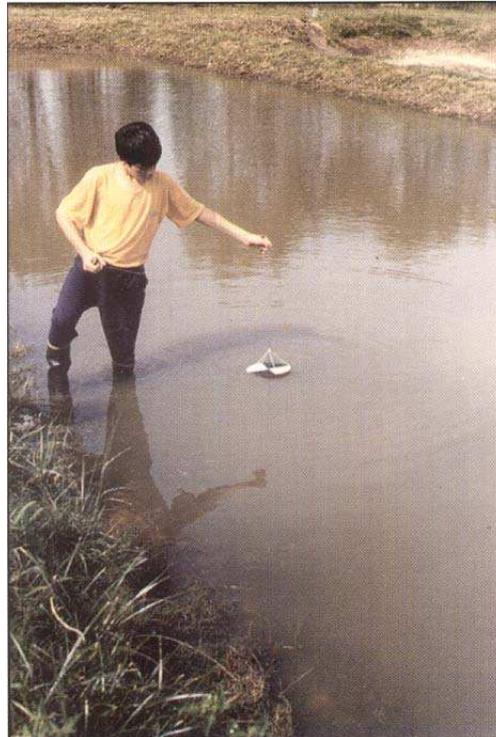


Foto 1.- midiendo la visibilidad (producción primaria) en los estanques, con disco de Secchi

Entre los 3 a 4 días posteriores a la aplicación del abono, se iniciará el llenado en agua hasta la mitad del volumen del estanque, sembrando los peces, **con control previo de la concentración de OD**. A los 4-5 días de esta siembra, se completa el llenado y posteriormente se lleva a nivel máximo y se mantiene éste según pérdidas por evaporación o filtración. En esta fase del cultivo, el productor podrá agregar posteriormente mayor abono, teniendo en cuenta que el alimento suministrado y desperdiciado, también actúa como tal y que el control del oxígeno disuelto en estos casos, es vital. Existen indicaciones para tratar los estanques en caso de existir abundancia de insectos predadores (mezcla de querosene y aceite, de 20:1 en proporción de 18 litros/ha distribuida uniformemente en superficie). La capa grasosa impedirá la respiración de las larvas de insectos acuáticos, que morirán. Este tratamiento se efectúa lejos del horario de alimentación.

3. Prevención y control de enfermedades: estas pueden producir algún problema durante esta fase. Sin embargo, existiendo un buen manejo de la producción con control de calidad de agua y buena nutrición, pueden prevenirse. Algunas enfermedades son detectadas por los cambios en el comportamiento habitual de los peces, por reducción de su apetito, natación errática o bien, por presencia de aletas deshinchadas, ulceraciones, etc. Los peces que manifiesten algún signo como los mencionados,

deberán diagnosticarse por envío de muestras a laboratorios, aplicando tratamientos adecuados al diagnóstico. Antes de efectuar cualquier tratamiento, es conveniente determinar: a) de qué se trata. Es tratable la enfermedad?Cuál es la probabilidad de éxito?; b) es factible tratar los peces en el lugar, considerando el diagnóstico efectuado, el costo de drogas y el manejo?; c) es válido el tratamiento o será más costoso que los propios peces en cultivo? y d) pueden soportar los peces el tratamiento estimado en las condiciones detectadas ?

El “randiá”, como otros peces de agua dulce es sensible al ataque de un Protozoo (unicelular) que produce la enfermedad denominada del “punto blanco”, que puede resultar un serio problema en alevinos y juveniles. Raramente afecta a los adultos, si las condiciones de manejo de la producción son las adecuadas. Para controlar el punto blanco se utilizan baños de formol; formol + verde de malaquita o sulfato de cobre. También pueden utilizarse concentrados de ClNa a una tasa de 4g/litro, tratando a los peces afectados hasta por 15 días consecutivos. Las aplicaciones deben realizarse con aireación constante y a canilla cerrada, en días intermedios (a excepción del ClNa). Para tratamientos de este tipo, deberá conocerse, con precisión, el volumen de cada estanque (largo x ancho x profundidad) y la dureza del agua. La mezcla de 15-50 ppm de formol + 0,05 ppm de verde de malaquita (libre de Zinc), ha sido la que ha mostrado mejores resultados contra protozoos externos, en general. También puede combatirse solo con formol (en Estados Unidos, por ejemplo, la FDA prohíbe el uso de verde de malaquita). Al finalizar el período de cultivo es conveniente secar y asolear las unidades afectadas.

