

## Capítulo XV. EL CULTIVO DE LA CACHAMA

Ricardo González Alarcón<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mejor definición que se puede dar de la cachama es: "Pez rústico que se ha difundido a todo lo largo y ancho del país, demostrando que la piscicultura de especies nativas es una actividad rentable, a tener en cuenta dentro de las actividades pecuarias y del sector pesquero".

Propietarias de esta definición son dos especies pertenecientes a la familia *Characidae*: *Piaractus brachipomus* (Cuvier, 1818) o cachama blanca y *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) o cachama negra o cherna. Originarias de las cuencas de los ríos Orinoco y del Amazonas, se encuentran en aguas con temperaturas de 23 °C y 30 °C; en ambiente natural son omnívoras, con tendencia a frugívoras – herbívoras y buenas consumidoras de semillas (Arias y Vásquez, 1988).

Para su reproducción dependen de los estímulos externos y en la naturaleza desovan sólo una vez por año en la época de lluvias. Las larvas y alevinos aprovechan para su desarrollo la productividad natural que se encuentra en todas las áreas recién inundadas; posteriormente los peces jóvenes se encuentran en las corrientes secundarias y los adultos, con tres y cuatro años de edad, en los grandes ríos especialmente en las épocas de "subienda", en la cual migran masivamente para realizar la reproducción. Luego de 18 años de haberse iniciado en Colombia la investigación en reproducción y cultivo de la cachama (Merino, 1983), en el año 2000 ésta especie se cultiva en prácticamente todos los departamentos del país, excepto en San Andrés (González, 2000), con un volumen de producción superior a las 12000 toneladas por año, siendo la segunda especie cultivada al alcanzar el 31.3 % de la producción nacional dulceacuícola (39421.4 Ton) y el 26.3 % de la producción nacional total acuícola (46902.7 Ton) (INPA,1999).

Su gran difusión se basa en la poca exigencia de la especie en cuanto a la aplicación de tecnología, la facilidad de cultivo, resistencia a bajas concentraciones de oxígeno, a enfermedades y parásitos, simplicidad de manejo, lo cual permite que los piscicultores la cultiven, ya sea para subsistencia, para comercio local o para mercadeo en volumen.

Los cultivadores de cachama son de dos tipos: los de cultivos pequeños que son la gran mayoría y los cultivadores medianos, que tienen una estructura de empresa y una comercialización más amplia; se puede también afirmar que dentro del cultivo de cachama, en Colombia aún no existen estaciones grandes ni megaproyectos.

### 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

#### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

La cachama negra y la blanca se diferencian fácilmente por sus características externas, sin embargo, entre ellas existen algunas diferencias que bien vale la pena describir, ya que nos permite conocerlas y apreciar mejor sus cualidades.

---

<sup>1</sup> Biólogo Marino. Gerente Acuacultivos del Llano Ltda. ACUADELL Ltda. Villavicencio (Meta, Colombia). E-mail:gonzalez\_r@hotmail.com

El adulto de cachama blanca, presenta una coloración grisácea con reflejos azulosos en el dorso y en los flancos. El abdomen es blanquecino con ligeras manchas anaranjadas (Figs. 1 y 2).

La aleta adiposa es carnosa; los juveniles suelen tener un color más claro con tonalidades rojo intenso en la parte anterior del abdomen y en las aletas anal y caudal. Debido al poco número de branquiespinas (37 en el primer arco branquial) que posee presenta una baja capacidad de filtración. Alcanza una longitud de 85 centímetros y un peso máximo de 20 kg.

El adulto de cachama negra o cherna, presenta una coloración oscura en el dorso del cuerpo y en los lados (Fig. 2). El abdomen es blanquecino con algunas manchas irregulares en el vientre y en la aleta caudal. Posee una aleta adiposa radiada y puede alcanzar 90 cm de longitud y pesar más de 30 kg. El hueso opercular y la cabeza son más anchos que el de la cachama blanca. Tiene entre 84 y 107 branquiespinas en el primer arco branquial que le permite tener una mayor capacidad de filtración de los microorganismos. Los juveniles de cachama negra presentan una coloración oscura, no tan intensa como el adulto y una tenue coloración naranja en la parte anterior del abdomen.



FIGURA 1. Ejemplar adulto de cachama blanca, *Piaractus brachipomus*.



FIGURA 2. Ejemplar adulto de cachama negra, *Colossoma macropomum*.

## 2. REPRODUCCIÓN

En los inicios de la cachamicultura, años 80, el principal cuello de botella para el desarrollo de esta actividad pecuaria era la poca disponibilidad de la semilla, sólo durante dos o tres meses del año y en cantidades reducidas se conseguían estos alevinos (Merino, 1984). El desarrollo de la producción de alevinos como una industria especializada dentro del sector conllevó a alcanzar una tecnología que actualmente (año 2001) permite disponer de millones de alevinos durante todos los meses del año.

Los alevinos se producen principalmente en el área de los Llanos Orientales de Colombia, en la zona del Pie de Monte Llanero, municipios de Villavicencio, Cumaral, Restrepo, Acacías y Guamal, en el departamento del Meta, pero también se producen en Montería (Departamento de Córdoba), y en Florencia (Departamento del Caquetá) y en diferentes estaciones de los departamentos de Antioquia, Santander, Valle y Casanare, en cantidades menores y por temporadas. Por preferencia de los consumidores y aceptación del mercado a nivel nacional se ha desarrollado más el trabajo con la cachama blanca (*Piaractus brachipomus*), mientras que la cherna (*Colossoma macropomum*) se consume puntualmente en regiones como Córdoba, Sucre, Santander, Amazonas y Putumayo.

### 2.1 MANEJO DE REPRODUCTORES EN CAUTIVERIO

En los inicios de la cachamicultura, los reproductores se obtenían principalmente del medio natural, pero ahora la mayoría de las fincas productoras de alevinos levantan sus propios pies de cría.

Para llegar a ser ejemplares adultos aptos para reproducción, los machos de las cachamas blancas tardan 3 años y las hembras 4 años y pesos de 3 y 4 kilos en adelante (Carolsfeld, 1989).

Normalmente los ejemplares se mantienen en estanques de tierra a densidades bajas (Valencia y Puentes, 1989), 7 a 12.5 m<sup>2</sup>/Kg de reproductor, alimentados con concentrado comercial con contenido proteínico entre 25 % y 32 %. La tasa de alimentación varía entre el 1.5 % y el 2.5 % de la biomasa/día.

El manejo de padrotes dentro de una Estación se realiza por lotes (Pessoa y Nuñez, 1988), los cuales se deben agrupar de acuerdo con el estado de maduración: **desovados, en maduración y maduros**; además de este manejo operacional se deben hacer revisiones periódicas del estado de sanidad de los animales, para prevenir infestaciones graves por parásitos, y cuando sea necesario realizar los tratamientos y traslados adecuados.

Las principales enfermedades reportadas en planteles de reproductores, son parásitos típicos de la fauna acuática tales como el Mixosporídeo (*Henneguya spp.*), cuya presencia ha sido confirmada en branquias y riñón pero aún falta definir cómo afectan la capacidad reproductiva de la Cachama además de su control y erradicación (Eslava, P. R. Com. Pers.); también se han reportado otros protozoarios parásitos como *Costia*, *Trichodina*, *Piscinoodinium*, tremátodos como *actylogyryus*, gusanos intestinales (Nemátoda), cuyo control es relativamente sencillo y ya conocido; otro parásito, legado de la importación de carpas al país, especialmente de Hungría, es la presencia del crustáceo conocido como gusano ancla *Lernea spp.*, pero los ataques de este parásito en las cachamas no han sido reportados con el dramatismo ni la magnitud que tienen en Europa; sin embargo, en los padrotes de cachama, la *Lernea* afecta negativamente su capacidad reproductiva por lo que es conveniente su control mediante método manual (desprendimiento del parásito), previniendo una infestación fuerte, especialmente en los arcos branquiales.

