

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía

- Phylum Gnathostomata
- Clase Actinopterygii
- Orden Characiformes
- Familia Characidae
- Subfamilia Serrasalminae
- Género Piaractus
- Especie *Piaractus brachypomus*
- Nombre común Cachama blanca (1)

2.2 Aspectos generales

2.2.1 Nombres comunes

A esta especie se la reconoce con diferentes nombres de acuerdo al país donde se localice: Caranha (Brasil); Morocoto (Venezuela); Paco, Pacu (Colombia, Perú); Pirapitinga (Brasil); Tambaqui (Bolivia, Brasil); Cachama (Ecuador, Colombia).

De acuerdo a los estudios realizados por Machado – Allison (1982), las especies válidas de **cachama** son: *Colosoma macropomum* para la cachama negra y *Piaractus brachypomus* para la cachama blanca. (2)

2.2.2 Descripción

Estos peces son de gran tamaño, tienen el aspecto de una piraña, por lo que se pueden confundir muy fácilmente. La diferencia morfológica más significativa entre los dos es el nivel saliente de la quijada (mucho más pequeña en pacus

que en pirañas), esto ayuda a ilustrar la naturaleza en gran parte vegetariana del pacu y la naturaleza en gran parte carnívora de la piraña. (3)

Piaractus brachypomus presenta un cuerpo plateado con vientres rojos, poseen una característica única, ya que en esta especie la parte frontal de la vejiga natatoria es más pequeña que la posterior y hay una única banda muscular. (4)

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, la aleta adiposa es carnosa. (Foto: 2.1).



Foto 2.1: Cachama blanca adulto (*Piaractus brachypomus*)

Los juveniles en cambio suelen tener un color más claro con tonalidades rojo intenso o anaranjado en la parte anterior del abdomen y en las aletas anal y caudal. Debido al poco número de branquiespinas que posee (37 en el primer arco branquial), presenta una baja capacidad de filtración. Alcanza una longitud de 85 cm y un peso máximo de 20 kg. (Foto: 2.2)



Foto 2.2: Cachama blanca juvenil (*Piaractus brachypomus*)

Anteriormente esta especie se encontraba agrupada en el género *Colossoma*, esto fue, cuando *Colossoma* era el único género de los pescados en los cuales las muelas verdaderas están presentes. (4)

2.2.2.1 Desarrollo Embrionario de *Piaractus brachypomus*

Después que ocurre la unión de los óvulos y los espermatozoides en la fecundación, toman lugar una serie de procesos interesantes en el huevo fertilizado. En primer lugar, sucede una hidratación de estos aumentando su volumen alrededor de 5 veces, luego hay una división y separación del vitelo hacia los polos; de esta polarización se deriva la formación de un polo animal y un polo vegetal que nunca se divide. En el polo animal sucede la primera división celular y se forman 2 células que continúan dividiéndose formando 4, 8, 16, 32, 128 células, y así sucesivamente hasta formar una zona de alta densidad celular denominada "mórula" (por su semejanza con una mora). Seguidamente las células se separan formando una cavidad central denominada "blastocelo" y las

nuevas células se disponen alrededor de él, en este estadio se le denomina "blástula". (Figura 2.1 1). En la siguiente figura se muestran las fases del desarrollo embrionario de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*).

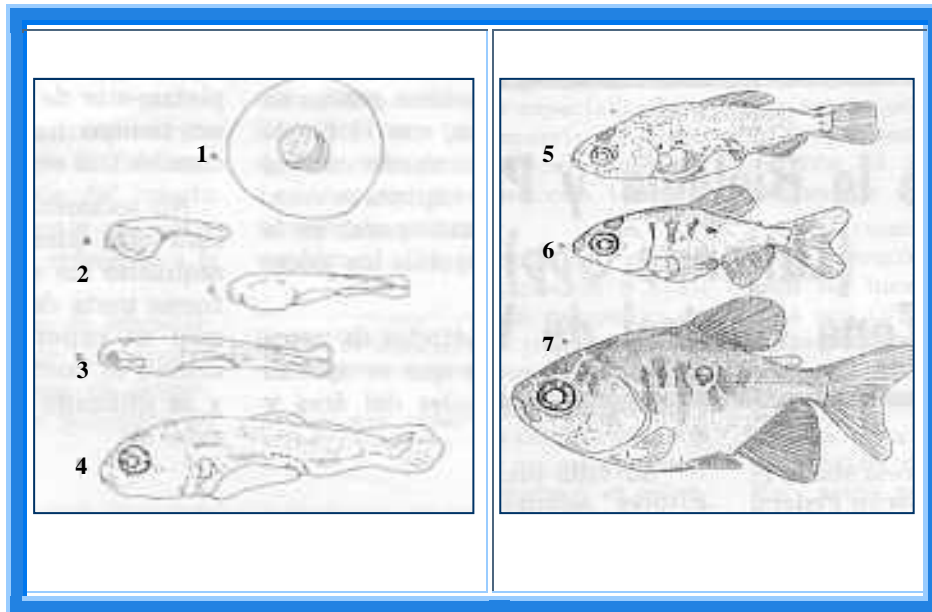


Figura 2.1: Desarrollo embrionario de Cachama blanca

(Piaractus brachypomus)

Al estadio de blastulación le sigue la gastrulación, que consiste en un conjunto de procesos que conducen a la formación de las capas celulares, las cuales darán origen a los diferentes órganos en el pez. La "Gástrula " comienza a crecer alrededor de la parte vegetativa del vitelo. Se empiezan a esbozar los primordios de la cabeza, la cola y la espina dorsal y se establece el eje antero-posterior del cuerpo, la gastrulación se completa cuando el vitelo está cubierto totalmente. Se puede observar fácilmente el embrión y debajo de éste el saco vitelino que constituye la reserva alimenticia de la futura larva. (Figura 2.1 2).