Para el caso de enfermedades causadas por bacterias (especialmente columnaris), estas se controlan con inclusión de oxitetracyclina (Terramicina) en el alimento, a razón de 2,5 g de TM activa por cada 45,4 kg de peces (Luchini, 1990). En general, este antibiótico debe actuar durante un lapso de 7 a 10 días, *sin interrupciones* (el uso de antibióticos debe ser cuidadoso, pues de interrumpirse los tratamientos, la enfermedad se hace crónica por haberse vuelto resistente al tratamiento, las cepas bacterianas que le dieron origen). Estos ataques suelen presentarse cuando existe un manejo inadecuado que produce estrés en los peces, disminuyendo sus defensas. En este caso y el de heridas mecánicas, el uso de Vitamina C en mayor proporción ha resultado positivo (Luchini, 1990).

4. Discusión y conclusiones: el período de pre-engorde o recría no deberá exceder los 30 días, permitiendo la obtención de lotes de peces más homogéneos que luego deberán ser clasificados por tallas y enviados a la fase de engorde final. Durante la larvicultura y el pre-engorde, los peces son más susceptibles a la acción de las variables ambientales y al manejo, por lo que será conveniente disminuir las fuentes de estrés y realizar tratamientos preventivos en caso de necesidad. Se deberá controlar diariamente la alimentación. Aunque estas producciones pueden aumentarse por incremento de la densidad de siembra, los pesos obtenidos serán menores a su finalización; debiéndose así prolongar el cultivo, en tiempo. Los mejores cultivos se producirán en el período de las mejores temperaturas existentes para la especie en el sitio seleccionado. La utilización de estanques de porte como los indicados, permitirá realizar mejores controles sobre las variables, alimentación y crecimiento; así como la detección rápida de enfermedades en caso de manifestación. Su desventaja es que son menos estables en relación a las variables ambientales (especialmente a los vaivenes de temperatura).

5. Engorde final: la fase abarca desde la obtención de juveniles (13-15 cm de LT, peso promedio de 30-50 g) hasta la obtención de talla comercial, de peso mínimo de 300 g promedio, para una inserción inicial en mercado local (Bertolotti & Luchini, 1988) o mayor, con extensión del cultivo. La mejor respuesta en crecimiento y menores costos, lo ofrece el cultivo semi-intensivo, con poca o nula renovación de agua y sin aireación; junto al sistema intensivo en jaulas de bajo volumen y alta productividad (BVAP) desarrolladas por Schmittou, 1992. Para ambos sistemas, el período de engorde, dependerá de la talla inicial de los peces cosechados en la fase anterior, unido a la duración de la “estación de crecimiento” existente en el sitio seleccionado, que es la que responde a las mejores temperaturas. Los estanques en esta fase pueden ser de mayor porte (varias hectáreas), recomendándose para inicio del cultivo, aquellos no mayores a 0,5-1,0 ha, hasta obtener un entrenamiento práctico. No se requiere abonado de las unidades, ya que el alimento desperdiciado y las heces de los peces actúan como tales durante esta fase. Puede mejorarse el nivel de OD por medio de abono inorgánico, como ya fue mencionado. La cantidad y calidad del alimento ofrecido a los peces, así como la densidad de siembra inicial muestra importancia en relación al crecimiento final. Para aprovechar mejor las condiciones de temperaturas en la amplia franja apta para el cultivo de esta especie en el Cono Sur (subtropical a templado) es importante comenzar el engorde en los meses de diciembre a enero, con juveniles como los mencionados, a densidades fijadas entre 0,3 a 0,5 ind/m²; obteniendo cosechas en 300 g promedio, cerca del mes de abril. Dado que durante este mes se presenta la Semana Santa de mayor consumo de pescado en el país, el productor podrá iniciar sus ventas locales, con producto terminado a ese peso hasta lograr otros mayores. El engorde a densidades mayores de 0,7 o 1,0 ind./m², se torna riesgoso por la disminución de OD, especialmente en la época de temperaturas estivales y a medida que se aumenta la ración ofrecida en función del crecimiento de los peces. Así, de aumentar la densidad deberán aumentarse los costos de producción, con recambio de agua y empleo de aireación suplementaria; si bien se obtendrá mayor cosecha a menores pesos. La densidad de 1,0 ind/m² utilizada en engorde (Luchini & Wicki, 1992) resultó positiva cuando se abarcó el período de fines del verano e inicio del otoño; prosiguiéndose el cultivo a través del invierno y cosechando los peces a fines de la primavera entrante, previo al aumento de la temperatura del verano. Entonces, los pesos a obtener serán mayores (entre 400-500g promedio) y el procesamiento podrá incluir el fileteado común.