## 2.2 SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

El lote en maduración debe ser revisado para monitorear el estado de madurez tanto de hembras como de machos.

Las hembras se revisan por sondeo (canulación o cateterización) o por extracción lateral con una jeringa se obtiene una muestra de huevos (Harvey y Hoar, 1979), con posterior aclaramiento con líquido de Serra. Los machos se revisan por presión abdominal.

Para garantizar el éxito de la reproducción es necesario una adecuada selección de los reproductores a inducir, teniendo en cuenta las características externas de las hembras tales como abdomen abultado, papila genital protuberante y enrojecida (Fig. 3) y en los machos obtención de semen mediante una leve presión abdominal.

En los huevos se determina aspecto general, color, tamaño, posición y forma del núcleo. En los machos el aspecto del semen, densidad y en ocasiones conteo y motilidad; de esta forma se conoce el grado de desarrollo de los productos gonadales. En esta etapa algunos productores utilizan dosis bajas de 0.5 mg/Kg de Extracto Pituitario de Carpa (EPC) colocadas periódicamente, para estimular la gametogénesis y llevar a los animales a un estado más avanzado de maduración.

## 2.3 INDUCCIÓN HORMONAL - INCUBACIÓN

La técnica de inducción hormonal se ha estandarizado con la utilización de EPC, el cual se encuentra en presentaciones como pulverizada, liofilizada o entera y se puede adquirir en empresas especializadas, existiendo varias marcas disponibles en el mercado.

El material homoplástico, ósea la hipófisis cruda de la misma especie (Vinatea, 1989), dejó de usarse por ser de complicada consecución y manejo (Juárez, 1989). Otros materiales como la hormona liberadora de la hormona luteinizante Lh-Rh (Méndez y Rodríguez, 1989) y la gonadotropina coriónica humana GCH (Valencia et al., 1985) son usadas ocasionalmente; una tercera categoría de materiales como son los antiestrógenos, dopaminas, gonadotropinas de mamíferos, esteroides, progestinas y corticoesteroides se mantienen dentro de niveles aún experimentales.



**FIGURA 3. Hembras maduras de cachama, en las cuales se observa el abdomen abultado.**

El protocolo básico con EPC consiste en una dosis inicial de 0.5 mg/Kg a la hora 0 y una dosis final de 5 mg/Kg a las 8 – 12 horas siguientes. Se pueden aplicar una o más dosis previas de 0.25 mg/kg (Da Silva, 1989 y González, 1989), dependiendo del estado de maduración de los huevos observados en el proceso de selección mediante el proceso de aclaración con líquido de Serra.

El desove ocurre entre 8 – 9 horas (230-240 horas-grado) después de la última dosis; para cachama blanca se ha generalizado el desove semi-natural, es decir, se realiza en piletas (normalmente circulares) en donde la hembra y el macho se cortejan y aparean solos; si se presenta taponamiento del oviducto en la hembra o falta de estímulo en el macho para realizar el cortejo se recomienda realizar como medida de emergencia el desove en seco, por extrusión.

Se tienen dos formas de manejar los huevos en este momento:

- ◆ La primera utilizando colectores (trampas) de los cuales se sacan los huevos con tamices, se mide la cantidad por volumetría y se reparten homogéneamente en las incubadoras de tipo cónica de flujo vertical.
- ◆ La segunda forma de manejo es conectar la salida de la pileta directamente a las incubadoras y los huevos se reparten al cálculo, valorando posteriormente la cantidad de huevos por conteo de alícuotas de cada incubadora. Esta segunda forma tiene la ventaja que no hay manipulación ni posibilidad de maltrato de los huevos.

Para la incubación se han dejado de lado las incubadoras tipo McDonald o tipo Zoug y se realiza en incubadoras cónicas de flujo vertical (Woynarovich, 1986) de diferentes tamaños: desde 25 hasta 800 litros de capacidad, prefiriéndose las de fibra de vidrio a las de tela. Dependiendo del flujo de agua, en las incubadoras se pueden tener cargas superiores a 2500 huevos por litro de incubadora, pero el promedio se encuentra alrededor de 1200-1500.

La duración de una incubación normal, dependiendo de la temperatura, es de 13 a 18 horas, al cabo de las cuales eclosionan larvas de aproximadamente 5 mm de longitud, que completan su desarrollo (aletas, pigmentación, tracto digestivo, vejiga gaseosa) en los próximos 4 a 6 días.

## 2.4 LARVICULTURA

La permanencia de las larvas en la incubadora varía de acuerdo con la metodología aplicada por los productores en cada granja; algunos siembran en estanques de tierra el primero o segundo día de nacidos; otros siembran en estanques el tercer día y otros al cuarto o quinto día.

También hay quienes trasladan las larvas a piletas y allí las mantienen para alimentarlas en los días 5, 6 y 7, luego las siembran en los estanques. En piletas, la alimentación de las larvas se hace generalmente con *Artemia salina* o plancton.

La preparación de estanques varía de acuerdo con cada productor, pero se puede generalizar que luego de la limpieza de los estanques se realiza un encalamiento con cal dolomita (50-100 g/m<sup>2</sup>) y abonamiento con material orgánico en similar proporción (100-200 g/m<sup>2</sup>); el abono más usado, por su fácil consecución, es la gallinaza, pero también se puede usar estiércol de vacunos o de porcinos el cual puede ser fresco, fermentado o producto de biodigestores (Díaz y López, 1993). El uso de abonos inorgánicos es restringido por manejo, costo y eficiencia; se puede emplear DAP, triple 15 ó úrea.

La labor durante los días posteriores a la siembra consiste en mantener un excelente nivel de alimento planctónico, esto es propio de cada granja, pues depende de las características del agua, temperatura y cantidad de larvas sembradas. Se debe realizar un permanente monitoreo de los alevinos para evitar predadores o enfermedades. Con buen alimento los alevinos alcanzan talla de despacho (2 cm) a los 15 días de nacidos.

Para evitar la predación de las larvas de cachama que siembre en los estanques, por acción de las larvas de libélula (odonata) es necesario preparar el estanque con anterioridad; por lo tanto se debe realizar una inspección ocular al estanque para verificar la presencia de la odonata. En caso de detectarse estas larvas se recomienda aplicar un insecticida órgano-fosforado, preferiblemente el tiguón a razón de 0.12 ppm entre 3 y 5 días antes de la siembra y abonar nuevamente el estanque.

## 2.5 ENFERMEDADES

En la etapa de incubación se ha observado, sobre el corión de los huevos, el protozoo *Epistylis*; también el hongo *Saprolegnia* y naturalmente bacteriosis; en la etapa larval pueden ser atacados por diferentes bacterias (*Aeromonas* y *Pseudomonas*) y hongos (*Saprolegnia*). Tratamientos suaves y prolongados con verde de malaquita (0.05 - 0.1 ppm) son efectivos, pero difíciles de aplicar en sistemas abiertos.