Siguiendo a la gastrulación comienza la órgano génesis o formación de los órganos. En esta etapa se diferencia claramente la cabeza donde se observa la aparición de las vesículas ópticas y la cola crece libre del saco vitelino. El crecimiento de la cola continúa y comienza a formarse la aleta caudal, se observa claramente la columna vertebral y cierta organización a nivel cerebral. El corazón se ha formado y comienza a latir, las cápsulas ópticas se han desarrollado completamente, así como las cápsulas olfativas y las óticas; se comienza a formar las mandíbulas y las aletas. (Figura 2.1 3)

El embrión se mueve ya dentro de la membrana cada vez más y está listo para eclosionar, entonces segrega una enzima que debilita la membrana y permite su salida, denominándose en este momento "larva". La larva recién eclosionada está en capacidad de comenzar a nadar de manera muy primitiva, consistiendo sólo en movimientos verticales, alimentándose de sus reservas en el saco vitelino. Esto ocurre unas 24 horas después de haber sido fertilizados los huevos. (Figura 2.1 4). A partir de este momento la cachama se desarrolla normalmente hasta alcanzar su estado adulto. (Figura 2.1 5-7). (5)

2.2.3 Dieta

Es un pez de alimentación omnívora, principalmente planctófaga, se alimenta a base de frutas que producen las plantas de rivera, algunas gramíneas (pastos) y de diversos invertebrados acuáticos. (6)

En época seca se alimenta de larvas de insectos, pequeños moluscos y crustáceos, en la época de lluvias esta especie se alimenta de gramíneas como el arizo, que

crece en las orillas de los ríos y que ingieren una vez ha subido el nivel de éstos, muestran predilección por frutas con forma de drupa y baya y semillas preferiblemente sin partes carnosas .

La cachama blanca posee una dentadura robusta, implantada fuertemente en los dos huesos superiores que forman la mandíbula superior o maxila y en el dentario o mandíbula inferior. La cachama negra no posee dientes maxilares (2)

2.2.4 Distribución

Esta especie está localizada en América del Sur, en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, es común encontrarla en cuencas compartidas con Venezuela, Brasil, Perú, Colombia y Ecuador. (2)

- **Talla máxima**

88.0 cm TL (macho / no sexado; Ref. 40637); peso máximo publicado: 25.0 kg (Ref. 2060); edad máxima comunicada: 28 años. (1)

2.2.5 Importancia económica

En la actualidad la cachama es considerada como la especie de mayor potencial productivo y comercial en piscicultura extensiva, semi - intensiva e intensiva en aguas cálidas continentales de América Latina dada su resistencia al manejo y su fácil adaptación al consumo de alimentos naturales y concentrados en condiciones de cautiverio; a lo que se le adiciona su rusticidad y rápido crecimiento, con excelentes conversiones alimenticias y gran demanda en el mercado.

Otra condición favorable Para desarrollar el cultivo de esta especie, es la relativa facilidad para realizar la reproducción artificial y la producción masiva de alevinos o semilla básica para su cultivo en estanques. presentándose como característica especial la posibilidad de efectuar varios desoves durante el año.

Otra ventaja de esta especie es la posibilidad de efectuar cruces interespecíficos entre cachama negra (*colosoma macropomum*) y cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), con lo cual se obtienen híbridos de muy buenas características, altos rendimientos y buen poder de conversión alimenticia. (2)

Además esta especie se encuentra ampliamente distribuida en toda la cuenca amazónica y ha representado durante muchos años un excelente, abundante y apetecido producto de la pesca fluvial. Es ampliamente conocida en los países afluentes de la cuenca amazónica, principalmente Colombia, Brasil, Venezuela, así como también en el Perú, ha sido introducida a otros países como Panamá, Guatemala, Costa Rica, Honduras y hasta en algunos países asiáticos.

Entre las especies de cachama más importantes económicamente, tenemos: la cachama negra o cherna *Colossoma macropomum* y la cachama blanca o morocoto, *Piaractus brachypomum*, en la pesca natural, se han capturado ejemplares de hasta 45 Kgrs.

2.2.6 Comportamiento y ecología

La cachama es un pez de comportamiento migratorio (reofílico) que se desplaza cantidades de kilómetros aguas arriba, en la época de verano en procura de

mejores condiciones para su sobrevivencia, a la vez que se prepara para su reproducción que se cumple cíclicamente cada año en la temporada de invierno. (7).

La cachama alcanza su madurez sexual a la edad de 3 años. En el medio ambiente natural, las cachamas adultas que se encuentran en estado de madurez estacional al final de la etapa de sequía, al igual que la mayoría de las especies migratorias, completan rápidamente su desarrollo gonadal tan pronto como se inicia la temporada de lluvia. En este momento remontan el río nadando contra la corriente y desovando en pleno cauce; los huevos planctónicos son transportados por la acción mecánica de las aguas manteniéndolos en movimiento y oxigenados, y si han sido fertilizados, inician su evolución y llegan a eclosionar. Al ocurrir la eclosión y tan pronto como la larva tenga la capacidad de nadar, se dirige hacia las áreas inundadas marginales al cauce de los ríos en donde se desarrolla hasta llegar la estación de sequía, en este momento o regresa al cauce de los ríos o se refugia en las lagunas que por su profundidad permanece con agua durante toda la temporada seca (Bermúdez, 1980).

Por otra parte, Machado-Allison (1982), observó que los adultos de *C. macropomum* y *P. brachypomus* se encuentran generalmente en el curso principal de los ríos y/o los caños, los cuales mantienen agua durante todo el año. Durante el período reproductivo, los observaron formando cardúmenes y migrando hacia las cabeceras de los tributarios del río Orinoco.

Observaciones realizadas por Novoa (1982), indican que la cachama presenta su período máximo de madurez alrededor del mes de junio, aunque también pueden

encontrarse hembras maduras durante otros meses del período de aguas altas. Esta especie no realiza movimientos migratorios por el canal del río, sino que lo hace lateralmente hacia las zonas recientemente inundadas, donde efectúa el desove de donde crecerán los alevines que permitirán mantener las poblaciones naturales. (8).

