



**BIOENSAYO DE REVERSIÓN SEXUAL EN EL  
*Dormitator latifrons* (Jordan y Elegemanh, 1986)**

**ADRIÁN CASANOVA  
VALENTÍN CASTILLO MENA  
LUCIANO MORA PINILLOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
SAN ANDRÉS DE TUMACO – COLOMBIA  
2005**

**BIOENSAYO DE REVERSIÓN SEXUAL EN EL  
*Dormitator latifrons* (Jordan y Elegemah, 1986)**

**ADRIÁN CASANOVA  
VALENTÍN CASTILLO MENA  
LUCIANO MORA PINILLOS**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
en Producción acuícola.**

**Presidente  
CIELO ARAUJO VILLOTA  
Biólogo Marino.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
SAN ANDRÉS DE TUMACO – COLOMBIA  
2005**

Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo son de responsabilidad exclusiva de los autores Artículo 1º del acuerdo 324 de Octubre 11 de 1966.  
Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
CIELO ARAUJO VILLOTA  
Presidente de Tesis

.....  
SALOMÓN SALAZAR RAMÍREZ  
Jurado Delegado

.....  
FRANKLIN ESTUPIÑÁN CARDONA  
Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2005.

**DEDICO A:**

Mi padre Antonio Castillo

Mi Madre Georgina Ayala Pastrana

Mi Esposa Rosa Yolanda Estacio Quiñonez

Mis Hijos Alex, Andrés Ketty y Claudia

Mis Hermanos

*Mena Valentín Castillo Ayala*

**DEDICO A:**

Mi Padre Arturo Casanova

Mi Madre Edith Ortiz

Mis Hijas Silvia, Helena, Johana y Adriana

Mis Hermanos Simón, Pablo y Yesid

*Adrian Arturo Casanova Ortiz*

**DEDICO A:**

Mi Padre Héctor Luciano Mora Cerón q.e.p.d.

Mi Madre Carmen Pinillos de Mora

Mis Hermanos Bertha, Clara, Vilma y Tadeo

*Luciano Mora Pinillos*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios por permitirnos culminar este trabajo de manera satisfactoria.

La Universidad de Nariño por habernos dado la oportunidad de la profesionalización y adelantar nuestros estudios como Ingenieros.

Los Biólogos Salomón Salazar y Franklin Estupiñán, quienes con sus aporte dieron ideas valiosas para obtener este documento

A la Bióloga Marina Lucia Garcés Rivera que nos apoyo en las practicas y en la consolidación del Proyecto.

A todos aquellos que confiaron en nosotros, que nos apoyaron con una palabra de amigo, con un consejo y a veces, hasta económicamente.

A nuestros familiares que siempre nos acompañaron en el proceso de nuestra carrera en búsqueda de la superación intelectual.

Al Colegio Nuestra Señora de las Lajas, institución educativa que permitió realizar la práctica preliminar en sus instalaciones.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 GENERALIDADES	20
4.2 TAXONOMIA DEL CHAME Y GENERALIDADES	21
4.3 REPRODUCCIÓN Y SELECCIÓN DE ESPECIES	23
4.4 PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS	25
4.4.1 Químicos	25
4.4.2 Cuantitativos	25
5. DISEÑO METODOLOGÍCO	26
5.1 LOCALIZACIÓN	26
5.2 ELABORACIÓN DEL ENSAYO	27
5.2.1 Desarrollo del bioensayo	27
5.2.2 Características de la hormona	29
5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADÍSTICO	30
5.4 VARIABLES EVALUADAS.	30
5.4.1 Tasa de crecimiento	30
5.4.2 Factor de conversión alimenticia	30
5.4.3 Sobre vivencia	30
5.4.4 Curvas de Crecimiento	31
5.4.5 Porcentaje de Reversión	31

	pág.
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
6.1 COMPORTAMIENTO EN EL BIOENSAYO	32
6.2 SOBREVIVENCIA	32
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
7.1 CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	39

## LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. LOCALIZACIÓN DEL BIOENSAYO	26
Figura 2. SOBREVIVENCIA TRATAMIENTO CON HORMONAS	32
Figura 3. BIOMASA TRATAMIENTOS CON HORMONAS	33
Figura 4. PORCENTAJE DE REVERSIÓN SEXUAL	33
Figura 5. FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA	34
Figura 6. TALLA EN HEMBRAS CON Y SIN HORMONAS	35
Figura 7. TALLA DE LOS MACHOS CON Y SIN HORMONAS	35
Figura 8. TALLA MACHOS Y HEMBRAS CON Y SIN HORMONAS	36

## GLOSARIO

**ANDRÓGENO:** son sustancias que provocan el desarrollo sexual de los órganos masculinos.

**BACTERIA:** es un microorganismo unicelular carente de clorofila y de núcleo diferenciado, puede presentar una forma exterior variado: esférica (cocos), en bastoncillos (bacilos) o en espiral (espirilos), se multiplican por bipartición son de gran importancia en los ciclos naturales de los ecosistemas, algunas especies son patógenas para el hombre otras son de gran utilidad industrial, médica y farmacológica.

**DESOBAR:** acción de poner sus huevos de ciertos peces y anfibios.

**ESTUARIOS:** estero, desembocadura de un río.

**FISIOLOGÍA:** ciencia que estudia la vida y las funciones orgánicas.

**HABITAT:** territorio donde se cría normalmente una especie animal o vegetal.

**HORMONA:** producto de secreción interna de ciertos órganos que excitan o inhiben o regulan la actividad de otros órganos.

**ICTIOLOGÍA:** parte de la zoología que trata los peces.

**HONGOS:** excreción fungosa que crece en las heridas del pez y que impiden sus cicatrización.

**INMUNOLOGIA:** parte de la medicina que estudia la inmunidad biológica.

**PATÓGENOS:** organismos que originan enfermedad, principalmente bacterias o virus.

**VERTIMIENTOS:** corresponde a agua de desechos tratadas o no, que son entregadas a un cuerpo de agua en forma directa o indirecta.

**VIRUS:** es un microorganismo infeccioso que se lo puede ver únicamente con el microscopio electrónico y puede vivir solamente en el interior de una célula viva.

## RESUMEN

Siendo Tumaco un municipio de pescadores artesanales vieron en la camaronicultura y piscicultura una fuente de ingreso más confiable que la pesca artesanal además la disminución de la producción de los recursos pesqueros por eventuales derrames de petróleo crudo, el uso indebido de artes de pesca, la sobreexplotación, el vertimiento de aguas residuales y los residuos sólidos que caen al mar desde los principales cascos urbanos de la costa pacífica Colombiana.

Teniendo en cuenta todas estas razones los piscicultores visualizaron la necesidad de un producto final de alta calidad y bajos costos de producción y es así como el cultivo de peces empieza a tomar mayor crecimiento y desarrollo tanto en el sector de engorde y comercialización como en el sector de peces ornamentales.

Con el nacimiento de la piscicultura también se hizo necesario la producción de alevines para proveer de materia prima a las fincas de la región dentro de esta actividad se seleccionan los ejemplares más óptimos para aplicar técnicas artificiales como la reversión sexual.

Este proyecto sugiere el empleo de especies nativas de la región las cuales presentan una rápida adaptación, alto crecimiento entre estas especies tenemos el bocachico y la lisa en la costa atlántica y el chame (*Dormitator latifrons*) en la costa pacífica, especie que está presentando alta resistencia al cautiverio y que se está abriendo campo en los mercados internacionales principalmente en el Ecuador y Centro América.

## **ABSTRACT**

Being Tumaco a municipality of artisan fishermen saw in the camaronicultura and piscicultura a source of entrance more reliable than the artisan fishing in addition the diminution to the production of the fishing resources by possible crude petroleum spills, the illegal use of fishing arts, the sobreoperation, residual water pouring the solid and remainders that fall to the sea from the main urban helmets of the Colombian pacific coast.

