EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA CANCHIMALA (*Ariius multiradiatus*) EN LA FASE ALEVINOS A JUVENILES EN CONDICIONES ARTIFICIALES DE CULTIVO ALIMENTADA CON TRES DIETAS EXPERIMENTALES

JAVIER ANTONIO REYNEL CORDOBA
OLIVA TAGUADA ISACAS
JUAN CARLOS YELA CAICEDO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO COLOMBIA
2002

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA CANCHIMALA (*Ariius multiradiatus*) EN LA FASE ALEVINOS A JUVENILES EN CONDICIONES ARTIFICIALES DE CULTIVO ALIMENTADA CON TRES DIETAS EXPERIMENTALES.

JAVIER ANTONIO REYNEL CORDOBA
OLIVA TAGUADA ISACAS
JUAN CARLOS YELA CAICEDO

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al titulo de Ingeniero en Producción Acuícola

Presidente
JAIRO FERNANDO OLIVA BURBANO
Zootecnista, Especialista en Docencia Universitaria y Ecología

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO COLOMBIA
2002

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____

_____

_____

_____

_____

LUCILA RIASCOS FORERO

Jurado Delegado

_____

DANILO CAICEDO CARVAJAL

Jurado

_____

JAIRO FERNANDO OLIVA B.

Presidente

San Juan de Pasto, Agosto de 2002.

“ Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores “

Articulo 1º , del acuerdo numero 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICATORIA

DEDICO A:

MI MADRE : MARIA JOSEFINA ISACAS Q. E. P. D.

MI PADRE : SEGUNDO TAGUADA

MI HIJA : VIVIANA CAROLINA

MIS HERMANOS

MIS AMIGOS

OLIVA TAGUADA ISACAS

DEDICATORIA

DEDICO A:

MI MADRE : FANNY CAICEDO

MI PADRE : ELIUD YELA

MIS HERMANOS : FABIO, OSCAR, MANUEL, HERNÁN, OMAR, FRANCISCO

MIS AMIGOS

JUAN CARLOS YELA CAICEDO

DEDICATORIA

DEDICO A:

MI MADRE : OLGA CORDOBA

MI ESPOSA : MARIA LUCINA RIOFRÍO

MIS HIJAS : DAYANA DEL MAR

LAURA VALENTINA

MIS HERMANOS

MIS AMIGOS

JAVIER ANTONIO REYNEL CORDOBA

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

JAIRO FERNANDO OLIVA B. Zoot. Esp. Docencia Universitaria y Ecología

LUCILA RIASCOS FORERO. Bióloga. Esp. Ecología.

DANILO CAICEDO CARVAJAL Zootecnista. Esp. Docencia Universitaria

MARCO ANTONIO IMUEZ. Zootecnista.

SANDRA ESPINOSA. Ingeniera en Producción Acuícola.

NORBERTO GUZMÁN PATIÑO. Ing. Forestal.

VICTOR MANUEL MEJIA MONTEALEGRE. Ing. Agrónomo.

RAMIRO QUIÑÓNEZ. Ing. en Producción Acuícola

PERSONAL QUE LABORA EN LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO EXTENSIÓN TUMACO.

Y a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo.

CONTENIDO

		Pág.
	GLOSARIO	
	RESUMEN	
	ABSTRACT	
	INTRODUCCIÓN	1
1	DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	4
2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
3	OBJETIVOS	7
3.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4	MARCO TEÓRICO	9
4.1	GENERALIDADES DE LA FAMILIA ARIIDAE	9
4.2	BIOLOGÍA DE LA CANCHIMALA (*Ariius multiradiatus*)	10
4.2.1	Morfología	10
4.2.2	Taxonomía	12
4.2.3	Hábitat y Distribución Geográfica	15
4.2.4	Pesca y Utilización	15
4.3.	ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE PECES MARINOS Y AGUA DULCE	16

4.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS BAGRES 17

4.4.1 Proteínas y Amino-ácidos 19

4.4.2 Energía 23

4.4.3 Grasas 28

4.4.4 Carbohidratos 31

4.4.4.1 Fibra 34

4.4.5 Vitaminas 35

4.4.6 Minerales 37

4.5 MATERIAS PRIMAS NO TRADICIONALES PARA LA FORMULACIÓN DE DIETAS DE BAJO COSTO 42

4.5.1 Desechos Pesqueros 42

4.5.2 Valor Nutritivo de los Desechos de Camarón 46

4.6 EXPERIENCIAS EN CULTIVOS DE BAGRES DE AGUA DULCE 47

5. DISEÑO METODOLÓGICO 52

5.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA 52

5.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 52

5.3 INSTALACIONES FÍSICAS 55

5.3.1 Piletas de Alevinaje 55

5.3.2 Tomas de Agua 56

5.4. EQUIPOS Y UTENSILIOS 56

5.4.1. Equipos 56

5.4.2. Utensilios 60

5.5. EJEMPLARES 61

5.6 DIETAS EXPERIMENTALES 63

5.6.1 Formulación y Elaboración de las Dietas 64

5.7 PROFILAXIS 68

5.8 ALIMENTACIÓN 68

5.9 MONITOREO DE LAS VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DE CULTIVO 69

5.10 MUESTREOS 69

5.11 DISEÑO EXPERIMENTAL Y PRUEBA ESTADÍSTICA 71

5.11.1 Tratamientos 71

5.11.2 Análisis Estadístico y Procesamiento de Datos 72

5.12 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 73

5.13 VARIABLES A EVALUAR 73

5.13.1 Relación Talla-Peso 73

5.13.2 Tasa de Crecimiento 74

5.13.3 Peso Final 74

5.13.4 Factor de Conversión Alimenticia 75

5.13.5 Sobrevivencia 75

5.13.6 Curvas de Crecimiento 75

5.14 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS 76

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 77

6.1 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS 77

6.2 CRECIMIENTO 84

6.2.1 Incremento de Peso 84

6.2.2 Peso Final 85

6.2.3 Tasa de Crecimiento 90

6.3 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA 92

6.4 SOBREVIVENCIA 97

6.5 TALLA 100

6.5.1 Incremento en talla. 100

6.5.2 Relación Talla - peso 101

6.6 COSTO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO CON LAS DIETAS EXPERIMENTALES. 104

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 107

7.1 CONCLUSIONES 107

7.2 RECOMENDACIONES 110

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112

ANEXOS 119

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Requerimientos de proteínas y amino-ácidos para Bagre de canal.	22
Tabla 2.	Requerimientos de vitaminas para el Cat fish.	36
Tabla 3.	Requerimientos de minerales para bagre de canal.	41
Tabla 4.	Composición nutricional de los desechos de pescado.	44
Tabla 5.	Dieta con 40% de proteína para alimentación de canchimala (*Ariius multiradiatus)*.	65
Tabla 6.	Dieta con 30% de proteína para alimentación de canchimala (*Ariius multiradiatus*).	66
Tabla 7.	Dieta a base de carne molida de peces de poco valor comercial.	67
Tabla 8.	Análisis físico – químicos del estero Palmichal.	70
Tabla 9.	Parámetros físico – químicos del agua durante el cultivo de canchimala.	78
Tabla 10.	Costos y rentabilidad de los tratamientos experimentales.	105

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Morfología externa de la canchimala (*Ariius multiradiatus)*. 13

Figura 2. Morfología de la cabeza de la canchimala (*Ariius multiradiatus*), vista rostral. 14

Figura 3. Localización del área de estudio. 53

Figura 4. Instalaciones del Heachery estación experimental de la Universidad de Nariño. Tumaco. 57

Figura 5. Succión del agua mediante el sistema de punteras. 58

Figura 6. Sistema de bombeo y filtrado del Heachery, estación Experimental Universidad de Nariño. Regional Tumaco. 59

Figura 7. Técnica de captura de alevines de canchimala (*Ariius multiradiatus)*. 62

Figura 8. Variación del oxígeno disuelto durante la fase Experimental. 80

Figura 9. Variación de temperatura durante la fase experimental. 81

Figura 10. Variación de pH durante la fase experimental. 83

Figura 11. Curva de crecimiento quincenal de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) en los tratamientos experimentales. 86

Figura 12. Contenido estomacal de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) capturada del medio natural. 89

Figura 13. Morfología del tracto digestivo de la canchimala. 95

Figura 14. Sobrevivencia de la canchimala (*Ariius multiradiatus)*. 98

Figura 15. Talla final de los ejemplares de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) 102

Figura 16. Relación Talla – peso y tipo de crecimiento de la Canchimala. 103

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo A.	Análisis bromatológico de las dietas experimentales con 30 y 40% de proteína.	120
Anexo B.	Análisis bromatológico de la dieta con base en carne de pescado fresco.	121
Anexo C.	Registro de alimentación para los tratamientos experimentales.	122
Anexo D.	Promedio de oxígeno disuelto en el agua para cada tratamiento.	123
Anexo E.	Promedio de temperatura del agua para cada tratamiento	124
Anexo F.	Promedio de salinidad del agua para cada tratamiento	125
Anexo G.	Promedio de pH del agua para cada tratamiento	126
Anexo H.	Análisis de Varianza para el incremento de peso.	127
Anexo I.	Análisis de varianza para el peso final.	128
Anexo J.	Análisis de varianza para conversión alimenticia.	129
Anexo K.	Análisis de varianza para sobrevivencia.	130
Anexo L.	Análisis de varianza para el incremento en talla.	131
Anexo M.	Análisis de varianza para longitud estándar.	132
Anexo N.	Costo de la dieta para el tratamiento 1.	133

Anexo Ñ. Costo de la dieta para el tratamiento 2. 134

GLOSARIO

ALEVINO : Peces recién nacidos que aun se observa el saco vitelino que sirve para alimentarse, su longitud es aproximadamente de 5 a 10 centímetros.

BAGRE : Pez osteictio del orden de los siluriformes, existen varias especies de bagres de agua dulce y agua salada.

CAMARÓN : Crustáceo decápodo, nadador, comestible, de largas antenas.

CANCHIMALA : Pez marino osteictio de la familia de los ariidos.

CARDÚMEN : Banco o agrupación de peces por lo general son de la misma especie.

COPÉPODO : Crustáceo de talla pequeña con el cuerpo desprovisto de caparazón son marinos o de agua dulce que sirven de alimento a animales acuáticos.

DECÁPODOS : Crustáceos que tienen cinco pares de patas o tentáculos como el cangrejo y el calamar.

FITOPLANCTON : Plantas microscópicas que flotan en la columna de agua y que sirven como alimento para peces y otras

especies acuáticas.

LARVA : Animales recién nacidos que presentan grandes diferencias de los adultos en su forma, tamaño y modo de vida.

MICROORGANISMO : Organismo microscópico vegetal o animal.

MOLUSCO : Animales de cuerpo blando recubiertos por una concha calcárea, aunque hay especies que carecen de concha o es reducida, pertenecen a los invertebrados.

OSTRÁCODOS : Crustáceos provistos de caparazón bivalvo que recubre todo el cuerpo no segmentado del animal.

PALANGRE : Cordel largo y grueso del cual penden a trechos ramales con Anzuelos utilizados en la pesca.

PATÓGENO : Que origina y desarrolla enfermedades

PESTICIDAS : Productos químicos o naturales utilizados para combatir plagas.

POIQUILOTERMOS : Animales que no tienen la capacidad de regular la temperatura de su cuerpo de modo que es variable y semejante a la del medio en que viven, contrario de homeotermos.

PLANCTON : Conjunto de minúsculos organismos animales y vegetales que viven suspendidos en el agua de los mares, lagos y ríos y que sirven de alimento a organismos acuáticos.

PURINAS : Compuesto heterocíclico que se presenta como un sólido formado por agujas cristalinas incoloras y brillantes, solubles en el agua

QUIRONÓMIDOS : Familia de insectos del orden dípteros de tamaño pequeño y delgados se encuentran en gigantescos enjambres sobre el agua.

TELEÓSTEOS : Grupo de peces de esqueleto óseo, cola homocerca, escamas cicloideas octenoideas, vejiga natatoria casi siempre presente. Comprende la mayoría de los peces.

VOLANTINES : Especie de cordel con uno o más anzuelos que sirve para la pesca.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la estación experimental de especies hidrobiógicas de la Universidad de Nariño, ubicada en la ciudad de San Andrés de Tumaco, que se sitúa a 1°42'24" de latitud norte, y 78°45´51" de longitud oeste; presenta una altura de 2 m.s.n.m., temperatura promedio anual de 26.5°C, una humedad relativa de 85 % a saturación. El agua que abastece a la estación es del estero Palmichal con salinidades de 5 a 20 ppt y una temperatura de 25.8 ºC promedio anual. La zona corresponde al Bosque Húmedo Tropical (Holdridge)

Durante la investigación se evalúo el comportamiento de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) en condiciones artificiales de cultivo, alimentando con tres niveles de proteína, elaboradas con materiales de desecho de las industrias pesqueras y otros insumos de la región. Para ello se utilizaron 6 piletas en concreto de 0.75 m3 cada una con 50 animales por pileta, diariamente se tomaron parámetros físico químicos del agua, recambios, limpieza y suministro de alimento, además, se realizó muestreos aleatorios cada 15 días para determinar el peso y la talla de los ejemplares.

El diseño experimental correspondió al DIA, se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), constituido por tres tratamientos y dos réplicas por tratamiento dispuestos así:

Tratamiento 0	Dieta testigo (pescado picado)
Tratamiento 1	Dieta con 40% de proteína
Tratamiento 2	Dieta con 30% de proteína

La especie presentó un lento crecimiento en la fase de alevinaje, no obstante existe una relación directa entre peso y talla. Demostró ser una especie altamente resistente puesto que la sobrevivencia en cautiverio fue superior al 90 % superando en éste parámetro a otras especies icticas cultivadas en el Pacifico Colombiano.

Los resultados de la investigación demostraron un mejor rendimiento en el tratamiento testigo observándose mejor conversión alimenticia, ganancia de peso, mejor talla y mayor sobrevivencia; entre los demás tratamientos no hubo diferencias estadísticas. Lo anterior demuestra que esta especie es altamente exigente en proteína , como carnívora especializada que es; digiere mal los carbohidratos y resulta ser un reciclador efectivo pues acepta fácilmente desperdicios de pesquería ricos en proteína . Además cuando fue alimentada con pescado picado produjo mejor rentabilidad a pesar del mayor costo de la dieta en comparación con los demás tratamientos.

ABSTRACT

The present work was carried out into the experimental station of university of Nariño's hydrobiological species, which is located into "San Andrés de Tumaco". It is situated with a 1º42'24'' and 78º45'51'' north latitude and west longitude respectively; a height respect to sea level of 2; an annual mean temperature of 26,5ºC; a relative humidity with a 85% of saturation. Water that supplies the station comes from "Palmichal" tideland with salinity levels of 5 to 20 ppt and an annual mean temperature of 25,8ºC.

During this research, canchimala (*Ariius multiradiatus)* behavior was evaluated in artificial culture conditions. It was nourished with three levels of protein, a control treatment diet (To) with fresh, chopped fish, and two diets with 30% and 40% of protein (T1 and T2) made with remainder materials from fish factories and other recourses of this region. It was used 6 concretion small basins with a water capacity of 0.75 m^3 and 50 animals each one Physics and chemical parameters, rechanges, cleanliness and food supply were taken daily.

The experimental design was related to DIA (Inestrictaly Design at random); and it was carried out a variance analysis (ANDEVA).

The obtained results from this research showed a best yield in the witness. Treatment (To) in which it was possible to look up a best alimentary conversion and a best weight and size gaining in front of other treatments which did not show statistical differences. The above mentioned indicates that this is a highly carnivorous species. The survival level was higher than 90% by being this parameter higher than that of other cultivated species into the Colombian Pacific Region.

INTRODUCCIÓN

En Colombia son muy pocas las especies marinas que se explotan en cautiverio a diferencia del camarón, debido principalmente a la falta de conocimiento sobre su cultivo. En algunas experiencias aisladas los resultados obtenidos no han sido los mejores, por razones como: La falta de apoyo por parte del gobierno para la investigación y desarrollo de paquetes tecnológicos, la poca vinculación de los empresarios en aras de buscar alternativas de solución ante la situación actual que experimenta el monocultivo de camarón y el desinterés de instituciones gubernamentales como: Universidades, estudiantes y profesionales por buscar especies hidrobiológicas susceptibles de explotación que permitan diversificar la producción actual.

De otra parte, la camaronicultura ha experimentado en los últimos años un descenso significativo, debido esencialmente a la aparición de una serie de patologías de tipo viral que han llevado a la crisis a este sector empresarial en las costas del Pacifico Suramericano, lo cual ha generado una búsqueda imperiosa de alternativas productivas que permitan utilizar la actual infraestructura

subutilizada en la Costa Pacifica Nariñense y dinamizar el lucro cesante invertido en estos proyectos.

Entre las especies promisorias se puede mencionar a: Los bagres, la lisa y el pargo principalmente; dentro de los bagres se seleccionó la especie *Ariius multiradiatu*s (canchimala), por ser nativa, escasa en la zona, y resistente a factores físico - químicos; con posibilidades de adaptación a sistemas artificiales de explotación y por ofrecer alternativas como buena calidad de su carne y para la exportación a otros países como pez ornamental.

El presente trabajo permite por tanto brindar información acerca de la adaptabilidad de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) en cultivo artificial, puesto que en Colombia aún no se ha desarrollado su explotación en cautiverios y los pocos esfuerzos realizados se han centrado mas bien en estudios taxonómicos, hábitos alimenticios y distribución geográfica.

Para llevar a cabo la presente investigación fue necesario trasladarnos a la granja de hidrocultivos de la Universidad de Nariño, regional Tumaco, y tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) con respecto a: Conversión alimenticia, tasa de crecimiento y sobrevivencia, durante la fase de alevinaje en un periodo de cuatro meses (120 días) bajo condiciones artificiales de cultivo, los ejemplares se alimentaron con tres dietas experimentales, las cuales se elaboraron con base en productos y

subproductos de la región, considerados como desechos y que son botados al mar y por tanto un aumento en la contaminación marina.