Sin embargo graves problemas han surgido en los últimos diez años, los crecimientos urbanísticos, la tala y quema indiscriminada de nuestras cuencas, el uso de insecticidas y venenos empleados en la agricultura, sumado a una pesca indiscriminada, indolente, incontrolada y devastadora, ha mermado considerable y alarmantemente las poblaciones naturales de estas y otras especies ícticas. La demanda de tales peces es cada vez más manifiesta por la bondad y calidad de su carne, especialmente en las poblaciones de la región amazónica y otras regiones tropicales de Suramérica. (9)

Los alevines de estos peces, hasta hace muy poco, eran capturados en los ríos, esteros, tributarios y áreas recién inundadas ya que la reproducción era muy difícil y casi imposible en cautiverio. Brasil se convirtió en el país pionero, al lograr después de muchos años de infatigable labor, la reproducción artificial o inducida de la cachama, con aplicaciones de glándulas pituitaria-hipófisis, y una serie de hormonas estimulantes como conceptual, primogonil, anteron, gonadotropina coriónica humana (G.C.H.), etc. (9)

En Venezuela se comienzan los ensayos en reproducción inducida por los años 77, coincidentalmente con Colombia y Perú, largos años de ensayo científico ha permitido progresos insustanciales en esta área, y nuevas instituciones han incursionado en la producción de alevines por métodos de inducción artificial, lo que ha permitido desarrollar el cultivo de la cachama en cautiverio, el cual ha crecido considerablemente en estos últimos años, logrando aumentar cada vez más la oferta en los mercados locales y comerciales de cachama fresca provenientes de cultivos controlados. (9)

2.2.7 Patología e higiene en la piscicultura

En acuicultura, una de las medidas preventivas es procurar un suministro de agua limpia y ajustada a los parámetros exigidos por los peces. Además de las enfermedades virales bacterianas, parasitarias y nicóticas, existen otras de etiología diferente como son las intoxicaciones y las de origen nutricional.

2.2.7.1 Enfermedades virales

- *Papilomatosis:*

Enfermedad tumoral en forma de coliflor. Las anguilas son los peces que más frecuentemente aparecen con él presentando proliferaciones cutáneas en todo su cuerpo.

- *Virus de la Nefritis Infecciosa y Degeneración Hepática (N.I.D.H):*

Los animales presentan apatía, con reflejo de huida, nadando lentamente en la superficie, las branquias presentan palidez, hígado amarillento y quebradizo, bilis

de aspectos gelatinoso, riñones aumentándolos de tamaño con líneas rojas, presentando edemas. Esta enfermedad aparece con más frecuencia en la Trucha arco iris.

- *Herpesvirus*

Es la virosis de mayor importancia en los salmónidos, se han identificado varios serotipos: SHV, NHI. En la carpa se aisló el VPC.

- *Otros virus de importancia*

Una de las enfermedades vírales más extendidas en el mundo es la “Necrosis infecciosa del Páncreas” N.P.I de las truchas, perteneciente al grupo de las Rabdovirosis. Las demás infecciones generalizadas como Rabdovirosis del Lucio son más o menos importantes. Estas infecciones presentan numerosos caracteres clínicos y lesiones comunes. Las virosis se controlan erradicando los animales enfermos y utilizando medidas preventivas encaminadas al buen uso de agua de buena calidad. En algunas virosis cutáneas, como Herpes, se utilizan desinfectantes químicos en el agua como el Azul de Metileno.

2.2.7.2 Enfermedades bacterianas

Dentro de las enfermedades bacterianas más comunes que se presentan en los cultivos piscícolas se encuentran las siguientes:

- *Tuberculosis*

La tuberculosis de los peces de viveros o grandes explotaciones, sino a una mortalidad lenta pero continua. Los animales afectados presentan

“adelgazamiento, inapetencia, decoloración, deformación” en la estructura ósea, los órganos presentan nódulos blandos. El agente causal es un bacilo gram – positivo, ácido resistente llamado: *Mycobacterium piscium*, el control de esta enfermedad se basa en medidas preventivas, si se presenta, desinfectar el lago con Cal o Formol.

- *Ascitis Infeciosa*

Enfermedad común y muy antigua, la variedad de síntomas hace que la enfermedad tenga varios nombres, entre otros: Septicemia hemorrágica o peste roja. Presenta una forma ulcerosa en la piel y músculos y una forma aguda con presencia en la cavidad abdominal de líquido amarillento y mal oliente con material gelatinoso. Su control: Utilizando antibióticos incorporados en el alimento.

- *Columnaris*

Enfermedad que aparece con frecuencia en la cachama, siendo esta especie más susceptible que otras. Se presenta como una pequeña úlcera que va aumentando de tamaño, olor pútrido, altamente mortal. Se controla con antibióticos en el alimento y recambios drásticos en el agua.

2.2.7.3 Enfermedades micóticas

Son las enfermedades más comunes que se presentan en las explotaciones piscícolas; de importancia sobre salen:

- *Saprolegnia*

Hongo de color blanco, comúnmente la enfermedad la llaman “Mota de algodón”, invade la cola, aletas y piel en general, dándole un aspecto algodonoso.

El control a base de desinfectantes químicos para el agua como: sulfato de Cobre, Azul de Metileno, esta enfermedad puede ser confundida con la Anchlyasis, siendo este hongo similar a la saprolegnia.

- *Otros hongos*

Leptomitius y Aphanomyces invaden la piel; Branchiomyces pudre las branquias y el Ichthyosporidium hongo que invade los órganos internos produciendo granulomas. No tienen tratamiento, es altamente mortal.

2.2.7.4 Enfermedades parasitarias

Las enfermedades parasitarias y las micóticas son las que causan más problemas económicos en las piscifactorías en larvas y alevinos, a veces alcanzan mortalidades hasta un 60%

- *Trichodinasis*

Enfermedad que se manifiesta por una capa de mucus blanquecino en la piel a la cual se adhieren unos cilios quitinosos ocasionando lesiones graves. El agente causal es la trichodina, protozooario ciliado de forma discoidal.

- *Ichthyophyriasis*

Se conoce como la enfermedad del punto blanco, es una de las más graves, se presentan en forma de unos pequeños puntos blancos localizados en la epidermis, aletas, colas y branquias. La causa un protozooario ciliado de forma esférica.

- *Oodiniasis*

Enfermedad conocida como Herrumbe o terciopelo caracterizada por la pérdida de color de la piel, tomando éste un color amarillento o grisáceo, que posteriormente se cae a tiras. El agente causal es un protozooario del orden de los flagelados, llamado oodinium.