La ración balanceada ofrecida durante esta fase, es similar a la utilizada en el pre-engorde previo, con un porcentaje del 32-35% de proteína, 6% de lípidos, 10-20% de carbohidratos y un 10 a 15% de fibra (3.000 kcal/kg de energía aproximada). Deberá contener un suplemento vitamínico y uno mineral (Tabla 4). No se necesitará el agregado de vitamina C, pues ésta podrá obtenerse del medio natural (Lovell & Lim, 1978). La ración se suministra en pelets de 4 y 6 mm de diámetro según los peces cultivados, pudiendo tratarse de extruída-flotante o bien, hundible. Estos últimos pelets deberán ser lo suficientemente estables para no disgregarse dentro de los 5-20 minutos subsiguientes a su ofrecimiento. Los peces ingieren el alimento en superficie (al voleo) o sobre los fondos, evitándose grandes pérdidas. Si el alimento es ofrecido a la misma hora diariamente, los animales se acostumbran y se evitará su desperdicio. La tasa de alimentación dependerá de las temperaturas diarias, pero al inicio del engorde y para peces de 12-15 cm (diciembre-enero) conviene ofrecer entre un 4 y 5 % del peso corporal (dos primeras semanas), regulándolo al 3% durante el resto de la operación; siempre que las temperaturas se mantengan en el orden de los 26°C.

La regulación del alimento, se efectúa por medio de muestreos quincenales o mensuales, según el crecimiento mostrado por los peces. Se ha aplicado con éxito para esta regulación, la fórmula de Stickney (1967) $W_t = W_0 + (W_0 \cdot F / FCR)$ que fuera adoptada para fijar previamente, en forma quincenal o mensual, el alimento a utilizar por el productor. Utilizando esta fórmula, se han obtenido factores de conversión (FCR) de 1,28 y 1,77 para períodos de engorde de la especie, fuera de la estación de mejores temperaturas (Luchini & Wicki, 1992); pudiendo mejorarse los mismos. Estos cultivos fuera de la estación de crecimiento, necesitan de aproximadamente 100 días más, para alcanzar la talla de 300 g promedio. Una técnica utilizada en Estados Unidos con el channel catfish, podría también emplearse en esta especie (debería investigarse) y trata de la realización de engordes continuos durante todo el año; procediendo a efectuar cosechas parciales selectivas, según tallas a mercado, seguidas de siembras de nuevos juveniles en igual número al retirado. Las cosechas se inician cuando 1/3 de los peces, aproximadamente, hayan alcanzado su talla comercial (Lee, 1981).

Las producciones obtenidas en sistema semi intensivo durante el engorde final de la especie, fueron de 1500 a 1800 kg/ha (Luchini, 1988) a densidades de 0,5 y 0,7 ind/m², fuera de la estación cálida y muestran que esta especie posee mejor crecimiento que el propio *I. punctatus* de Estados Unidos. También fueron obtenidas producciones del orden de 2000 a 2900 kg/ha, a densidad de 1 ind/m². Mayores densidades, de 1-2 ind/m² utilizadas en Brasil, llevan a un período más extenso de cultivo. La diferencia en producción estará dada además, por la talla de los juveniles empleados, las densidades utilizadas, el tipo de alimento ofrecido así como el periodo de cultivo, según las temperaturas (para fuera de estación, el período, prácticamente se duplica).

6. Engorde de cultivo intensivo en jaulas BVAD (jaulas de bajo volumen y alta densidad): se trata de cerramientos destinados a cultivos intensivos. Las BVAD fueron desarrolladas en Estados Unidos por Schmittou en 1992 para cultivo del channel catfish y actualmente se utilizan ampliamente también, para otras especies, como carpas y tilapias. El *Rhamdia quelen* se adapta fácilmente por sus características a este tipo de cultivo en cautiverio, siendo las jaulas construidas en material económico, en forma artesanal y de muy bajo volumen dado el comportamiento tranquilo de la especie (Foto 2). Las BVAD permiten un mejor recambio de agua que aquellas mayores y deben ser lo suficientemente resistentes como para soportar el peso de los peces en cultivo y su manipuleo durante el manejo. Los paneles pueden estar contruidos en material de malla flexible o rígida (actualmente existe malla rígida en el país). La elección se hará según los costos del material y el ambiente donde estarán colocadas (por posible efecto de predadores que rompan las mallas, cuando estas son de hilo). Las mallas fabricadas en el país poseen tres diferentes aberturas y las investigaciones realizadas con sus prototipos fueron mostrando buenos resultados en el CENADAC, con cultivo de tilapia nilótica. Las aberturas que presenta el material, permitiría inclusive, la realización del pre-engorde previo en los mismos cerramientos. Para el “randiá”, las producciones obtenidas en jaulas de 1 m³, ofrecieron excelentes resultados en cuanto a crecimiento y sobrevivencia. Una estructura importante en este tipo de cultivo, es el comedero, que evita el desperdicio de alimento debido al efecto de las corrientes creadas por los propios peces o las corrientes de los ambientes acuáticos. Un modelo para evitar pérdidas consiste en una estructura “tipo anillo” de sección cuadrada o circular ubicada en el centro de la jaula, sumergida 40 cm por debajo del agua y sobresaliendo unos 20 cm de la superficie. Su sección abarca un 20% de la tapa de la jaula. También se puede