Los cultivos marinos son retos genuinos para aquellos que son capaces de superar las numerosas dificultades que hay dentro de este tipo de investigaciones. Se espera que el presente estudio sirva como un estímulo para investigadores, docentes, acuicultores y estudiantes interesados en emprender actividades nuevas como la cría de peces marinos, que está llamada a jugar un papel importante en la cultura y la economía de nuestro país en el futuro.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los cultivos de especies marinas en estanques representan una alternativa tecnológica viable para la solución de los problemas regionales y mundiales de nutrición. En países como Colombia, dotados de una gran riqueza en cuerpos de agua y variedad de especies hidrobiológicas resulta ser un potencial de expansión económica aun no valorado.

El problema radica en encontrar la especie adecuada, factible de ser cultivada en estanques y en gran medida de una alimentación basada en dietas nutritivas de bajo costo, lo que hace necesario ensayar con diversas especies y dietas experimentales utilizando materias primas que se encuentren disponibles en la región: además, el conocimiento del comportamiento de un pez puede determinar el éxito o fracaso de un cultivo marino, dicho comportamiento tiene que ver con los requerimientos nutricionales, ambientales y han de conocerse antes de determinar el recinto y el manejo que se va a utilizar para su crianza.

En nuestro país son muy pocos los conocimientos que se tiene a cerca del cultivo de especies marinas; por tanto, se debe identificar una especie nativa de la

región susceptible de ser cultivada de una manera técnica, económica y que sirva como una alternativa para el campesino y pequeños productores locales tendiente a generar crecimiento económico y desarrollo para ésta deprimida zona del país.

Teniendo en cuenta lo anterior, la canchimala (*Ariius multiradiatus*), puede ser una alternativa para el cultivo, ésta especie pertenece a la familia Ariidae, es poco abundante a lo largo de toda la zona costera del Pacífico, presenta excelente calidad de carne y alcanzan tallas superiores a 1 metro de longitud total. La alimentación natural de la canchimala está constituida por larvas de copépodos, decápodos, ostrácodos, camarones, jaibas poliquetos y moluscos. Rubio (1988,217). Sin embargo, aún no se ha logrado adaptar esta especie a condiciones artificiales de cultivo, ni se ha elaborado una dieta artificial que satisfaga todos los requerimientos nutricionales y garantice su óptimo desarrollo en forma económica.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

No se conoce el comportamiento de la canchimala (*Ariius multiradiatus*), en la fase de alevinaje respecto a crecimiento, sobrevivencia y conversión alimenticia bajo condiciones artificiales de cultivo, alimentados con dietas experimentales elaboradas a base de materias primas de bajo costo, como una alternativa tecnológica y económicamente viable en la costa Pacífica Colombiana.

3. OBJETIVOS

3.1 **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) en la fase de levante en condiciones artificiales, alimentada con tres dietas experimentales elaboradas con materias primas de bajo costo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Determinar los parámetros físicos y químicos del agua para el cultivo de Canchimala (*Ariius multiradiatus*) respecto a temperatura, oxígeno, salinidad, pH y alcalinidad.

3.2.2 Evaluar la respuesta de la Canchimala bajo condiciones de cautiverio respecto a las variables de: crecimiento, mortalidad e incremento de peso para cada tratamiento.

3.2.3 Determinar la asimilación del alimento mediante la verificación de la conversión alimenticia durante el periodo de cultivo para cada tratamiento.

3.2.4 Determinar la rentabilidad del cultivo con las dietas experimentales.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DE LA FAMILIA ARIIDAE

Los miembros de la familia Ariidae constituyen el más importante recurso dentro del producto de la pesca artesanal y de la pesca acompañante del camarón marino. Hasta el momento se conocen tres géneros presentes en el Pacifico Colombiano, El Género Bagre con dos especies: Bagre pinnimaculatus (Alguacil, policía, cotudo), Bagres panamensis (barbinche y bagre de mar. El género Ariius con cuatro especies: Ariius multiradiatus (Canchimala), Ariius troschelli (Ñato, bagre del mar), Ariius planiceps (Bagre cabeza chata), Ariius platipogon (Bagre cominata rollizo). El género Galeichthys con dos especies: Galeichthys peruvianos (bagre listado, bagre de faja, rollizo), Galeichthys dasycephalus (congo, barrigón). (Jordán y Everman, 1896, 1898; Hildebrand, 1923, citados por Rubio, 1988, 210).

De acuerdo con Cervigón et al (1992,256), los bagres marinos viven en aguas marinas, salobres y dulces de las regiones tropicales y templadas del mundo. Las especies del Pacífico Centro Oriental varían en longitud desde menos de 28 cm

hasta más de 90 cm. La mayoría de ellas están confinadas a áreas marinas costeras pero unas pocas se encuentran en aguas dulces de ríos y lagos, son abundantes en áreas de manglar y grandes estuarios de ríos de aguas turbias.

Así mismo, sostiene que la dieta de los bagres varía desde omnívora a muy especializada carnívora, ejemplares de gran talla a menudo consumen exclusivamente grandes crustáceos, teleósteos y organismos pequeños ricos en calcio como los poliquetos.

En cuanto a la reproducción el anterior autor nos comenta que los bagres de cola ahorquillada tienen un modo de reproducción muy especial; las hembras depositan un reducido número de grandes huevos (hasta 2 cm, de diámetro en ovas hidratadas) que después de la fecundación son incubados por el macho dentro de la cavidad bucal hasta el momento de la eclosión y absorción del saco vitelino.

4.2 BIOLOGIA DE LA CANCHIMALA (*Ariius multiradiatus*)

4.2.1 Morfología: Los bagres presentan como características morfológicas: El cuerpo alargado desprovisto de escamas (liso), 2, 4 o 6 barbillones en torno a la boca, de acuerdo con la especie pueden tener uno maxilar, uno mandibular y uno mentoniano la coloración es variable y va desde marrón oscuro a blanco, las

aletas pectorales y la primera dorsal poseen espinas aserradas y una aleta adiposa que constituye la segunda dorsal. (Rubio, Gutiérrez, Franke, 1988, 153).

En cuanto a los caracteres distintivos Cervigón et al (1992, 256), describe a la canchimala (*Ariius multiradiatus*), con perfil predorsal bajo anterior, alto en la región nucal, cabeza cónica, dos veces más ancha que alta, y comprendida de 3,2 a 3,6 veces en la longitud estándar; hocico prominente, boca pequeña y truncada, labios carnosos y crenulados, paladar y ramas dorsales de los arcos branquiales con cojinetes y flecos carnosos restringidos poco prominentes, ojo comprendido de 4,8 a 7 veces en la longitud de la cabeza, Escudo cefálico finamente granuloso o rugoso, sin crestas evidentes dirigidas hacia las órbitas y el hocico, una quilla baja y un ápice marginado, surco dorsal largo, estrecho y más profundo posteriormente, extendiéndose desde el hocico hasta una distancia de medio diámetro ocular de la base del proceso supraoccipital, a veces, la porción anterior del surco está recubierta por piel gruesa o aparece como una foseta sobre el hocico, las membranas confluyen en la línea media del istmo.

Los mismos autores comentan que los dientes premaxilares son viliformes, dispuestos en una banda cuatro o cinco veces más ancha que larga, dientes externos de la mandíbula inferior viliforme, los de la hilera interna molariformes en la cercanía de la sínfisis, dientes vomerianos ausentes, dientes molariformes del paladar atrofiados, dispuestos en dos placas pequeñas bien separadas, número total de branquiespinas en el primer arco branquial 5 a 7 + 12 a 14, todos los arcos con branquiespinas en su borde posterior, pedúnculo caudal corto 3/4 de la

encima de los radios, borde lóbulos de la su cuerpo es nteado, aletas rior de la anal 2).

Figura 1. Morfología externa de la Canchimala (*Ariius multiradiatus*)

4.2.2 Taxonomía De acuerdo con Gunther (1964), Fowler (1941), Starks (1906), e, (1988,153), la clasificación para especies de bagres como la Canchimala (*Ariius multiradiatus*) es la siguiente:

Phylum	Vertebrata
Subphylum	Craniata
Superclase	Gnathotomata
Clase	Actinopterygios
Superorden	Teleósteo
Orden	Ariidiformes
Familia	Ariidae

Figura 2. Morfología de la cabeza de la Canchimala (*Ariius multiradiatus*). Vista rostral.

Género	Ariius
Especie	multiradiatus
Nombre científico	*Ariius multiradiatus*
Nombre vulgar	Canchimala, rollizo, tigrito, tiburoncito etc.
Sinonimía	Tachysurus furthii
	Tachysurus equatoriales
	Bagrus arioides

4.2.3 Hábitat Y Distribución Geográfica: Esta especie tiene gran capacidad osmoregulatoria (eurihalina), lo que les permite entrar en la desembocadura de los ríos, vive sobre fondos fangosos y arenoso hasta 30 brazas de profundidad. (Rubio, 216). Se distribuye geográficamente desde Sinaloa (México) hasta el Callao (Perú), en Colombia son mas frecuentes en la ensenada de Tumaco, Bahía Guapi, Bahía de Buenaventura, Isla de Gorgona, Golfo de Tortugas, Bahía Málaga, Desembocadura del Río San Juan y Ensenada de Utría.

4.2.4 Pesca Y Utilización: Para consumo la canchimala es capturada con redes de arrastre, redes agalleras, palangre de fondo y volantines, comúnmente se comercializa fresco y entero y como pez ornamental de tallas comprendidas entre 5 y 10 cm. Según informa el comerciante de peces ornamentales de la región. (Montoya Haver comunicación personal, 2000)

4.3 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE PECES MARINOS Y DE AGUA DULCE

Patiño (1974,9) menciona que el crecimiento de los peces se da por la capacidad que tienen para aumentar tamaño y peso, dependiendo de factores Biológicos, físicos y químicos.

Para Healp (1988,659) La alimentación es una condición que influye directamente en la productividad Acuícola; por consiguiente es fundamental conocer los requerimientos nutricionales de las especies ícticas en sus diferentes fases y condiciones de manejo, con el fin de suministrar una alimentación balanceada y que contenga todos los nutrientes para una máxima producción.

Además reporta el mencionado autor que el valor nutritivo de los alimentos pueden medirse desde el punto de vista biológico y / o fisiológico. Teniendo en cuenta el primer aspecto, los alimentos deben estar adecuados de acuerdo con los tamaños alcanzados por la especie y encontrarse en las concentraciones necesarias para el normal desarrollo de los alevines, juveniles y adultos. Desde el punto de vista fisiológico, los alimentos deben ser aceptables en su sabor y color, tener una completa estructura química, ser de fácil digestibilidad y de alta asimilación y garantizar todas las necesidades energéticas y materiales que el organismo requiere.

Bardach, Passino, (1984,136) indica que en cuanto a los topes de producción obtenidos en un cultivo la alimentación, la calidad del agua y la densidad de siembra constituyen los tres pilares del éxito o fracaso de cualquier manejo.

Price et al. (1976) citado por Coll (1986,275) menciona al respecto que las variables ambientales que mayor influencia ejercen sobre la alimentación acuática son: La temperatura y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

El mismo autor menciona que si hay un incremento en la temperatura se produce aumento en la actividad metabólica y alimenticia: además, afirma que la alimentación de peces marinos criados en cautividad se presenta como un problema central en el desarrollo de cultivos intensivos para la acuicultura, debido a la gran dependencia que exhibe el rendimiento final (en kilogramos de biomasa / kilogramos de alimento), respecto a la cantidad y calidad de alimento suministrado al cultivo, y de otro lado, a la influencia que las condiciones de producción empleadas ejercen sobre la fisiología y nutrición de los animales en desarrollo.

4.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS BAGRES

Son numerosos los estudios de los hábitos alimenticios locales mediante contenido estomacal. Gutiérrez y Rubio (1990,352), estudiaron durante 12 meses los hábitos alimenticios de juveniles y adultos de Bagres Panamensis gill; sin embargo, aún no se ha diseñado una dieta adecuada para el levante y engorde de estas especies en estanque.

Los requerimientos nutricionales de varios organismos hidrobiológicos han sido extrapolados a partir de las necesidades cuantificadas en otras especies ícticas como los Salmónidos. Por lo anterior es fundamental profundizar la investigación en la alimentación y nutrición de los peces de cultivo, con el fin de evaluar de una manera real las cantidades de nutrientes y tipo de manejo que requieren en su fase de desarrollo. (Stickncy, 1979; Lovell, 1988; Halver, 1988, citados por López, 11).

Los autores mencionados afirman que los alimentos suministrados a los organismos hidrobiológicos de cultivo tienen como función, ofrecer los nutrientes requeridos por los animales para su crecimiento, reproducción y mantenimiento de las actividades vitales(metabolismo basal) entre otras funciones fisiológicas.

Dupreé (1976); Meyer (1969) citados por Coll (277), reportan que para la alimentación de animales acuáticos, la primera consideración es el estudio de los requerimientos nutricionales específicos (Proteínas, aminoácidos, grasa, carbohidratos, vitaminas, etc.), y de las características generales de la alimentación acuática.

Cuenca y García (1987, 2) sostienen que la propia composición del alimento ofrecido o conseguido influye sobre la cantidad que el animal ingiere. De esta forma el animal tiende a ajustar su ingesta cuantitativa de alimentos a la necesaria para mantener un peso corporal de referencia, el cual es variable según el sexo, edad, estaciones, etc. Así mismo cuando se limita la posibilidad de elección de

alimento a una dieta completa mantenida durante algún tiempo, determinadas carencias en la misma de algún mineral, vitaminas, amino - ácido o ácido graso esencial, pueden repercutir negativamente en la salud del animal siendo una de las primeras manifestaciones de este hecho una pérdida progresiva del apetito.

Los mismos autores (42) indican que el nivel de ingesta de una dieta suministrada en forma regular esta influenciada por otras características ambientales como la temperatura y la salinidad, por tanto el mayor consumo de alimento en el pez gato (*Ictalurus punctatus*) ocurrió cuando la temperatura fue de 26 ºC, de igual manera un incremento en la salinidad favorece el consumo voluntario y el crecimiento, mejorando notablemente la conversión alimenticia.

4.4.1 Proteínas y aminoácidos: Las proteínas son macromoléculas constituidas por cadenas de aminoácidos, ligadas por enlaces covalentes. Las proteínas son el componente fundamental (65 a 70%) del peso de la materia seca de los peces y la mayor parte se encuentra en el músculo esquelético (Walton, 1987, 225).

Cowey (1979), Millikin (1982) citados por Walton (1987,226), mencionan que para conseguir la producción máxima de proteína muscular (crecimiento) de todas las especies de peces tanto carnívoras como herbívoras es necesario alimentarlos con dietas que contengan niveles relativamente altos (22 a 55%) de proteína de alta calidad. Y que además la proteína se necesita para proveer a los peces de la mezcla adecuada de aminoácidos, para satisfacer sus necesidades de síntesis de

proteínas y de otros compuestos de importancia bioquímica: como hormonas, purinas, neurotransmisores, cofactores, etc.

El óptimo de proteína requerido por los peces en la dieta esta íntimamente relacionada con: el balance de energía – proteína, la composición de aminoácidos, la digestibilidad de la misma y la cantidad y calidad de la fuente de energía no proteica. En general para todas las especies se debe considerar que las necesidades de proteínas están influenciadas por la calidad de la misma, factores ambientales en especial la temperatura y de manera particular por la edad del animal. (Nose, 1989, citado por Díaz et al, 1996, 59).

Catron, (1973) citado por Yandar (1994,28) afirma, que los requerimientos proteínicos de los animales son afectados por los siguientes factores:

- Periodo de ciclo biológico (sostenimiento)
- Potencial genético del animal
- Balance de aminoácidos
- Interrelaciones entre equilibrio y asimilación de los nutrientes
- Factores ambientales
- Historia nutricional previa
- Influencia de los aditivos
- Presencia de antimétabolitos.

Wilson (1973) citado por Walton (1987, 235), sostiene que, los diferentes aminoácidos requeridos por los peces pueden dividirse en indispensables, semi - indispensables y dispensables. Los aminoácidos se consideran indispensables cuando los animales no pueden sintetizarlos o son producidos en cantidades insuficientes, y la falta de éstos aminoácidos en la dieta causan pérdida del apetito y taza de crecimiento reducida, semi-indispensables cuando son sintetizados a partir de otros aminoácidos precursores, como cistina y tirosina y dispensables cuando pueden ser fácilmente sintetizados en cantidades adecuadas para un máximo crecimiento, entre éstos tenemos: El ácido aspartico, ácido glutámico, alanina e hidroxiprolina. La mayoría de los animales incluyendo los peces requieren los mismos diez aminoácidos esenciales, estos son: arginina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano , valina y leucina.

La tabla, 1 indica las cantidades de proteína y aminoácidos que se requieren para el cultivo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) propuestas por Halver (1988) y National Research Council (NRC) (1993)

Lowell et al (1954) citado por Yandar (30) afirma que para lograr un máximo crecimiento en los peces de cultivo las necesidades de metionina podrían ser sustituidas suministrando mas cantidades de alimento de origen animal, o una adecuada proporción de fuentes proteicas que satisfagan estos requerimientos.

Así mismo el citado autor reporta que los requerimientos de lisina en dietas para peces están entre 5 a 6. 8 % de la proteína de la misma. El Bagre de canal

(*Ictaluros punctatus*) presentan buen crecimiento cuando la dieta contiene un 5 % de lisina en dietas con 30 % de proteína y 5.1 % para dietas marginales con 24 % de proteína. Para el catfish los excesos de lisina y una adecuada o marginal concentración de arginina en una dieta no deprimen su crecimiento, por el contrario excesos de arginina en dietas con concentraciones de lisina marginales deprimen el crecimiento o la eficiencia alimenticia.

La calidad de la proteína fue aprobada mediante los resultados de un experimento alimentario en la que a Bagres clarias (*Clarias batrachus*), se les suministro dietas que contenían diferentes fuentes y niveles de proteínas.. La respuesta al crecimiento mejoró a medida que se incluyeron proporcionalmente fuentes de

Tabla 1. Requerimiento de proteína y amino ácidos para bagre de canal (*ictalurus punctatus*)

	CANTIDAD	
NUTRIENTE	**N.R.C. 1993**	**HALVER**
Proteína cruda	32 -28 %	32 - 36 % *
Arginina	1.20	4.3**
Histidina	0.42	1.5
Isoleucina	0.73	2.6
Leucina	0.98	3.5
Lisina	1.43	5.1

* Wilson & Robinson (1982), Lowell (1988), Lopez (1992).
** Stheffens 1989. Citado por Díaz et al (1996, 61.