- *Gyrodactilosis*

Es uno de los parásitos más agresivos, causante de altas mortalidades y grandes pérdidas económicas. La única sintomatología presente es piel opaca y branquias blanquecinas, posteriormente la alta mortalidad. Es causado por el tremátodo Monogésico Gyrodactylus

- *Otras parasitosis*

Causadas por crustáceos, piojos de la piel como Argulus, Lernaea, otras por Tremátodos digenésicos: Como el Diplostomum y el Echinostoma. (10)

2.2.8 Predadores

Los predadores más comunes en el cultivo de cachama y de otras especies hidrobiológicas son:

- **Insectos:** Ya sea en diferentes estadios larvarios o de edad adulta, especialmente los de ciclo acuático, las familias más representativas son: *Odonata*, (libélulas, Caballitos del diablo), *Coleópteros*, (Cucarrones, Cucarachas de agua), *Notonectidas*, (Pulga de agua), *Chironomida*, los cuales ocasionan enormes pérdidas en las primeras fases de la vida de los peces. Los métodos más efectivos para controlar este tipo de predación han sido:

- a. **Químico:** Se añaden cantidades específicas de ciertos insecticidas al agua del estanque inmediatamente antes de la siembra y 15 días después. ES IMPORTANTE RECORDAR QUE SON TRATAMIENTOS ALTAMENTE NOCIVOS PARA ALEVINES DE ESPECIES NATIVAS (Cachama, Bocachico, Dorada, etc.), los más conocidos son:

Dípteres: Esterácido Fosfórico

Neguvón: 50 mg/m²

Diesel: Rociado sobre la superficie del estanque en proporción de 1 litro/300m², teniendo que ser reemplazado cada 4 – 5 días luego de evaporarse, éste es el sistema más antiguo y artesanal de los empleados.

- b. **Protección:** Mediante la instalación de mallas o redes anti pájaros, solo queda condicionada la predación a ciertas especies de insectos que liberan sus huevos desde el aire sobre la superficie del agua.

- c. **Manejo:** Reducción del tiempo entre llenado y la siembra de los alevines, con el fin de que ellos mismos prenden los huevos en las fases larvarias iniciales de los insectos.
- **Aves:** en este caso son aquellas de menor tamaño y que normalmente son insectívoras, con excepción de los Martín pescadores, que cambian sus dietas ante la gran disponibilidad de alevines. Tornándose altamente perjudiciales, este tipo de predación es diurno y nocturno. La solución ha sido las mallas anti pájaros que cubren la corona y la superficie total de los estanques.
 - **Mamíferos:** especialmente murciélagos y ratas, los primeros también se ven neutralizados con las mallas antipájaros, pero las segundas deben ser controladas mediante venenos sistémicos en sus nidos y cuevas, empleando sustancias que no sean tóxicas para la vida acuática. Aunque las pérdidas por este grupo no sean tan grandes, sin embargo una causa alterna de mortalidad
 - **Peces de la misma especie:** Entre los mismos alevines debido a diferencias en tamaño, se puede presentar casos de canibalismo, por lo que se recomienda trabajar con grupos con diferencia de edades no superior a los siete días. (11)

2.3 CONDICIONES SOBRE LA PISCICULTURA DE LA CACHAMA

Se han determinado varias condiciones importantes para el cultivo de cachama blanca , las mismas que se describen a continuación.

2.3.1 REPRODUCCION

La reproducción de cachama puede ser natural o inducida, se ha presentado los dos tipos para mayor comprensión.

2.3.1.1 Reproducción natural

La cachama es un pez reofílico que se reproduce anualmente en la época coincidente con las primeras lluvias, crecidas de los ríos, zonas recién inundadas, que en nuestro país ocurre en los meses de Mayo, Junio y Julio. Normalmente una hembra de *Colossoma* desova, pone, unos 100.000 óvulos por Kgrs de peso corporal, lo que implica que una cachama de 10 Kgrs puede desovar aproximadamente 1.000.000 de óvulos en una sola postura. Se estima que en el medio silvestre o natural la sobrevivencia desde ovulación hasta la etapa de alevines es de 0.01 a 0.05%, implica que un desove de 1.000.000 de óvulos sobrevivan entre 100 a 500 alevines que llegarán a cachamas adultas. Los huevos recién desovados se dejarán arrastrar por las aguas de los ríos ocupando las zonas recién inundadas donde las futuras y afortunadas post-larvas y alevines encontrarán alimento natural en abundancia, principalmente constituido por fito y zooplancton. (9)

2.3.1.2 Reproducción artificial o inducida

La cachama, por ser un pez de comportamiento reofílico o migratorio, no se reproduce en condiciones de cautiverio, de manera natural, debido a que se bloquea su sistema endocrino específicamente en la etapa de ovoposición, desove.

Sin embargo con un manejo técnicamente adecuado pueden desarrollar totalmente sus productos gonadales, óvulos o espermatozoides según el sexo, hasta el punto culminante de fertilización, cuando el hombre actúa inyectándole dosis hormonales previamente calculados o inoculando extractos de hipófisis preparada para tal fin. Los factores externos, o sea los propios del medio ecológico, son los factores determinantes de la maduración sexual de un pez. Los cambio de pluviosidad, fotoperíodo, temperatura, oxígeno disuelto, corriente, conductividad, dureza del agua, etc., son inicialmente detectados por el sistema nervioso del pez. Al llegar esta información de tipo nervioso, es recogida por el hipotálamo, que segrega y pone en circulación un tipo de hormonas llamadas liberadoras de gonadotropina, estas excitan directamente a la glándula hipófisis que segrega las hormonas gonadotrópicas, las cuales actúan sobre las gónadas encargadas de producir finalmente las hormonas esteroides o sexuales, que conducirán a la maduración gónada total y finalmente al desove, donde juegan un papel principal las prostaglandinas. (9)

2.3.2 Larvicultura

El proceso de levante de larvas puede hacerse en laboratorio, en tanques, criadoras, acuarios o en las mismas incubadoras. Las larvas tardarán entre 3 a 5 días para absorber su saco vitelino o reserva propia de alimento, según la temperatura del agua. A los 3 o 5 días se debe alimentar con plancton o con artemia, en laboratorio, o colocarlas directamente en lagunas preparadas para esta fase de crecimiento.

2.3.3 Desove

En condiciones normales debe ocurrir a los 8 - 10 horas, luego de la última inyección entre los 250-280 horas/grado.