Considering all these reasons the piscicultores visualized the necessity of an end item of high quality and low production costs and is as well as the culture of fish begins to as much take greater growth and development in the fattening sector of and commercialization like in the sector of ornamentals fish.

Of the birth of the piscicultura also the production took control necessary of alevines to provide with raw material to the property of the region within this activity select the most optimal units to apply artificial techniques like the sexual reversion.

This project suggests the use of native species of the region which present/display a fast adaptation, high growth between these species we have the bocachico and smooth in the Atlantic coast and chame (*Dormitator latifrons*) in the pacific coast, species that is offering high resistance to the captivity and that is opening field in the international markets mainly in Ecuador and Centro America.

## INTRODUCCIÓN

Dentro del proyecto de manejo integral de los recursos pesqueros de la zona costera colombiana, se observa el creciente problema de bajas producciones, principalmente en el camarón, que es el producto de mayor rentabilidad para el área de Tumaco.

Los ingresos de pequeños pescadores artesanales se resumen a la consecución del sustento diario y a la venta de la producción a centros de acopio de la región. Sin embargo, es de notar que en los últimos años, debido a los continuos derrames de hidrocarburo, el uso indebido de artes de pesca, la sobreexplotación, el vertimiento de aguas residuales y los residuos sólidos que caen al mar en los principales cascos urbanos de la costa pacífica colombiana, y la ocurrencia de fenómenos naturales como el fenómeno de El Niño, han contribuido a la reducción del potencial pesquero.

Ante la necesidad de un producto final de alta calidad y bajo costo de producción, el cultivo de peces ha tomado auge en veredas y fincas de la región, no obstante, el hecho de traer la semilla de otras partes del país, incrementa la inversión y hace que el cultivo sea menos rentable. Por tal razón, se están probando especies nativas de la zona, de rápida adaptación, de alto crecimiento como el bocachico y la lisa en la costa Atlántica, tal es el caso del Chame (*Dormitator latifrons*), especie que presenta alta resistencia al cautiverio y que se está abriendo campo en los mercados internacionales, principalmente en el Ecuador y Centroamérica, donde es conocido como Guanapote (Aguirre, **et. al**, 1998).

El presente trabajo está orientado a ofrecer una alternativa que amplíe las posibilidades de intensificar un sistema de engorde en el Chame, con técnicas de selección de individuos y la obtención de ejemplares óptimos, utilizando métodos artificiales como la reversión sexual.

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

En la región de Tumaco a partir de la década de los ochenta se desarrollo la camaronicultura, reportándose hasta 1200 hectáreas de espejo de agua en producción (Roseberry, 1995, 114 p). Sin embargo, problemas causados esencialmente por virus y bacterias, han provocado la disminución del recurso a partir de 1995, primero con el Virus del Taura (TS), y luego, tras superar sus inconvenientes, en 1999, hace su aparición el virus de la mancha blanca (WS), el cual sumado a la contaminación, altos costos de operación y en algunos casos, hurto continuo, provocan una disminución casi del 80% en la acuacultura del Municipio (QUINÓNEZ, 1998).

Otras causas son la sobreexplotación del recurso pesquero y del manglar, que han generado problemas en el bienestar de numerosas familias tumaqueñas, que tienen como único medio de subsistencia el aprovechamiento del recurso natural.

El *Dormitator latifrons* ha demostrado ser una especie con buenas condiciones de manejo, conversión alimenticia, productividad, crecimiento y reproducción en cautiverio (Aguirre y Arango, 1999 p), pero es justamente la ultima característica, la que hace que la hembra destine gran parte de su energía a la actividad reproductiva, generando un problema de sobrepoblación y competencia por el alimento y espacio.

Una forma de optimizar el cultivo, es el manejo de conjuntos de individuos, es decir, la selección de individuos por características deseables que determinen una alta rentabilidad, así como un manejo sencillo, que produzcan semilla de fácil consecución y se abran mercados Nacionales e Internacionales.

## 2. FORMULACION DEL PROBLEMA

**Hipótesis nula:** La reversión del *Dormitator latifrons* ofrece un cultivo con beneficios en la calidad del organismo (talla y peso) para su comercialización.

**Hipótesis Alternativa:** La reversión sexual de *Dormitator latifrons* no beneficia al cultivo incurriendo en las características de distintas tallas, pesos y sobrepoblación.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los efectos de la reversión sexual del “Chame” (*Dormitator latifrons*), en el municipio de Tumaco (Nariño), a través de la aplicación de hormonas artificiales.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Observar los cambios morfológicos que las hormonas puedan provocar en los especímenes estudiados.
- Determinar el tiempo de reversión sexual del Chame en condiciones de bioensayo.
- Establecer criterios para la selección de individuos monosexados aptos para cultivo.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 GENERALIDADES

De acuerdo con la Organización Americana De Alimentación (FAO): “La acuicultura es el cultivo controlado de animales y plantas acuáticas, desde la siembra hasta la cosecha, comercialización y consumo final, esta definición es aplicada a las técnicas que con relativo éxito se han venido desarrollando en Colombia desde la década de los 70, con el propósito de emplear eficientemente aquellos terrenos no aptos para la agricultura y además, solucionar los problemas de alimentación y generación de empleo”<sup>1</sup>.

Por su parte, Boyd argumenta que:

En general, las características de la piscicultura pueden variar de acuerdo al objetivo del acuicultor, basado lógicamente en la búsqueda de nuevas tecnologías que minimicen los costos de producción y eleven la rentabilidad del cultivo. Los tipos de cultivo varían según la densidad y manejo, aprovechando los cuerpos de aguas naturales (cultivo extensivo) o controlando todos los parámetros en cuanto a calidad de agua, aireación y nutrición con una alta densidad poblacional (cultivos superintensivos)<sup>2</sup>.

El mismo autor<sup>3</sup> menciona el uso de una o más especies, permiten aprovechar al máximo, el espacio y alimento del estanque, sin embargo la selección de la densidad de siembra está sujeta a la comercialización y la compra en el mercado.

López asevera que: “Actualmente para Tumaco, la piscicultura de tipo artesanal se maneja con Mojarra roja (*Oreochromis* sp), Mojarra plateada (*O. niloticus*) y Cachama (*Piaractus* sp), ya que ofrecen ventajas para el cultivo por su resistencia al transporte y manejo, soportan condiciones extremas de calidad de agua, crecen rápido y toleran altas densidades de siembra y la práctica del policultivo, además convierten eficientemente el alimento y presentan una rentabilidad aceptable”<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> FAO – Aquila Diagnostico sobre el estado de la acuicultura en América Latina y Caribe, Síntesis Regional, Documentos para discusión, México 1993, 87 p.

<sup>2</sup> **BOYD, C.E** Memorias de la conferencia sobre calidad de aguas y suelas en poscultura y camanornica cultura Corporación Centro de Investigación de Acuicultura de Colombia, Tumaco, Cartagena. 1995, 87 p .

<sup>3</sup> Ibid., p. 98

<sup>4</sup> **LOPEZ, J**, Nutrición y Alimentación de especies icticas de aguas frías, medidas de calidad. Pasto facultad de Zootécnica Universidad de Nariño, Colombia, 1993, p.45.

Por otra parte, Arango y Aguirre afirman que: “El problema que enfrenta el sector rural con estas especies, es la obtención de la semilla y su traslado, lo que genera una inversión de capital elevada para el acuacultor rural. Es por esta razón que muchos piscicultores están probando suerte con especies nativas de fácil consecución y que al igual que las anteriormente nombradas, ofrezcan buena carne, gran aceptación en el mercado y facilidades de siembra, resultando como alternativa el Chame”<sup>5</sup>.

