

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION GENERAL**

#### **CULTIVO DEL PACU: ASPECTOS GENERALES Y ESTADO DEL CONOCIMIENTO.**

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas o semicontroladas (Stickney, 1994). La actividad abarca los cultivos de animales y vegetales tanto en aguas continentales (dulces y salobres), como marinas.

Los productos de la acuicultura contribuyen actualmente en cantidad muy importante a la producción pesquera mundial de peces. Los registros de la FAO (2001) muestran una producción total de 39,43 millones de toneladas originadas en la actividad de cultivo, lo que corresponde a un 31,1% de la producción pesquera total (incluyendo todos los seres vivos pescados). La actividad a nivel mundial, exhibe una tasa de crecimiento anual del 11%, superior a las mostradas por la ganadería (3,1%) y las pesquerías marinas (0,8%) según FAO, 2001.

La especie *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) es un pez serrasálmido con cuerpo de contorno casi orbicular, perfil dorsal curvado y abdomen aserrado en la línea media preventral y postventral (Ringuelet et al., 1961) (Foto 1.1). A diferencia de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), especie afín, perteneciente a la misma familia Characidae, carece de dientes maxilares y posee en promedio 38 branquiespinas en el primer arco branquial, mientras que el género *Colossoma* presenta entre 84 y 107, lo que le permite una mayor capacidad de filtración de microorganismos (Machado, 1980). La dentición mandibular es de tipo molariforme, especializada para cortar y moler los alimentos, presentando un tubo digestivo relativamente largo, lo que revela en conjunto un hábito alimentario de tipo frutívoro (frutas y semillas), herbívoro por excelencia (Pereyra de Godoy, 1975) y que puede, eventualmente tener hábito carnívoro (Ringuelet et al., 1961). Machado (1980) lo considera como un omnívoro con tendencia a hervívoro, de acuerdo a las características del tubo digestivo (esófago corto, estómago bien desarrollado, intestino largo y ciegos pilóricos en número de 37 a 40) y por su alimentación basada, en ambiente natural, en pequeños crustáceos, moluscos, peces de pequeño porte, hojas, frutas, semillas y raíces de plantas flotantes.

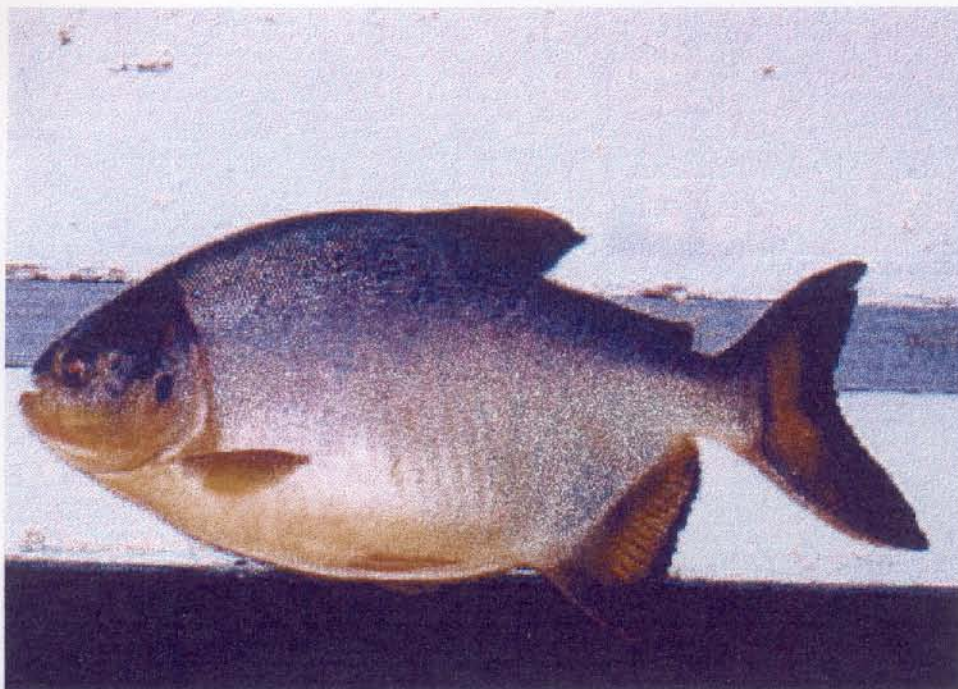


Foto 1.1.: Pacú, *Piaractus mesopotamicus*, de tamaño comercial (1.200 g)