	CANTIDAD	
Metionina + cistina	0.64	2.3
Fenil alanina + Tirosina	1.40	5
Treonina	0.56	2
Triptofano	0.14	0.5
Valina	0.84	3

proteína animal. (Lowell et al, 1974, citado por Yandar, 29).

4.4.2 Energía: El éxito de un cultivo de peces depende de dietas que contengan niveles adecuados de energía y un balance adecuado de nutrientes que permitan que el crecimiento en los peces sea más efectivo, así como el mantenimiento de su salud, evitando el catabolismo del tejido corporal. (Cho, 1987, citado por Díaz et al, 78).

Los valores energéticos se expresan en términos de energía bruta, energía digestible y metabolizable. Los valores de energía bruta de carbohidratos y las proteínas son similares (17.2 y 23,7 Kjul/g. respectivamente), considerando de más alto valor el de las grasas con (39,5 KJ/ g), por tanto el contenido graso de un alimento influye grandemente sobre su contenido en energía bruta. (Cho, 1984, 211), en tanto que el contenido de proteínas, carbohidratos lo hacen ligeramente y una concentración de minerales en una dieta influyen en el contenido de energía bruta, ya que los componentes inorgánicos no son combustibles.

Las dietas para piscicultura conllevan una pérdida del 28 al 40% de energía bruta en las heces; de otra parte, existen materias primas en las que las perdidas son mayores hasta un 60 a 80 % de la energía bruta. (Smith R., 1980, citado por López , 45).

El mismo autor (45) encontró que el contenido de energía bruta de un alimento, no es una medida confiable del valor energético para un pez, siendo el factor

más importante la digestibilidad. Por tanto la energía digestible es la diferencia entre la energía bruta del alimento consumido y la energía perdida a través de las heces, la cual varia ampliamente con las distintas materias primas utilizadas en la dieta. Un alimento bien digerido, la energía digestible se aproximara al valor de la energía bruta.

Los productos fibrosos exhiben los valores más bajos de energía digestible, en tanto que los valores mas altos corresponden a las materias primas que contienen altos niveles de proteína y grasa digestibles, tales como la harina de pescado. (Stickney y Lowell, 1977, citado por López, 37).

La digestión de una dieta, conlleva a la absorción de amino ácidos, ácidos grasos y azucares que son los principales combustibles metabólicos del cuerpo, por lo tanto la energía metabolizable se establece a partir de la energía digestible menos la energía perdida a través de las excretas urinarias y branquiales, esta es la medida teóricamente mas apropiada de la disponibilidad de energía a considerar a la hora de formular una dieta, sin embargo, aún no se han desarrollado técnicas apropiadas para obtener medidas confiables de este parámetro. (Smith, R. 1980, citado por López, 36).

Los peces necesitan la energía de la dieta para mantener sus procesos vitales y para producir tejidos nuevos, lo que constituye la base del crecimiento y la reproducción. Los requerimientos cuantitativos de energía varían con la

temperatura del agua, la especie, el tamaño, la edad, las actividades físicas y fisiológicas, la composición de la dieta, etc. (NRC, 1983, citado por López, 37).

Las necesidades energéticas de los peces son cubiertas por todos los componentes energogenos de la dieta (proteínas, grasas e hidratos de carbono), los cuales son catabolizados a energía calórica para cubrir los requerimientos de mantenimiento y, el resto es retenida en los tejidos cuando el aporte dietario es insuficiente, los peces catabolizan parte de los tejidos corporales para cubrir los requerimientos de energía calórica necesaria para el mantenimiento de los procesos vitales. (Garling y Wilson, 1977, citado por López, 37).

El contenido energético biológicamente utilizable (energía metabolizable o neta) de una dieta debe ser valorado de acuerdo con las necesidades del pez, antes de que se pueda estimar el efecto de la dieta sobre el crecimiento y bienestar del mismo ; además, se debe conocer el contenido de energía biodisponible de una dieta, antes de calcular la ración a suministrar diariamente. Dietas que contienen altos niveles de almidón y fibra, conllevan a bajas ganancias de peso y eficacia alimenticia en los peces, provocando un aumento en la excreción de heces, las cuales polucionaran el ambiente acuático. (Cruz, 1975, citado por López, 37).

Los requerimientos de energía total para producir 1 Kg de peces son relativamente dependiente de la temperatura del agua, ya que al aumentar esta, se consume mas energía y en concordancia incremento de peso. (Smith, R.1988, citado por López, 46).

Las necesidades de energía de los peces son menores, debido a que la temperatura del cuerpo no es constante (poiquilotermos), requieren menos energía para actividades musculares y menos energía para excreción de productos de desperdicios de nitrógeno, respecto a animales terrestres. Los peces tienen un requerimiento optimo de energía de 6 a 10 kilocalorías por cada gramo de proteína. (Matty, 1986, citado por López, 37).

Stickney y Lovell (1977), citados por López (56) afirman que los requerimientos diarios de energía digestible para bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) de tres pesos diferentes (1,0 g, 20g Y 100 g), mediante el suministro a voluntad de dietas que contenían varios niveles de energía y proteína utilizando la ganancia de proteína como una medida de la tasa de crecimiento son de 16.8Kcal./100g para peces de 1 a 3 g de peso, disminuyendo a 5 Kcal./100 g de peso para peces de 100 a 200 g con el fin de asegurar un crecimiento máximo. De lo anterior se puede inferir que las necesidades de energía cambian proporcionalmente a medida que se modifica el peso. Por otra parte, en un ensayo con pez gato (Catfish) la energía disponible produce 2,5 Kcal. por gramo de hidrato de carbono contra 3,5 Kcal. por gramo de proteína. Niveles de 2.600 a 3.100 Kcal. de energía digestible por kilogramo de alimento es adecuado para obtener un buen rendimiento.

4.4.3 Grasas : Las grasas son utilizadas como fuente de energía, almacenadas como depósito de grasa o incorporadas en fosfolipidos y componentes esteroides de órganos vitales. (Halver, 1975, citado por Aguirre y Arango, 18).

Halver (1975),citado por Hernández et al (1989,115), menciona que los lípidos son importantes como : fuente concentrada de energía (9,2 kilocalorías de energía bruta por gramo de grasa), y como nutrientes esenciales para el crecimiento y supervivencia de los peces. Igualmente proveen el vehículo para la absorción de vitaminas solubles y suministran otros compuestos tales como esteroles. Los lípidos, especialmente fosfolípidos y esteroles desempeñan un papel fundamental en la estructura de las membranas biológicas, tanto a nivel celular y subcelular. Además, los lípidos constituyen la estructura de muchas sustancias del sistema hormonal, intervienen en el metabolismo de otras y forman las cadenas de ácidos grasos poli insaturados, los cuales son precursores de las prostaglandinas. (Halver, 1980, citado por López, 22).

Los lípidos de una dieta son como fuente de ácidos grasos esenciales (AGE) y participan en el transporte de ciertos nutrientes no grasos principalmente las vitaminas liposolubles A, D, E y K. El hígado es el principal órgano que interviene en la digestión de las grasas en los peces ; los ácidos grasos más los ácidos biliares conforman los ácidos colicos hidrosolubles y son de más fácil absorción. (Hidalgo y Alliot, 1987, citado por Díaz et al, 36).

De igual manera reportan los autores, que en el canal digestivo las grasas son desdobladas mediante las lipasas en glicerina y ácidos grasos, permitiendo así su absorción. La asimilación de la grasa esta estrechamente relacionada con cada especie, sin embargo, existen factores como la temperatura del agua y la edad del pez que también afectan la digestibiidad de las grasas.

De acuerdo con Díaz et al (65), la grasa de los peces con alta proporción de ácidos grasos esenciales insaturados puede presentar una composición muy variable, resultando una alta proporción de ácidos grasos esenciales insaturados de la serie omega 3, sobrepasando a los de la serie omega 6 ; en peces de agua dulce la proporción es mayor que en peces marinos (omega 6/ omega3 = 0,37 en peces de agua dulce ; omega 6/ omega 3 = 0,16 en peces marinos).Diferentes investigaciones han comprobado que en general los peces requieren ácidos grasos de la serie del linoleico (omega 6) y de la serie del linolenico (omega 3), estos ácidos grasos tienen la función de transportar los lípidos a nivel sanguíneo y membrana celular y de la activación de ciertas enzimas como sucede con el adenosin trifosfato del tejido nervioso.

En el caso de los peces de aguas cálidas Lovell (1988) citado por López (29) demostró que la mayoría de las especies ícticas requieren una mezcla de ácidos grasos de la serie omega 3 y omega 6, sin embargo, la cantidad de ácidos grasos esenciales requerida por los peces de agua dulce y salada es relativamente pequeña con relación al peso total. Muchas especies ícticas son capaces de almacenar ácidos grasos esenciales cuando estos son deficientes en la dieta.

Ensayos de dietas para alevines de catfish con pesos promedio de 1.25 gramos cultivados a temperaturas entre 26.5 ºC – 32 ºC y alimentados con dietas de 35% de proteína y 8% de lípidos se han obtenido buenos resultados, pudiéndose reemplazar un 4% de los lípidos totales de la dieta por sebo o aceite de maíz ; sin embargo, concentraciones del 16% lípidos en la dieta y utilizando como fuente sebo o aceite de maíz causan retraso en el crecimiento (Millikin, 1982, citado por Díaz et al, 23).

Steffens (1987), citado por Díaz et al (25), recomienda que los niveles de inclusión de lípidos deben estar como nivel mínimo 8% y máximo 16% de la dieta, además menciona que la cantidad de lípidos que pueden incorporarse en las raciones para acuicultura, depende fundamentalmente del proceso industrial de preparación debido a que en dietas peletizadas por métodos tradicionales, el nivel máximo es del 12%, pero en las extrurizadas se puede elevar hasta el 20%.

Así mismo, el citado autor afirma que los signos de deficiencia de ácidos grasos esenciales son: crecimiento pobre, inadecuada conversión alimenticia, mortalidad elevada y aumento del contenido de agua en los músculos, etc.

La mayoría de los peces marinos presentan necesidad por ácidos grasos insaturados de la serie Omega 6 (linoleico) y ácidos grasos de la serie Omega 3 (linolénico) con el fin de satisfacer los requerimientos de ácidos grasos esenciales y asegurar un adecuado crecimiento. (Sergent et al, 1988, citado por López, 26).

Díaz et al (65) manifiesta que la salinidad y temperatura, influyen en la composición de ácidos grasos esenciales poliinsaturados. Con bajas temperaturas existe la tendencia a una tasa superior de ácidos grasos altamente insaturados de cadena larga, reduciendo la proporción omega 6 / omega 3. Los peces que viven en agua salada tienen mayor necesidad de ácidos grasos omega 3 que los de agua dulce, de igual manera determinados ácidos grasos poliinsaturados no pueden ser sintetizados cuando en ellos no se encuentran las correspondientes sustancias precursoras.

Matty (1986, 40) recomienda los siguientes niveles de lípidos en la ración para alevines 8% , juveniles 5% y reproductores 5% .

4.4.4 Carbohidratos : Son compuestos químicos neutros formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Son considerados como fuente importante de energía en la dieta, además son de bajo costo; sin embargo, debemos ser cuidadosos en la inclusión de éstos al elaborar alimentos concentrados, ya que tanto los peces como los camarones presentan una baja utilización y su metabolización es limitada. A pesar de ello, la utilización de carbohidratos, tanto en cantidad como en composición para las dietas de acuicultura deben ser estudiadas en cada caso en particular, ya que si estas se realizan adecuadamente es posible lograr un pequeño ahorro en el gasto de proteína con fines energéticos. (Cho, 215).

La digestibilidad de este nutriente presenta grandes variaciones en las diferentes especies. Los peces omnívoros utilizan mejor los carbohidratos, comparados con los peces de otros hábitos alimenticios (Aguirre y Arango, 19).

El autor antes mencionado señala que la carpa común (*Ciprinius carpio*) y el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) son capaces de aprovechar mayores niveles de carbohidratos en la dieta. El bagre de canal alimentado con una ración rica en hidratos de carbono, incrementa la actividad de enzimas lipogénicas, tanto en el hígado como en el tejido mesentérico adiposo.

Zamora y Echevarria (1984, 179), manifiestan que en peces marinos se han observado graves desórdenes (mortalidad, hepatomegalia, hiperglucemia) como consecuencia del suministro de diferentes tipos de glúcidos en la dieta, por lo que se recomienda un nivel de incorporación de los mismos inferior al 12%.

Las necesidades específicas de carbohidratos para especies de agua cálida no se han cuantificado. Sin embargo, se han descrito tasas de crecimiento reducidas en bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) cuando se suministran dietas experimentales isonitrogenadas e isocalóricas que contenían carbohidratos, (Cruz, 1975, citado por López, 36).

A este respecto, el mismo autor señala que los carbohidratos son fuente de energía más barata y ayudan a mejorar la calidad del pelete en las dietas comerciales. Por esta razón algunas formas de carbohidratos digestibles deben

incluirse necesariamente en la dieta, porque sirven como precursores de varios compuestos intermediarios metabólicos indispensables en crecimiento y desarrollo.

Lovell (1988), citado por López (32) comprobó que el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) utiliza más fácilmente los polisacáridos tales como almidones y dextrinas y los emplea para el crecimiento, no ocurre lo mismo con los disacáridos o monosacáridos que el pez los consume pero no son aprovechados.

Garling y Wilson (1977) citados por López (35) han determinado que los carbohidratos en porcentajes máximos del 25% de la dieta, y una cantidad del 4% de lípidos son utilizados eficientemente con fines energéticos en dietas para bagre de canal *(Ictalurus punctatus).*

Según el NRC (1993,70), la disponibilidad de los hidratos de carbono para peces de aguas cálidas, depende de su complejidad, tratamiento térmico y cantidad en la dieta. Siendo actualmente aún limitada la información sobre digestibilidad y metabolismo. Se suelen añadir de un 25 a 30% de carbohidratos en la dieta. Los niveles más altos eliminan la eficacia de utilización de la proteína afectando a la digestibilidad.

4.4.4.1 Fibra. Se entiende como fibra bruta un complejo de compuestos que aparte de la celulosa comprende otras sustancias estructurales como son la hemicelulosa, lignina, y pentosa, de igual manera se puede incluir también la

quitina, siendo ésta el principal componente estructural de la cutícula de los insectos y de la cutícula de los crustáceos, altos niveles de fibra en el alimento incrementa la producción de heces, además, disminuye la estabilidad del pelete en el agua, haciendo que se deshaga rápidamente, estos dos factores son algunas de las principales causas de la polución medio ambiental tanto en los estanques como en las aguas de drenaje. (Muir y Roberts, 1985, citados por Díaz et al, 77).

Anderson et al (1981), citados por Zamora y Echavarria (1984, 289) sostiene que cuando la fibra está presente en la dieta en un nivel de hasta el 10%, no afecta el crecimiento ni el rendimiento, ni la eficacia nutritiva de la misma. Sin embargo, para niveles mayores de incorporación se producen disminuciones más o menos importantes del crecimiento; la fibra es poco digerible por los peces y más bien cumple la función de vehículo para nutrientes. Para NRC (1997.85) los pelets deben contener fibra en niveles del 8% y en alimentos no granulados hasta un 12 % de fibra para todas las especies.

López (17), indica que la fibra no es un requerimiento nutricional de los peces pero si una necesidad fisiológica debido a que regula la tasa de pasaje intestinal. Sin embargo, afirma el autor que la mayoría de las raciones para organismos acuáticos deben contenerla, pero no debe superar el 5,0%, a excepción de las especies de la familia ciprinidae que aprovechan dietas artificiales hasta con 10% de fibra.

4.4.5 Vitaminas : Son compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y funcionamiento normal de los peces, son requeridos en cantidades muy pequeñas. Los peces que viven en ambientes artificiales generalmente no pueden sintetizar los complejos vitamínicos en forma natural, por lo tanto se deben suministrar en el alimento, de acuerdo con los requerimientos propios de cada especie. (Díaz et al, 78).

De acuerdo con Lovell (1988), citado por López (57), la mayoría de los peces demandan las siguientes vitaminas: A, D, E, menadiona, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantotenico, niacina, ácido fólico, vitamina B12, biotina, inositol, colina, y ácido ascórbico, suministradas en pequeñas cantidades, según el NRC (79) el pez gato o bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) no requiere de inositol y la carencia de vitamina A produce exoftalmia y hemorragias en los riñones y en varios tejidos. ver (Tabla 2).

De acuerdo con Halver (1988,296) y Healp (39) los requerimientos vitamínicos de los peces varían con distintos factores como: edad, especie, tamaño, interacción con diversos nutrientes, condiciones medio ambientales, temperatura del agua, características del cultivo, respuesta al estrés y resistencia a las enfermedades, y que los síntomas de deficiencia comunes a la totalidad de las vitaminas son perdida del apetito en la velocidad del crecimiento e inadecuada conversión alimenticia, provocando graves afecciones metabólicas, avitaminosis y en muchos casos la muerte.

4.4.6. Minerales. Las sustancias minerales son elementos químicos los cuales son parte constitutiva de los animales, necesarios para su buen desarrollo y funcionamiento ; tienen como función la de formar parte del esqueleto y exoesqueleto, contribuyen al balance de la presión osmótica, son constituyentes de tejidos estructurales, intervienen en la transmisión de impulsos nerviosos y contracción de músculos (Díaz et al,102).