2.3.4 Manejo de reproductores

La cantidad de reproductores necesaria es predeterminada por el número de alevines que se desea obtener, así como el número de huevos, considerándose evidentemente, la pérdida por mortalidad. En óptimas condiciones de cautiverio para reproducción y alevinaje artificial, se puede lograr desde un 5 a 30% de sobrevivencia hasta la etapa de alevin, contando con una efectividad de fecundación del 90%, un porcentaje de eclosión de 75% y una sobrevivencia hasta larva de 65%. Para manejarnos con estas cifras debemos proporcionar a los reproductores las mejores condiciones ambientales.

Particularmente, de acuerdo a experiencias obtenidas en investigaciones realizadas por la UNET (Universidad Nacional Experimental del Tachira), es recomendable trabajar con reproductores entre 4-8 Kgrs de peso, se pueden manipular más fácilmente y el gasto de hormonas es menor. Los reproductores deberán ser seleccionados, descartados aquellos que presenten deformaciones fenotípicas. No existe dimorfismo sexual aparente en las cachamas, excepto en la época de reproducción, cuando las hembras se observan abultadas de abdomen y su pupila urogenital enrojecida y ligeramente hinchada, el macho con una leve presión en el abdomen dejará salir una gota de semen. Una vez seleccionados deben ser pesados y colocados en tanques de espera o de inducción.

Después de 5 años de uso esos ejemplares pueden ser descartados y sustituidos por otros más jóvenes. (9)

2.3.4.1 Alimentación

La cachama es un pez de alimentación omnívora, principalmente planctófaga en sus primeros estadios de vida y frugívora en sus estadios posteriores. Se adapta muy bien al consumo de alimento concentrado o balanceado comercial. Es muy conveniente alimentarla con alimento específico para peces, aunque en época de emergencia puede alimentarse con otros alimentos como concentrados comerciales para cerdos, pollos, etc., procurando que estos alimentos tengan al menos un 20% de proteína. Los híbridos de cachama o cachama y responden muy bien al alimento concentrado, lográndose pesos de hasta 1.5 Kgrs en 7 meses. El alimento debe suministrarse en dos o tres raciones diarias, con bastante calma permitiendo que el mismo no baje al fondo de manera violenta. Generalmente se acostumbran a comer en un lugar determinado de la laguna. Cuando se utilizan alimentos flotantes, debe suministrarse en dirección al recorrido del viento, de manera que éste extienda los alimentos en la superficie de la laguna sin que llegue tan pronto a la orilla.

En ensayos realizados en el programa piscícola UNET, se está aplicando con éxito las siguientes tazas de alimentación (tablas aún en prueba):

La taza de alimentación aplicada por la UNET (Universidad Nacional Experimental de Táchira Venezuela) se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.1 Taza de alimentación para cachama propuesta por la UNET

PESO CACHAMA (gr.)	% DE ALIMENTACION
3 - 50	9 - 7
50 - 100	7 - 5
100 - 300	5 - 3
300 - 500	3 - 1

Fuente: Universidad Nacional del Táchira, Venezuela.

2.3.4.2 Proceso de cultivo - ceba de cachama

Así como la producción y levante de larvas y post-larvas de cachama, el proceso de ceba ciclo alevín hasta tamaño de cosecha o porción, requiere de cuidados y manejo no difíciles pero si disciplinados para garantizar el éxito de los cultivos.

Actualmente se cultiva la cachama negra o cherna y el híbrido Cachamay, obtenido en los mismos laboratorios de la Universidad del Táchira, a través de proceso de inducción hormonal, este híbrido es el resultante de cruzar generalmente machos de Cachama blanca o morocoto con hembras de Cachama negra o cherna, los resultados han sido exitosos, alcanzando hasta 1.5 Kgrs de peso vivo en apenas 7 meses.

2.3.5 PREPARACION DE LAGUNAS PARA SIEMBRA DE ALEVINES.

2.3.5.1 Preparación

Las lagunas que recibirán los alevines, deberán ser preparadas previamente, con el fin de proporcionarles un ambiente favorable para el desarrollo de los mismos, y a la vez dispongan de un buen y abundante alimento natural por lo menos al comienzo del cultivo.

Encalado: El encalado de lagunas se debe hacer considerando la calidad del agua, generalmente se usa cuando ésta es de carácter ácido y su PH está por debajo de 6.5. Se recomienda un promedio de 30-50 grs.cal/mts², después del encalado se debe esperar al menos 5 días para colocar los peces.

Abonamiento: El abonamiento de lagunas se hace con el fin de procurar el crecimiento de las poblaciones naturales de fito y zooplancton, el cual constituirá el alimento principal en el primer estadio de alevinaje de las cachamas. Este alimento es rico en proteína, habiéndose medido niveles de hasta 64% de proteína cruda en plancton, procedente de lagunas abonadas con estiércol bovino en la Estación Piscícola de la UNET en San Antonio de Caparo. El abonamiento se debe realizar al menos 5-8 días antes de sembrar los peces.

En el siguiente cuadro se describen los abonos utilizados para tal fin y la cantidad que se debe usar de acuerdo al tiempo de construcción de las lagunas.

Cuadro 2.2 Porciones de abonamiento para lagunas destinadas al cultivo de cachama.

PORCIONES DE ABONAMIENTO		
Abono	Cantidad (kg./ ha)	
	Lagunas recién construidas	Lagunas con años de construidas
1. Estiércol bovino	2.000 - 2.500	1.300 – 1.500
2. Porquinasa	1.000 - 1.500	700 - 900
3. Gallinasa	1.000 - 1.500	800 – 1.300
4. Abono químico (N.P.K.)	40 - 50	20 - 30

En el cuadro 2.2 se describen las cantidades de abono químico y orgánico que se deben usar para abonar lagunas destinadas al cultivo de cachama, las cantidades difieren según el tiempo de construcción de las lagunas.

Se debe tener mucho cuidado de no causar putrefacción o eutroficación en las lagunas con un exceso de abonamiento. Cuando se combinan dos o más abonos orgánicos, se deben promediar la suma de las cantidades recomendadas. El abono químico siempre se puede usar en las proporciones recomendadas combinado con cualquier abono orgánico.