Su distribución geográfica es amplia, encontrándose en la Cuenca del Plata, ríos Paraná, Paraguay, Uruguay y río de la Plata, así como tributarios (Ringuelet, op cit). Fue introducido en el alto Paraná, en los ríos Grande y Moggi Guassu del Estado de San Pablo, con objetivo de piscicultura (Pereyra de Godoy, 1975). Actualmente se lo considera prácticamente desaparecido en el río de la Plata, bajo Paraná (por debajo de la localidad de Puerto Gaboto) y bajo Uruguay (Quirós, 1991). Este hecho se supone que es debido a los cambios producidos en la cuenca a partir de la regulación de los ríos, aumento de la contaminación y sobrepescas puntuales. Todos estos factores, han afectado a las pobla-

ciones de peces en general y en especial, a los de carácter migratorio. El pacú es una de las especies que junto al *Brycon orbygnianus* (Valenciennes, 1849), pirapitai y al *Pseudopimelodus Zungaro zungaro* (Mees, 1974), manguruyú, se han visto mayormente afectadas, habiendo disminuido su número en forma importante, dándose el caso de que las dos primeras, hayan desaparecido prácticamente del río Uruguay; mientras que, todas se reportan como muy escasas en el río Paraná, hasta aproximadamente los 30° S, en el límite superior del tramo considerado como Paraná Medio. El resultado, es que actualmente sus pesquerías han declinado sensiblemente mostrando además, pesos promedios que rondan los 3 kg/pieza, en la alta cuenca (Puerto de Corrientes y otros), constituyendo una excepción, la obtención esporádica de grandes piezas, antiguamente considerada importante (Luchini , 2002).

Saint Paul en 1991, consideró que para el caso de los géneros *Piaractus* y *Colossoma*, sus especies podrían contribuir significativamente a la producción acuícola en Latinoamérica, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales. Ello es debido en gran parte, a las excelentes tasas de crecimiento mostradas, a la posibilidad de alimentación con pelets compuestos por insumos de bajos costos y a su tolerancia a bajos tenores

de oxígeno disuelto en el agua. La FAO registró en 1999 una producción total para todas estas especies (cultivos de Colombia, Brasil y Venezuela) de 19.392 ton.

Debido a que las especies de los géneros *Colossoma* y *Piaractus* poseen espinas intramusculares (en i griega) que resultan francamente molestas para los consumidores al tratarse de tallas menores (Peralta & Teichert-Coddington, 1989), el productor deberá forzosamente alcanzar piezas mayores a 1,2 kg, con la finalidad de colocar un producto apetecible en el mercado de consumo argentino.

Durante los primeros seis meses del año 2001 se comercializaron, principalmente en la mesopotamia, 100 toneladas de pacú de tamaño igual o superior a 1200 g., provenientes de un establecimiento situado en Apóstoles, Misiones (SAGPyA, 2001).

Actualmente, se determinaron cerca de 300 toneladas en producción en sistemas de cultivo extensivo y semi-intensivo. La comercialización del producto proveniente de dos establecimientos situados en Misiones y Formosa, en forma eviscerado y congelado; se está realizando principalmente en supermercados, inclusive en la ciudad de Buenos Aires (Luchini & Wicki, 2002).

Las primeras experiencias en Argentina para el desarrollo de las

tecnologías referidas a su cultivo, se iniciaron en la Provincia de Corrientes alrededor de 1990 (Jacobó et al., 1992 y Fortuny, 1992) . Los ensayos llevados a cabo por Jacobó et al. (1992) y posteriormente por Roux & Bechara (1998) en las provincias de Corrientes y Santa Fe, informaron sobre los siguientes crecimientos. En el primer trabajo se obtuvieron ejemplares de 846 y 1.085 g al cabo de 431 días de cultivo, a densidades de 0,64 y 0,98 ind/m<sup>2</sup> . En el segundo, pesos de 700 y 900 g (en 365 días de cultivo), a densidades de 0,8 y 1 ind/m<sup>2</sup>. Estas experiencias fueron realizadas en sistema de cultivo semiintensivo, manteniéndose la temperatura media del agua en torno a los 24°C. Otros ensayos experimentales, realizados en diferentes zonas de Brasil por Ferraz de Lima et al., 1992, Mendonca et al., 1988 (en la zona de San Pablo) y Silva et al., 1997, (en el nordeste, Estado de Ceará), mostraron pesos finales de 615 g luego de 80 días de cultivo (con peces de 375g promedio a la siembra) y con temperatura media de 24,6°C en el primer caso; peso promedio final de 340 g durante 140 días de cultivo (peces de 140 g sembrados a una densidad de 1 pez/m<sup>2</sup> y temperatura media de 26°C) para el segundo caso. Por último, Silva et al., lograron pesos promedios de 656 y 978 g durante 372 días de cultivo, a densidades de 1,0 y 0,5 ind /m<sup>2</sup>, respectivamente. Es importante destacar que en ninguna de estas experiencias

se alcanzó el peso final con que es comercializado actualmente en nuestro país, superior a los 1.200 g.