En los alevinos se presentan bacteriosis (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Myxobacterias*), ataques de protozoos como *Costia*, *Ichthyophthirius*, *Trichodina* y *Piscinoodinium* (Rey, 1995); ocasionalmente se encuentra *Hexamita* en el sistema digestivo; tremátodos monogénicos como *Dactylogyrus* y *Gyrodactylus* y tremátodos digenéticos (por lo menos de dos especies) se presentan por temporadas.

Para el control de los ectoparásitos se ha generalizado el uso del verde de malaquita (0.1 ppm) y el sulfato de cobre (0.5 ppm.); para la *Hexamita* se utiliza el metronidazol, incorporado al alimento concentrado; para controlar los tremátodos monogénicos se utilizan baños con Formol (25 ppm); los tremátodos digenéticos no se pueden eliminar directamente y por lo tanto se recomienda interrumpir su ciclo de vida eliminando del estanque los vectores (caracoles/aves); en ocasiones los productores sacrifican lotes enteros infectados con esas metacercarias para evitar su difusión.

## 3. ENGORDE

La aceptación que ha tenido esta especie por parte de los cultivadores se debe a que la cachama cumple con las condiciones requeridas para el cultivo, como son: especie rústica, resistente al manejo y a las enfermedades y tolera bajos niveles de oxígeno; adicionalmente presenta buen crecimiento y se obtienen tallas uniformes, buena conversión alimenticia y crecimiento de compensación; no se reproduce naturalmente en cautiverio, su manejo es sencillo y tiene buena aceptación en el mercado.

Las características físicas y químicas básicas para el cultivo de cachama son: temperatura del agua entre 23 y 30 °C.; pH de 5.5 a 8; dureza del agua desde 25 mg/l; oxígeno disuelto 3 mg/l o mayor (Díaz y López, 1993).

### 3.1 CRECIMIENTO

El cultivo para alcanzar el peso comercial de 500 gramos toma generalmente seis meses incluyendo la preparación y limpieza de los estanques. Los alevinos se siembran de un tamaño aproximado de 3 cm (Fig. 4).

En la figura 5 se presenta una curva típica de crecimiento de un lote a una densidad de cultivo de 2-5 peces/m<sup>2</sup>, alimentado con concentrado tipo extruder; también se incluye, a manera de comparación, la curva de crecimiento de cachamas alimentadas con concentrado para pollos (Díaz y López, 1993).

En cultivos con densidades bajas (hasta 2 peces /m<sup>2</sup>), excelentes condiciones medio-ambientales y de manejo, la tasa de crecimiento se incrementa, registrándose lotes con promedio de 480 gramos (eviscerado) en 130 días.

Para hacer seguimiento al crecimiento de los peces bajo cultivo, con la ayuda de una red de arrastre sin nudo se realizan muestreos de estos que van entre el 3 al 10% de la población; los cuales se deben realizar con un intervalo de 15 a 20 días; de esta forma se controla la tasa de crecimiento, la tasa de alimentación y se verifica el estado de salud del lote, permitiendo de esta manera hacer los ajustes o tomar las medidas correctivas a tiempo.

Se ha observado que existe una pequeña diferencia en cuanto a la relación talla-peso entre los animales cultivados, y los procedentes del medio natural, esto quiere decir que entre animales de la misma longitud se encuentran animales más pesados. Sin embargo, esta relación talla-peso (Fig. 6), indica que la especie adquiere peso relativamente rápido comparado con otras especies y se puede generalizar con la siguiente relación, dada por Prada (1982):

$$\text{Peso (gramos)} = 0.035 \times \text{Longitud}^{3.09}$$

### 3.2 ALIMENTACIÓN

Se recomienda utilizar el alimento concentrado extrudizado. Inicialmente se trabajó con el alimento pelletizado, pero ahora, la forma extrudizada es la que ha presentado los mejores resultados. El suministro de este alimento ha reportado mejoras en la conversión alimenticia, disminución en los residuos nitrogenados y, en general, mejor aprovechamiento, a pesar de que las fórmulas utilizadas han sido diseñadas para otra especie de pez. En la tabla 1 se muestran datos de crecimiento, peso alcanzado y tasa de alimentación suministrada diariamente a los peces, en un cultivo típico.

Dentro del esquema anterior se puede manejar el contenido de proteína de los concentrados de acuerdo con la tabla 2.

En esa tabla se presenta el suministro de alimento, el cual inicialmente tiene alto contenido proteínico (40-45 %) hasta los 20-25 gramos de peso; con un contenido proteínico medio-alto (35-38 %) hasta los 70-75 gramos;

**TABLA 1. Datos de crecimiento y peso y su relación con la tasa alimenticia diaria, en un cultivo típico de cachama.**

Día de cultivo	Peso promedio de los peces (g)	Tasa alimenticia diaria (%)	Día de cultivo	Peso promedio de los peces (g)	Tasa alimenticia diaria (%)
1	2	10.00	91	163	3.30
7	7	8.93	98	190	3.14
14	14	7.68	105	218	2.97
21	20	6.67	112	246	2.81
28	26	5.50	119	274	2.65
35	33	4.87	126	305	2.48
42	40	4.63	133	337	2.32
49	48	4.40	140	368	2.16
56	55	4.17	147	400	1.99
63	67	3.95	154	433	1.88
70	91	3.79	161	468	1.83
77	115	3.63	168	503	1.79
84	139	3.46	175	538	1.74



FIGURA 4. Alevinos de cachama blanca, *Piaractus brachypomus* (Tomado de López, 1994).

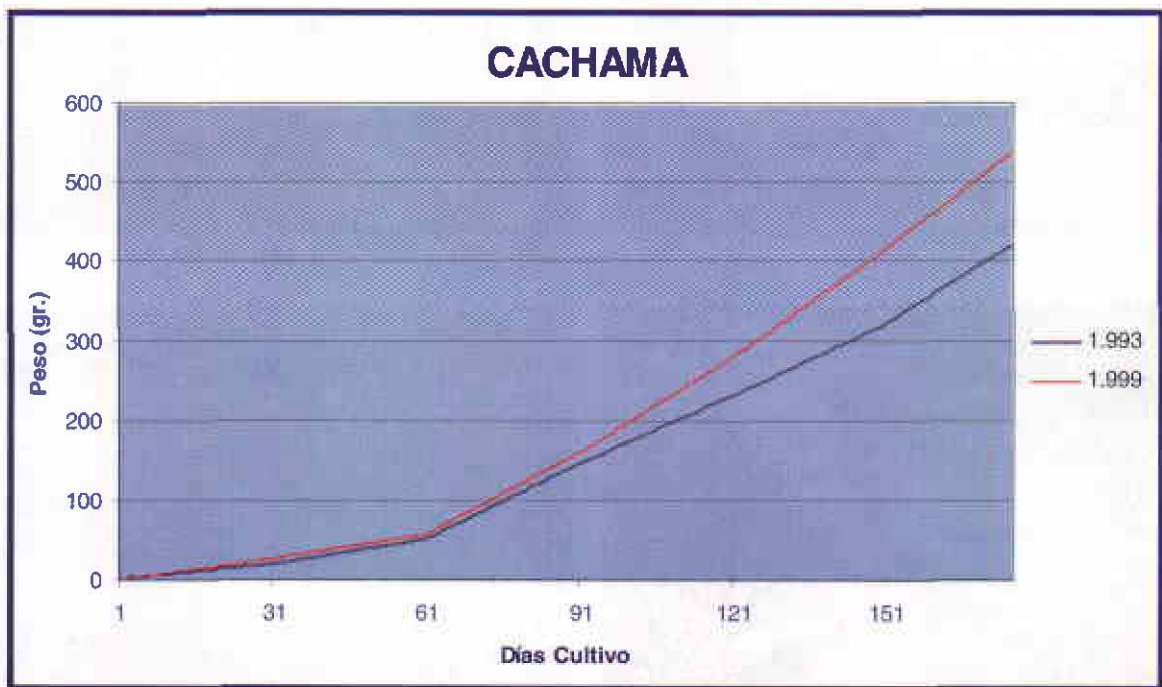


FIGURA 5. Curva de crecimiento de la cachama alimentada con concentrado tipo extruder para peces (rojo) y alimento concentrado para pollos (negro).