Las lagunas pueden seguir un régimen de abonamiento durante todo el cultivo, con replicaciones cada 22 días y con un tercio de las proporciones recomendadas.

Nota: Nunca se debe encalar con peces en la laguna.

Llenado de lagunas: Una vez terminado el abonamiento, inmediatamente se debe proceder al llenado de las lagunas y llevarlas al nivel acuático deseado. Se recomienda que en el llenado se produzca burbujas en el agua, esto se puede conseguir haciendo que el chorro caiga a cierta altura de manera que produzca choque y gane oxígeno favoreciendo su calidad.

2.3.6 Densidad y siembra de alevines

La siembra de alevines se debe hacer con cierto cuidado a manera de no proporcionales lesiones ni alteraciones fisiológicas a los mismos, generalmente se siembra alevines con 3 gramos de peso promedio, los cuales son transportados en bolsas de plástico a razón de 250-500 por bolsa de 60 lts, dependiendo del tiempo de transporte.

Una vez en la granja, las bolsas con los alevines se deben colocar en la superficie del agua de las lagunas, para procurar una nivelación entre la temperatura de la laguna y el agua de transporte de las bolsas, esto puede lograrse en un espacio de 10-15 minutos, luego se abren las bolsas, se combina agua de la laguna con agua de las bolsas y al cabo de 3 a 5 minutos se liberan los alevines en la laguna.

En ensayos realizados con piscicultores del programa piscícola UNET se ha determinado que las mejores densidades en los cultivos de cachama en lagunas de agua estancada y con alimento concentrado en un 90% es de 0.5 - 0.8 cachamas por mts², es decir que en una laguna de 2.000 mts² se podrán cultivar entre 1.000 a 1.600 cachamas, para obtener los mejores rendimientos por pez,

siempre debemos mantener los niveles acuáticos recomendados por tanto se deben restituir el agua perdida por evaporación o infiltración.

2.3.7 Control del cultivo

Los cultivos deben ser controlados periódicamente para evaluar su desarrollo y observar el estado de salud y apariencia de las cachamas y a la vez hacer los ajustes de alimentación diaria correspondiente.

En cachama basta con hacer un muestreo cada 22 a 30 días, entre menos se molesten mejor, generalmente las cachamas dejan de comer uno o dos días después del muestreo, siendo más acentuado este comportamiento en las cachamas negras que en los híbridos.

En cada muestreo se puede estimar los cálculos con un 5 a 10% de la población, procurando causar la menos molestia posible. Las cachamas deberán ser pesadas, medidas y observadas en su apariencia externa.

El muestreo nos permitirá conocer el peso promedio de las cachamas, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, biomasa, etc., datos que nos permitirán hacer observaciones y recomendaciones en los cultivos.

2.3.7.1 Calidad de agua en los cultivos

En los cultivos para peces es indispensable mantener agua de buena calidad, esto permitirá un crecimiento y desarrollo de los peces saludable y satisfactorio. Esta debe estar libre de agentes químicos mortales, como insecticidas, herbicidas, etc. o cualquier otro contaminante nocivo. En los cultivos de cachama el agua puede

ser ligeramente turbia y los valores físicos-químicos de mayor importancia que se deben considerar son:

- **Oxígeno y Temperatura**

El oxígeno y la temperatura quizá son los parámetros más importantes en los cultivos de especies hidrobiológicas, al estar directamente relacionados con el potencial hidrógeno (pH) hay que tratarlos en conjunto. Los rangos óptimos para el cultivo de la mayoría de especies de aguas cálidas están comprendidas por encima de los 4 ppm de OD. Temperatura de 24 a 32 °C y pH de 6.5 a 9.

La temperatura del agua, así como la presión atmosférica inciden directamente en la concentración de oxígeno disuelto en el agua, la temperatura afecta directamente en la concentración de OD en el agua, afecta directamente en la solubilidad del oxígeno en el agua, así como también afecta a la la cantidad de oxígeno requerido para la actividad metabólica de los peces, la concentración de oxígeno es inversamente proporcional a la temperatura del agua, así a mayor temperatura, menor será la concentración de oxígeno en el agua y a menor temperatura mayor concentración del oxígeno.

Generalmente las mediciones de OD se deben realizar en horas muy tempranas o a la madrugada, siendo que por la noche no se produce el efecto fotosintético del plancton, por ende la concentración de oxígeno disminuye.

Así mismo, el OD del agua depende de la presión atmosférica y es directamente proporcional, a mayor altura, menor presión atmosférica por lo tanto menor

concentración de oxígeno y viceversa a menor altura, mayor presión atmosférica, más concentración de oxígeno en el agua. (Blanco, 1995). (11)

Los peces al ser animales poiquilotermos (la temperatura corporal depende de la temperatura del agua) y altamente termofílicos (dependientes y sensibles a los cambios de temperatura), se ven afectados por la variaciones de temperatura que puede presentarse entre el día y la noche.

Reacciones por la bajas prolongadas de oxígeno.

- a. Disminuye el crecimiento del animal.
- b. Se incrementa la conversión (relación alimento consumido / ganancia de peso).
- c. Produce inapetencia y letargia (falta de apetito y pereza).
- d. Causa enfermedades a las branquias.
- e. Se aumenta la inmunosupresión y se vuelven susceptibles a las enfermedades.
- f. Disminuye la capacidad de reproducción.

Ventajas de una buena aireación

- a. Permite incrementar las densidades de siembra y manejar la mayor cantidad de peces por unidad de área, como es el caso de cultivo en jaulas.
- b. Aumenta los rendimientos (crecimiento, conversión, incremento en el peso y disminuye la mortalidad)
- c. Controla los excesos de amonio fósforo y nitritos.

- d. Estabiliza los niveles de oxígeno por el consumo del mismo en la degradación de materia orgánica manteniendo niveles más constantes.
- e. Ayuda a controlar el crecimiento excesivo de algas, al reducir las concentraciones de nutrientes como nitritos, propios para florecimientos algales excesivos.
- f. Elimina los gases tóxicos.
- g. Elimina el sabor a tierra, moho, o el (corn-flavor) en el pescado.