Los mismos autores argumentan que: “En países como Ecuador, Panamá y México, entre otras, se esta sembrando Guanapote o Chame (*Dormitator latifrons*), pez cuyas características morfológicas, etiológicas y fisiológicas, lo convierten en una excelente especie para la piscicultura”<sup>6</sup>.

#### 4.2 TAXONOMIA DEL CHAME Y GENERALIDADES

Según Yañes y Díaz, la clasificación taxonomica del Chame es la siguiente:

---

<i>Reino</i>	<i>Animal</i>
<i>Phylum</i>	<i>Chordata</i>
<i>Clase</i>	<i>Teleostomi</i>
<i>Suborden</i>	<i>Gobioidea</i>
<i>Familia</i>	<i>Electridae</i>
<i>Genero</i>	<b><i>Dormitator</i></b>
<i>Especie</i>	<i>Dormitator latifrons</i> <sup>7</sup>

---

Los mismos autores afirman que: “El *Dormitator latifrons* Jordan y Elgemanh, 1986, es conocido vulgarmente como Chame o Guanapote. Se caracteriza por su cuerpo corto y robusto, cabeza ancha y aplanada, color pardo oscuro o negro, con bandas verdes y amarillentas del ojo al opérculo. Su longitud promedio es de 31,7 cm con peso aproximadamente de 521g, presenta dimorfismo sexual, siendo la

---

<sup>5</sup> **AGUIRRE, A,R Y ARANGO, J. E.** Evaluación del crecimiento y conversión alimenticia del Chame (*Dormitator latifrons* Jordán y Elenmanh, 1986) en Corrales en la estación Experimental de Hidrocultivos de la universidad de Nariño, Facultad de las ciencias Pecuaria, programa de Ingeniería en producción Acuícola Tumaco, 1999, p. 75.

<sup>6</sup> Ibid., p. 65.

<sup>7</sup> **YÁNEZ ARANCIBIA, A. Y G. DÍAZ,** Ecología Trofodinamica del *Dormitator Latifrons*. En nueve lagunas costeras del pacifico de México (pises, Eleotidae) An centro Cienc. Del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma, México, 1997, 125 – 139 p.

hembra de colores pálidos y verduzco, mientras el macho es robusto y de color rojizo<sup>8</sup>.

Aguirre y Arango<sup>9</sup> afirman que de acuerdo a investigaciones realizadas en el Perú, el chame puede tolerar temperaturas entre los 15 y 40°C, son eurihalinos, acostumbran a moverse en grupos, adaptándose fácilmente a gran variedad de hábitats. Esta especie sobrevive en ambientes húmedos, con niveles de oxígeno disuelto inferior a 1 ppm, debido a un órgano ubicado en la parte superior de su cabeza, que le permite obtener oxígeno del aire. Además, posee carne con características organolépticas aceptables y tiene buena comercialización en mercados de centro y suramérica. La especie normalmente se encuentra en corrientes o flujos de agua salobre y estuarios, encontrándose desde los 30 centímetros de profundidad en la Rada de Tumaco, Guapi, desembocadura del Río San Juan, entre otros

Para Bonifaz, “El *Dormitator latifrons*, posee una tasa reproductiva de 50.000 huevos por hembra, ocurriendo los picos de desove en los meses de lluvia dentro de lagunas costeras, protegidos principalmente por el manglar”<sup>10</sup>.

El mismo autor argumenta que en esta especie, el ciclo reproductivo demora 12 meses, sin embargo, se encuentran individuos sexualmente maduros a los 9 cms, en zonas lluviosas y de altas temperaturas. Aunque no se puede generalizar el tiempo de maduración, este periodo para ambos sexos tiene 4 fases:

- a. Fase Juvenil: Peces pequeños inmaduros
- b. Fase Crecimiento: Gonadal y maduración
- c. Fase Expulsión de Gametos
- d. Fase Reabsorción de Gametos no expulsados<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> Ibid., p. 42.

<sup>9</sup> **AGUIRRE, A,R Y ARANGO, J. E.** Evaluación del crecimiento y conversión alimenticia del Chame (*Dormitator latifrons* Jordán y Elenmanh, 1986) en Corrales en la estación Experimental de Hidrocultivos de la universidad de Nariño, Facultad de las ciencias Pecuaria, programa de Ingeniería en producción Acuícola Tumaco, 1999, 122 p.

<sup>10</sup> **BONIFAZ, N, CAMPOS M, Y CASTELÓ, R.** El chame, Quito (Ecuador) 1985 Fundación Ciencias 99p.

<sup>11</sup> Ibid., p. 87

### 4.3 REPRODUCCIÓN Y SELECCIÓN DE ESPECIES

Baroiler, *et al*<sup>12</sup>, reportan que conforme se intensifican los sistemas de engorde en peces, hay una creciente demanda de producción de larvas y alevines. Este fenómeno se debe a la dificultad de obtener larvas del medio y a la asincronía de los desoves. La inversión de tiempo y energía, hace que nuevas tecnologías resuelvan problemas de cría y reproducción, ampliando las ventajas en los cultivos y reduciendo las posibilidades de bajas producciones por presencia de individuos débiles de bajo crecimiento y alta conversión alimenticia.

Los mismos autores argumentan que actualmente, un sistema tradicional de cultivo debe enfrentarse con los siguientes retos:

- a. Control inadecuado sobre la selección y captura de individuos.
- b. Desove asincrónico de hembras
- c. Gastos de Tiempo y energía en cuidados parentales.
- d. Canibalismo.

Adicionalmente, los problemas resultantes son la baja productividad, las poblaciones de individuos de tamaños e irregulares y bajo crecimiento en la producción de individuos de un solo sexo (el de mayor productividad económica). Así mismo, a pesar de disponer de tecnologías adecuadas y confiables para controlar estos factores, la madurez sexual precoz de algunas especies, conduce a la sobrepoblación en los estanques de engorde, conllevando a la competencia por alimento y espacio, que redundan en una disminución de la producción del estanque<sup>13</sup>.

Por su parte, Costa y Hadikusuman<sup>14</sup> aseveran que en el cultivo de *Oreochromis* la producción de larvas es continua, pero a un ritmo bajo, necesitando las hembras un

---

<sup>12</sup> **BAROILLKER, J.F, DEPREZ, D. CARTERET, Y TANCON, P; BOREL, F, HOAREAN, M, C, MERALD, C, Y JALABERT B,** 1997, Influence of environmental and social Factors on the reproductive efficiency in three Tilapia species. *Oreochromis niloticus*, *o aureus*, and the red, *Tilapia* (red Florida Atrain). In K. Fitzsimmons (Editor), *Tilapia Aquaculture: proceedings from the tour internacional Symposium on Tilapia in Aquaculture Northeast Regional Agricultura Engineering Service, Ithaca, N, y p 238 – 252.*

<sup>13</sup> *Ibid.*, p. 250.

<sup>14</sup> **COSTA PIERRE, B.A Y HADIKUSUMAN, H,** 1995, production management of double – net *Oreochromis* spp hatcheries in a entropy tropical reserves. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26 453 – 459.

periodo de aproximadamente 2 semanas para reacondicionarse y volver a desovar. Tal comportamiento ha producido avances en el manejo de poblaciones mediante la implantación de técnicas de selección de individuos, siendo el método mas practicado el de producir solo Tilapias macho, revertiendo su sexo. Este proceso determinado en las primeras semanas de eclosión, puede influirse por la administración de andrógenos o estrógenos, a través de la alimentación

Según Jenkins,

El sexo es determinado por los cromosomas sexuales e influenciado por las hormonas, cuyo principal trabajo es la diferenciación sexual. Un ejemplo representativo de la aplicación hormonal en peces, es el desarrollo sexual del Medaka, Teleósteo que tras la reversión sexual, obtiene individuos fértiles, cuya descendencia es normal. La utilización de hormonas, provoca una selección que altera las frecuencias genéticas y por tanto la evolución en la selección natural. Basados en el principio de la manipulación genética, los organismos con las características optimas son seleccionados con diferentes fines, en el caso de especies vegetales y algunos animales, el estudio genético radica en el desarrollo de razas mejoradas bien sea puras o mutantes<sup>15</sup>.