recubrir el fondo y los bordes laterales de las jaulas con malla de menor abertura (20 cm en altura, tipo mosquitero) para la retención y el aprovechamiento del alimento (tratándose de balanceado hundible) por los peces más pequeños, que se ubican generalmente en los fondos. Entre las ventajas mostradas por las jaulas, se destacan: a) inversión inicial relativamente baja; b) posibilidad de policultivo en estanques o en las mismas jaulas; c) manejo, clasificaciones y cosechas más simples; d) aprovechamiento de embalses, lagunas y estanques apropiados.

6.1. Densidad de siembra y talla de juveniles: los juveniles a sembrarse en las jaulas deben pesar entre 20 y 30 g promedio, si se desea cosechar a talla comercial mínima de 300 g promedio, en el menor tiempo posible. Según Luchini & Quirós (1990), los juveniles de 60-70 g promedio (17-20 cm) alcanzarán su venta a talla comercial, para el mes de abril (en Semana Santa) cuando se los coloca a una densidad de 250 o 300 ind./m³ o sea, por unidad construida. Konikoff & Lewis (1974) estudiando al channel catfish en Estados Unidos, encontraron que esta especie no debe cultivarse a densidades menores a 60 peces/m³ o en jaulas situadas a menos de 1 m de profundidad, debido a fuertes peleas producidas en esa especie; mientras que estas son infrecuentes a densidades por encima de 125 ind/m³. Schmittou 1992, informó que a una densidad de 522 peces/m³, el channel catfish alcanzaba los 360 g promedio en una estación de crecimiento. Por su lado, otros estudios, informaron que las mejores densidades (con juveniles de 18-20 cm), para esta especie, se situaban en 296-333 peces/m³. Para el caso del *R. quelen*, deberán realizarse mayores estudios, a densidades más altas que las previamente analizadas con éxito, de 250-300 ind/m³.

6.2.- Alimento, alimentación y manejo de producción: en el cultivo en jaulas, el alimento ración deberá ser “completo”, con un 40% de proteína bruta, agregado de vitaminas y minerales (pues los peces cautivos carecen de otro alimento que el ofrecido externamente). A diferencia de la ración empleada en cultivo semi intensivo, deberá contener una proporción de vitamina C, de 150 mg/kg de alimento elaborado, en forma obligatoria, para prevención de enfermedades. Se podrá suministrar Terramicina (oxitetracyclina), incluida en el alimento durante los 7-10 días luego de su ubicación en las jaulas. El antibiótico se incorpora en el alimento con una mezcla de aceite vegetal (de cocina) rociada directamente sobre los pelets, si no existe disponibilidad comercial. La dosis sugerida y probada es de 2,5 a 3,5 g de TM por cada 45,4 kg de peces (Luchini, 1990). La cantidad de alimento a suministrar dependerá, en situación normal, de la cantidad de peces en cautiverio y de la temperatura diaria registrada (Foto2). En la “estación de crecimiento” (de mejores temperaturas) se inicia la alimentación a tasa del 5% del peso corporal hasta los 25 cm de talla, reduciéndola al 3% hasta el final del cultivo. Es importante durante el suministro del alimento, controlar por observación el comportamiento y respuesta de los peces. La falta de apetito puede ser consecuencia de varias causas, entre ellas: bajo tenor de oxígeno disuelto, enfermedades, presencia de parásitos, otros. Si el cultivo se prolongara durante la estación invernal, la alimentación se restringirá en los meses más fríos, al 1% del peso corporal, dos a tres veces por semana; o bien se suspende con temperaturas cercanas a los 12°C.