Cuando el nivel de OD cae por debajo del rango normal, los peces suben a la superficie del agua, buscando tomar directamente el oxígeno atmosférico, para lo cual se adaptan con el rápido desarrollo del labio inferior que le facilita tomar más fácilmente el oxígeno. Este comportamiento es fácil comprobar entre 5-7 am, pues todos o casi todos los peces lo realizan al mismo tiempo, acción que recibe la denominación de boquear. (12)

- **Transparencia**

La transparencia o claridad del agua permite mayor o menor penetración de la luz, factor indispensable para el desarrollo de los organismos verdes (algas), inicio de la producción biológica en el estanque.

La turbidez del agua se debe al material en suspensión, mineral u orgánico. Limita la penetración de la luz disminuyendo la transparencia , y, por ende, la producción primaria. Sin embargo, la turbidez causada por el plancton es una condición deseada, al contrario de la producida por partículas en suspensión,

como las de arcilla u otras sustancias húmicas coloidales que pueden adosarse a las branquias, reduciendo la superficie respiratoria de las laminillas branquiales.

Por otro lado, la turbidez afecta la habilidad de los peces para aprehender el alimento, perdiéndose en el fondo e incrementando a la vez el material orgánico, cuya descomposición mayor cantidad de oxígeno disuelto.

Una anotación útil en piscicultura es el “punto de compensación” profundidad a la que se encuentra el 1% de la luz incidente en la superficie del agua. Este punto limita la zona eufótica o zona productiva, en la cual la tasa de fotosíntesis excede a la tasa respiratoria, y que varía entre 0.5 a 1.0 m de profundidad.

La transparencia se mide mediante el disco Secchi consistente en un disco metálico de aproximadamente 30 cm de diámetro, pintado de negro y blanco alternado en cuatro secciones, que lleva una cuerda calibrada sujeta al centro de una cara que permite medir a que profundidad desaparece de la vista, siendo este dato el registrado como medida de la transparencia.

- **Conductividad**

La conductividad es una de las mejores medidas de la riqueza del agua y está dada por los iones disueltos en ella. Se expresa en microhm/cm y se mide mediante el conductivímetro.

Está directamente relacionada a la salinidad, que para agua dulce le corresponde a la concentración de todos los iones disueltos, los mismos que determinan la presión osmótica del agua a la que deben adaptarse las diferentes especies de

peces. Gran parte de los sólidos disueltos se originan por el contacto del agua con las rocas y el suelo; se menciona que la composición de minerales disueltos en el agua se debe al clima, geología local, topografía, biología del agua y al estado del tiempo. Los iones más frecuentes son: calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos y cloruros

- **Dióxido de carbono**

El dióxido de carbono es un constituyente menor de la atmósfera (0.032%) y es altamente soluble en agua, comportándose como un ácido. El dióxido de carbono del agua usualmente es una función de la actividad biológica. La respiración es un proceso mucho más rápido que la fotosíntesis y el CO₂ se acumula, por la madrugada, el agua está saturada de CO₂.

Concentraciones altas de CO₂ tienen efectos narcóticos sobre los peces y pueden llegar a causar la muerte; por que el ingreso de CO₂ al organismo del pez se hace por difusión a través de las branquias.

La alta concentración de este gas en el agua baja la tasa de eliminación al medio, acumulándose en la sangre, con la consiguiente disminución de pH, lo que causa efectos nocivos. También, la alta concentración de CO₂ interviene con la oxigenación de la hemoglobina. Los peces pueden sentir pequeñas diferencias en la concentración de CO₂ libre e intentarán escapar de áreas con altas concentraciones, aunque 10 mg/lit pueden ser toleradas, si hay una alta concentración de oxígeno disuelto.

- **Alcalinidad total y dureza total**

El parámetro de alcalinidad total se refiere a la concentración total de las bases existentes en el medio acuático, expresadas como carbonatos. Aunque existen muchos compuestos químicos que actúan como base, los carbonatos y bicarbonatos son los más abundantes en las aguas de cultivo y prácticamente, ellos son los responsables de la alcalinidad total de las mismas.

Esta Alcalinidad total del agua, está relacionada directamente a la capacidad que posee el agua para mantener un equilibrio de ácido-base (denominado sistema buffer o tampón, propio del agua). Las aguas con reducida alcalinidad (por debajo de 20 mg/litro de carbonato de Calcio) muestran un bajo poder de equilibrio y presentan por lo tanto, mayores fluctuaciones diarias de pH, debido a los procesos ya mencionados de fotosíntesis y respiración.

Por su parte la dureza total está determinada por la concentración de cationes divalentes, principalmente calcio y magnesio, y se expresa en mg/L de CO_3Ca equivalente. Según la dureza del agua se clasifica en:

- Aguas blandas, tienen de 0 a 75 mg/L de CO_3Ca equivalente.
- Aguas moderadamente duras, de 75 a 150 mg/L de CO_3Ca equivalente.
- Aguas duras, tienen de 150 a 300 mg/L de CO_3Ca equivalente.
- Aguas muy duras, tienen de 300 a más de mg/L de CO_3Ca equivalente.

En piscicultura, las mejores aguas, respecto a la alcalinidad y dureza, se dan cuando tienen valores similares. Cuando existe mucha diferencia, el pH puede variar fuertemente, fundamentalmente subir a niveles altos durante la fotosíntesis. Se puede corregir estos parámetros, cuando son muy bajos, mediante el encalamiento, pero es imposible bajarlos cuando tienen niveles elevados.

- **Potencial hidrógeno (pH)**

Es el logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones. En términos prácticos, mide el grado de acidez y alcalinidad del agua. Se mide en una escala de 1 a 14. La mayoría de aguas naturales tiene un pH que varía entre 5 y 10.

Como ya se vio anteriormente, el dióxido de carbono al asociarse con el agua: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ forma ácido carbónico, que rápidamente se disocia en iones H^+ y HCO_3^- . Se espera en consecuencia, que a mayor concentración de dióxidos de carbono el pH será menor.

Durante el día, los vegetales acuáticos usan el CO_2 del agua para la fotosíntesis, las plantas y animales liberan en el agua CO_2 producido por la respiración, que es usado rápidamente por las plantas acuáticas, incrementándose el pH. Pero la figura se invierte en la noche en que la fotosíntesis es nula en tanto que la respiración continúa produciendo CO_2 , lo que hace trabajar el pH a su mínimo en las primeras horas de la mañana.