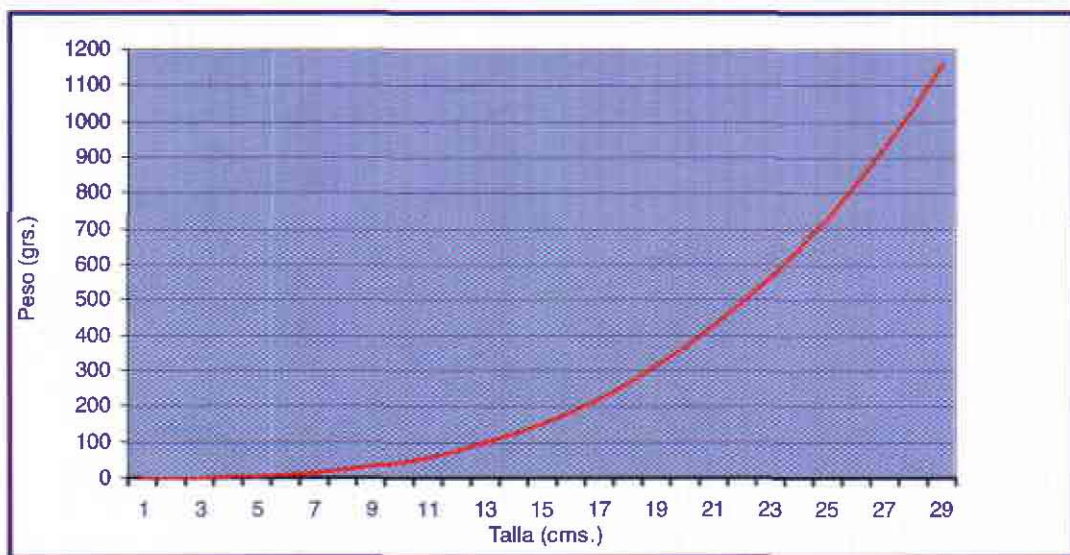


FIGURA 6. Relación talla - peso de la cachama blanca.



7



8



9



10

FIGURAS 7, 8, 9 y 10. Proceso básico de la cachama para su comercialización.

**TABLA 2. Contenido Proteínico del alimento de acuerdo con el tiempo de cultivo.**

Día de Cultivo	Contenido Proteínico cercano a (%)
1 a 20	45
21 a 63	38
64 a 98	32
98 en adelante	24

continua con un alimento de contenido proteínico medio-bajo (28-32 %) hasta que los peces alcanzan un promedio de 190-200 gramos y de este peso en adelante hasta finalizar el cultivo con un alimento de contenido proteínico bajo (24%).

La alimentación debe ser suministrada, todos los días de la semana, tres veces por día durante el primer mes, dos veces por día durante el segundo y en adelante se suministra en una o dos dosis por día. De acuerdo con la tabla 1, este consumo de alimento concentrado arroja una conversión alimenticia total de 1.59 : 1 para peces enteros.

### 3.3 PROCESAMIENTO

La gran mayoría de los productores entrega el producto entero, eviscerado y fresco. El proceso básico consta de selección, sacrificio, eviscerado y lavado; el empaque se hace a granel y, si la distancia lo requiere, se utiliza hielo para conservar baja la temperatura (Figs. 7, 8, 9 y 10).

Dentro del proceso del pescado, la evisceración produce una pérdida adicional, que se presenta para la cachama blanca en la tabla 3.

Igualmente para cachama blanca, algunos datos complementarios a la pérdida de peso en la comercialización son: cabeza 12.5%, branquias, cola y aletas 9.6%. En general la parte de carne en la cachama es del 43.2% de su peso, en contraste con la tilapia cuyo aprovechamiento es del 40 %. El análisis bromatológico básico muestra un contenido de proteínas del 16.6 %, grasas en un 3.3 % y cenizas en un 2.0 %; con respecto a las pieles, un animal de talla total de 32 cm suministra una piel de 85 cm<sup>2</sup>.

Para la cherna o cachama negra las pérdidas son: cabeza, 23.69%; piel más huesos, 25.32 %; vísceras, 10.6 % y carne aprovechable, 37.91 %. El análisis bromatológico muestra un contenido de proteínas del 17.77 %, grasas de 2.95 % y cenizas en 1.1 % (Bello y Rivas, 1992).

### 3.4 MANEJO PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO

Hasta el día de hoy no se han reportado epizootias ocasionadas por organismos patógenos de alta peligrosidad como bacterias o virus, tal como ocurre en otras latitudes o con otras especies, en donde arrasan todos los cultivos de un área e inclusive de una cuenca.

Por el contrario los cultivos de cachama tienen como característica común una muy baja incidencia de enfermedades y parásitos; la sobrevivencia promedio está por encima del 96 % y no son raros los casos del 100%.

Se puede afirmar que el mal manejo del cultivo es, por regla general, el causante de la presencia de anomalías; aspectos como la limpieza de los estanques, procedimientos adecuados para la siembra de alevinos y recambio de aguas son fundamentales para el buen desarrollo de los peces.

La correcta siembra de los alevinos en el estanque de engorde es una labor básica de cuidado, porque en ellos el cambio desde las condiciones físico-químicas del agua de los estanques en las fincas de los productores (de alevinos) a las condiciones del estanque de siembra, luego de un transporte de varias horas, puede producir, además del

TABLA 3. Pérdidas por evisceración según el peso de sacrificio.

Peso del Pescado (g)	Pérdidas por evisceración (%)
200	13
250	12
300 – 375	10
380 – 450	9
475 – 500	8
600	7

estrés del viaje, un choque demasiado fuerte que conlleva a su debilitamiento, baja de defensas y la posterior presencia de bacteriosis y micosis.

Otro aspecto a tener en cuenta es la limpieza de los estanques; los casos más comunes reportados, que se pueden relacionar de alguna manera con estanques sucios o con exceso de materia orgánica, tienen que ver con la presencia de *Dactylogyrus* o de *Piscinoodinium*, infestando peces de 100 a 300 gramos y causando mortalidades; este mismo caso es válido para bacterias, cuya presencia en el agua es normal e inocua, pero en condiciones adversas al pez (alta carga de materia orgánica, bajas de oxígeno) aumentan su cantidad, incrementando su patogenicidad y ocasionando mortalidades. La alta carga de materia orgánica también provoca caídas de oxígeno de carácter grave.

Cuando se registra presencia de parásitos es recomendable, antes de una nueva siembra de alevinos, encalar el estanque con cal viva en una proporción de 100-150 g/m<sup>2</sup> para realizar la desinfección; se debe aplicar con el estanque seco, esparcida por toda el área y luego proceder a llenar lentamente el estanque (3 – 5 días). El estanque lleno puede ser usado en 7 días sin peligro para los nuevos peces.