Con respecto a las raciones alimentarias utilizadas en todos los casos analizados, las mismas presentaron gran variación en cuanto a los insumos empleados y sus contenidos proteicos. Mientras Jacobo et al (1992) utilizó en su ensayo, alimento peletizado comercial para caninos con un contenido del 25% de proteína bruta, Roux & Bechara (1998) emplearon un peletizado elaborado a base de expeler de soja, harinas de carne y maíz, con agregado de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales y un contenido de 31% de proteína bruta. En Brasil, Ferraz de Lima et al. (1992) utilizaron residuos frutihortícolas (vegetales y legumbres) de granjas sumados a vísceras de pollo y harina de maíz. En tanto que, Mendonca et al. (1988) y Silva et al. (1997), emplearon dietas con un contenido de 26 y 22% de proteína bruta, respectivamente. Wicki et al. (1998), para una experiencia de fase de pre-engorde realizada en jaulas suspendidas en estanques, utilizaron una ración peletizada con contenido de 35% de proteína bruta. La composición general de esta última resultó la misma que la utilizada como control en las experiencias realizadas durante el presente trabajo. Merola (1988) comparó también dietas de diferente tenor proteico, trabajando en jaulas suspendidas coloca-

das en un embalse.

En lo referente a las metodologías de cultivo utilizadas por los diferentes autores, se observa que en la experiencia realizada por Jacobo et al.(1992), se empleó la metodología de “preengorde y engorde”, mientras que Roux & Bechara( 1998) utilizaron el denominado “engorde directo” (sin fase de pre-engorde ). Para el caso de los primeros autores, la fase inicial de pre-engorde tuvo una duración de 55 días , con peces de 3 g promedio al inicio, siendo las densidades empleadas, de 1,96 y 3 ind /m<sup>2</sup>, y los pesos finales, de 60 y 65 g con sobrevividas del 72 y 68,5%, respectivamente. Posteriormente, Wicki et al. (1998), para cultivo de pre-engorde en jaulas de bajo volumen y alta producción, a una densidad de 300 ind/m<sup>2</sup>, obtuvieron pesos finales promedio de 80 g en un ciclo que abarcó 105 días , con una sobrevivida del 100%. En la fase correspondiente al pre-engorde y según las investigaciones de Bernardino & Ferrari (1989) y Bechara et al. (1997) el alimento natural existente en los estanques de cultivo (compuesto por organismos de las comunidades bentónicas y planctónicas) es considerado de suma importancia, ya que además de contribuir en un importante porcentaje a la alimentación total de los juveniles, presenta un alto tenor proteico y calórico (Hepher, 1993); aunque su cantidad disminuye a medida que la biomasa de peces aumenta. Este



hecho ha sido comprobado también para otros peces y esta técnica posibilita la disminución de los costos en la primera etapa de cultivo.

## **HIPOTESIS Y OBJETIVO**

Para el desarrollo de la investigación realizada en la presente tesis, se formularon las siguientes hipótesis:

- La densidad de cultivo está inversamente relacionada al tamaño final de las piezas a obtener a las cosechas.
- La calidad del alimento ración ofrecido está directamente relacionada al tamaño de los peces a la cosecha y a la producción total obtenida.

A los fines de comprobar las hipótesis enunciadas, se plantearon los siguientes objetivos:

- determinar la densidad de cultivo óptima, desarrollando un método de manejo apropiado de los cultivos en estanques;
- determinar la necesidad de efectuar un ciclo de pre-engor-

de, previo al engorde final;

- diseñar y elaborar una dieta para la fase referida al engorde, reduciendo el contenido del insumo harina de pescado (ausente en el norte del país), cumplimentando los requerimientos nutricionales conocidos hasta ahora para la especie;
- confrontar los resultados a obtener a través del manejo propuesto, con los obtenidos mediante una dieta control, actualmente en uso en el país para cultivo comercial de la especie.

Las experiencias desarrolladas en la presente tesis para lograr los objetivos propuestos, marcan un punto de partida en el ajuste de las tecnologías de cultivo de esta especie en Argentina. Dada la disparidad observada tanto en las modalidades de cultivo empleadas (según la bibliografía consultada) y los diversos tipos de raciones alimentarias utilizadas; unido al hecho de que los estudios analizados, fueron realizados en diferentes regiones geográficas. Estos hechos no solo dificultan la comparación entre los resultados existentes, sino que en ocasiones, los mismos son de escasa aplicación para cultivos comerciales.