Tabla 2. Requerimientos de vitaminas para el Catfish

(*Ictalurus Punctatus)*

Vitamina	NRC[1]- 1993	INPA[2]
A u.i /kg	1000 - 2000	
D u.i/kg	500	500- 4000
E u.i / Kg	50	
K u.i/kg		
Riboflavina . mg / Kg.	9	10
Ácido pantoténico mg/ Kg.	15	250
Niacina mg / Kg.	14	20
B12 mg / kg		
Colina mg / Kg.	400	
Biotina mg / Kg.		1
Ácido fólico mg / Kg.	1.5	

[1] National Research Council
[2] Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura

Tiamina mg / Kg.	1	1
B6 mg / kg	3	2 – 3
Inositol mg / kg		
C mg / kg	25 - 50	50 – 200

Halver (298) afirma que el calcio y el fósforo se requieren para la formación del tejido óseo. El calcio es fundamental en la coagulación de la sangre, en la contracción muscular, apropiado para la transmisión del impulso nervioso, osmorregulación y es un cofactor en diferentes sistemas enzimáticos. Además las necesidades de calcio para el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) son inferiores al 0,1%, por lo tanto, los niveles de calcio en el agua deben estar en un rango de 14 a 20 ppm y se determinó que los niveles del 0,45 % de fósforo suplen las necesidades en dietas purificadas para bagre de canal. (Lovell y Stevens, citados por Díaz et al, 103).

NRC (1977,23) reporta que la demanda de los peces de otros elementos mayores y menores han sido difíciles de realizar. Así mismo, se sabe con certeza que los peces para su crecimiento necesitan de magnesio, hierro, yodo, selenio, zinc, cobre y manganeso. Además, se considera que otros minerales nutricionalmente esenciales, probablemente sean requeridos por los peces, tales como sodio, potasio, cloro y cromo. Posiblemente los peces no necesitan azufre y cobalto siempre y cuando la dieta suministre las necesidades de aminoácidos azufrados y vitamina B 12 (Tabla 2).

Lovell (1984, 281), menciona que los peces pueden absorber los minerales disueltos en el agua a través de las membranas branquiales y en el caso de los peces marinos que beben agua, los absorben a través del intestino; la mayor parte de las necesidades de calcio, potasio, sodio y zinc pueden ser cubiertas a partir del agua.

NRC(1981) citado por Lovell (282), Afirma que el pez gato (*Ictalurus punctatus*) puede absorber todo el calcio que necesita del agua, cuando la cantidad de calcio disuelto es de 5,0 mg/l o más. Y por otra parte, los peces necesitan de suplementación de fósforo en la dieta, ya que sus necesidades son relativamente altas y las concentraciones de fósforo disuelto en el agua natural son relativamente bajas.

El mismo autor menciona que los requerimientos mínimos de fósforo utilizables en la dieta del pez gato (*Ictalurus punctatus*) se determinaron en el 0,45 %, con dietas purificadas, el fósforo fitico no es utilizable por el pez gato (*Ictalurus punctatus*) (aproximadamente el 67% del fósforo de los cereales está en forma de fitato). El fósforo de la harina de pescado lo utiliza el pez gato (*Ictalurus punctatus*) en menos del 60%, mientras que los fosfatos sódico, monocálcico y dicálcico son muy utilizados por ésta especie.

Lovell (1988), citado por López (84), afirma que los peces criados en agua dulce que habitualmente contiene de a 1 a 3 ppm de magnesio, necesitan entre 0,025 y el 0,07% de magnesio en su dieta, pero cuando se levantan en aguas que contienen 3.5 ppm el requerimiento mínimo de este mineral es apenas de 0,04% de la dieta. La mayor parte de los alimentos, especialmente los de origen vegetal contienen cantidades altas de magnesio, lo que hace innecesario suplementar los ingredientes naturales ; sin embargo, las dietas purificadas han de ser suplementadas con magnesio.

La deficiencia de magnesio causa en el pez gato mal crecimiento, anorexia, aletargamiento pesadez, flacidez muscular, alta mortalidad y reducción de los niveles de magnesio en todo el cuerpo, en el suero sanguíneo y huesos.

Las deficiencias. de hierro causa anemia microcítica en los peces, los requerimientos de hierro para el pez gato (*Ictalurus punctatus*) son de 30 mg por Kg. de dieta. (Gatlin y Wilson ,1986, citado por López, 85).

Healp (57) menciona que los minerales son utilizados en el crecimiento y reparación de tejidos y ayudan a regular los procesos metabólicos. Los minerales que se encuentran en el cuerpo en cantidades mayores a 0,005% del peso corporal se llaman elementos macronutrientes y son: Calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, azufre y magnesio, éstos elementos forman parte de estructuras corporales y actúan en la regulación del metabolismo. Los micronutrientes llamados también elementos traza se hallan en el cuerpo en cantidades menores de 0,005% del peso corporal e incluyen hierro, yodo, zinc, cobre, cromo, selenio, cobalto, molibdeno, manganeso y flúor, se utilizan como activadores de enzimas.

Healp (59), reporta que algunos minerales como cobre, flúor, molibdeno, selenio, son tóxicos a altas concentraciones; además, el cobre y el flúor el animal los excreta con dificultad por lo que se convierte en venenos acumulativos. Y las deficiencias de minerales producen en los peces: Pobre crecimiento, poco apetito y en el caso de que los minerales formen el esqueleto como el calcio y el fósforo se producen deformaciones en los huesos y raquitismo, etc.

Los requerimientos de minerales para los bagres de canal (*Ictalurus punctatus*) utilizados como referencia se indican en la tabla 3.

4.5 MATERIAS PRIMAS NO TRADICIONALES PARA LA FORMULACIÓN DE DIETAS DE BAJO COSTO.

4.5.1 Desechos pesqueros: Las actividades de las faenas pesqueras en Tumaco, tanto a nivel artesanal como industrial demandan un potencial significativo de recursos marinos que no son aprovechados y son desechados como desperdicios. Estos desechos podrían ser utilizados como fuentes ricas en nutrientes para la elaboración de dietas en la alimentación de peces. La mayor parte de las especies explotadas poseen un contenido de proteína constante, analizando que las diferencias de porcentaje están entre el 2 y el 3%. Las fuentes de proteína animal más utilizadas tienen su origen en los desechos de pescado triturado, las harinas

Tabla 3. Requerimientos de minerales para Bagre de canal (*Ictalurus punctatus)*

Minerales	**NRC - 1993**	**Stheffens - 1988 *** Recomendado para todos los peces
Calcio %		0.24
fósforo	0.45	0.7 -0.8
Magnesio	0.04	0.05 -0.8
Hierro mg / Kg.	30	44
Cobre mg / Kg.	5	3
Manganeso mg / Kg.	2.4	12 – 13
Zinc mg / kg	20	15 – 30
Iodo mg / Kg.	1.1	0.6 - 2.8
Selenio mg / Kg.	0.25	
Cobalto mg / Kg.		0.05
Potasio mg / Kg.		1.600
Sodio mg / Kg.		2.200
Cromo mg / Kg.		< 1.0

procedentes de las vísceras y restos de industrias de conservas . (Rivera y Zarama, 1995, 60).

Yandar (1.994, 157) reporta que en la composición de la harina de desechos de pescado se observa que en la base original contiene una apreciable cantidad de agua del (31.3%), razón por la que se recomienda un buen secado para disminuir el porcentaje de humedad, evitando la desnaturalización de la proteína.

También afirma el autor, que por lo general las cenizas están presentes en los huesos en un (19,85%), este porcentaje desplaza y aminora el contenido proteínico de la harina, por esta razón es recomendable el retiro manual de huesos por su alto contenido graso lo que aumentaría el riesgo de rancidez de los desechos y se llegará a deteriorar si su almacenamiento no es adecuado.

Suzuki (1977, 63) enuncia que la cantidad de grasa bruta varía en el pescado en función de la especie, edad, zona del cuerpo, ciclo sexual y alimentación. De igual manera la cantidad de grasa bruta y el contenido de agua están relacionados inversamente; cuando el contenido de grasa bruta disminuye, el agua se eleva y cuando el contenido de grasa aumenta el agua disminuye. La grasa de pescado tiene un alto índice de yodo, debido a que posee una gran cantidad de ácidos grasos instaurados. En la mayoría de especies de fondo el contenido de grasa es bajo y el contenido de agua es alto.

Cuenca y García (45) aporta que las harinas de pescado son las indicadas para elaborar dietas para peces, pues aceleran el crecimiento de los mismos y compensan las carencias de amino-ácidos esenciales con la ayuda de harinas vegetales, los lípidos presentes en la harina dan un aroma característico al producto sin importancia para el pez que lo consume.

Rivera y Zarama (118) reportan el análisis bromatológico de los desechos de pescado y camarón (aletas, espinazos, cabezas, pieles, vísceras) procedentes de las empresas pesqueras de la ciudad de Tumaco,. Ver tabla 4.

De los análisis reportados, los mismos autores mencionan que el contenido de humedad en las aletas de pescado es más o menos similar a los demás desechos y el contenido graso es relativamente bajo; en cambio es de ésta tabla la mayor proporción proteica (68%) y energética (2,22 Mcal./Kg.) de las aletas de tiburón. además manifiestan que el porcentaje de cenizas es elevado en los espinazos de pescado porque poseen contenidos proteínicos medios y similares entre sí, salvo el caso del berrugate que tiene un menor nivel de proteína (34,93%), atribuible a la elevada concentración de cenizas (48,41%) y grasa (11,50%).

Así mismo, los citados autores mencionan que los contenidos proteínicos de las cabezas de pescado guardan cierta semejanzas entre las especies, pero el nivel

Tabla 4. Composición nutricional de los desechos de pescado

Nutriente %	Pescadilla	Aletas	Espiazo	Cabeza	Pieles	Vísceras
Humedad	31,3	61 -70	63 – 74	64 – 85	55 – 79	72 – 83
Proteína	45 – 70	33 - 68	34 – 46	40 – 53	32 – 70	41 – 67
Ceniza	19,8	27 – 54	23 – 49	26 – 42	3 – 61	7 – 16
Grasa	18,32	2 – 4	0.5 – 28	0.6 – 17	.1 – 34	5 – 47
ELN	13,12	1 – 8	2 – 7	2 – 19	5 – 13	1 – 11
Fibra	3,01					
En. Metab.	3142	1490 – 2000	1550 - 3490	1860 – 2890	1130 – 4400	2450 –4600
Calcio	2,2	5 – 14	5 – 11	6 – 11	0,4 – 14	0,8 – 1.6
Fósforo	1,62	3 – 8	3 – 7	1.3 – 7	0,8 – 7	0,5 – 2
Magnesio		2--4	1 – 3	2,0 – 8,0	0, 8 – 4	0,12 - .3

Análisis Realizados en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

Rivera y Zarama (1995,118)

graso y ceniza muestra variaciones apreciables entre ellas, que pueden deberse a características anatómicas especificas.

Rivera y Zarama (119) reportan que el nivel proteínico de las pieles de pescado es superior al de otras porciones anatómicas evaluadas, (mayor de 62,5%) salvo en el caso de la tilapia que resulto bajo (49%) por la mayor presencia de grasa (34,53%). Las vísceras de pescado poseen un apreciable valor proteico (mayor del 41%) el que esta sustancialmente afectado por el contenido graso de cada especie en particular, y que los valores de minerales de calcio, magnesio y fósforo encontrados en las aletas, espinazos y cabezas de las diferentes especies guardan relación con el nivel de ceniza.

4.5.2 Valor nutritivo de los desechos del camarón. Según Yanase, (1970) citado por Suzuki (64), los valores analíticos son: agua 80%, proteína 12%, grasa 3%, quitina y glucosa 2% y ceniza 3%, además no se han determinado efectos tóxicos con posterioridad a su utilización.

Konagaya, citado por Suzuki (65) dice que la composición química del camarón sin cefalo -tórax y exoesqueleto reflejó un menor contenido de cenizas en el caso del cuerpo completo; respecto a la cantidad de agua, tiene altos valores, mayores a los encontrados en peces comerciales. En materia original posee un 12% de proteína, en materia seca parcial contiene alrededor de 48%; y en lo que respecta a la cutícula se determinó la existencia de 21% de proteína de la muestra original y 40% en la muestra seca.

El citado autor estudió la distribución de la proteasa en el cuerpo del camarón y analizó que en el cefalo - tórax se encuentra más del 95% de la actividad proteica total y en la cola menos del 5%. Dice además que los valores de aminoácidos presentes en la muestra determinan la calidad de la proteína; y que los residuos del camarón poseen una gran calidad nutricional por que en ellos se encuentran grandes cantidades de lisina, fenilalanina y cistina .

Suzuki (65) dice en forma general que los componentes principales de los desperdicios del camarón son el agua, carbonato de calcio y quitina, y además señala que el contenido de lípidos en el camarón varia ampliamente entre 1 y 7% dependiendo del estado de desarrollo de la muestra en el momento que se captura. También reporta el autor que el camarón contiene abundante vitamina A, que se encuentra principalmente en los ojos; y que su cutícula se caracteriza por ser rica en cobre encontrándose resultados de hasta 8,7 mg.

Entre los aminoácidos esenciales se destacan la lisina, metionina, treonina y valina en la elaboración de una dieta. (Sidhu y Col, 1970, citados por Suzuki, 65) afirman que después de comparar el valor nutritivo de la caseína con producción de concentrado proteico obtenido del camarón, habrá una ganancia de peso y valor de la hemoglobina sanguínea.

Iwaltini y Col, (1970), citados por el anterior autor (75), examinaron el valor nutritivo del camarón cocido con vísceras y camarón crudo entero sin grasa liofilizado. Los resultados muestran que la proteína del camarón es algo inferior a

la proteína del huevo pero igual a la caseína; además, existe un valor nutritivo inferior en camarón crudo que en el cocido aunque esta mejorado cuando las vísceras se eliminan del aislado proteico.

4.6 EXPERIENCIAS EN CULTIVOS DE BAGRES DE AGUA DULCE.

La necesidad de resolver el problema alimenticio en todo el mundo ha provocado la creación de unidades de acuicultura y dentro de ellas destacan las granjas para cultivos especiales de trucha, carpa, bagre, tilapia, cachama, camarón, etc.

Esta investigación conlleva a buscar alternativas tecnológicas mediante el aprovechamiento de la fauna íctica nativa como la canchimala (*Ariius multiradiatus*), sin embargo, no existe hasta el momento métodos de cultivo de ésta especie que permitan su producción a escala industrial, la producción de catfish (*Ictalurus punctatus*) por pertenecer a la misma familia de los bagres aporta elementos técnicos importantes para el desarrollo del cultivo artificial de la canchimala (*Ariius multiradiatus*).

Los alevines de bagre pueden confinarse hasta 550.000/ha, si se quiere obtener mayores tamaños el cultivador deberá confinar con menos densidad. (Rubio 205).

Para lograr un cultivo intensivo del pez se puede llevar a cabo en jaulas, estanques largos y abiertos que funcionen como canal o bien en canales de engorde. La producción en estanques abiertos y en jaulas obtienen un

rendimiento de 2.000 kg/ha, en los estanques largos que medio funcionan como canal se obtienen 4.500 kg/ha y en los sistemas de canales de engorde se obtienen 14.000 kg/ha después de un año, estos canales de engorde se construyen en tierra con alto contenido de arcilla, con talud de 3 : 1 en los bordes para evitar que la velocidad del agua levante las partículas, el tirante del agua debe ser de 0.60 a 0.90 m y el espejo de agua de 10 m de ancho por 62.50 m de longitud, la velocidad del agua debe ser de 0.015 m/s en promedio, con el fin de equilibrar el nivel de oxigeno. (Salinas, 1974,3).

El anterior autor afirma que para obtener éxito en el cultivo de bagre se debe tener en cuenta la calidad y cantidad de agua disponible y que cumpla con los siguientes parámetros :

- Temperatura: El bagre crece lentamente de 15,5 a 21,0 °C, pero lo hacen mejor de 21,0 a 26,6°C, por arriba de los 29,4° C la alimentación disminuye y el crecimiento es mas lento.

- pH : El bagre no sufre efectos nocivos en la escala de pH de 5,0 a 8,5 y 6,3 a 7,5, que se considera optimo, un pH de más de 9,5 es probablemente letal.

- Alcalinidad: Se puede medir como dureza total o alcalinidad total. Los valores de estos índices deberán estar entre 20 y 150 ppm o 30 y 200 respectivamente.

- Alimentación: El bagre que crece en altas densidades requiere de un alimento altamente nutritivo con el fin de obtener un buen crecimiento y mantener saludable a los peces. Así mismo, el autor antes citado manifiesta que el alimento debe tener un 28% o 36% de proteína, más las vitaminas y minerales necesarias, el bagre consume dos tipos de alimento: El hundido o el flotante ambos dan un adecuado crecimiento bajo condiciones normales, cabe aclarar que el alimento flotante es demasiado caro y por ende no es favorable para el piscicultor, sin embargo, le permite observar la calidad del alimento que ésta suministrando, para reducir costos se puede pensar en dar a los peces una mezcla de ambos alimentos con valores del 15 % de alimento flotante y 85 % del hundido.

También reporta el autor que la sobrealimentación causa graves trastornos y han demostrado que el bagre crece mejor cuando se alimenta con solo un 90% de lo que ellos voluntariamente desean comer.

Existen dos factores que controlan la cantidad de alimento que ingieren los peces: La temperatura del agua y el tamaño de los peces; indudablemente hay días que los peces comen más de lo normal y algunos otros se alimentan ligeramente. Según el número de alevines, y a una temperatura de 26ºC - 27ºC se alimenta al 5% del peso corporal hasta alcanzar una talla de 25 cm donde se cuantifica la ración y se disminuye a un 3% para luego llevar el control con el peso del animal (Bardach, Ryther, Mclarney, 132).

De igual manera, los mismos autores sostienen que los bagres crecen proporcionalmente más rápido cuando se alimentan los siete días de la semana, inmediatamente que el saco vitelino es absorbido se inicia la nutrición con alimento balanceado en polvo ò harinas de pescado, huevos , soja, trigo, fríjol etc. procurando mantener un 35% de proteína.

A este respecto los autores sugieren una manera muy utilizada de preparar alimento y es a base de yema de huevo cocida y pulverizada, esta se disuelve en 50 cm3 de agua o leche, posteriormente se calcula el peso total de alevines y se proporciona el 5% de este peso.