Las bajas de oxígeno en el agua son muy comunes en los cultivos, especialmente en la temporada de verano, en la cual las temperaturas se elevan disminuyendo el oxígeno disuelto, hay producción excesiva de fitoplancton por la alta radiación solar y que a su vez consume oxígeno en las horas de la noche. La combinación de lo anterior lleva a que en horas de la madrugada los niveles de oxígeno lleguen a niveles cercanos a cero o inclusive cero, ocasionando la muerte de todos los organismos del estanque.

Dado que los equipos de medición son por regla general muy costosos para los piscicultores, una relación de manejo entre cantidad de agua de recambio (litros/minuto), densidad de cultivo (peces/m<sup>2</sup>), tamaño de los peces y estación climática (verano-invierno) debe ser levantada para cada finca productora y así poder evitar estas caídas. Se puede generalizar que una caída de oxígeno temporal y mediana, retrasa el crecimiento en cinco días; una caída de oxígeno temporal fuerte, lo retrasa 20 días; si la deficiencia es crónica los peces dejan de alimentarse y de crecer, mientras persista el problema.

### 3.5 TIPOS DE CULTIVO

#### 3.5.1 Cultivos pequeños

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los cultivos de cachama en el país son realizados por piscicultores a pequeña escala (Fig. 11).

Los estanques son en tierra, con tamaños entre 100 m<sup>2</sup> y 1000 m<sup>2</sup>, con entrada y salida de aguas para recambio permanente; los productores utilizan alimento concentrado comercial, pero en muchas ocasiones abonan constantemente con gallinaza, porquinaza y complementan la alimentación con productos y subproductos de la misma finca como frutas (papaya, guayaba, aguacate, plátano, mortiño), maíz cocinado, sorgo, ramio, bore, yuca rayada y palmiste.



**FIGURA 11. Estanque de pequeño productor.**

Es común que en estas fincas no exista estanque de pre-engorde; el cultivo es realizado en una sola etapa, es decir, los alevinos son sembrados en un estanque y allí son mantenidos durante todo el tiempo de cultivo.

Una característica casi general de los pequeños productores colombianos es que usan una densidad permanente de 4 animales/ m<sup>2</sup> y que llevan el engorde a seis meses. Este tipo de cultivo se realiza desde las tierras bajas y cálidas hasta alturas de 1300 msnm en donde, para lograr los 500 gramos de peso final, la duración se extiende a 8 meses por influencia de la baja temperatura.

Cuando los pequeños piscicultores tienen algunas experiencias anteriores realizan policultivo con tilapia y/o con bocachico y/o carpa roja. En el policultivo está demostrado que hay que mantener una relación de dominancia de una de las especies, para que el objetivo de mayor productividad / menor costo se cumpla: la cachama debe sembrarse en proporción numérica de 80% (o mayor) y la tilapia roja con un 20% (o menor); el bocachico y la carpa se usan como acompañantes a muy baja densidad (un pez por 20 ó más metros cuadrados).

La mayor ventaja de estos cultivos pequeños es su gran rentabilidad. Técnicamente hablando, la infraestructura necesaria para el ingreso de aguas no es grande; no se requiere de una gran cantidad de agua para el recambio diario y la producción, medida en Toneladas/Hectárea/año, es excelente (40 a 50 Ton/Ha/año). Por no requerir de manejos adicionales y porque el cuidar los peces forma parte de las labores cotidianas de la finca, los costos son reducidos en un alto porcentaje, aumentando su beneficio. Normalmente el mercadeo se efectúa en la misma finca o en la zona (en la vereda). Estas ventajas, comparativas tanto con otros peces como con otros cultivos, ha fomentado el desarrollo de la cachamicultura a este nivel en todo el país, hasta donde las temperaturas lo permiten.

Las producciones son puntuales, dos cosechas por año. Las principales desventajas de estos pequeños cultivos son que los costos por alimentación con alimento concentrado son proporcionalmente mayores, la oferta de producto es muy estacional y que los cultivadores tienen muy baja capacidad de negociación.

Una esquematización de la estructura de costos para este tipo de producción se puede observar en la tabla 4.

### **3.5.2 Cultivos medianos**

En la práctica, dentro de esta categoría de cultivo están aquellos piscicultores que poseen media o más hectáreas de espejo de agua y producciones anuales superiores a 10 toneladas. Las características comunes de este tipo de cultivo son: estanques en tierra de 1000 a 3000 m<sup>2</sup>, (excepcionalmente hay de 5000 a 20000 m<sup>2</sup>) con recambio permanente de agua; se cuenta con estanques de pre-engorde, realizando el cultivo en dos etapas: la primera o etapa de pre-engorde, con densidades de 10 -15 peces por m<sup>2</sup> y la segunda o etapa de engorde, con densidades de 2-3 animales por m<sup>2</sup>; la alimentación es exclusivamente con alimento balanceado comercial y tanto la producción de peces como la oferta de pescado es continua (semanal, quincenal o mensual).

Este tipo de cultivo presenta excelente rentabilidad, pero menor que la de los cultivos pequeños, pues necesitan de apoyos administrativos, financieros y logísticos, que disminuyen las ganancias (Tabla 5).

**TABLA 4. Estructura de costos para un pequeño productor.**

Detalle	Porcentaje (%)
Personal	0.00
Alevinos	8.24
Alimento Peces	78.91
Drogas	0.66
Abonos	3.95
Fletes insumos	1.10
Congelación	0.00
Varios	3.84
<b>Subtotal</b>	<b>96.70</b>
Administración	0.00
Otros	0.00
<b>Subtotal</b>	<b>0.00</b>
Acarreo producto	3.30
Comunicaciones	0.00
Varios	0.00
<b>Subtotal</b>	<b>3.30</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>100.0</b>

**TABLA 5. Estructura de Costos para diferentes producciones, expresado en porcentaje, Mediano productor (\*).**

Toneladas/año	10	20	30	40	50	60	250
Personal	20.72	18.79	14.34	15.12	12.99	11.47	10.96
Alevinos	5.68	5.32	5.84	5.72	5.98	6.16	6.36
Alimento Peces	54.43	50.98	55.98	54.80	57.2	58.99	60.95
Drogas	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10
Abonos	0.35	0.32	0.36	0.35	0.36	0.38	0.39
Fletes	1.98	1.86	2.04	2.00	2.08	2.15	2.22
Congelación	0.00	0.85	0.93	0.91	0.95	0.98	1.02
Varios	1.72	1.20	1.17	1.07	1.07	1.07	0.99
<b>Subtotal</b>	<b>84.96</b>	<b>79.40</b>	<b>80.75</b>	<b>80.06</b>	<b>80.78</b>	<b>81.30</b>	<b>82.98</b>
Administración	2.62	9.21	6.75	7.70	6.44	5.52	3.41
Otros	11.36	10.24	11.24	11.00	11.49	11.85	12.24
<b>Subtotal</b>	<b>13.99</b>	<b>19.45</b>	<b>17.98</b>	<b>18.71</b>	<b>17.93</b>	<b>17.37</b>	<b>15.65</b>
Acarreo	0.91	0.85	0.93	0.91	0.95	0.98	1.02
Comunicación	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16
Varios	0.00	0.16	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20
<b>Subtotal</b>	<b>1.05</b>	<b>1.15</b>	<b>1.26</b>	<b>1.24</b>	<b>1.29</b>	<b>1.33</b>	<b>1.38</b>
<b>Tot. egresos</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

(\*) Los cálculos han sido realizados con promedios, para septiembre de 2000; los costos varían en cada región por diferentes causas como son, por ejemplo, distancias a punto de venta, mecanización de instalaciones, jornales, etc.