Para el mismo autor<sup>16</sup>, considerando que las leyes de la selección masal en especies como la Tilapia Roja que han arrojado un 90% de la reversión de hembras a machos, la aplicación a especies como el *Dormitator latifrons* en cultivos no ha sido estudiada y la validez de los resultados a largo plazo depende de las pruebas de laboratorio que se realicen.

Según el Centro Control De Contaminación Del Pacifico (CCCP).

Los bioensayos se convierten en la herramienta de control para determinar la potencia de cualquier sustancia sobre un organismo y su sensibilidad a esta variable fisiológica y morfológicamente. De acuerdo a lo anterior los ensayos de Bioestimulación, pueden presentarse con respuestas directas en la población (talla, pesa, sobrevivencia, etc), de manera indirecta con procesos colaterales a la estimulación (efecto sobre el medio ambiente), la información recolectada esta sujeta a la predicción apropiada de los datos<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> **JENKINS, J.B** Genética. Editorial Reverte, S.A. Barcelona, 1986, 784p.

<sup>16</sup> Ibid., p. 748.

<sup>17</sup> **CENTRO CONTROL DE CONTAMINACIÓN DEL PACIFICO (CCCP)**. Centro control de contaminación del pacifico Bionsayos, documentos de investigación 1995. Tumaco.

## 4.4 PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS

De acuerdo con Aguirre y Arango<sup>18</sup>, las metodologías propuestas para la elaboración de un Bioensayo tienen como fundamento la búsqueda de anomalías de tipo estructural y funcional inducidos por agentes químicos. Es así como se pueden establecer cuatro principios generales y un esquema resumiendo los procedimientos.

### a. Principios

- Que el agente químico entre en contacto inmediato con el ente biológico a fin de que se produzca el efecto.
- La sustancia química se mantenga en un rango de acción limitado por concentraciones inicuas y letales.
- En sistemas biológicos similares una misma sustancia química general igual respuesta.
- Cambios en la estructura del agente químico pueden infundir en el sistema biológico.

**4.4.1 Químicos.** Incluyen aquellas propiedades químicas y fisicoquímicas de los compuestos que determinan su capacidad para pasar a través de membranas biológicas y su biotransformación. En el caso que la sustancia química actué con un centro que no sea vital para la célula, se denomina “Diana” a “Receptor inespecífico”, en el caso de que el centro sea vital en el funcionamiento de la célula, se denomina “Receptor específico”.

**4.4.2 Cuantitativos.** El CCCP<sup>19</sup> Basados en la premisa que “cualquier sustancia química pueda ponerse en contacto de un sistema biológico sin que provoque respuesta con tal que la concentración del agente químico este por debajo del nivel mínimo efectivo y a concentraciones superiores a este nivel puede ser toxico”, la reversión sexual se establece sobre la relación tiempo – efecto, las concentraciones pueden actuar de manera permanente o prolongada en un individuo aplicado la dosis una o varias veces de acuerdo a la respuesta del organismo.

---

<sup>18</sup> Aguirre y Arango. Op. Cit., p. 54.

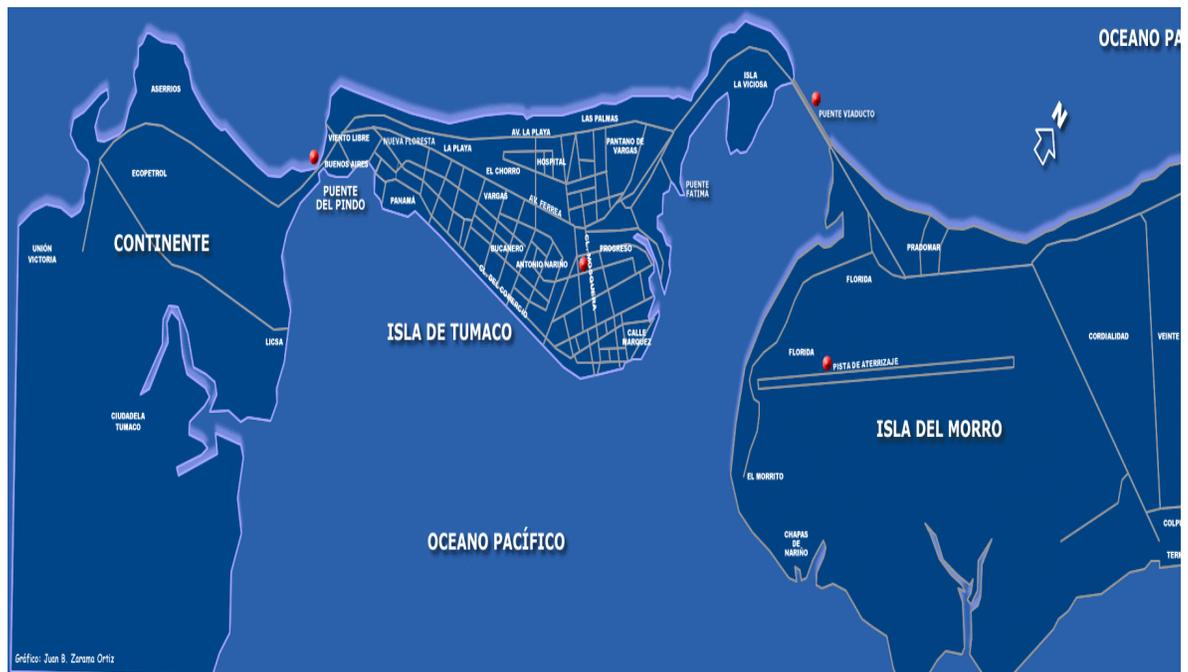
<sup>19</sup> CCCP. Op. cit., p. 35.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

**5.1 Localización.** el presente trabajo se realizó en las instalaciones del colegio Nuestra Señora de las Lajas, localizado en el Municipio de Tumaco, situado a  $1^{\circ} 42' 24''$  de longitud Norte y  $78^{\circ} 45' 51''$  de longitud oeste, temperatura promedio de  $26,5^{\circ}\text{C}$  y una altura de 2 m.s.n.m. El colegio consta de un área que cubre  $200 \text{ m}^2$  aproximadamente, donde se encuentran 8 aulas y 2 oficinas, cuatro tanques de 1000 litros de agua y un reservorio subterráneo de 2000 litros (Figura 1)\*.

La sala de Bioensayo tiene 10 de ancho por 10 de largo, los acuarios fueron colocados de manera pareada, con un sistema propio de aireación y recambio de agua para el mantenimiento de la condición óptima.

**Figura 1. Localización Del Bioensayo**



\* Comunicación personal realizada a funcionarios de Centro Control de Contaminación del Pacífico (CCCP), Tumaco, 2002

## 5.2 ELABORACIÓN DEL ENSAYO.

La semilla fue aclimatada mezclando cada hora el agua con que llegaron con agua de baja salinidad, previamente clorada y decolorada. Los especímenes fueron repartidos en 3 bloques con su respectiva réplica.