Bardach, Ryther, Mclarney, (138) afirman que a los alimentos señalados, se les debe adicionar un complejo vitamínico en una proporción de 1% que contenga fundamentalmente vitaminas A, B, C, E, K, Riboflavina, Niacina, Cloruro de Colina y Ácido Pantoténico, la conversión del alimento depende en gran medida de una buena administración, si se pone en práctica las interiores sugerencias se obtienen conversiones de 1,5 - 2 Kg. de alimento por 1,0 Kg. de pescado.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA

El presente estudio se realizó en la estación experimental de hidrocultivos de La Universidad de Nariño sede Costa Pacifica, la cual está ubicada en el municipio de Tumaco a orillas del estero palmichal, a unos 450 metros de la vía que conduce de San Andrés de Tumaco a San Juan de Pasto, con una altura aproximada de 2.0 metros sobre el nivel del mar. La posición geográfica de San Andrés de Tumaco es 1°42'24" de latitud norte, y 78°45´51" de longitud oeste; presenta una temperatura promedio anual de 26.5°C. Centro Control Contaminación del Pacífico CCCP (2.000). La estación experimental se ubica geográficamente de acuerdo con las siguientes coordenadas: 1º47 12,3" de latitud norte y 78º 47´ 44.1" de longitud oeste. Figura 3.

Figura 3. Localización del área de estudio

5.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona se encuentra expuesta a altas precipitaciones que fluctúan entre los 3.000 y 4.550 mm anuales, y es así como se presentan con mayor intensidad durante los primeros meses del año causando bajos niveles de salinidad en los esteros hasta 5 ppt, en el segundo semestre del año, las precipitaciones disminuyen lo que indica que haya aumentos en la salinidad del agua de los esteros hasta 27 ppt, lo anterior ha definido una humedad relativa alta entre el 80 y 85 % todo el año. El ecotipo de la zona se clasifica como bosque húmedo tropical bht (Holdridge).

El clima está determinado fundamentalmente por el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), la cercanía de las masas oceánicas y los eventos del fenómeno El Niño. La temperatura del aire tiene un promedio de 26 ºC, con valores mínimos de 18 ºC y máximos de 33 ºC. Los vientos más predominantes provienen del oeste.

La economía está dada por la explotación de los recursos costeros, básicamente la pesca y el manglar. Pesca de producción espontánea de tipo artesanal, semi-industrial e industrial. Se busca un cambio con el aprovechamiento del recurso hacia la producción con valor agregado.

Las actividades de explotación del manglar, se han visto afectadas por el agotamiento del recurso, sin embargo, la comunidad ha tenido que buscar nuevas fuentes de ingreso para la subsistencia.

El municipio de San Andrés de Tumaco presenta Infraestructura vial adaptada al medio, cuenta con carreteras pavimentadas, vía marítima y caminos de herradura que le permiten comunicarse con el resto del país y generar procesos de desarrollo en la región. En la actualidad el municipio cuenta con empresas del sector público y privado, entre ellas podemos mencionar las instalaciones del puerto pesquero, del centro de control de contaminación del Pacífico (CCCP), muelles, aeropuerto, planta industrial de ECOPETROL, piscinas camaroneras y diversas plantas de la industria pesquera.

En el paisaje hay predominio del ambiente natural sobre lo construido, sin embargo, se observan grandes cultivos de palma africana, plantaciones de coco y otros cultivos de la región que son utilizados en el sustento diario de sus habitantes.

5.3 INSTALACIONES FÍSICAS

5.3.1 Piletas de alevinaje : El módulo está compuesto por seis (6) piletas rectangulares construidas en concreto y recubiertas sus paredes con pintura epóxica, con dimensiones de: Longitud 2,50 m; ancho 0,60 m; alto 0,50 m, que

definen un volumen total de 0.75 m3 y una capacidad efectiva de almacenamiento de 500 litros cada uno, además cuenta con filtros y una tubería de drenaje que permite la colocación de un tubo para el control del nivel de agua. El ingreso del agua es a través de tubería pvc de ½ pulgada y la salida de 2 pulgadas; el suministro de aire se realiza mediante tubería de ½ pulgada perforada, ubicada en el fondo. Figura 4.

Las piletas están construidas de tal forma que permiten el libre desplazamiento de los operarios, lo que facilita las actividades de control, mantenimiento y desinfección.

5.3.2 Toma de agua : Para el funcionamiento del proyecto, el agua fue tomada de la parte noreste del estero del Palmichal, utilizando una electro bomba de un caballo de fuerza (1HP) y un caudal de 1.5 lps, y conducida hacia tanques reservorios con capacidad para almacenar 6000 litros de agua; antes de que el agua llegara a los reservorios, se trató previamente pasándola a través de filtros de arena, filtros de piola (5 micras de ojo), y carbón activado. No se utilizó luz ultravioleta. El agua es conducida por gravedad desde el reservorio hasta las piletas de alevinaje. Figura 5 y 6.

Figura 4. Instalaciones del hatchery estación experimental

Figura 5. Succión del agua mediante el sistema de punteras.

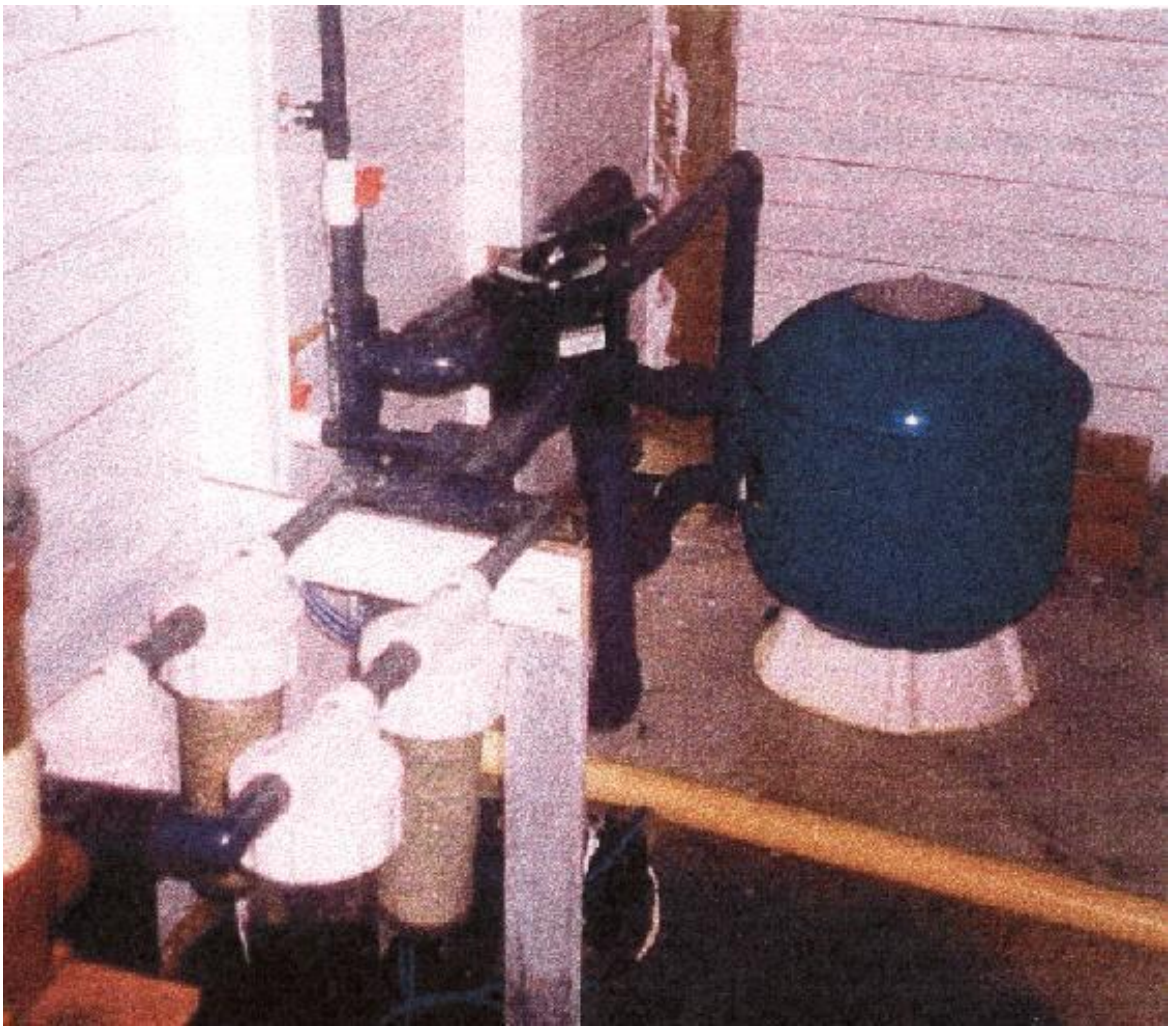

Figura 6. Sistema de bombeo y filtrado del agua, Estación experimental Universidad de Nariño. Tumaco.

5.4 EQUIPOS Y UTENSILIOS

Para la realización del trabajo se hizo uso frecuente de los siguientes elementos:

5.4.1 EQUIPOS

pH- metro Hatch point.

Termómetro

Oxímetro Hatch YSI modelo 85

Refractómetro o salinómetro

Kit FF-1A para determinar alcalinidad, dureza, amonio, dióxido de carbono, oxígeno, pH, nitritos y cloruros.

Balanza gramera – ohaus, precisión 0.01 g

Estufa con graduación de temperatura

Horno de mufla con graduación de temperatura

Motobomba de 1 Hp

Blower

Molinos

Hornos

Nevera

Calculadora

5.4.2. UTENSILIOS

Ictiómetro

Nasas

Cedazo

Baldes de doce litros

Filtro de piola, filtro de arena

Cuchillos

Bandejas

Beakers

Buretas

Pipetas

Atarraya

5.5 EJEMPLARES

Para la captura de la semilla fue necesario realizar un sondeo previo a pescadores y personas conocedoras de la región, con el fin de determinar algunos núcleos de concentración de los cardúmenes.

Las capturas se realizaron en junio del 2000 para ello fue necesario desplazarnos a bordo de una lancha con motor fuera de borda de 45 HP. Los peces se capturaron en los corregimientos de Vaquería y Bocagrande, utilizando una malla de pesca de ¾ de pulgada y cebando el cardumen con vísceras de pescado o

cáscara de camarón. Ver Figura 7. En los sitios de captura se determinaron los siguientes parámetros:

- Corregimiento de vaquería: Oxígeno disuelto 4,0 mg/l; Temperatura 25.8 °C; pH 6,4 y Salinidad 19 ppt

- Corregimiento de Bocagrande: Oxígeno disuelto 5,4 mg/l; Temperatura 29,6 °C; pH 7,8 y Salinidad 30 ppt

El mejor método para la captura es encerrando al cardumen con la red y desplazándolos lentamente hacia la orilla. Los peces se traspasaron luego a un tanque transportador provisto de aireación permanente y transportados hasta el lugar de siembra en un tiempo aproximado de 30 minutos. La supervivencia durante el transporte fue del 100 %.

En el sitio del proyecto se procedió a aclimatar a los animales en un tanque circular de concreto con capacidad de 2000 litros de agua. En total se capturó un lote de 300 peces, los cuales se sometieron a un periodo de adaptación durante cinco (5) días, luego se seleccionaron los de peso y talla más homogéneos (3,2 – 3,6 g) y con mayor vitalidad al igual que la habilidad para atrapar el alimento, y se colocaron

en las piletas experimentales de 500 litros cada una con una densidad de carga de un pez por cada 10 litros de agua, para un total de cincuenta (50) animales por pileta. Para la evaluación de las dietas experimentales se destinaron 2 piletas por cada tratamiento.

5.6 DIETAS EXPERIMENTALES

A cada una de las dietas experimentales utilizadas, se les efectúo el análisis bromatológico, en el cual se incluyó materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta, energía calcio, fósforo y cenizas. La energía se valoró mediante bomba calorimétrica. Anexos A y B.

5.6.1. Formulación y elaboración de las dietas: Las dietas experimentales se formularon y balancearon utilizando el cuadrado de Pearson, modificado. Para la elaboración de las dietas experimentales se formuló una con 40 % de proteína como se indica en la tabla 5, otra con 30% de proteína bruta a base de los ingredientes que se indican en la tabla 6; y finalmente una dieta basada en la mezcla de carne fresca de diferentes especies de pescado (Pescadilla) considerados subproductos de la pesquería local (tabla 7).

Tabla 5. Dieta con 40% de proteína para alimentación de canchimala (*Ariius multiradiatus*)

INSUMO	CANTIDAD
Harina cabeza de camarón	10,1
Harina de pescado	37.2
Harina vísceras de pescado	5
Torta de soya	10
Harina de trigo	12,6
Harina de maíz	5
Maizena	3,1
Salvado de trigo	10
Aceite de pescado	4
Premezcla de vitaminas	1,5
Premezcla de minerales	1,5
VALOR NUTRICIONAL (Base seca %)	
Ceniza	17,47
Extracto Etéreo	8,77
Fibra Cruda	3,62
Proteína	39,6
E.N.N	33,32
Calcio	4,56
Fósforo	2,26
Energía	412 (Kcal./100g)

Valoración nutricional mediante análisis bromatológico. Laboratorios de Nutrición Universidad de Nariño.

Tabla 6. Dieta con 30% de proteína para alimentación de canchimala (*Ariius multiradiatus*)

INSUMO	CANTIDAD
Harina cabeza de camarón	10
Harina de pescado	18,5
Harina vísceras de pescado	5
Torta de soya	10
Harina de trigo	31,4
Harina de maíz	5
Maizena	1,7
Salvado de trigo	10
Aceite de pescado	5,4
Premezcla de vitaminas	1,5
Premezcla de minerales	1,5
VALOR NUTRICIONAL (Base seca %)	
Ceniza	13,04
Extracto Etéreo	5,67
Fibra Cruda	8,9
Proteína	29,06
E.N.N	43,32
Calcio	2,83
Fósforo	1,26
Energía	424 (Kcal./100g)

Valoración nutricional mediante análisis bromatológico.
Laboratorios de Nutrición Universidad de Nariño.

Las materias primas como maíz, cabeza de camarón, vísceras (previamente secas), fueron pasadas por un molino y al igual que las otras materias primas se pasaron por un tamiz de 500 micras para la obtención de un tamaño de partícula uniforme. Luego de haber tamizado cada una de las materias primas, éstas fueron pesadas de acuerdo con la formulación de las dietas, se mezclaron durante veinte (20) minutos en una bandeja hasta lograr una consistencia homogénea. El granulado se elaboró en un molino peletizador para obtener un tamaño de pellet de acuerdo a la boca del pez. Una vez fabricado el pellet, este se coloca en unas bandejas y se llevan al horno en donde se secan a 60°C durante un tiempo de cinco (5) horas. (CENAIM, 1999,18).

5.7 PROFILAXIS

Se realizó una desinfección previa de los tanques y utensilios que intervinieron en la manipulación de los peces, utilizando cloro a una concentración de 50 ppm de hipoclorito 2,0% de acuerdo a lo recomendado por Morcillo y Quiñónez (1999,107). Diariamente se hizo limpieza del fondo de los tanques drenando por medio de una manguera las heces y residuos de alimentos para evitar la Contaminación del

agua. El cambio de agua, vaciado y llenado del 50% de los tanques se hicieron diariamente durante la fase experimental.

Tabla 7. Dieta a base de Carne molida

de peces de poco valor comercial

ESPECIE – INSUMO	CANTIDAD %
Sierra (*Scomberomorus sierra*)	10
Lisa (*Mugil spp*)	30
Pargo (*Lutjanus spp*)	5
Chame (*Dormitator latifrons*)	20
Cherna (*Epinephelus striatus*)	5
Picuda (*Sphyraena ensis*)	5
Machetajo (*Centropomus patinatas*)	5
Alguacil (*Bagre pinnimaculatus*)	5
Jurel (*Coranx bartholomael*	5
Pelada (*Cynoscion analis*)	5
Palometa (*Trachinotus paitensis*)	5
VALOR NUTRICIONAL (Base seca %)	
Ceniza	10,39
Extracto Etéreo	14,62
Fibra Cruda	0,1
Proteína	74,78
E.N.N	0,11
Calcio	1,73
Fósforo	1,74
Energía	558 (Kcal./100g)

Valoración nutricional mediante análisis bromatológico.
Laboratorios de Nutrición Universidad de Nariño.

5.8 ALIMENTACIÓN

Las dietas fueron suministradas a razón del 5,0% del peso corporal, con el fin de ofrecer la cantidad máxima de alimento para mantener la estructura y funcionamiento de los tejidos, es decir la tasa metabólica basal según lo propuesto por Quintero y Cortés (1991), citado por Torres y Uribe (1995,45). Las dietas fueron suministradas a los peces tres (3) veces al día, una a las 8:00 a.m., 1:00 p.m. y otra a las 4:00 p.m. y se ajustaron de acuerdo con la biomasa, después de realizar un muestreo de peso cada quince (15) días. Los datos se recolectaron en tablas previamente diseñadas (Anexo C).

5.9 MONITOREO DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA DE CULTIVO

Al inicio de la fase experimental se determinaron las condiciones de calidad del agua del estero Palmichal, la tabla 8 indica los resultados de los Análisis físico-químicos y además se presenta un comparativo de años anteriores.

El monitoreo diario de la calidad del agua se realizó mediante la determinación de: Temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad. Para la medición de éstas variables se utilizó el equipo para análisis de aguas HACH FF-1A, oxigenómetro YSI modelo 85, pH-metro y refractómetro. Las mediciones se efectuaron dos (2) veces al día antes de cada alimentación (7:00 a.m.- 3:00 p.m.) durante los cuatro

(4) meses de la etapa experimental, y así obtener un promedio de las condiciones fisicoquímicas del agua. Los datos se registraron en tablas previamente elaboradas para cada parámetro.

5.10 MUESTREOS

Talla y peso. Para determinar éstas dos (2) variables se realizaron muestreos cada quince (15) días en horas de la mañana, durante éste día los peces no se alimentaron con el fin lograr mayor precisión en la medición.

Con la ayuda de una malla plástica se acorraló a los animales a un extremo del tanque, utilizando un chayo se obtuvo la muestra del 10% de la población total, y con la ayuda de un ictiómetro graduado en centímetros con aproximación al milímetro, se determinó la longitud total (distancia de la punta del hocico mandíbula superior, a la punta más alejada de la aleta caudal) y la longitud estándar (distancia desde la punta del hocico a la base de la aleta caudal) (Rubio, 16). El peso total se determinó en una balanza con capacidad de 1 Kg. y una precisión de 0,1 g; los datos se consignaron en respectivos registros previamente elaborados.