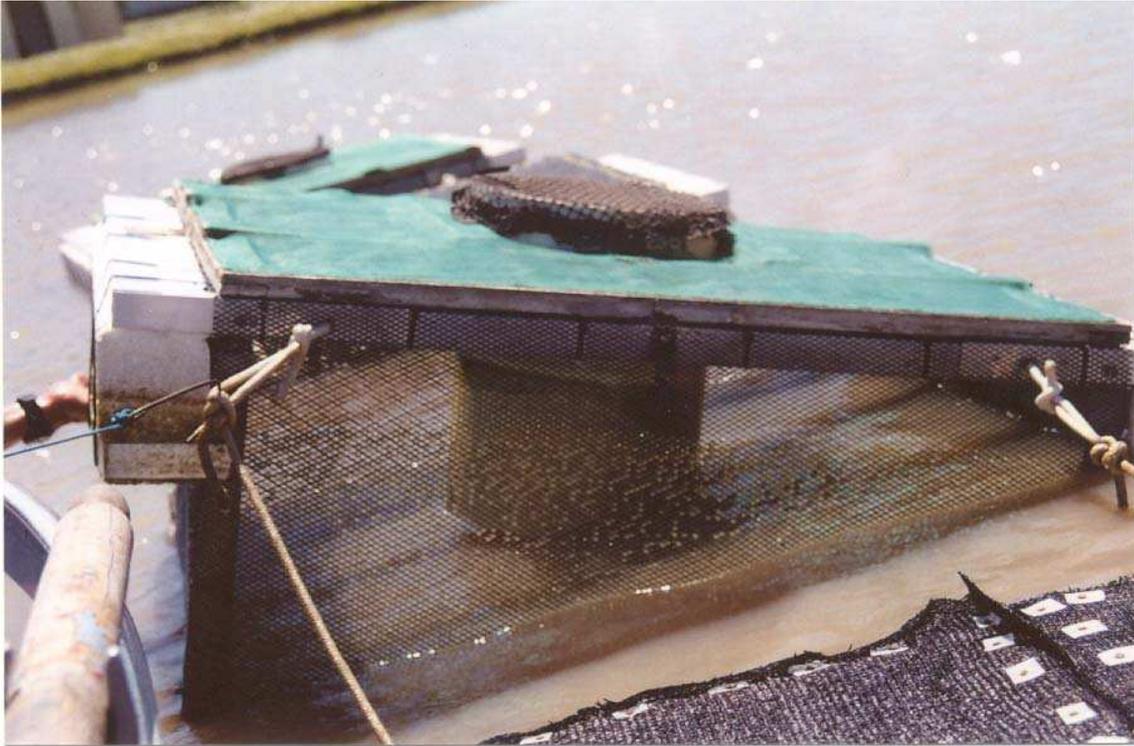


Foto 2

La regulación del alimento deberá realizarse por muestreos, como los indicados para estanques. La diferencia en tallas obtenidas constituye un problema solucionable en parte, por medio de clasificaciones quincenales o mensuales. Estas diferencias en tallas responden al establecimiento de jerarquías en las poblaciones y a la ausencia de una selección de tipo genético. Los resultados obtenidos (Luchini & Wicki, 1994) aún trabajando con diferentes tallas y sin clasificación alguna, mostraron un aprovechamiento óptimo del alimento por parte de los animales. Esto sugiere que el productor puede realizar cosechas parciales a medida que se alcancen los pesos de faena. Las producciones obtenidas en jaulas de las dimensiones señaladas y a las densidades utilizadas, son del orden de 14 a 21 kg/m³ mensual (Luchini & Quirós, 1990); dependiendo de la talla inicial de los peces al inicio del engorde; pudiendo liberarse al mercado un 30% de la producción al cabo de 70-100 días de iniciada esta fase o a mayor tiempo si se requiere mayor tamaño individual. Durante la estación de crecimiento, puede alcanzarse una producción de hasta 90 kg/m³.