Tratamiento control: SIN HORMONA

Tratamientos: Hembras **Mesterolona**

Machos **Levonorgestrel**

Hembras y Machos **Mesterolona**

**Dosificación.** Se siguió la tabla de alimentación suministrada por Useche (Usechemanuel@telcel.net.ve), para el manejo de reproductor de cachama en cautiverio, buscando proporcionar nutrientes indispensables como los aminoácidos, vitaminas y minerales.

Se inició con 2 raciones a las 8:00 am y a las 6:00 pm, cambiando a los 15 días por una sola dosis a las 12 del día, observando un mejor resultado.

Durante el Bioensayo se controlaron el peso, la talla y las características morfológicas de cada sexo así mismo la sobre vivencia de cada tratamiento.

Se controlaron las variables físicas y químicas del agua.

### 5.2.1 Desarrollo del bioensayo

\* **Selección de Organismo:** la semilla fue capturada en las cercanías de la cabecera municipal, fue trasladada en baldes bajo las siguientes condiciones:

- Los individuos entre 3 y 5 cm, se recolectaron con la ayuda de un chayo y se transportaron hasta el lugar de siembra en automóvil.
- Los animales se aclimataron en tanques y manteniéndose bajo observación por un periodo de 8 días.
- Los animales se alimentaron gradualmente conservando la temperatura del ensayo entre  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$  de variación.
- Se mantuvo el fotoperiodo normal.
- Se trataron los animales a los 5 días, con una mezcla de LIMON y AJO (proporción de 0.1 ml por cada 100 gramos de biomasa); para limpieza de

ectoparásitos y parásitos intestinales. Procediendo a un recambio transcurridos 15 a 20 minutos.

- Al cabo de los 8 días, se estimó la sobrevivencia del grupo, se inició el bioensayo, sexando los animales.

\* **Determinación del paso y talla de los animales:** A la muestra representativa de los animales seleccionados para el ensayo se les determina el peso y la talla, presentando los resultados como los valores medios y la desviación estándar. (CCCP, 1995).

\* **Condiciones Experimentales:** Los animales seleccionados para el ensayo no alimentados por un periodo de 48 horas de la iniciación del ensayo. En el periodo de aclimatación se controlaron las variables de temperatura y salinidad, principalmente por las ambiente del bioensayo (CCCP, 1995; Aguirre y Arango, 1999).

Los recipientes se colocaron en un recinto a temperatura constante, se llevaron los acuarios hasta  $\frac{3}{4}$  partes de su volumen total, con agua previamente clorinada a 30 ppm y declorinada por aireación.

En el balanceado comercial (Mojarra 30% proteína) se suministro en 2 raciones diarias a las 7 am y 5 pm, la cantidad de alimento calculado, correspondió al registro semanal de peso promedio que se obtuvo de una muestra de diez individuos de total población, se diseñó una tabla de alimentación semanal, la cual se ajustó de acuerdo al porcentaje de individuos por acuario.

### **CARACTERÍSTICAS DEL BALANCEADO**

Nutriente	Porcentaje
Ceniza máxima	10.5
Fibra máxima	16
Grasa mínima	4
Humedad mínima	12
Proteína mínima	30

La hormona fue distribuida en cada alimentación de acuerdo a la cantidad utilizada con la Cachama del 2.5% del alimento total.

### **5.2.2 Características De La Hormona**

\* Mestererolona: Proviron, Tabletas (Mesterolona).

\* Mesterolona 25mg Excipiente, una tableta

\* Indicaciones terapéuticas: andrógeno oral coadyuvante, en el tratamiento de la declinación de la actividad física. Observaciones: No es conveniente administrar andrógenos para estimular la formación muscular o aumentar el rendimiento físico en personas sanas.

\* Farmacocinética: después de la administración oral de 30 mg, la Mesterolona puede ser detectada durante varias horas mediante el plasma en una concentración que corresponde aproximadamente a los valores de Testosterona fisiológica. El tratamiento Proviron ocasiona un aumento en la eliminación de 17 – cetosteroides al contrario de lo que ocurre con la testosterona.

\* Levonorgestrel: es un polvo cristalino blanco poco soluble en agua, ligeramente soluble en el alcohol y acetona, y soluble en cloroformo.

\* Farmacocinética: Etinilestradiol y Levonorgestrel son rápida y casi completamente absorbidos en el tracto gastrointestinal. Levonorgestrel no experimenta metabolismo de primer pasaje y es por lo tanto completamente biodisponible.

Levonorgestrel esta considerablemente fijado a las proteínas plasmáticas tanto a la globulina ligada a la hormona sexual (Sigla en ingles AVG) como a la albúmina. El Etinilestradiol, sin embargo, esta ligado en plasma solo a la albúmina e intensifica la capacidad de unión de la AVG. Después de su administración oral, en un plazo de 1 a 4 horas dan los niveles máximos de plasma de cada fármaco. El periodo de vida media de eliminación de Levonorgestrel es de 24 horas aproximadamente. El fármaco es primariamente metabolizado por reducción del anillo a seguida por glucuronidación. Aproximadamente un 60% del Levonorgestrel es excretado en la orina y un 40% es eliminado en las heces.

### 5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

se utilizó un diseño experimental en bloques aleatorios, a fin de comprobar el efecto del tratamiento y estimar su magnitud, las variables se agruparon en bloques en cada una de las cuales están representados todos los tratamientos una sola vez. Este modelo puede utilizarse en el experimento por que son diferentes grupos de animales a los que se les aplica el mismo tratamiento.

### 5.4 VARIABLES EVALUADAS

**5.4.1 Tasa de crecimiento:** la cual se determinó con el incremento de peso que sufrieron los animales a medida que transcurrió el bioensayo, se calculó mediante la fórmula.

$$Tct = \frac{PF - Pi}{T} \times 100$$

Donde: Tct = Tasa Crecimiento

Pi = Peso inicial

PF = Peso Final

T = Tiempo en días

**5.4.2 Factor de conversión alimenticia:** Se relaciona con la ganancia en peso de los animales, con respecto al alimento suministrado a medida que transcurre el tiempo de acuerdo al siguiente modelo.

$$TCA = \frac{\text{alimento dado}}{\text{Incremento de Biomasa}}$$

**5.4.3 Sobre vivencia:** Determina el número de animales que se obtuvieron al final del experimento

$$\%Sb = \frac{\text{N}^\circ \text{ peces Cosechas}}{\text{N}^\circ \text{ peces Sembradas}} \times 100$$

**5.4.4 Curvas de Crecimiento:** Determina el comportamiento de la especie bajo las condiciones de cultivo, tanto en peso como en talla.

**5.4.5 Porcentaje de Reversión:** Se observaron características fenotípicas que evidencian la reversión sexual al final del experimento.