Una visión económica completa, para una producción de 17.2 Ton/año, llevado a tres años, fue elaborada por el INPA en Díaz *et al.* (1999), cuyos datos se resumen en la tabla 6.

Normalmente mercadean en la región o fuera de ella. A ciertos niveles la capacidad de negociación es aún muy baja y quedan a merced de los intermediarios, ya sea por carecer de transporte, de infraestructura de frío o de clientes.

**TABLA 6. Estructura de costos para montaje y operación para una producción de 17.2 toneladas por año (1999).**

Detalle	Valor ( \$ )	Porcentaje (%)
<b>Inversión en infraestructura y equipos</b>	<b>71 190 293</b>	
Mano de Obra	21 000 000	20.05
Transporte	300 000	0.29
Mantenimiento	150 000	0.14
Alevinos	14 616 000	13.96
Alimento	68 505 390	65.42
Materiales	150 000	0.14
<b>Total Costos</b>	<b>\$ 104 721 390</b>	<b>100</b>
<b>Costo por kilo</b>	<b>\$ 1590</b>	
<b>TIR años 1 a 3</b>		<b>22.41</b>
<b>TIR años 4 en adelante</b>		<b>29.32</b>

### 3.5.3 Cultivos no tradicionales

Dentro de esta denominación se han considerado los dos extremos: los cultivos a muy baja densidad y los cultivos intensivos.

Estas dos formas de cultivo no están muy documentadas, pero se tienen las bases para desarrollarlas; ambas son formas eficientes, rentables y aplicables a nuestro medio, pero su diseño y aplicación está de acuerdo con la zona del país, la topografía y desde luego con la disponibilidad de recursos.

**Cultivos extensivos:** para zonas alejadas de centros urbanos, donde las tierras son de bajo costo, los recursos hídricos y vegetales son abundantes y la consecución del concentrado comercial es muy costosa, se pueden desarrollar los cultivos basados en la productividad primaria del estanque mediante abonamiento (animal o vegetal), así como una alimentación basada en productos o subproductos de la misma finca, utilizando bajas densidades de siembra y cultivo (menores a 1 pez/m<sup>2</sup>).

Desde hace años han sido realizados diferentes estudios con productos vegetales básicos, como la alimentación con maíz, *Zea mays*, estudiada por Da Silba *et al.* (1984), con densidades de 0.5 peces/m<sup>2</sup>, suministrado al 3% de biomasa/día, en la que la cachama presentó conversiones de 3.4 : 1 y producciones de 4.234 Kg/ha/año. Por comunicación personal con diferentes cultivadores, se sabe que también se utiliza el maíz cocinado, mejorando su digestibilidad y rendimiento; de igual forma el suministro de hojas de la planta conocida como bore. Esos mismos autores, igualmente probaron la alimentación de cachama con torta de la palma *Orbignya martiana*, suministrada al 3% de biomasa/día, que presentó conversiones de 4.9 : 1 y producciones de 3371 Kg/ha/año.

También se han realizado estudios con otros productos como son el helecho acuático *Azolla filiculoides* (Sanabria, 1994), la torta de soya *Glycine max* (López, 1994), harina de arroz y torta de palmiste (Quintero y Cortés, 1991),

harinas de maíz, sorgo y soya (Torres y Uribe, 1995) estudios que dan indicaciones para su forma de aplicación, uso y efectividad.

Una variación más técnica de esta forma de cultivo para la cual la cachama podría ser apropiada por sus condiciones de animal omnívoro es la aplicación del sistema de la integración de cultivos (tema desarrollado en capítulo aparte de este mismo volumen), la cual logra la producción de proteína animal (pescado) únicamente con recursos propios de las fincas a unos costos realmente bajos. Es de resaltar que este sistema puede ser aplicado tanto por pequeños como por medianos productores.

**Cultivos intensivos:** opuesto a lo anterior se encuentra el cultivo a altas densidades (para cachama se puede ubicar entre 6 y 15 peces/m<sup>2</sup>) y a muy altas densidades (superiores a 20 peces/m<sup>2</sup>). Se puede aplicar en lagunas, ciénagas y embalses, desarrollado en jaulas o en estanques donde se realice un alto recambio de aguas. El objetivo de este cultivo, no sólo puede ser el producir el pez ración de presentación entera, sino que se puede enfocar a la producción masiva de carne de pescado para ser procesada (molida, triturada) en donde el factor importante es la cantidad de kilos producidos por m<sup>3</sup> al año.

Se han realizado pocas investigaciones, algunos ensayos, pero ningún cultivo comercial reportado.

Investigaciones básicas como las de Saint-Paul (1983) para *Colossoma macropomum*, quien registra que el consumo de oxígeno por hora se incrementa linealmente con respecto al peso del pez; así mismo, midió que el metabolismo del pez, y por lo tanto el consumo de oxígeno, aumenta con la temperatura y determinó las ecuaciones para este consumo, como son:

$$\begin{array}{ll} \text{A } 25 \text{ }^{\circ}\text{C} & \text{Consumo de oxígeno (mgO}_2\text{/hora)} = 1.01 \times \text{Peso}^{0.64} \\ \text{A } 30 \text{ }^{\circ}\text{C} & \text{Consumo de oxígeno (mgO}_2\text{/hora)} = 1.55 \times \text{Peso}^{0.64} \end{array}$$

Urán et al. (1994a) determinaron el mismo parámetro para *Piaractus brachypomus*:

$$\text{A } 22.5 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{Consumo de oxígeno (mgO}_2\text{/hora)} = 461.3 \times \text{Peso}^{-0.258}$$

Urán et al. (1994b), en ensayos realizados con *Piaractus brachypomus* en tanques, con 50 peces/m<sup>3</sup>, un recambio permanente del 100 % por hora, a temperaturas de 25.3 °C, y alimento del 43% de proteína, produjeron resultados muy significativos como son un crecimiento de 1.86 g/día, con conversión alimenticia de 1.57 : 1, con carga final de 15.7 Kg/m<sup>3</sup>.

Otros trabajos aplicables en este tipo de cultivos son los realizados por Ravelo y Conroy (1994) en los cuales caracterizaron la enfermedad bacteriana *Columnaris* en cultivos en jaulas con *Colossoma macropomum* y en el de Ravelo (1994), primer trabajo con este mismo pez, en el cual se ve la efectividad del empleo de vacunas.

Estos y otros estudios (Mora y Salaya, 1994 y Pérez y Martino, 1989) indican que para altas densidades es más resistente al confinamiento la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), presentando unas características básicas aptas para el desarrollo de este tipo de cultivos.

#### 4. COMERCIALIZACIÓN

Como se mencionó anteriormente, los consumidores prefieren el pescado con un tamaño de 500 gramos; la mayor comercialización se realiza con el pescado eviscerado, fresco, empacado a granel (Fig. 12).

Los pequeños productores venden en la misma finca (inclusive con vísceras) o dentro de un radio de poco kilómetros de ella; algunos venden el producto directamente al consumidor, permitiendo mayores márgenes de utilidad.