TABLA 8. Análisis Físico Químico del agua del Estero Palmichal.

PARAMETRO	ESTA INVESTIGACIÓN	REPORTES ANTERIORES *
Salinidad	14.6 ppt.	10 –30 ppt
Temperatura	25.8 ºC	26.1 – 27 ºC
Oxígeno disuelto	7.8 ppm	3.5 – 4.5 mg/l
pH	8,3	6.5 – 8
Dióxido de carbono		40 mg/l
Nitrito	0,3 mg/lt.	0.7 mg/l
Amonio	0,3 mg/lt.	0.3 mg/l
Alcalinidad		75:00:00
Dureza		56:00:00
Hierro		0.03 mg/l
Fósforo		0.10 mg/l
Sílice		0.10 mg/l
Nitratos	0,4 mg/lt.	0.21 mg/l
Amonio no ionizado	0.02 mg/lt.	

* Fuente: Morcillo y Quiñones (1999, 107)

5.11 DISEÑO EXPERIMENTAL Y PRUEBA ESTADISTICA

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DÍA), conformado por tres(3) tratamientos y dos réplicas para cada tratamiento.

5.11.1 Tratamientos : Los tratamientos están conformados por una dieta a base de carne de pescado fresco y dos (2) dietas artificiales de las siguiente manera:

T0	Dieta testigo basado en pescado fresco molido
T1	Dieta con 40% de proteína bruta
T2	Dieta con 30% de proteína bruta

5.11.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PROCESAMIENTO DE DATOS: Para determinar si existen o no diferencias significativas entre las dietas experimentales se priorizó un análisis de varianza (ANDEVA), para evidenciar la diferencia estadística entre tratamientos. Se utilizó un nivel del 5% de probabilidad por la prueba de Tukey para analizar cual es el mejor tratamiento mediante el contraste de medias. Para el análisis de varianza se utilizó el siguiente modelo matemático:

$Yi_j = M + T_i + ?ij$ de donde:

Yij = respuesta de la i–ésima unidad experimental que recibe el j-ésimo tratamiento

M = Media

T_i = Efecto del i- ésimo tratamiento

i = Repetición 1 y 2

j = tratamiento 1, 2 y 3

?ij = Error experimental asociado y la i- ésima unidad experimental sometida al j-ésimo tratamiento.

Se realizaron análisis de varianza, para las variables sobrevivencia, incremento de peso y longitud total para reconocer la significancia entre los tratamientos .

5.12 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

Hipótesis nula (Ho): Las diferentes dietas experimentales producen los mismos rendimientos técnicos y biológicos durante el alevinaje de canchimala (*Ariius multiradiatus).*

T0 = T1 = T2

Hipótesis alterna (H1): Las dietas experimentales producen resultados distintos en por lo menos una característica biológica y técnica durante el alevinaje de la canchimala (*Ariius multiradiatus*).

T0 ≠ T1 ≠ T2

5.13 VARIABLES A EVALUAR

5.13.1 Relación Talla – Peso : Esta relación nos describe el crecimiento relativo en peso de una especie cualquiera. Estas variables se evaluaron a través de la ecuación potencial de Boon Berthalanphy que relacionan estas dos (2) variables.

$$W = a + b \log T$$

Donde:

W = Peso

a = Factor de correlación del peso igual a 0,017

b = Factor de correlación de la talla igual a 2,99

T = Talla

5.13.2 Tasa de crecimiento : Esta determina el incremento en peso que experimentan los animales a medida que transcurre el tiempo de acuerdo al siguiente modelo matemático.

$$TC = \frac{Pf - Pi}{t\left(\frac{Pf - Pi}{2}\right)} x100$$

Donde:

TC = tasa de crecimiento total

Pi = peso inicial

Pf = peso final

t = tiempo en días

5.13.3 Peso final : relaciona la biomasa final obtenida al terminar el experimento, de acuerdo a:

$$Pf = \frac{BiomasaTotal}{N^{o}\,deIndividuos}$$

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

Calculo del incremento de biomasa (IB)

IB = peso final x No de alevinos – peso inicial x No de alevinos

Calculo del factor de conversión alimenticia (FCA)

$$FCA = \frac{AlimentoConsumido}{IB}$$

5.13.5 Sobrevivencia : Nos determina el número de animales que se obtiene al finalizar el experimento. Para ello se utilizo la siguiente formula.

$$\%S = \frac{N^{o}\ de Peces Cosechados}{N^{o}\ de Peces Sembrados} x100$$

5.13.6 Curvas de crecimiento : Determina el comportamiento de la especie bajo las condiciones de cultivo, tanto en peso como en talla, también es posible apreciar las relaciones existentes entre los parámetros ambientales y los incrementos en peso y talla, para cada uno de los tratamientos en mención, para ello los datos obtenidos se relacionan en plano cartesiano y se grafican por medio de curvas.

5.14 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

Este se estableció con base en los costos directos de producción, teniendo en cuenta el costo del alimento (balanceado elaborado y pescado fresco), y desinfectantes. No se tuvo en cuenta en este análisis mano de obra, depreciaciones, intereses de oportunidad, etc.; por considerarse constantes para los tratamientos experimentales y los afectan en igual medida, además es consecuente con la naturaleza investigativa de ésta metodología a nivel de laboratorio.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 PARAMETROS FISICO QUIMICOS

Durante el periodo experimental los parámetros físicos – químicos no presentaron niveles críticos, de tal manera que la canchimala (*Ariius multiradiatus*) no fue afectada negativamente por cambios en dichas variables ambientales de cultivo. (Ver tabla 9).

El oxígeno disuelto presentó una concentración promedia de 3.2 mg/lt (Anexo D), durante toda la fase de alevinaje, dicho nivel está dentro del rango aceptado para las especies ícticas en cultivo y coincide con la concentración de este gas en las zonas de captura que no sobrepasaron niveles de 4 mg/lt, a excepción del punto ubicado en Boca Grande que presentó un nivel de 5 mg /lt, debido a la marcada influencia mareal.

La variación total de oxígeno fue de 0.9 mg entre los valores máximos y mínimos encontrados en los tratamientos experimentales, dicha variación no fue diaria sino

Tabla 9. Parámetros Fisicoquímicos del agua durante el cultivo de Canchimala

PARÁMETRO	UNIDAD	TRATAMIENTO CERO (T0)			TRATAMIENTO UNO (T1)			TRATAMIENTO DOS (T2)		
		Promedio	Valor máximo	Valor mínimo	Promedio	Valor máximo	Valor mínimo	Promedio	Valor máximo	Valor mínimo
Oxigeno disuelto	Mg/l	3,28	3,73	2,98	3,08	3,6	2,52	3,09	3,7	2,7
Temperatura	ºC	25,5	26,0	25,0	25,68	26,5	25,0	25,91	26,5	25,0
Salinidad	o/oo	20,5	25,0	15,0	20,5	25,0	15,0	20,5	25,0	15,0
pH		7,63	8,22	6,92	7,44	8,0	7,0	7,5	8,0	7,0

que ocurrió a lo largo del periodo de investigación; de todas maneras la detección de los niveles menores a 3 mg/lt., se contrarestaron con la realización de recambios superiores al 50% del volumen total de la unidad experimental recuperando así el punto de equilibrio, es decir conservando un nivel superior del 38 % de saturación de este gas en el agua.

La buena calidad del agua es producto de un riguroso plan de manejo que mediante recambios diarios y sifoneo de fondos permitió mantener adecuados niveles de oxígeno en el agua y bajas concentraciones de CO_2 y amonio, producidos por la alta densidad de ejemplares por cada unidad experimental. La figura 8, indica las variaciones de Oxígeno en los diferentes tratamientos.

En la figura 9, se observa que la temperatura experimentó variaciones de 1ºC, siendo mínimas en atención a que dicho cambio se realizó durante el periodo de cultivo (4 meses) y no sobre la base diaria; lo cual no se constituye en un factor de riesgo para el crecimiento o sobrevivencia de los ejemplares. De otra parte éste parámetro es igual a la temperatura del sitio de captura que presentó un valor 25.8ºC. En general la temperatura promedio para los tratamientos experimentales fue de 25.66 ºC (Anexo E) considerada adecuada para esta especie y similar a la temperatura del mar en la Costa Pacifica Nariñense.

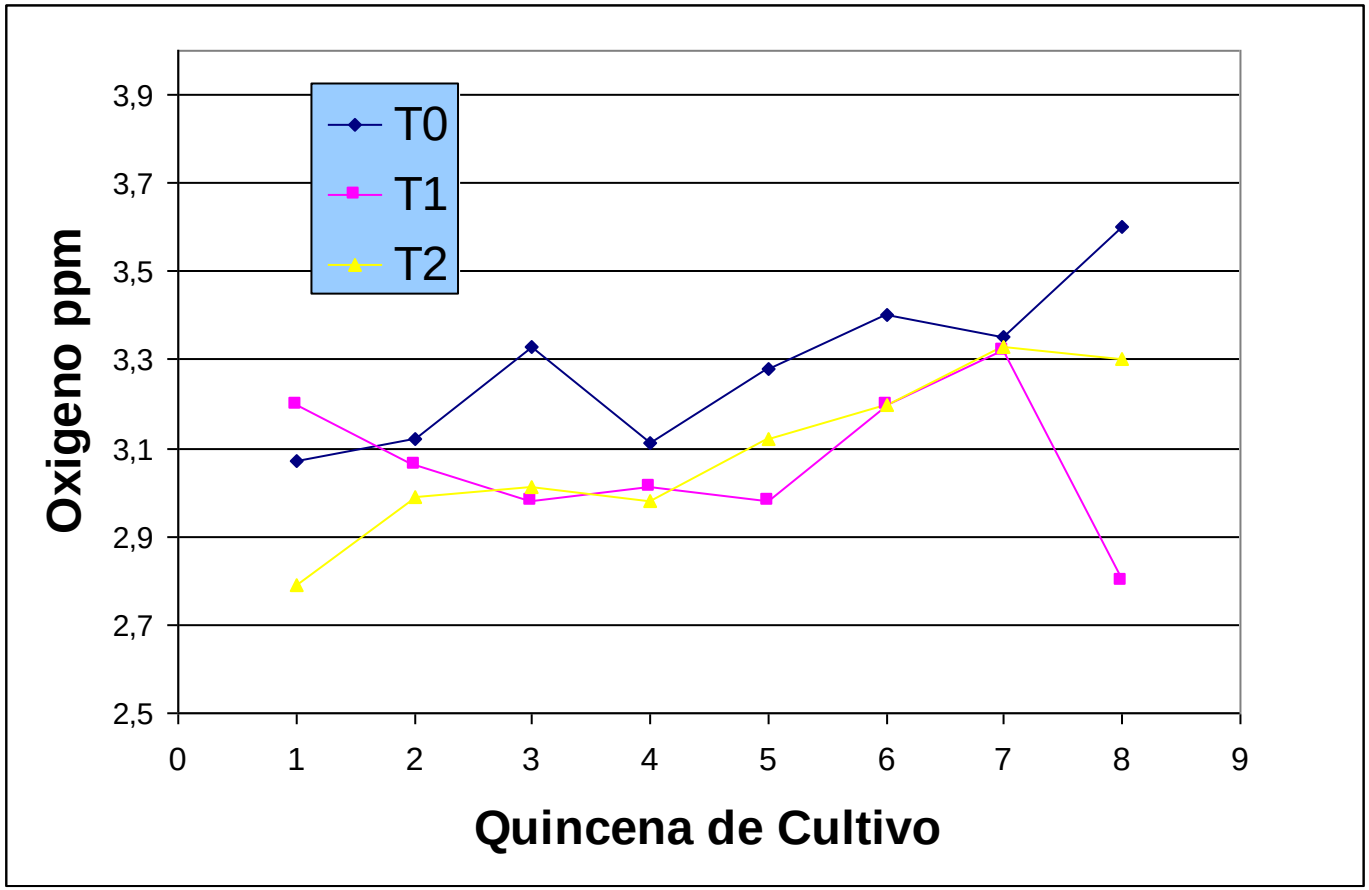

Figura 8 Variación del oxígeno disuelto durante la fase experimental.

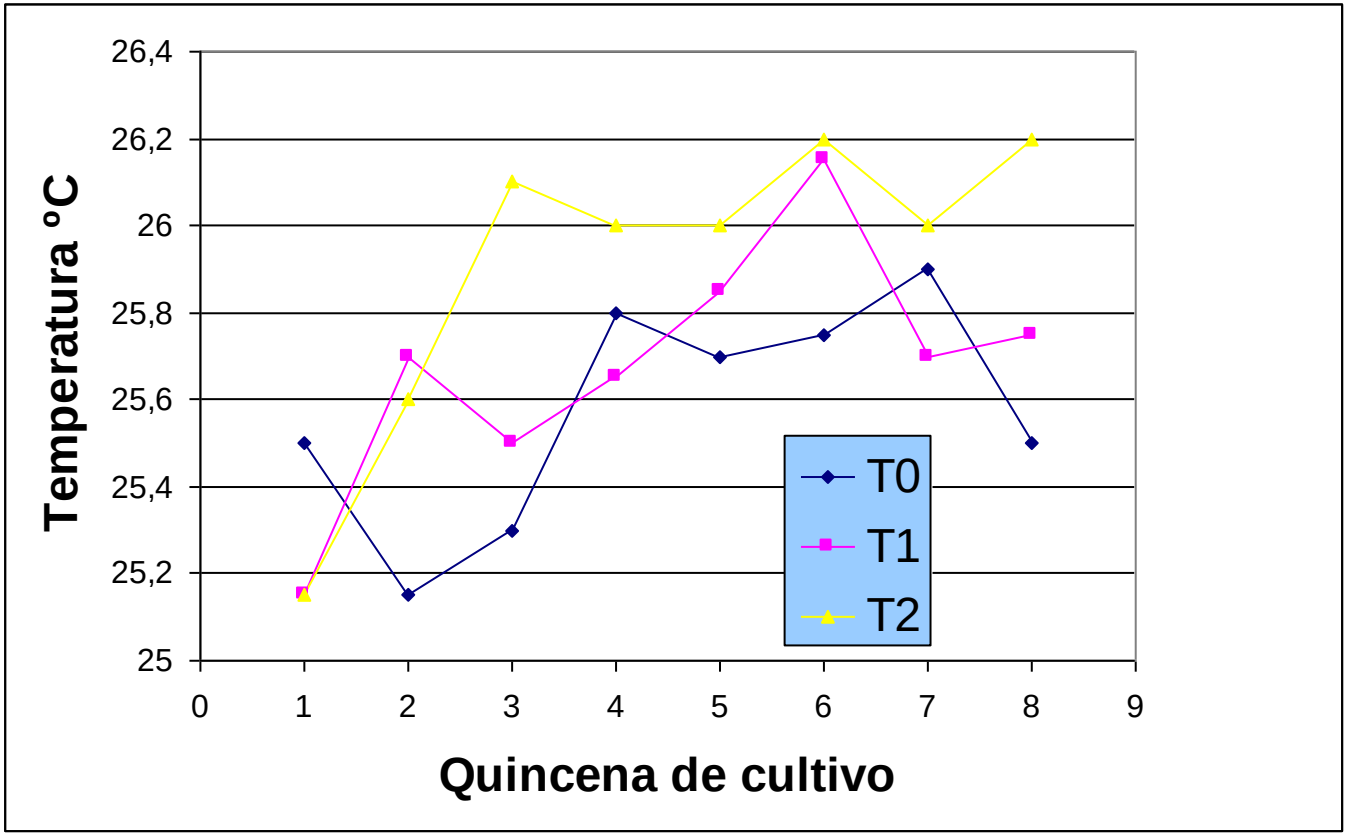

Figura 9. Variación del temperatura durante la fase experimental.

La salinidad es un parámetro que depende de las condiciones de precipitación local, dado que la fuente de abastecimiento corresponde a aguas estuarinas, el promedio para ésta variable fue de 19.87 ppt, este parámetro presentó una variación de 10 ppt durante la fase de alevinaje siendo la concentración mínima de 15 ppt y la máxima de 25 ppt, como se indica en el Anexo G.

No obstante dicha variación ocurrió en un espacio temporal amplio superior a 30 días, lo que permitió que los animales se adapten a las condiciones de baja salinidad, sin causar efectos negativos en los ejemplares, efecto que podría ocurrir si éstos cambios fueran bruscos en la salinidad es decir si se dieran en periodos cortos de tiempo (24 horas).

De otra parte Gutiérrez y Rubio (1990,560), comprobaron que el tipo de bagre de ésta especie se caracteriza por su gran tolerancia a diferentes rangos de salinidad (especie eurihalina), lo que hace que se adapte fácilmente a condiciones artificiales de cultivo como se demostró en esta investigación.