El estrés ácido es uno de los principales efectos de un pH bajo, y se manifiesta por la excesiva acumulación de mucus en el tejido branquial que interfiere con el

intercambio gaseoso y con una secuela que afecta al balance “ácido – base” de la sangre, causando “estrés respiratorio” y disminución de la concentración de cloruro de sodio en la sangre, que a su vez causa disturbio osmótico.

A valores bajos de pH, la concentración del ión aluminio se incrementa en el agua y muchas veces, los efectos tóxicos de este ión se adicionan a los efectos del pH. Las branquias son también altamente sensibles al pH alto, manifestándose en una hipertrofia del epitelio de las branquias. A valores extremos del pH, 4 y 11, se produce la muerte, en tanto que el rango deseable para los cultivos esta en 6.5 a 9.

- **Amonio**

El amonio que se encuentra en el agua proviene del producto final del metabolismo de las proteínas, las cuales son el principal ingrediente del alimento balanceado, el cual al ser digerido y metabolizado por el pez se transforma en excreción en forma de amoniaco el cual es eliminado directamente en el agua a través de heces y orina así como por las agallas durante el proceso de respiración, los peces en general excretan el 60% y 90% del nitrógeno de desecho a través de las branquias en forma de amonio por lo que son considerados “amonotélicos”. También es el resultado de la descomposición de la materia orgánica (degradación del material vegetal y de las proteínas de alimento no consumido). El amonio, en compañía de nitritos y nitratos son típicos indicadores de la contaminación de las aguas. Si la concentración de NH_3 en el agua sobrepasa de 0.03 ppm o mg/l se produce un bloqueo del metabolismo energético del cerebro, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción en el

crecimiento y supervivencia, exoftalmia (ojos brotados), y ascitis (acumulación de líquido en el abdomen)

- **Nitritos y nitratos**

La contaminación por nitrógeno se encuentra mayormente en condiciones de cultivos intensivos o por la contaminación debido a la actividad agrícola. El nitrógeno proviene de dos fuentes, una orgánica y la otra mineral; la fuente mineral por fertilizantes utilizados en la agricultura con el uso de abonos Nitrogenados y el orgánico producido por el desecho de la actividad metabólica de los peces en forma de Amoníaco. Urea y sustancias nitrogenadas que son excretadas por los peces a través de las agallas.

Los nitritos y nitratos constituyen un parámetro de vital importancia por su alta toxicidad y por ser un poderoso agente transformador de Amoníaco a Nitratos. Su toxicidad depende de la cantidad de Cloruros , de la temperatura y de la concentración de Oxígeno. Ocasiona la enfermedad de la **“Sangre Café”**. Los nitritos son tomados por las branquias y se une a la hemoglobina formando la **“Methglobina”** la que impide que el oxígeno sea transportado en la sangre y el pez sufre una significativa baja de oxígeno. Se debe mantener concentraciones y niveles por debajo de 0.1 ppm. En caso de elevaciones de la concentración de Nitritos o Nitratos se debe incrementar el recambio de agua, restringir la alimentación y controlar concentraciones altas de amonio.

- **Fosfatos**

Son el resultado de la actividad biológica de los peces y de la alimentación con concentrado (generalmente por sobrealimentación). Una concentración alta causa florecimiento excesivo de fitoplancton provocando bajas de oxígeno en la noche. Su valor debe fluctuar entre 0.6ppm y 1.5ppm como Fosfato (PO_4), su toxicidad aumenta con pH ácido.

- **Sólidos en suspensión**

Aumenta la turbidez en el agua, disminuyendo el Oxígeno disuelto en la misma, los sólidos se deben controlar con sistemas de desarenadores y filtros. De acuerdo con la concentración de sólidos podemos clasificar a los estanques de la siguiente manera:

- Estanques limpios: Sólidos menores a 25 mg/l.
- Estanques intermedios: Sólidos entre los 25 mg/l a 100 mg/l.
- Estanques lodosos: Sólidos mayores a 100 mg/l.

- **Agentes microbiológicos**

Además de los parámetros físico – químico, es necesario determinar la cantidad y calidad microbiológica del agua. Para establecer la calidad microbiológica es necesario precisar, como mínimo los siguientes aspectos:

- Coliformes fecales.
- Coliformes totales.

- Presencia de aeromonas y pseudomonas.

Con el fin de conocer la incidencia sanitaria del agua a usarse en la piscifactoría.

(11).

2.3.7.2 Cantidad de Agua:

Los cultivos de cachama pueden realizarse en aguas estancadas, siempre y cuando se mantengan los niveles acuáticos deseables durante todo el ciclo de cultivo, por lo general se habla de 1,50 metros en el nivel más alto y 0,60 metros en la entrada de agua. En estos casos las densidades de cultivo no debe sobrepasar más de 0.5 cachamas por mts². En las granjas donde exista la posibilidad de renovar agua diariamente, los rendimientos serán mejores según el porcentaje de agua renovado. Las densidades pueden aumentar hasta 20 - 40 cachamas por mts³ en jaulas con alta renovación de agua / día. (9)

2.3.7.3 Cosecha:

Es el momento más esperado por los piscicultores, en los cultivos de cachama manejados eficientemente puede realizarse la cosecha a partir de los 6 meses con cachamas que promedian pesos entre los 0.8 a 1.3 Kgr., es muy probable que en el séptimo mes las cachamas alcancen con facilidad 1.5 Kgr., los cultivos pueden planificarse a 10 meses, pero se pueden hacer cosechas parciales a partir del 5to mes de cultivo, ya que en los mercados locales, las cachamas se están comercializando con pesos promedios de 700 y 800 grs., incluso de 500 gr. peso que podría lograrse al 4to. mes de cultivo.

Las cosechas parciales, consiste en cosechar un porcentaje de la población existente, las cuales tengan mayor peso, esto permitirá disminuir la densidad en esas lagunas en los meses subsiguientes, permitiendo un mejor crecimiento a las cachamas que quedan en cultivo.

Una vez capturadas las cachamas deben ser sacrificadas y preparadas para el mercado en las mejores condiciones higiénicas posibles. (9)