Los medianos productores requieren de un mercadeo más elaborado, vendiendo el producto a minoristas en las plazas de mercado, e inclusive a intermediarios que lo transportan fuera de la región; en este caso se requiere de



**FIGURA 12. Empaque a granel de cachama.**

congelación previa. Una alternativa efectiva para esta parte de congelación y empaque, que mejora la presentación y además recupera hasta un 1% del peso perdido por el frío es realizar, inmediatamente antes del empaque, el proceso de vidriado (J. Alvarez, Com. Pers.)

En los últimos años se ha abierto un buen mercado para ejemplares entre de 200 a 300 gramos, que son utilizados en restaurantes populares, casinos de empresas y también comprados por buena cantidad de amas de casa que adquieren el producto en plazas de mercado (Fig. 13).

Unos pocos productores están realizando un procesamiento secundario que consiste en la desescamación de los peces y un mejoramiento en la presentación, colocándolo en bandejas de icopor con protección de película plástica. De esta forma se ha iniciado un comercio en cadenas de supermercados, el cual es aún muy incipiente.

Las ventajas comparativas del cultivo ha conllevado que en Colombia la cachamicultura haya tenido un gran desarrollo entre los peces de cultivo de aguas dulces, pues la producción por cultivo de cachamas pasó de cero toneladas en 1982 a 700 toneladas en 1988 y en 1998 alcanzó la cifra de 12335 toneladas (INPA,1999). Este incremento de la comercialización de la cachama en todo el país puede verse en la figura 14 (Acuioriente, 2000) y su producción por departamentos en la figura 15.



**FIGURA 13. Venta al público en plaza de mercado.**

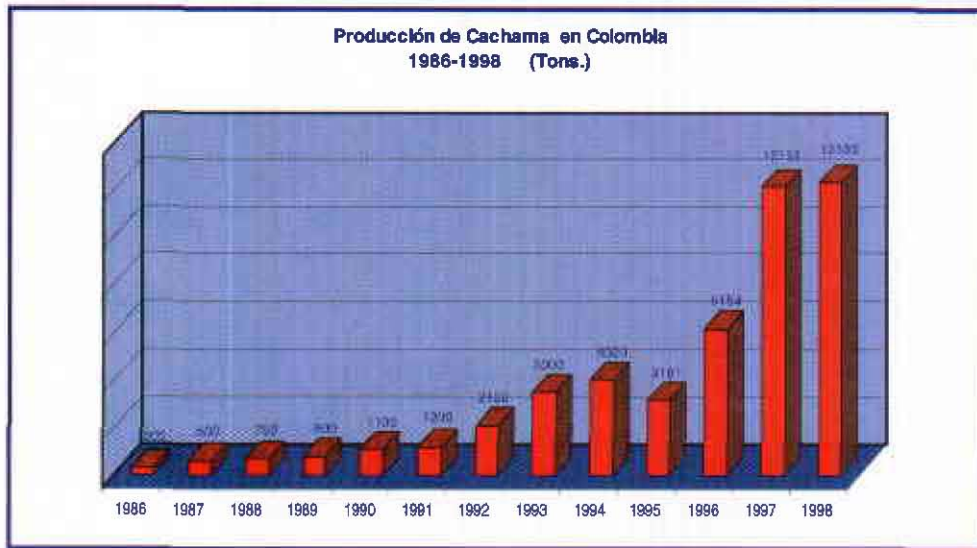


FIGURA 14. Producción nacional de cachama por acuicultura

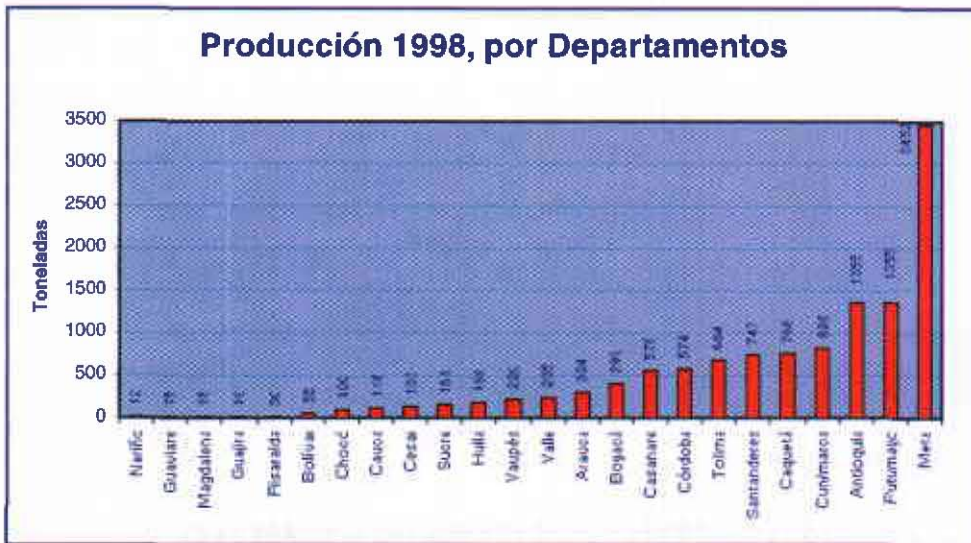


FIGURA 15. Producción de cachama por departamentos (Acuioriente, 2000)

Para incrementar estas cifras se debe enfatizar en solucionar varios problemas, como son:

- ◆ La falta de capacidad de la mayoría de los productores para mantener volúmenes continuos de producción y además la temporalidad; esto conduce a épocas del año con baja oferta y otras de sobre oferta.
- ◆ La deficiencia de los canales de comercialización.
- ◆ El desconocimiento del producto por parte del gran público consumidor; en las grandes ciudades, un alto porcentaje de la población no sabe aún de la existencia de la cachama y por lo tanto no la consume.
- ◆ Falta de procesamientos del producto; para acceder a un rango más amplio de la población de consumidores, con mejores y variadas presentaciones.