La figura 10 indica la variación del pH, ésta variable presentó un valor promedio de 7,5 el cual es considerado neutro y adecuado para el cultivo de una gran diversidad de especies ícticas marinas, se considera como valores críticos de pH a los inferiores a 5 y superiores a 9. (Anexo G). El valor mínimo de pH fue de 6.92 y

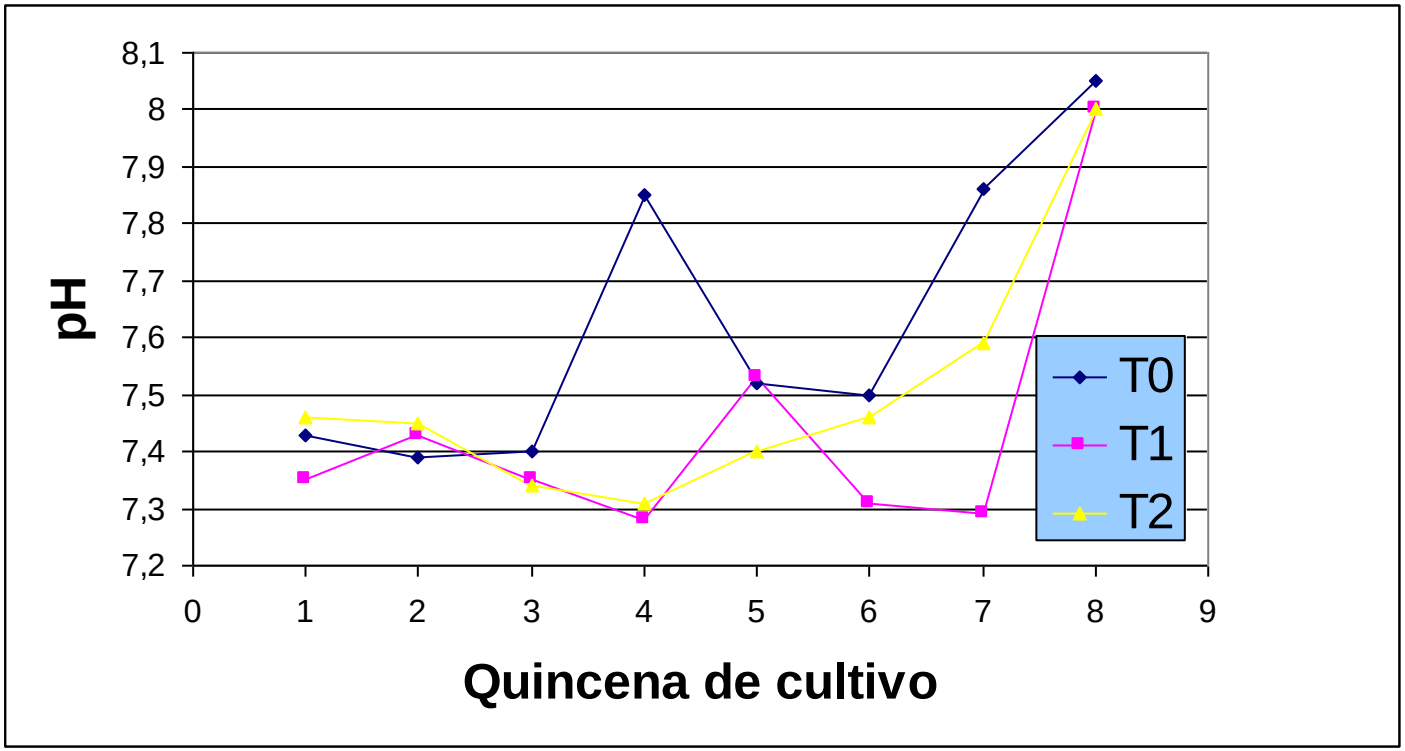

Figura 10. Variación del pH durante la fase experimental.

máximo de 8.22 es decir una variación de 1,3 a lo largo del periodo experimental considerándose como adecuado este parámetro para el cultivo de la especie.

Para la interacción pH - amonio se hizo monitoreos frecuentes, puesto que la conversión del ión amonio (NH4) ionizado a no ionizado (NH3) está en función directamente proporcional al pH, durante la fase de cultivo la concentración de amonio fue de 0.3 mg/lt. y que en función del pH más alto registrado durante la fase experimental (8,22) y a las condicones de temperatura anotadas se estimó en 0.026 mg/lt el cual está por debajo de la concentración crítica de 0.1 mg/lt según lo recomendado por la FAO (1974), citado por Morcillo y Quiñónez (1999, 20).

Por lo tanto las mediciones de las variables físico-químicas determinadas fueron normales durante el cultivo, y la dieta se constituyó en la única fuente de variación de tal manera, que los efectos sobre el comportamiento de ésta especie se deben a las características nutricionales de las dietas experimentales.

6.2 CRECIMIENTO

El crecimiento se analizó teniendo en cuenta tres aspectos: El incremento de peso, el peso final y la tasa de crecimiento diario, al respecto se encontró que:

6.2.1 Incremento de peso : El incremento quincenal de peso presentó un promedio de 1.75 g para T0, 1.01 gramos para T1 y 0.98 g. para el T2 . El análisis de varianza indica que existe diferencia estadística entre los tratamientos experimentales al 95 de confianza (Anexo H). La prueba de Tukey indica que existe diferencia estadística significativa entre T0 y los demás tratamientos , es decir que los mejores incrementos de peso se obtuvieron con la dieta a base de carne de pescado fresco en relación con las dietas artificiales.

La Figura 11 muestra la curva de crecimiento quincenal para la canchimala en los diferentes tratamientos, en ella se observa que el T0 conserva un incremento superior de peso a lo largo del ciclo de cultivo y que por los efectos aditivos de dicha ganancia, el peso final supera ampliamente a los demás tratamientos experimentales.

No obstante al inicio de la fase de alevinaje hasta los treinta (30) días de cultivo los tratamientos presentan un comportamiento similar en cuanto a peso (5 g. aproximadamente), a partir de este periodo se evidencia un aumento acelerado en la ganancia de peso en el testigo a diferencia de los ejemplares que recibieron las dietas artificiales (40 y 30 % de proteína) posiblemente debido a que el alimento no cubrió las necesidades proteicas para sostener elevadas de tasas de crecimiento.

6.2.2 Peso final : El peso final para el T0 fue de 17.22 gramos; para el T1 de 11.47 g y para el T2 de 11.54, al realizar el análisis de varianza se encontró que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, la prueba de Tukey demostró que existe diferencia estadística significativa entre T0 y los demás tratamientos experimentales (T1, T2), siendo el mejor peso final el obtenido por T0. (ver anexo I)

Teniendo en cuenta que las condiciones de cultivo fueron iguales para los diferentes tratamientos, la única fuente de variación la constituye las diferentes dietas experimentales, de tal manera que el efecto positivo en cuanto a crecimiento mostrado por el T0 se debió al suministro de la carne de pescado fresca como la única fuente alimenticia.

En el T0, el nivel de proteína fue de 74,78 % con 5.580 kilo calorías de ED/kg de alimento lo cual define una relación energía proteína de 7.46 caloría por cada gramo de proteína, asegurando de una parte un suministro adecuado de amino ácidos para la síntesis de tejido corporal y la energía suficiente para sustentar los procesos anabólicos que supone el crecimiento, tal como lo recomienda Cowey (1979), Millikin (1982), citados por Walton (226), quienes consideran que para conseguir la producción máxima de proteína muscular (crecimiento) de todas las especies de peces (tanto carnívoras como herbívoras) es necesario alimentarlos con dietas que contengan niveles relativamente altos de proteína de alta calidad.

En el T1 y T2 los niveles proteicos (40 y 30% respectivamente) representan aproximadamente el 50% del aporte proteico de la carne de pescado lo cual explican suficientemente los resultados encontrados. La relación energética para el T1 es de 10.4 calorías por cada gramo de proteína, ajustándose a lo recomendado por Matty (1986), citado por López (37), no obstante el T2 con 14,59 calorías por cada gramo de proteína supera en 4,5 calorías lo recomendado por los mismos autores, generando un excedente energético en la dieta y que aunado a una deficiencia proteica ocasionaron imbalances nutricionales que se reflejaron en el bajo crecimiento de ésta especie carnívora, contradiciendo lo reportado por Halver (1988), quien encontró que niveles de 32 % de proteína producen óptimos rendimientos en los Bagres.

De otra parte observaciones sobre los hábitos alimenticios de éste bagre (*Ariius multiradiatus*) demuestran que es una especie altamente carnívora como se aprecia en la figura 12, de tal manera que se ha demostrado que para la canchimala las dietas deben contener niveles superiores a 40% de proteína para mejorar los rendimientos obtenidos en esta investigación.

Figura 12. Contenido estomacal de la canchimala (*Ariius multiradiatus*), capturada del medio natural.

Por otro lado, la inclusión de carbohidratos (ELN) en niveles de 33 y 43 % de las dietas (T1 y T2 respectivamente), en comparación con 0.11% de la dieta testigo indican una mala asimilación de estos compuestos carbonados como fuente energética, en su lugar las grasas resultan ser la mejor fuente de energía para estos bagres puesto que la dieta con mayor contenido energético corresponde al tratamiento testigo con 14.6 % de lípidos presentando los mejores rendimientos biológicos en cuanto a crecimiento.

La canchimala presentó menores incrementos de peso semanal con relación a otras especies cultivadas en la Costa Pacífica como el chame (*dormitaor latifrons*), tilapia (*Oreochromis spp*.), pargo (*Lutjanus spp*) y Lisa (*mugil spp*), ésta característica de lento crecimiento le confiere a estos bagres un potencial como peces para la ornamentación debido a su rasgos morfológicos y coloración que los hace atractivos para este tipo de industria.

6.2.3 Tasa de crecimiento: Los resultados al final del bioensayo para establecer la tasa de crecimiento fueron los siguientes: Para el Tratamiento 0 de 1,1 %, el Tratamiento 1 con 0.91 % y el Tratamiento 2 con 0,90 %.

De acuerdo con Ramírez (1994), citado por Angulo et al.(1999, 48), el crecimiento de un pez es bueno cuando aumenta entre 2,5 a 3,0 % o más de su peso diariamente ; es razonable cuando aumenta entre 1,5 a 2,0 % y malo cuando crece solamente 1% de su peso diariamente.

La tasa de crecimiento refleja el potencial de ganancia de peso, en el cual se conjugan tanto el potencial genético del ejemplar como las condiciones ambientales que permiten expresar en el fenotipo dicha capacidad biológica; en ésta primera experiencia de cultivo la canchimala mostró un bajo desempeño en cuanto a la tasa de crecimiento, lo cual debe motivar futuras investigaciones bajo otras condiciones de confinamiento, con el fin de definir el potencial genético de la especie, de todas maneras las evidencias encontradas sugieren que esta especie presenta un ciclo de vida más largo y una talla adulta pequeña.

En comparación con otras especies marinas cultivadas en la zona como el chame, pargo y lisa la canchimala presentó un bajo crecimiento. A pesar de este aspecto limitante, la canchimala ofrece otras características deseables en acuicultura como son: su rusticidad frente a las condiciones ambientales de cultivo y alta densidad de siembra, además es una especie capaz de utilizar residuos de pesquería como la única fuente de alimentación sin otros aditivos de alto costo y difícil consecución a nivel local.

Según Cho, (228), los regímenes de cultivo que procuran altos niveles de ingesta de alimentos se realizan mediante la provisión de dietas bien equilibradas, en forma estable y fácilmente capturable por el pez, así como unas condiciones que minimicen el estrés sufrido por los peces, que promuevan un crecimiento más rápido y por tanto una mayor eficiencia en la retención de energía; de allí que futuras investigaciones deben evaluar el cultivo de canchimala basada en

dietas con altos niveles de proteína (50 % o más) y en otros ambientes de cultivo como estanques o corrales.

6.3 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para evaluar ésta variable, se llevó registros periódicos de peso cada 15 días, con el fin de ajustar la ingesta de alimento a suministrar diariamente, al final del periodo de experimentación se cuantificó la ingesta total y la ganancia de peso para evaluar la conversión alimenticia.

Durante un periodo de 120 días, las conversiones promedio para cada tratamiento fueron: para el T0 de 5,07; para el T1 de 7,6 y de 7.8 para el T2. Los resultados obtenidos no están dentro de los rangos generales propuestos para algunos cultivos de peces, tanto de aguas dulces como marinas ; Angulo et al.(41) reportan factores de conversión alimenticia aparentes de 1 :1 en la determinación del crecimiento del chame (*Dormitator latifrons*). Las bajas conversiones alimenticias en la evaluación de éstas dietas se debieron posiblemente a las siguientes causas:

- El canchimalo (*Ariius multiradiatus*) tiene una baja capacidad de crecimiento
- No asimila bien las materias primas de origen vegetal
- Los recintos artificiales de cultivo sobre un sustrato duro, no se asemejan a los hábitat de esta especie. Rubio (216), reporta que el Canchimalo vive sobre

fondos fangosos y arenosos, lo que podría limitar su crecimiento cuando las condiciones de cultivo no son idénticas a las de su medio.

Según Gutiérrez y Rubio (356), los ARIIDAE son una especie netamente carnívora, consumidora de tercer orden. Su alimento lo constituyen las larvas de decápodos, copépodos, ostrácodos, camarones, jaibas, cangrejos, peces, poliquetos y moluscos ; por lo que se podría afirmar que el T0 alimentado con carne de pescado presentó el mejor rendimiento debido a la semejanza con su dieta natural, en cambio las dietas experimentales artificiales no suplían los requerimientos demandados por la especie, limitando su crecimiento ya que los niveles de proteína evaluados no garantizaron la satisfacción de los altos requerimientos nutricionales de ésta especie.

Al realizar el análisis de varianza para este factor se encontró que existe diferencia estadística entre los tratamientos experimentales (Anexo J). Con la prueba de Tukey se encontró que el mejor tratamiento es el testigo, es decir que existe diferencia significativa entre el T0 y los demás tratamientos; comportándose igual los tratamientos T! Y T2 con 40 y 30 % de proteína respectivamente.

Cultivadores de bagres *Clarias batrachus* (Lineaus) en Tailandia, han logrado conversiones de 5 :1 a 6 : 1 confinando alevines en estanques de producción a razón de 180 animales /mt2 hasta una talla comercial de 26 cm y 45 gramos de peso, alimentados con una mezcla de desperdicios de pescado seco molido,

arroz quebrado y salvado de arroz a razón de 17 : 2 :1 partes de las materias primas señaladas.(Bardach, Ryther, Mclarney, 1990, 160).

El mismo autor (173) reportó, conversiones de 3 :1 a 4 :1 en el cultivo de pargo negro en el Japón hasta una talla comercial de 150 gramos por un periodo de 16 a 20 meses, alimentados con base en desperdicios de pescado, mejillones y alimento comercial.

En síntesis podemos decir que los resultados de conversión alimenticia fueron elevados , implicando un costo adicional importante en le proceso de levante de los alevinos, no obstante el mejor tratamiento obtiene valores cercanos para otras especies ícticas marinas,.carnívoras cultivadas en diferentes partes del mundo.

Esta especie tiene un gran potencial como recicladora de desechos de la pesquería local, puesto que los mejores rendimientos en incremento de peso y conversión alimenticia se obtuvo cuando se alimentó la canchimala a base de carne de pescado fresco, transformando éstos residuos altamente contaminantes y de bajo costo en productos cárnicos de excelente valor nutricional.

En la figura 13 se observa la morfología del tracto digestivo de la canchimala (*Ariius multiradiatus*), es posible diferenciar el estómago, un esfínter pilórico que se comunica con el intestino que es relativamente corto y .que tiene una medida de 1.4 veces el largo del cuerpo caracterizándolo como un carnívoro. La

presencia de estómago verdadero y esfínteres determinan que ésta especie presenta regulación de la ingesta y mayor eficiencia en la digestión.

Por lo anterior la formulación de dietas artificiales para canchimala, deben contemplar niveles de proteína superiores al 50% , y bajas concentraciones de carbohidratos como los almidones y la fibra, ya que se pudo comprobar una baja eficiencia en la utilización de éstas materias primas. La energía debe aportarse mediante fuentes de lípidos puesto que la dieta testigo presentó más del 10% en grasas y al final produjo la mayor conversión alimenticia .

Las dietas se suministraron diariamente repartida en tres raciones (7:00 am, 1:00 pm y 4:00 pm.) las cuales se ajustaron dependiendo de la biomasa registrada periódicamente y del estado anímico de los peces, observando que dejaban de consumir el alimento cuando los niveles de oxígeno eran bajos.

Las determinaciones quincenales de la conversión alimenticia en los tres tratamientos no fueron regulares durante todo el periodo experimental debido a variaciones en el crecimiento y consumo de alimento en cada tratamiento experimental, y teniendo en cuenta que los parámetros físico-químicos del agua de cultivo no se alteraron extremadamente durante todo el periodo; la alta conversión alimenticia puede deberse al imbalace nutricional debido a la insatisfacción de los requerimientos especialmente en las dietas artificiales, o a la baja asimilación de materias primas vegetales tal como lo mencionó Fadul (1993) o también a las dificultades de la adaptación del pez al confinamiento.

6.4 SOBREVIVENCIA.

En el desarrollo de la investigación se presentó bajas mortalidades en los diferentes tratamientos experimentales; la sobrevivencias promedio para cada tratamiento a lo largo del cultivo fueron : T0 = 96 % ; T1 = 90 % y T2= 89 %. (Ver Figura 14). Al realizar el análisis de varianza se encontró que no existen diferencias entre los tratamientos experimentales por lo tamto, las dietas evaluadas producen los mismos resultados en cuanto a mortalidad. (Anexo K)

Dichas sobrevivencias son altas si se tiene en cuenta los estándares de producción de las diversas especies ícticas de cultivo, de tal manera que la rusticidad de los ejemplares y las adecuadas condiciones ambientales de

cultivo y manejo producen un alto índice de rendimiento biológico en éste aspecto.

El estrés causado por la captura y transporte de los alevinos no fue motivo para que los ejemplares mostraran efectos críticos en su comportamiento, se pudo observar facilidad de adaptación al confinamiento, esto gracias a las características biológicas y de resistencia que tiene esta especie a condiciones adversas, de otra parte, las tallas de siembra de los ejemplares se sujetaron a lo expuesto por Bardach, Ryther, Mclarney, (134) quien plantea que la mayoría de cultivadores de bagres en Estados Unidos prefieren confinar alevinos de menos de 13 cm. , por que están menos sujetos a la mortalidad.

Es posible establecer una conexión directa entre el nivel de proteína disponible en la dieta y la sobrevivencia; en la medida en que a mayor nivel proteico en la dieta mayor es la sobrevivencia como en el caso del T0, y ésta decrece en función de la disminución de proteína; así la menor sobrevivencia obtenida corresponde al T2 con 30 % de proteína en la dieta. Además el efecto de la calidad de la dieta se hizo evidente también sobre el crecimiento y la conversión alimenticia indicando que ésta especie es un carnívoro especializado ubicado en la cúspide de la cadena alimenticia.