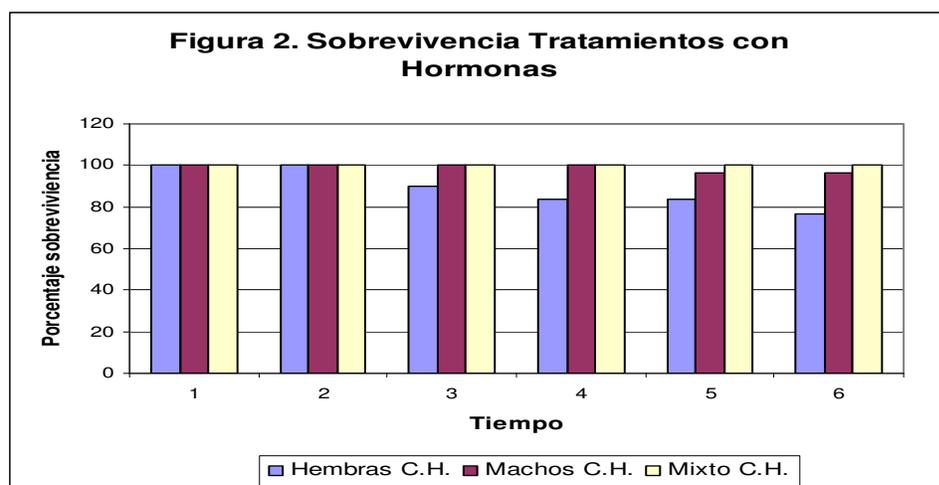
$$\% \text{ R.S} = \frac{\text{N}^\circ \text{ peces Reversión}}{\text{N}^\circ \text{ peces sembrados}} \times 100$$

Nº peces sembrados

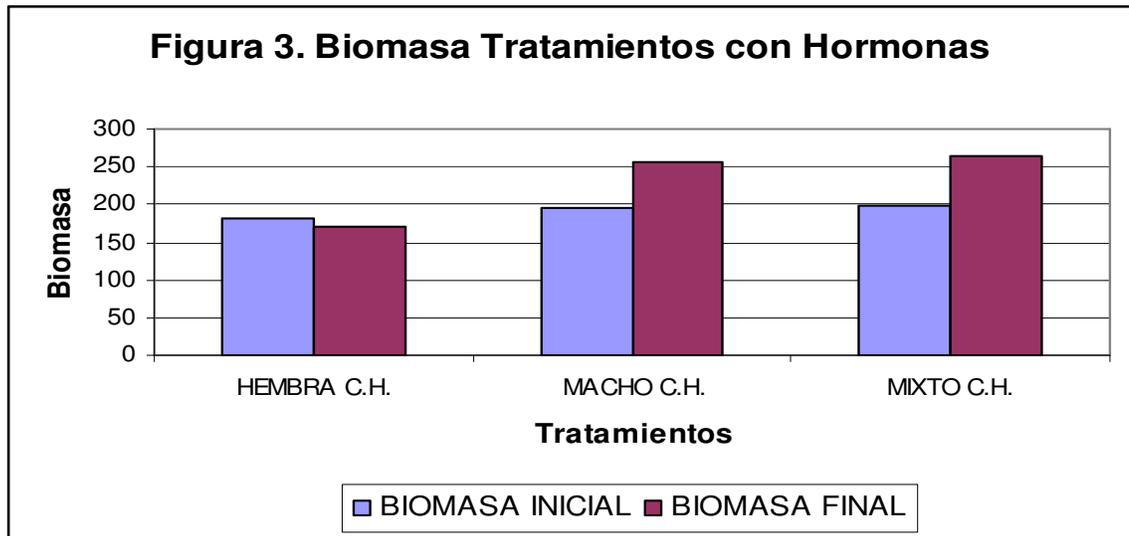
## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**6.1 Comportamiento en el bioensayo.** durante el período de cría se observó que los alevines se alimentaron de todo lo que llega al estanque tanto en la superficie como en el fondo del mismo, se advierte un comportamiento de grupo, donde los animales se mueven y sostienen al unísono, sin presentarse problemas de territorialismo o canibalismo. De igual manera, se observó que los peces se adaptaron rápidamente a la baja salinidad y a la temperatura promedio del ambiente del cultivo. Esto corrobora lo expresado por Aguirre y Arango<sup>20</sup>, que expresan la adaptabilidad del *Dormitator latifrons* a diversas condiciones medioambientales, convirtiéndola en una especie apta para cultivo.

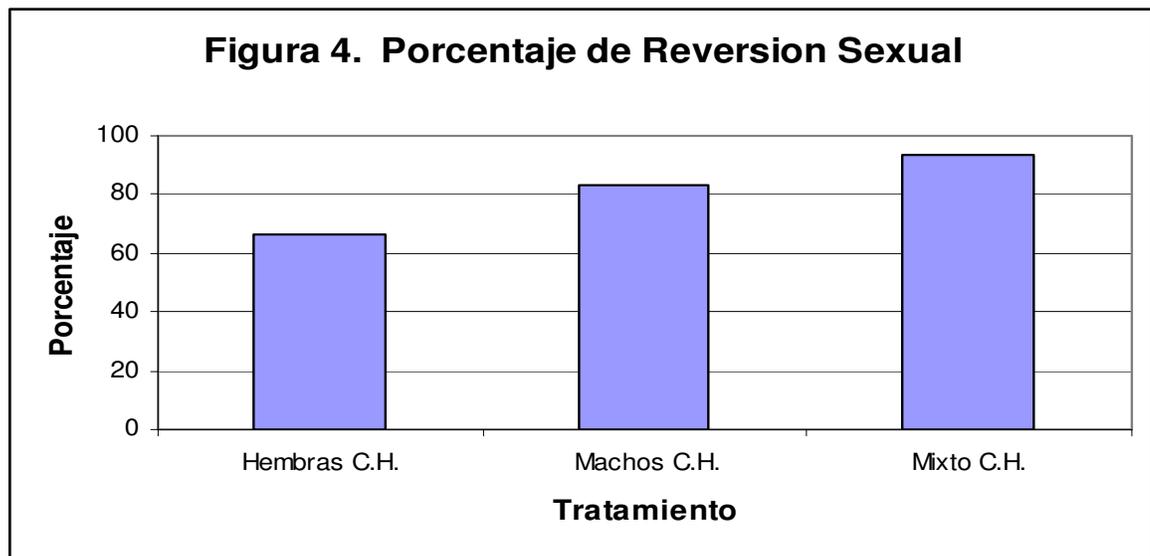
**6.2 Sobrevivencia.** la sobrevivencia en los tratamientos, fue mas alta en el grupo Mixto (machos y hembras), con un 100% (figura 2). Según los resultados obtenidos, es probable que la energía y biomasa del conjunto de individuos se haya destinado a la protección a las hembras para la maduración de gónadas, pues se observaron frecuentemente machos rodeando las hembras y permitiendo que obtuvieran el alimento. Este comportamiento, fue modificándose a medida que se aplicó la hormona (testosterona), provocando paulatinamente un cambio fenotípico, modificando sus colores hacia los del macho, comportándose más activas y voraces y aumentando su talla, como se observa en la figura 3.



<sup>20</sup> Aguirre y Arango, Op. cit., p. 85.

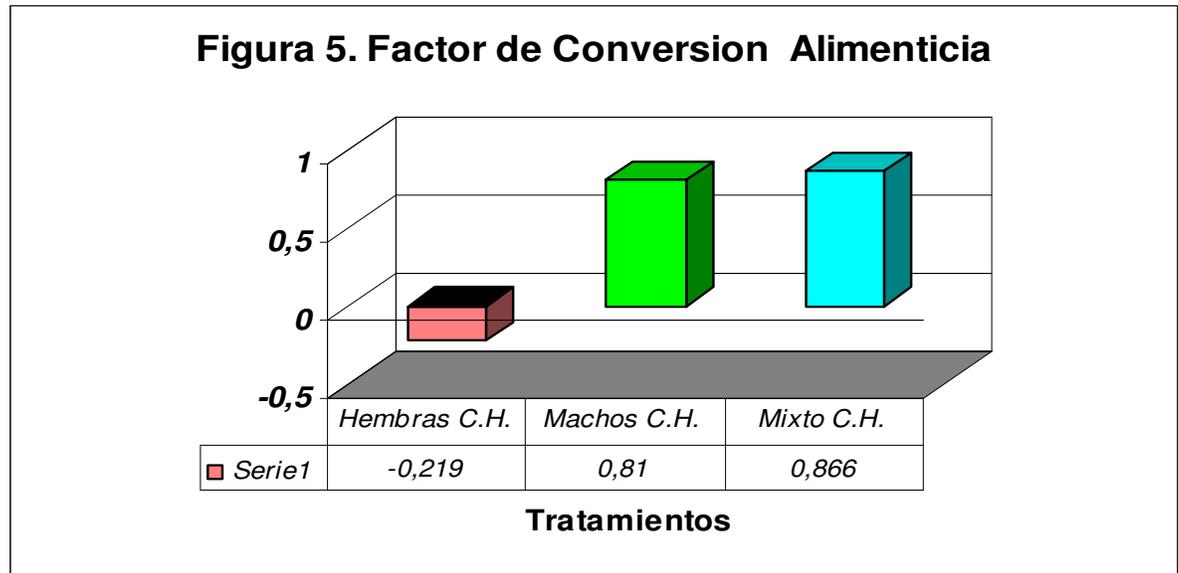


Este tratamiento, muestra también diferencia con los otros tratamientos por el porcentaje de reversión sexual alcanzado (figura 4), y el factor de crecimiento final (figura 5). En ambos casos, la estrategia inicial de protección permitió que las hembras consumieran la hormona y sus cambios fueran mas notorios que en los grupos 2 y 4.