7.- Policultivo: la especie ha sido cultivada en sistema de “monocultivo” en el país, pero en la bibliografía se observa que en el caso del channel catfish de Estados Unidos, se han obtenido producciones interesantes en policultivo realizado con tilapia en estanques; con siembras de 4.400 ind/m² para la primera especie y rendimientos de 1.568 kg/ha y un excedente de tilapia de 266 kg/ha. La tilapia se alimenta del fitoplancton y los detritus aportados por los catfish, además del exceso de alimento existente. También se ha confirmado un efecto benéfico del agregado de tilapias en las jaulas de cultivo del channel catfish, que estimula la alimentación de esta especie, aumentando su rendimiento con mejores crecimientos que en monocultivo. En Uruguay se experimentó en 1988, en policultivo de Randiá y Lisa, en estanques, con producciones del orden de los 1.900 kg/ha a una densidad final de 0,6 ind/m² y de 0,15 ind/m², respectivamente). La talla promedio obtenida fue de 237 y 201 g,

respectivamente (Mazoni & otros, 1988). En el 2006, se investigarán en el CENADAC policultivos de Pacú y Randiá en estanques y Pacu en estanque y Randiá en jaulas (intensivo) suspendidas en estanques. Otro policultivo interesante a investigar en estanques, podría ser el de Randiá y Amur o Salmón Siberiano; ya que la utilización del Amur para la limitación del crecimiento de vegetación en los estanques, muestra que esta última especie crece y convive muy bien con el pacú y el randiá. Todos los policultivos en estanque, necesitan ser investigados para determinar las densidades de cada una de las especies principales que se quieran cultivar; según sus repuestas en crecimiento.

8.- Cosecha y post-cosecha (procesamiento): al alcanzar las tallas comerciales se procede a las cosechas. Como se anticipó, se pueden efectuar dos tipos de cosecha: parcial y total. Si la demanda del mercado es baja, se dejan los peces menores para que continúen su crecimiento. En el caso del *Ictalurus*, estas cosechas en estanques, se realizan con continuidad y se resiembra a medida que se extraen los peces mayores para el mercado. La cosecha total implica la extracción de la producción, ya sea para su venta o para retirar los remanentes de cosechas parciales que hubieran quedado. Las cosechas se efectúan por drenado de los cerramientos o el empleo de redes de arrastre, sin vaciar totalmente las unidades; pero disminuyendo su nivel de agua hasta la finalización. En el channel catfish, con red de arrastre suele escaparse entre un 15 a 30% de los ejemplares (Lee, 1981).



Foto 3



Foto 4

En los cultivos en jaulas, la cosecha suele hacerse desde un bote o lancha, ya sea utilizando una red “tijera” adecuada a dicho fin (para producciones artesanales) o bien, transportando la jaula hasta la orilla, procediendo al vaciado o recomposición (clasificación y acondicionamiento) para la continuidad del cultivo o para su inmediato procesamiento (Fotos 3 y 4, respectivamente). Los peces de tallas menores, se reúnen en las jaulas, continuando su cultivo, mientras que a partir de 300 g promedio (límite inferior), se pueden vender en mercado regional (Bertolotti y Luchini, 1988). Indudablemente, un mayor peso tendrá mejor aceptación por los consumidores y posibilidad de un fileteado más demandado. Su procesamiento podrá hacerse: entero, eviscerado, sin cabeza y sin cola, abierto al medio, fileteado tipo “mariposa”, o fileteado normal, según la talla. Las encuestas efectuadas por los autores mencionados en una provincia del litoral (Entre Ríos), indicaron que la mayor aceptación del producto es con presentación en penca o tronco, con o sin espinazo; o bien, en filetes (a mayor talla). Al tratarse de un nuevo producto, el productor deberá hacer conocer sus bondades, junto con recetas simples y algunas elaboradas. El precio del productor a mayorista fue fijado similar al de la merluza (de mayor consumo en el país) y en relación al del surubí, especie proveniente de las pesquerías del río Paraná, de alto consumo y que puede comercializarse en filetes y rodajas por su talla de extracción. A continuación, se indican las pérdidas obtenidas en las distintas formas de procesado:

- Fileteado (dos filetes con piel y espinas) 47% del peso en vivo;
- Filete tipo “mariposa”(con piel y espinas), 38% del peso en vivo;
- Tronco entero (sin cabeza, con piel y espinas), 28% del peso en vivo.