- ◆ Los altos costos de insumos (especialmente el alimento), ventas y comisiones pueden ser enfrentados de forma comunitaria o asociativa por los productores de una zona o región.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACUIORIENTE. 2000. El estado de la acuicultura en Colombia, Revista de la Asociación de Acuicultores de los Llanos Orientales, Acuioriente, Villavicencio. (8): 6 – 8.
- ARIAS, J. A. y W. VÁSQUEZ. 1988. Ampliación del conocimiento biológico de *Colossoma sp* (Cypriniformes: Characidae), en ambientes naturales de la cuenca del río Meta. Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales. Instituto de Investigaciones para la Orinoquía.
- BELLO, R. A. y W. GIL. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama (*Colossoma macropomum*) cultivada, como fuente de alimento. Programa Cooperativo Gubernamental, Proyecto AQUILA II. FAO. Documento de Campo 2. México. 113 p.
- CAROLSFELD, J. 1989. Reproductive physiology and induced breeding of fish as related to culture of Colossomas. 37 –73 p. En: Hernández, A. (Ed.). Cultivo de Colossoma. SUDEPE. CIID. COLCIENCIAS. 475 p.
- DA SILVA, A. B. 1989. Reproducción de Colossomas. 17 – 32 p. En: Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*. Programa Cooperativo Gubernamental, Proyecto AQUILA II. FAO. Documento de Campo 5. Brasilia. 235 p.
- DA SILVA, A. B.; A. CARNEIRO y F. REZENDE. 1984a. Contribucao ao estudio do cultivo intensivo do Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, alimentado com torta de babacu, *Orbignya martiana* L. 147 – 156 p. En: Anais do Simposio Brasileiro de Aquicultura 3. Sao Paulo.
- DA SILVA, A.B.; A. CARNEIRO y F. REZENDE. 1984b. Contribucao ao estudio do cultivo intensivo do Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, com a utilizacao de milho (*Zea mays*) em grao como alimento. 157 – 164 p. En: Anais do Simposio Brasileiro de Aquicultura 3, Sao Paulo.
- DÍAZ, F. J. y R. A. LÓPEZ. 1993. El cultivo de la Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) y de la Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). 207 – 219 p. En: Rodríguez, H.; G. Polo y G. Salazar (Eds.). Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Bogotá. 286 p.
- DÍAZ, F. J.; G. SALAZAR; C. S. BELTRÁN y A. A. VILLANEDA, 1999. Modelo del paquete productivo para el cultivo de Cachama en estanques, adaptado a pequeños productores. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Bogotá. 6 p.
- GÓNZALEZ, R. 1989. Tecnología de la reproducción de la Cachama (*Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*). Memorias segundo curso Cultivo de Cachama. INDERENA Regional Llanos Orientales. Villavicencio.
- GÓNZALEZ, R. 2000. La Cachama Blanca. Revista ACUIORIENTE. Villavicencio (8): 8-10
- HARVEY, B.J. y W. S. HOAR. 1979. The theory and practice of induced breeding in fish.. IDRC. Ottawa. 48 p.
- INPA. 1999. Boletín Estadístico Pesquero 1997 – 1998. Bogotá. 114 p.
- JUAREZ, J. R. 1989. Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*. Programa Cooperativo Gubernamental. Proyecto AQUILA II. FAO. Documento de Campo 5. Brasilia. 235 p.
- LÓPEZ, M. I. 1994. Evaluación de la digestibilidad aparente de la torta de soya *Glycine max* (L) como ingrediente principal en la formulación de dietas en alevinos de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. Tesis Universidad Javeriana. Bogotá. 122 p.
- MÉNDEZ, A. y J. A. RODRÍGUEZ. 1989. Reproducción inducida en cachama (*Piaractus brachypomus*) (Cuvier) con Buserrelina (Conceptal). Siall 6 (1): 7 – 11.
- MERINO, M. C. 1983. Cultivo intensivo y reproducción inducida de la cachama, *Colossoma bidens* Spix, 1829, en los Llanos Orientales de Colombia. DRI-INDERENA. Villavicencio. 32 p.
- MERINO, M. C. 1984. Cultivo en estanques y producción de alevinos de cachamas, *Colossoma bidens* Spix, 1829, *C. Macropomum* Cuvier, 1818 y sus híbridos, en el departamento del Meta. DRI. INDERENA. Villavicencio. 29 p.
- MORA, J. A. y J. J. SALAYÁ. 1994. Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomum* cultivada en jaulas flotantes comerciales. 382 – 388 p. En: Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura. CILDESERC. ALA. COLCIENCIAS. Bogotá. 562 p.
- PÉREZ, L. E. y G. MARTINO. 1989. Análisis microeconómico del cultivo de “cachama” (*Colossoma sp.*) en jaulas flotantes, Guyana, Venezuela. 165 – 206 p. En: Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*. Programa Cooperativo Gubernamental. Proyecto AQUILA II. FAO. Documento de Campo 5. Brasilia. 235 p.

- PESSOA, J. L. y M. C. NUÑEZ DA SILVA. 1988. Tambaquí (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818). Ampliacao do periodo do desova. CODEVASF. Brasilia. 20 p.
- PRADA, N. 1982. Densidades y niveles de suministro de alimento en cultivo de Cachamas *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818. En: González J.A. y B. Heredia (Eds.). El cultivo de Cachama. Fona IAP Estación Experimental Guarico (Guanapito), 117 p.
- QUINTERO, L. G. y M. CORTES. 1991. Evaluación de la digestibilidad aparente de la harina de arroz y la torta de palmiste en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Tesis Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 137 p.
- RAVELO, C. 1994. Estudios sobre la enfermedad Columnaris en el cultivo de cachama *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes II. Preparación y utilización de vacuna experimentales en la prevención de la enfermedad, 319 – 327 p. En: Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura. CILDESERC. ALA. COLCIENCIAS Bogotá. 562 p.
- RAVELO, C. y D. A. CONROY. 1994. Estudios sobre la enfermedad Columnaris en el cultivo de cachama *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes I. Caracterización de la enfermedad y su agente etiológico. 307 – 318 p. En: Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura. CILDESERC. ALA. COLCIENCIAS Bogotá: 562 p.
- REY, A. L. 1995. Efectividad de algunos tratamientos para ectoparásitos protozoarios en alevinos de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*. Tesis Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 135 p.
- SAINT-PAUL, U. 1983. Investigations on the respiration of the neotropical fish *Colossoma macropomum* (Serrasalmidae). The influence of weight and temperature on the routine oxygen consumption, Amazoniana. VII(4): 433-443.
- SANABRIA, A. I. 1994. Evaluación de la digestibilidad aparente de la azolla *Azolla filiculoides* como ingrediente principal en la formulación de dietas de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. Tesis Universidad Javeriana. Bogotá. 155 p.
- TORRES, C.A. y L.A. URIBE. 1995. Evaluación de la digestibilidad aparente de cuatro subproductos agroindustriales, fuentes de proteína y energía, en la nutrición de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818. Bol. Científ. INPA (3): 4-65.
- URÁN C., L.A.; W. CANO; V. J. HERNÁNDEZ y J. E. NARANJO. 1994a. Evaluación del consumo de oxígeno a nivel metabólico de rutina en *Piaractus brachypomus* "cachama blanca", con peso inferior a un kilogramo. Informe Comisión de las Comunidades Europeas, Piscimeuse SA- Cerer U. De Liege- Universidad de Antioquia. Tihange.
- URÁN C., L. A.; C. M. MARÍN y J. J. OROZCO. 1994b. Consumo y eficiencia de conversión de alimentos comerciales de diferentes niveles protéicos en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Informe Comisión de las Comunidades Europeas, Piscimeuse SA- Cerer. U. De Liege- Universidad de Antioquia. Tihange.
- VALENCIA, O.; N. CHAPARRO y E. M. FADUL. 1985. Aplicaciones hormonales para la reproducción artificial de la cachama negra (*Colossoma macropomum*) (Cuvier, 1818) y cachama blanca (*Colossoma bidens*) (Spix, 1829).
- VALENCIA, O. y R. PUENTES. 1989. El cultivo de la cachama en Colombia. 117 – 143 p. En: Hernández, A. (Ed.). Cultivo de *Colossoma*. SUDEPE, CIID. COLCIENCIAS. 475 p.
- VALENCIA, O.; M. P. DORADO y E. ORTEGA. 1994. Ensayo sobre la alimentación de la cachama negra (*Colossoma macropomum*) con pescado almacenado y preservado en ácidos orgánicos e inorgánicos (fish silage). Bol. Científ. INPA (2): 46 – 61 p.
- VINATEA, J. E. 1989. Sobre inducción final de maduración, ovulación y espermiación en peces cultivados. 51 – 96 p. En: Avances en el cultivo de peces del género *Colossoma*. Programa Cooperativo Gubernamental. Proyecto AQUILA II. FAO. Brasilia. Documento de Campo 5.
- WOYNAROVICH, E. 1986. Tambaquí e Pirapitinga. Propagacao artificial e criacao de alevinos. 3 edicao. Ministerio da Irrigacao CODEVAE. Brasilia, 68 p.