Los machos en los tratamientos 4 y 6 donde se suministró la hormona, muestran desarrollos diferentes en su aspecto físico. En el tratamiento 4 los machos con la hormona sexual femenina, a las dos semanas denotan un cambio de color, siendo mas opaco y casi imperceptible el verde plateado de la cabeza, su natación mas

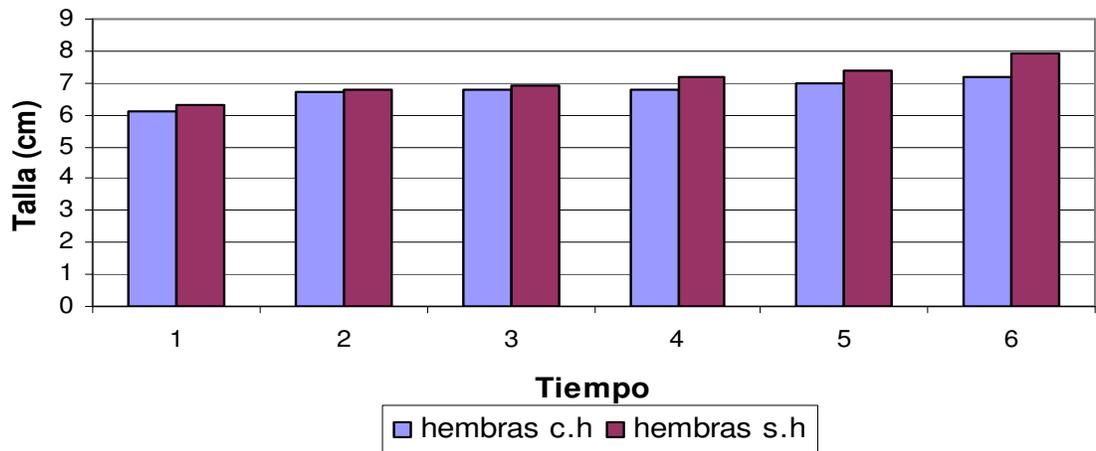
lento y su consumo de alimento mayor (figura 6). Al hacer la disección la gónada muestra un color amarillo-naranja. Por el contrario, el grupo 6 acentúan sus características morfológicas de color y gónadas.



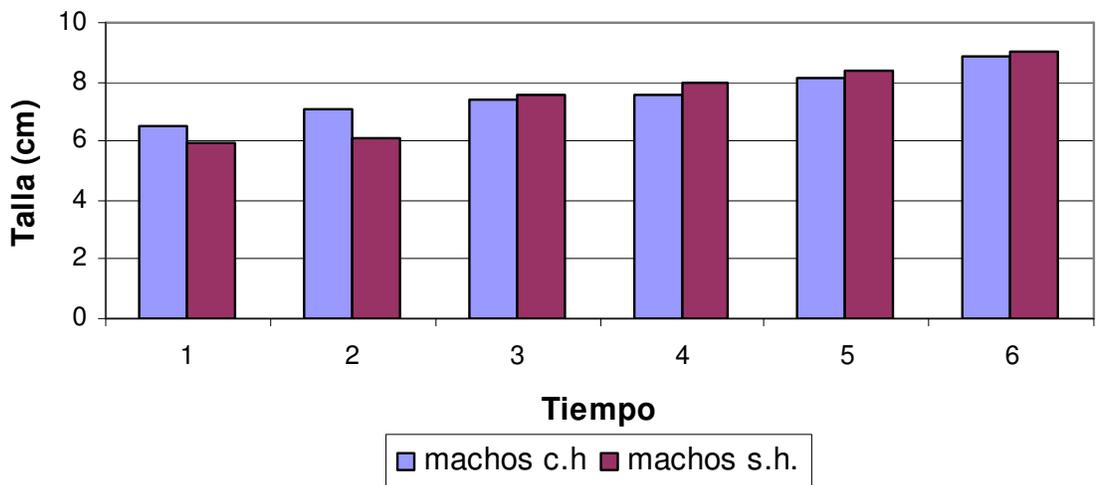
Al comparar el grupo de hembras (tratamiento 2), con las del tratamiento 6, su crecimiento (figura 7), peso y supervivencia fue el mas bajo del bioensayo, se dio mortalidad desde el comienzo del bioensayo, se disminuyo el porcentaje de alimentación por la escasa aceptación del concentrado, se noto baja de peso y los individuos muertos mantenían su sexo, los sobrevivientes mostraron cambios en la coloración y gónadas poco desarrolladas.

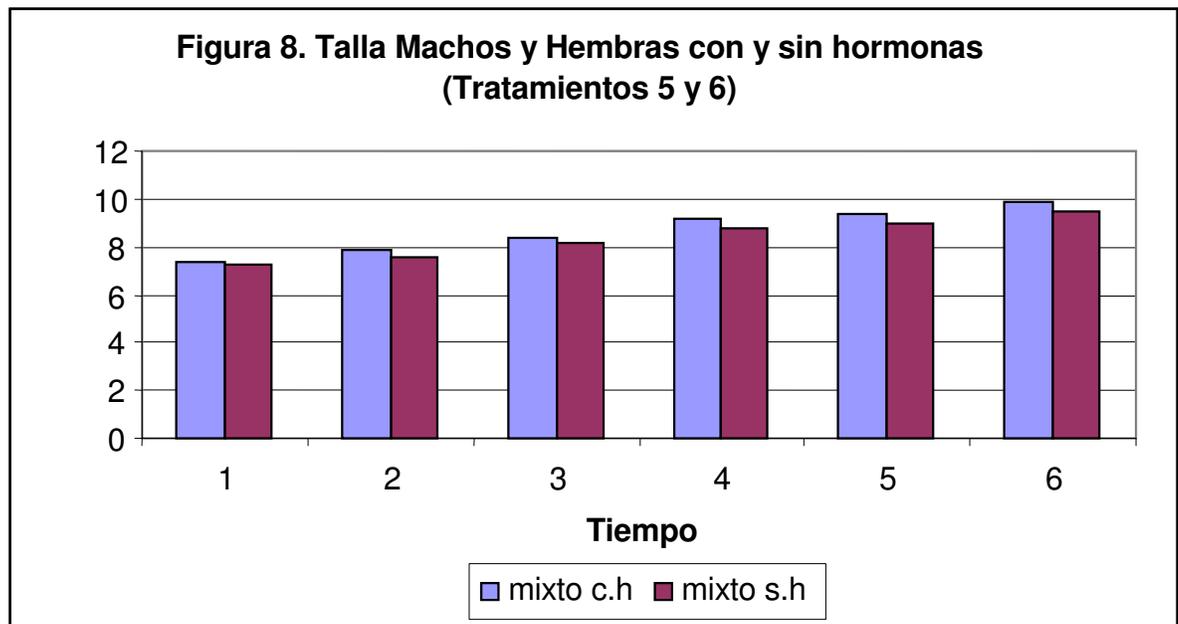
En cultivo de *Oreochromis sp*, la producción de larvas es continua (Acosta-Pierce y Hadikusumah, 1995), ha provocado que se busquen poblaciones con un solo sexo, revertiendo en las primeras semanas de eclosión por la administración de andrógenos o estrógenos, a través de la alimentación. Partiendo que el *Dormitator latifrons*, posee esta misma característica, la administración de estrógenos a machos en condiciones de laboratorio, presentó un porcentaje positivo, resultando en condiciones de bioensayo un 85% de reversión. La experiencia en el momento de la disección, mostró gónadas poco desarrolladas y cambios en la coloración, así como aumento de grasa en los machos y disminución de la misma en las hembras. Este comportamiento se había observado en pollos a los cuales se inducía a la reversión antes de la eclosión, con un cambio morfológico en las glándulas de crecimiento (kogui.udea.edu.co).