Los resultados obtenidos en Brasil por Carneiro & otros, 2003, en cuanto al procesado del Randiá de diferente peso, indica que la especie presenta valores más elevados de rendimiento en músculo abdominal, comparado con el catfish africano o el americano. Asimismo, cabe mencionar la posibilidad de ofrecimiento de productos con valor agregado. En Argentina se han transferido las sencillas tecnologías de ahumado

artesanal en frío (junto al diseño de ahumaderos), con presentación de envasado al aceite y especias (pimienta y laurel); pudiendo almacenarse el producto por 6 meses sin deterioro (Wicki, 1990). La suma de valor agregado es importante en un emprendimiento mediano o artesanal. Los restos del procesamiento de fileteado pueden utilizarse además en elaboración de hamburguesas, cuya tecnología ya se emplea con especias provenientes del río, o de cultivo, como el pacú. Asimismo, los desechos de vísceras pueden emplearse (cuando exista volumen suficiente) en la elaboración del alimento ración, disminuyendo así, los costos por reemplazo parcial o total del insumo harina de pescado. Los resultados de las investigaciones realizadas en el CENADAC con randiá en cultivo en estanques, alimentado con raciones a base de ensilados, han dado también una respuesta positiva, al igual que con el pacú.



9. Discusión y conclusiones finales: la especie muestra un rápido crecimiento, aún prolongando sus cultivos fuera de la estación de mejores temperaturas, para obtención de mayores pesos a la siguiente estación. Puede cultivarse en la región del subtrópico y la templada del Cono Sur. Se la está cultivando actualmente en Brasil (más de 2000 TM/2003) en el Estado de Río Grande do Sul y Santa Catarina, dirigida a mercado interno, con muy buen éxito. Las diferencias en tallas permiten escalonar sus ventas, inicialmente en mercado interno hasta aumento de volumen y envío a otros mercados. Su cultivo en jaulas suspendidas BVAD, en ambientes acuáticos (embalsados, lagunas o sitios calmos en ríos y en grandes estanques) permite ventajas de manejo y reducción de los costos operativos, con cosechas parciales, relativamente fáciles de ejecutar. Las producciones obtenidas en cultivos en estanques o jaulas, mostraron ser similares a las obtenidas para el channel catfish de Estados Unidos; siendo más acelerado el ritmo de crecimiento de nuestra especie. El éxito de los engordes (inclusive a través de la estación invernal), permitirá la obtención de mayores pesos para su fileteado o presentación en tronco (HGS). Las pocas espinas que presenta son extremadamente fáciles de retirar. (Tipo 4 costillas pares, a nivel de tórax)

9.1. Algunos puntos de mayores investigaciones: el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola - CENADAC), ha propuesto, para avanzar en el mejoramiento de las tecnologías conocidas: a) seguir mejorando la larvicultura masiva en estanques externos, comparado con larviculturas en hatchery, hasta talla mayor de juveniles de primer alevinaje; b) realización de policultivos en estanques con la especie pacú y de cultivos en jaulas suspendidas (randiá), c) determinar la existencia de “crecimiento

compensatorio” como estrategia para mantenimiento de larvas o juveniles, permitiendo aumentar la producción escalonadamente, sin aumentar infraestructuras; así como disminuir costos en período invernal, suprimiendo la alimentación; d) aumentar la densidad de peces en jaulas BVAD a igualdad de crecimiento ya obtenido; e) introducir los ensilados en las fórmulas alimentarias para disminución de costos y f) iniciar un “manejo genético” con ejemplares de buen rendimiento..



10. Referencias bibliográficas:

- Amutio, V.G. & otros, 1985. Cría intensiva de larvas de bagre sapo, *Rhamdia sapo* (C.yV.). *Rev.Asoc.Cs.Nat.Litoral*, 16 (1):15-23.
- Bardach,E.& otros, 1990. Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Ed.AGT SA.,Mexico,DF::129-178p
- Bertolotti,M & L.Luchini, 1988. Culture of the black catfish or South American Catfish (*Rhamdia sapo*). Economic analysis. VI simposio Latinoamericano y V Simp. Brasileiro de Aquicultura-Florianopolis.SC-Brasil.
- Boyd, C., 1997. Pond Bottom Soil and Water Quality Management for Pond Aquaculture. *Asoc.Am.Soja*, 55 pp.
- Carvalho Gomez, Levy de & otros, 2000. Biología del Jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei-Pimelodidae). *Ciencia Rural. Santa María*, vol.30 (1):179-185. Brasil.
- Cussac,V. & otros, 1985. Desarrollo embrionario de *Rhamdia sapo* II. Organogénesis media, tardía y eclosión. *Rev.Brasil.Biolog.*, 45 (1/2):149-160.Brasil.
- Fundación Chile, 1999. El catfish americano, se abre paso en Chile. *Rev.Aquanoticias*, 47: 39-43.Chile.
- Konikoff,M & W.Lewis, 1974. Variation in weigth of cage-reared channel catfish.*Progr.Fish-Cult.*,86 (3):138-144.
- Lee,J., 1981. Commercial Catfish Farming. Ed. Int.Prin.Publ.,USA.
- Lovell,H. & C. Lim,1978. Vitamin C in pond diets for channel catfish.