## **MATERIALES Y METODOS**

En este punto se exponen en forma general, los materiales y métodos empleados considerados comunes a todos los capítulos en que se divide el presente trabajo de tesis.

Las experiencias fueron llevadas a cabo en el Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC), situado en clima subtropical, en la región del Noreste argentino, (27° 32' S y 58° 30' W) ubicado en el Departamento de Santa Ana, provincia de Corrientes.

Para la realización de las experiencias, se utilizaron 36 estanques excavados en suelo arcilloso, con superficies que variaron entre los 300 y 500 m<sup>2</sup> por estanque (Foto 1.2).

Cada uno de los tratamientos aplicados, fue realizado con tres réplicas . El tiempo de cultivo abarcó 16 meses en total (desde fines de 1999 hasta fines de abril del 2001). El sistema de cultivo empleado fue el conocido en acuicultura de aguas cálidas como semi-intensivo, sin recambio de agua.

Los estanques se sometieron, previo a la siembra, y por una única vez, a un tratamiento de fertilización. Para ello se utilizó abono orgánico proveniente de una granja avícola (gallinas ponedoras), a una tasa de

aplicación de 400 kg/ha y abono inorgánico (mezcla de urea y superfosfato triple) de 1,5 y 5 kg/ha, respectivamente (según Boyd, 1998). No se procedió a un encalado previo, por tratarse de unidades de primer uso en cultivo y de suelos no ácidos.



Foto 1.2.: Estanques excavados en tierra, CENADAC (Corrientes).

Para evitar el crecimiento posterior de vegetación sumergida ya existente en las unidades, se sembraron inicialmente carpas herbívoras adultas de la especie *Ctenopharingodon idella* (Valenciennes, 1844), con un rango de peso inicial entre 500 a 1.000 g, a una densidad de 150 ind/ha, las que brindaron una excelente respuesta, controlando satisfactoria-

mente la vegetación durante el período que abarcó la experiencia.

El agua de abastecimiento provino de extracción de pozo profundo, con las siguientes características generales : 7,9 de pH, 9,1 mg/L como  $\text{CO}_3\text{Ca}$  de alcalinidad total, 8,6 mg/L de dureza total como  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y 2,85 ppm de oxígeno disuelto (OD) a la salida de la estación de bombeo. Al no existir recambio de agua, se completaron los niveles solamente a los efectos de compensación de pérdidas por evaporación y posibles filtraciones.

Las variables físicas y químicas, correspondientes a temperaturas, OD y pH, fueron obtenidos diariamente a primera hora de la mañana y por la tarde, antes del ofrecimiento de la última ración alimentaria. Los resultados de esta última medición (caso del OD y temperatura), determinaron el ofrecimiento de alimento durante el período estival, en la última fase del engorde final. Tanto la temperatura como el OD fueron medidos con una sonda limnológica YSI, modelo 55, mientras que las mediciones de pH, se obtuvieron por medio de un pHmetro HACH, modelo EC-10.

El análisis estadístico se efectuó sobre una única base de datos obtenida durante la presente experiencia. Se realizó aplicando análisis de varianza, con comparación última de las medias por test de Duncan y contrastes entre experiencias según las necesidades e interacciones entre

métodos, alimentos y densidades de cultivo, de acuerdo a Hintze (1998).

Las experiencias se desarrollaron considerando que para obtener una mayor talla comercial, la densidad de siembra deberá ser menor; a modo tal de regular la tasa promedio del crecimiento en los peces (Hepher y Pruginin, 1985).

Con el objetivo de estimar el tiempo requerido para que los peces alcanzaran la talla comercial, se compararon dos métodos de cultivo: 1) con fase de pre-engorde y engorde; 2) engorde directo. Se utilizaron dos raciones alimentarias denominadas: (a) control y (b) experimental. En ambos casos se utilizaron tres diferentes densidades de cultivo durante la fase de engorde final: A- 1,0 ; B- 0,5 y C- 0,3 individuo por m<sup>2</sup>. Durante la fase de pre-engorde la densidad utilizada fue de 5 ind/m<sup>2</sup>. Finalizada esta fase, se procedió a dividir a los animales en grupos que pasaron a la siguiente fase de engorde final; trabajándose esta última a las tres densidades determinadas, hasta la conclusión de las experiencias. En el tratamiento efectuado con fase de “engorde directo”, los pequeños peces fueron sembrados a las mismas densidades ya mencionadas (0,3 ; 0,5 ; y 1 ind/m<sup>2</sup>); manteniéndose estas condiciones hasta las cosechas finales. En todos los casos, se sembró por única vez al inicio de la experiencia, un

plus del 20 % de individuos para compensar la mortalidad natural estimada.