**Figura 6. Talla en Hembras con y sin Hormonas**



**Figura 7. Talla de los Machos con y sin Hormonas**





Ante los resultados obtenidos y las pruebas estadísticas realizadas, se acepta la hipótesis nula, es decir, la reversión sexual es viable en los primeros estadios de la especie y puede disminuir los riesgos de reproducción en cautiverio. Los machos presentan mayor crecimiento y aceptación del alimento, debido a que no invierten energía en la maduración de ovarios, como ocurre con las hembras una vez alcanzan los 7 cm. de longitud promedio<sup>21</sup>.

El Chame es una especie con características de gran adaptabilidad, buen crecimiento, alto consumo de alimento natural y reproducción en cautiverio. Estas ventajas, justifican la posibilidad de invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías que resuelvan problemas de cría y reproducción, optimizando los cultivos y reduciendo los riesgos de bajas producciones por desove de los peces y por aumento de biomasa en organismos pequeños.

Estos resultados plantean la posibilidad de utilizar el Dormitator latifrons como una especie nativa de la región apta para cultivo, bajo las condiciones de reversión sexual propuestas en este estudio.

<sup>21</sup> Bonifaz et al, Op. cit., p. 75.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- El *Dormitator latifrons* presenta gran adaptabilidad y resistencia a condiciones de laboratorio y cautiverio, potenciándola como una especie apta para el cultivo y comercialización en mayor escala dentro del mercado de peces de la región y el país.
- Según los resultados obtenidos, los machos presentan mejor aprovechamiento del alimento y de la hormona levongestrel, presentando un mejor factor de crecimiento frente a las hembras. Los machos alcanzan buenas tallas y rápido crecimiento, mientras que las hembras manifiestan condicionamiento para el aprovechamiento de las hormonas.
- Según los resultados obtenidos, también se presentaron cambios en la morfología interna de los especímenes, especialmente gónadas, con coloración amarillas. Así mismo, se obtuvo poco crecimiento en machos y hembras revertidas.

Por lo anterior, los autores del presente estudio recomiendan:

- Se deben realizar nuevos bioensayos, efectuando más réplicas por tratamiento, con el fin de obtener información más precisa que permita normalizar los procedimientos de reversión sexual en condiciones de laboratorio.
- Realizar bioensayos bajo otras condiciones ambientales que permitan introducir nuevas variables de control, por ejemplo, en estanques de engorde semiintensivos e intensivos.
- Realizar estudios en poblaciones naturales de la Costa Pacífica Colombiana, con el fin de ampliar el conocimiento del *Dormitator latifrons*.

- Realizar estudios sobre cambios gonadales y reproducción de la especie *Dormitator latifrons*.

## 9. BIBLIOGRAFIA

**AGUIRRE, A,R Y ARANGO, J. E.** Evaluación del crecimiento y conversión alimenticia del Chame (*Dormitator latifrons* Jordán y Elenmanh, 1986) en Corrales en la estación Experimental de Hidrocultivos de la universidad de Nariño, Facultad de las ciencias Pecuaria, programa de Ingeniería en producción Acuícola Tumaco, 1999, 122 p.

**BAROILLKER, J.F, DEPRez, D. CARTERET, Y TANCON, P; BOREL, F, HOAREAN, M, C, MERALD, C, Y JALABERT B,** 1997, Influence of environmental and social Factors on the reproductive efficiency in three Tilapia species. *Oreochromis niloticus*, o *aureus*, and the red, Tilapia (red Florida Atrain). In K. Fitzsimmons (Editor), Tilapia Aquaculture: proceedings from yhe tour internacional Symposium on Tilapia in Aquaculture Northeast Regional Agricultura Engineering Service, Ithaca, N, y p 238 – 252.

**BONIFAZ, N, CAMPOS M, Y CASTELÓ, R.** El chame, Quito (Ecuador) 1985 Fundación Ciencias.

**BOYD, C.E** Memorias de la conferencia sobre calidad de aguas y suelos en poscultura y camanornica cultura Corporación Centro de Investigación de Acuicultura de Colombia, Tumaco, Cartagena. 1995.

**CCCP,** Centro control de contaminación del pacifico Bionsayos, documentos de investigación 1995. Tumaco.

**CENICAUCA** corporación Centro de Investigación de la acuicultura Boletín información para asociados, Cartagena, Colombia, 1994, 49.

**COSTA PIERRE, B.A Y HADIKUSUMAN, H,** 1995, production management of double – net *Oreochromis spp* hatcheries in a entropy tropical reserves. Journal of the World Aquaculture Society, 26 453 – 459.

**DANIEL W.** Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud, México, 1999, 485p.

**D GRAAF, G.J GALOMONI, F, Y HUISMAN, E.A.** 1999. Reproductive biology of pond reared Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*, L. Aquaculture Research.

**DICKSON, T.P** química enfoque Ecológico. Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores, México, 1997, 406p

**FAO – Aquila** Diagnostico sobre el estado de la acuicultura en América Latina y Caribe, Síntesis Regional, Documentos para discusión, México 1993, 148p.

**JENKINS, J.B** Genética. Editorial Reverte, S.A. Barcelona, 1986, 784p.

**LOPEZ, J,** Nutrición y Alimentación de especies icticas de aguas frías, medidas de calidad. Pasto facultad de Zootécnica Universidad de Nariño, Colombia, 1993, 120 p.

**QUIÑÓNEZ, E.** Evaluación de la producción en los diferentes ciclos de cultivo de camarón *Penaeus vannamei*, en la asociación de camaroneras y leñateros de Tumaco- Nariño, Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias pecuarias programa de Ingeniería en producción Acuícola. Tumaco 1998, 117p.

**RUBIO, R.** Peces de importación comercial para el pacifico Colombiano – Universidad del Valle, Departamento de Biología, Cali, 1988.

**USD, E.S.** vertical Movement and development of the eleotrid Fish, Dormitator Latifrons. 1975. 3: 564 – 568 p.

**VON PRAHL,** Manglares y hombres del pacifico Colombiano. Primera edición, Impreso por Editorial presencia, Cali, 1990, 69 – 71 p.

**YÁNEZ ARANCIBIA, A. Y G. DÍAZ,** Ecología Trofodinamica del Dormitator Latifrons. En nueve lagunas costeras del pacifico de México (pises, Eleotidae) An centro Cienc. Del Mar y Limnol. Universidad Nacional Autónoma, México, 1997, 125 – 139 p.

**EMILIO ROSENTEIN STER EDITORIAL PLM,** S.A pg. 956 – p. 855 Myerg levy