- Trans.Am.Fish.Soc.*,107 (2):321-325.
- Luchini,L & C.Cruz Rangel, 1981. Reproducción inducida y desarrollo larval del “Bagre Negro”, *Rhamdia sapo*. *Rev.Asoc.Cs.Nat.Litoral*, 12:1-7 pp.
- Luchini, L & C.Cruz Rangel, 1983. Uso de gonadotrofina coriónica humana en la reproducción artificial de *Rhamdia sapo* (Val.)Eig., *Rev.Asoc.Cs.Nat.Litoral*, 14 (1):87-92.
- Luchini, L. & T.Avendaño S., 1983. Primer alevinaje de Bagre sudamericano, *Rhamdia sapo* en condiciones controladas. *Rev.Asoc.Cs.Nat.Litoral*,16 (2):137-147.
- Luchini,L. & T.avendaño Salas, 1984. Preliminary dato on larval survival of South American Catfish (*Rhamdia sapo*). *Aquaculture*, 42:175-177.
- Luchini,L. & T.Avendaño S., 1985. Pond culture Experiments of South American Catfish, *Rhamdia sapo*, fingerlings. *Progr.Fish-Cult.*,47 (4):241-243.
- Luchini,L. 1990. Manual para el cultivo del bagre sudamericano (*Rhamdia sapo*).FAO, *Pes-20, RLAC/90/16*: 60 pp.
- Luchini,L. & R.Quirós, 1990. Cage culture of south american catfish (*Rhamdia sapo*).Preliminary Results in the Salto Grande reservoir (Argentina). *J.Aqua.Trop.*,5 : 163-172.
- Luchini,L. & G.Wicki, 1992. Experiencias de engorde para producción de catfish sudamericano *Rhamdia sapo*, con variación de la formula alimentaria. VII *Simposio Latinoam.Acuicultura, Mem.*, encuentro Venezolano de Acuicultura.
- Luhini,L. & G.Wicki, 1994. Producción de catfish sudamericano, *Rhamdia sapo*, en jaulas suspendidas: análisis de la variación de crecimiento. *Mem.VIII Congr.Latinoam.Acuicultura, Colombia*: 251-258 pp.
- Luchini, L. 2004. Acuicultura: perspectivas a nivel mundial, reional y local.*Dirección de Acuicultura, SAGPyA. 95 pp.* Argentina.
- Mazzoni,R & otros, 1988. Ensayo de policultivo de bagre negro, *Rhamdia sapo* y lisa, *Mugil liza*. VI *Simp.Latinoam.Acuicultura*, Florianópolis-SC-Brasil.
- Matkovic,M. & otros, 1985. Desarrollo embrionario de *Rhamdia sapo* I. Segmentación, morfogénesis y organogénesis temprana. *Rev.Brasil.Biol.*, 45 (1/2): 39-50. Brasil.
- Panorama da Aquicultura, 2002. CATFISH (Jundiá). Un gran pez para la región sur del Brasil. *Panorma da Aquicultura, Vol 122 (69)*, 2002.
- Piaia, R & J.Radunz Neto, 1997 a. Avaliacao de diferentes fontes proteica sobre o desempenho inicial de larvas do jundiá *Rhamdia quelen*. *Ciencia Rural, SM*, 27 (2):319-323. Brasil.
- Piaia,R & J.Randuz Neto, 1997 b. Efeito de niveis crescentes de levadura de alcohol em racoes contendo figado bovino sobre a performace de larvas de jundiá *Rhamdia quelen* . *Ciencia Rural, SM.*, 27 (2):313-317.
- Schmittou,H.R., 1992. Producción de peces en jaulas de pequeño volumen y alta densidad. *Asoc.Am.Soja, Caracas*, Venezuela, 78 pp.
- Seafood Int., 2003. Vietnam to appeal crushing US anti-dumping tariff.
- Silva,L. & otros, 2003. Incubation of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Pimelodidae), eggs at different calcium and magnesium concentrations. *Aquaculture*, 228:179-287.
- Varela, Z. & otros, 1982. Reproducción artificial del bagre negro *Rhamdia sapo*. INAPE, Informe Técnico N° 32, Montevideo, Uruguay.
- Wicki,G. 2004-2005. Adelantos sobre resultados de investigaciones realizadas en el período mencionado en el CENADAC (com.personal).