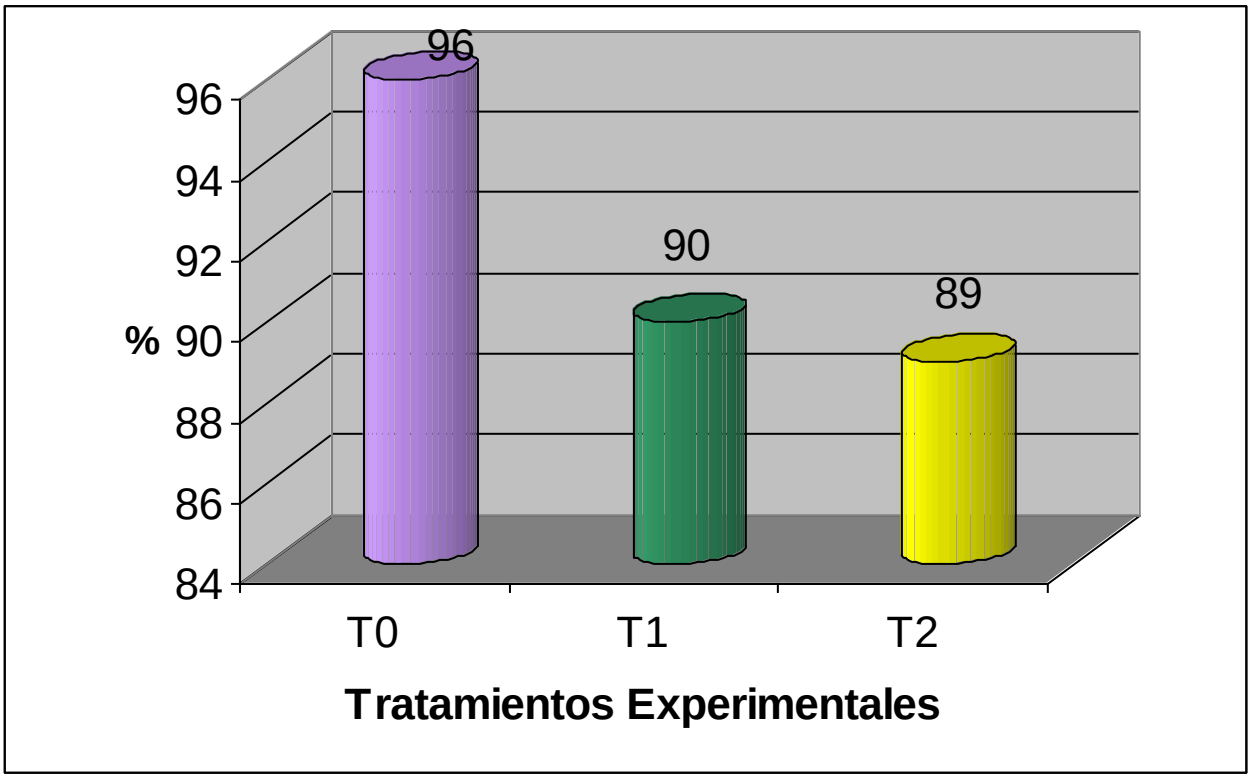

Figura 14. Sobreviencia de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) en confinamiento con tres dietas experimentales

La sobreviencia de la canchimala al final del experimento supera a las encontradas en otras especies ícticas marinas en confinamiento, tal es el caso de el cultivo de Pargo (*Lutjanus*) que solo llego al 50 % en jaulas flotantes; y supera el promedio de sobrevivencia para Lisa (*Mugil*) cultivada en estanques con 60% a bajas densidades de siembra. (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. INPA, 1995,45).

En comparación con otras especies cultivadas en aguas salobres la canchimala presentó menor mortalidad en comparación con el cultivo de Tilapia y Cachama en la zona de Tumaco, cultivos cuyas sobrevivencias estan entre el 70 y 80%. (INPA., 46).

No obstante, la canchimala frente al cultivo de chame (*Dormitator latifrons*) presentó menor sobrevivencia, debido a algunas ventajas fisiológicas de ésta especie que le permiten superar mayores densidades de siembra y bajos niveles de oxígeno en el agua, gracias al laberinto vascular que le permiten captar oxígeno atmosférico en condiciones de mala calidad de agua.

6.5 TALLA

Este aspecto se analizó en dos dimensiones, de una parte en lo referente al incremento en la longitud estándar y talla final y de otro lado la relación Talla peso; los resultados encontrados fueron:

6.5.1 Incremento en talla: El incremento promedio quincenal en la longitud estándar obtenida por el T0 fue de 0.72 cm: T1 de 0.55 cm. y para el T2 de 0.51 cm. Al realizar el análisis de varianza para este aspecto se encontró que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos experimentales (Anexo L).

Dichos incrementos por su carácter acumulativo produjo una talla estándar al final del cultivo de 7.43 cm para el T0; 6.95 cm para el T1 y 6.95 cm para el T2; lo cual indica que los animales que obtuvo la mayor longitud estándar corresponden al T0 (Figura 15) , no obstante el análisis de varianza (Anexo M), indica que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, de tal manera que las dietas experimentales producen los mismos efectos en cuanto a esta característica fenotípica en los ejemplares.

6.5.2 Relación talla peso: La relación talla - peso se evaluó en general para todos los tratamientos, su finalidad consistió en determinar si existe correlación entre la talla y el peso de los animales de la etapa de crecimiento analizada (Alevinaje), además permite describir el tipo de crecimiento de la especie a través de la fórmula propuesta por Boon Berthalanphy.

El coeficiente de correlación para las variables talla y peso es de 0.98, lo cual indica que existe una relación alta y directa entre estas dos variables, por tanto un incremento en la talla produce un incremento en el peso. Esta

relación se explica en el 96 % de los casos (R2 = 0.96) dejando un mínimo porcentaje de ellos (4 %) como consecuencia de la acción de otras variables como determinantes del peso independiente de la talla.

Al determinar la pendiente (B = 2.25) bajo la curva que describe la correlación Talla : Peso (Figura 16) , se puede inferir que por cada unidad de variación en la talla, se espera una variación en 2.25 unidades en el peso. Por lo anterior se puede concluir que el tipo de crecimiento de esta especie es isométrico puesto que los incrementos en la talla producen proporcionalmente variaciones en el peso.

6.6 COSTO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO CON LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

Para el análisis económico de los tratamientos se efectuó un análisis parcial de costos en el que se consideraron constantes los valores de: mano de obra, mantenimiento mecánico de los equipos, servicio de energía, depreciaciones, etc, y se incorpora como costos directos de producción únicamente los correspondientes a alimento (Anexo N, Ñ), insumos y semilla.

La tabla 10 indica los costos de producción y la rentabilidad obtenida en cada tratamiento experimental. En ella se observa que el costo de producción por kilogramo de canchimala para cada tratamiento es de T0 = 5580 ; T1 = 4141 y T2 = 4583 Los superiores rendimientos biológicos en cuanto a incremento de peso, sobreviencia y conversión alimenticia presentados en el T0 que corresponde al

tratamiento más costoso, y que produjo rentabilidad positiva a diferencia de los T1 y T2 que generaron pérdida pese a ser los menos costosos en el experimento.

Si bien los bajos precios en le mercado de ésta especie para consumo en las condiciones evaluadas generan incertidumbre en la inversión, la explotación de ésta especie con fines de ornamentación podría ser una alternativa económica atractiva toda vez que los ejemplares pueden alcanzar precios en el mercado de hasta de 500 pesos cada uno en éstas condiciones de peso (17 gramos) y talla (6 a 8 cm.), haciendo muy rentable esta actividad; de todas maneras en ésta primera investigación se demuestra que la especie se adapta a condiciones de cautiverio y a la alimentación artificial, generando expectativas importantes para futuros proyectos de diversificación de la producción acuícola marina.

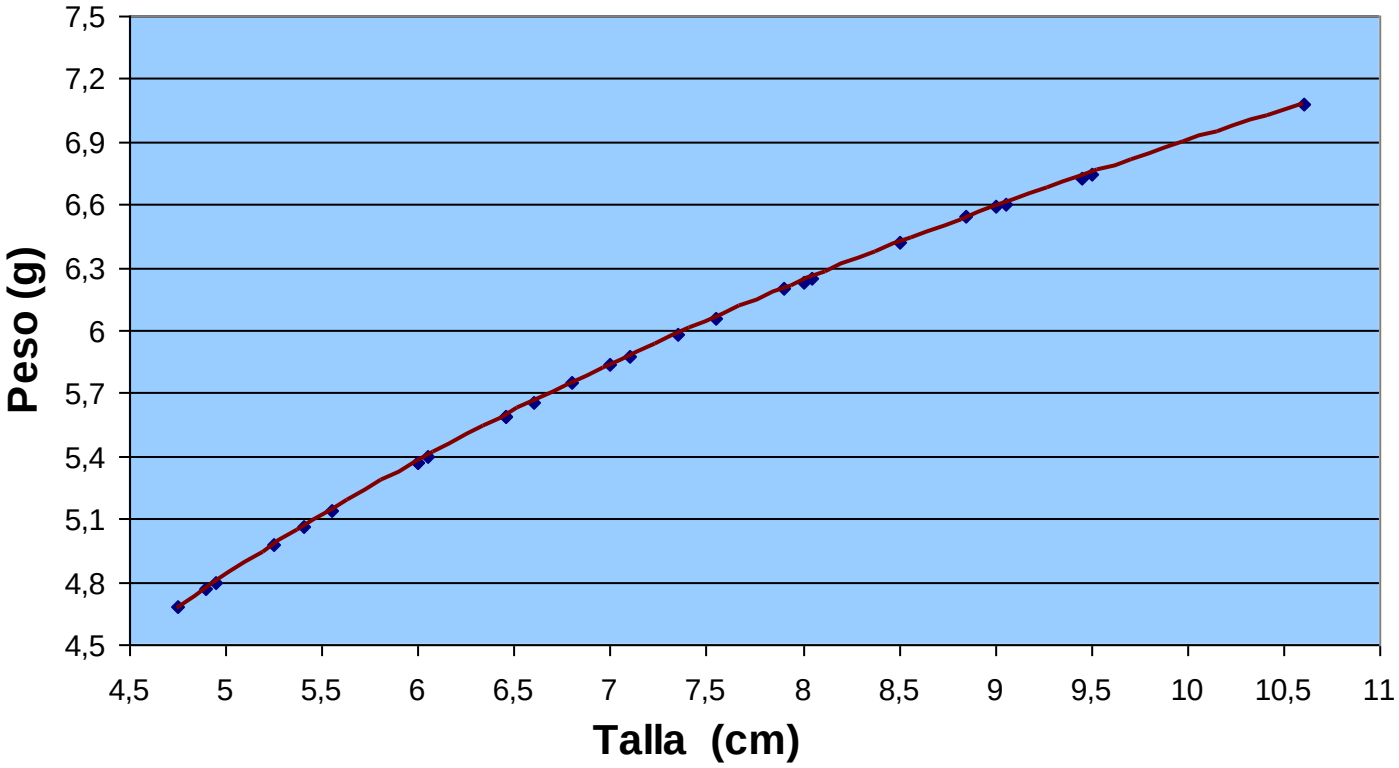

Figura 16. Relación talla peso y tipo de crecimiento de la canchimala (*Ariius multiradiatus)*

Tabla 10. Costos y Rentabilidad de los tratamientos experimentales.

Item	*T0*	*T1*	*T2*
Alevinos	Capturada del medio	Capturada del medio	Capturada del medio
Costo kilo alimento	1200	1049	1140
Cantidad alimento consumido (gramos)	4234	3471	3582
Costo alimento consumido	5080	3641	4083
Desinfectantes	500	500	500
Costo total tratamiento	5580	4141	4583
Biomasa producida gramos	1653,12	1032,75	1027,06
Costo kilo producido	3375,6	4012,5	4462,5
Precio venta Kilogramo	3500	3500	3500
Ganancia bruta	124,4	-512,5	-962,5
Rentabilidad por ciclo %	3,68		
Rentabilidad anual %	11,04		
DTF anual	12,00%		

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

La Canchimala (*Arius multiradiatus*) es una especie eurihalina que se adapta fácilmente a las condiciones de cultivo en agua salobres, por su rusticidad soporta variaciones en los parámetros físico-químicos del medio de cultivo que suceden durante el periodo de alevinaje; garantizando altas sobrevivencias al final de cada ciclo.

Los peces bentónicos cultivados en estanques están mas propensos a las caídas rápidas de la concentración de oxígeno disuelto, lo que hace aún más riguroso el manejo de los recambios de agua, evitando la contaminación de los fondos. De lo contrario conlleva a que se reduzca el suministro de alimento en los estanques afectando el crecimiento.

Las mejores tasas de crecimiento, incremento de peso y peso final se obtuvieron alimentando a los peces con una dieta a base de pescado picado en comparación con las dietas artificiales. En éste sentido la canchimla presentó un bajo crecimiento en comparación con otras especies marinas de cultivo.

La mejor conversión alimenticia se logró en el T0 (5.07) en comparación con las dietas artificiales , dichos resultados son iguales a los reportados por Bardach, Ryther, Mclarney (160) con el cultivo de bagres *Clarias batrachus* (Lineaus) en Tailandia, han logrado conversiones de 5 :1 a 6 : 1 confinando alevines en estanques de producción a razón de 180 animales /mt2 hasta una talla comercial de 26 cm y 45 gramos de peso, siendo inferiores a los reportados por diversos investigadores en la Costa Pacífica Colombiana para especies como el chame, pargo y lisa .

La relativa baja digestibilidad de la dieta 1 y 2 pudo deberse a que algunos ingredientes poseen altos niveles de carbohidratos (33 y 43 % es ELN) y fibra cruda, lo que podría tener efectos laxantes en los peces y disminuir así su digestibilidad e impedir el crecimiento debido al exceso de energía y bajo contenido proteico. La dieta testigo en cambio presentó el mayor nivel de proteína, 100% de origen animal, relación energía proteína 7,4 calorías por gramo de proteína y la fuente energética corresponde a lípidos que representan el 14.6 % de la dieta lo cual le confirió condiciones de alta calidad y digestibilidad que redundaron en mejores rendimientos zootécnicos en las variables fenotípicas evaluadas.

En el desarrollo de la investigación se presentaron bajas mortalidades en los diferentes tratamientos experimentales; las sobrevivencias promedio encontradas para cada tratamiento a lo largo del cultivo fueron : T0 = 96 % ; T1 = 90 % y T2= 89 %. Dichas sobrevivencias son altas si se tiene en cuenta los

estándares de producción de las diversas especies ícticas de cultivo tanto marinas como de aguas continentales, de tal manera que la rusticidad de los ejemplares y las adecuadas condiciones ambientales de cultivo y de manejo producen un alto índice del rendimiento biológico en éste aspecto.

El crecimiento y la sobrevivencia de éstos peces están asociados con los aspectos nutricionales, entre los cuales se debe considerar que el suministro de alimento con un alto contenido de proteína animal es determinante para obtener mejores resultados.

El costo de producción por kilogramo de canchimala para cada tratamiento es de T0 = 5580 ; T1 = 4141 y T2 = 4583 Los superiores rendimientos biológicos en cuanto a incremento de peso, sobrevivencia y conversión alimenticia presentados en el T0 corresponde al tratamiento más costoso, y que produjo rentabilidad positiva a diferencia de los T1 y T2 que generaron pérdida pese a ser los menos costosos en el experimento.

7.2 RECOMENDACIONES

Las futuras investigaciones referentes a nutrición y alimentación del bagre *Ariius multiradiatus* deben tener en cuenta la evaluación de dietas artificiales con un contenido de proteína superior a los niveles evaluados en ésta investigación en razón de los hábitos alimenticios carnívoros de esta especie, que la hacen extremadamente exigente en cuanto a cantidad y calidad de proteína en la dieta.

Evaluar diferentes materias primas y subproductos de origen animal con potencial nutricional mediante la estimación de la digestibilidad de éstos ingredientes, con el fin de poder formular raciones balanceadas más precisas en la alimentación de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) y a la vez minimizar los costos

Realizar trabajos tendientes a definir la densidad de siembra más adecuada de la canchimala en diferentes recintos acuícolas como estanques, corrales o embalses artificiales en esteros de la Costa Pacífica, con el fin de determinar su potencial de crecimiento bajo, éstas condiciones de cultivo.

Los futuros profesionales deben desarrollar tecnologías tendientes a diversificar los cultivos marinos; estos son retos genuinos para aquellos que son capaces de superar las numerosas dificultades que hay dentro de este tipo de investigaciones. Los investigadores, docentes, acuicultores y estudiantes deben emprender actividades nuevas como la cría de peces marinos, puesto que esta

actividad productiva está llamada a jugar un papel importante en la cultura y la economía de nuestro país en el futuro.

Realizar estudios e investigaciones acerca de la biología de la canchimala (*Ariius multiradiatus*) con el propósito de reconocer las características alimenticias y forma de vida en cada etapa de su vida, y poder adaptar una tecnología que sea propia de la especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, A. Alma Rosa; ARANGO, C. Yenny E. Evaluación del comportamiento y conversión alimenticia del chame (*Dormitator latifrons*). San Andrés de Tumaco, Colombia. 1999, 222 p. Tesis de grado para optar el título de Ingenieros en Producción Acuícola. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos.

ANGULO, A. Guillermo Antonio; ANGULO, O. Héctor Manuel y RENDÓN, R. Hernando. Determinación del crecimiento del chame (*Dormitator latifrons*) a diferentes densidades de siembra en ambientes confinados. San Andrés de Tumaco, Colombia. 1999, 68 p. Tesis de grado para optar el título de Ingenieros en Producción Acuícola. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos.

BARDACH, John E.; RYTHER, John H.; MCLARNEY, O. William. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. 2da. Edición México, D.F. AGT Editores S.A. 1990. 741 p.

BARDACH, Lagler; PASSINO Miller. Ictiologia 1ª edición México AGT Editorial S.A. 1984. 240 p.

CENTRO NACIONAL DE ACUICULTURA E INVESTIGACIONES MARINAS. (CENAIM). Boletín Científico Técnico . No. 4 Guayaquil. 1999. 35 p.

CERVIGON, F. et al. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la Costa Septentrional de Sur América. 1ª edición Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Editada por la FAO. 1992.350 p.

COLL Julio. Acuicultura Marina Animal. Tercera edición. Madrid Ediciones Mundiprensa. 1986. 670 p.

CUENCA & M. GARCÍA GALLEGO. Ingesta y conducta alimentaria. Volumen I. Madrid. Editada por el Departamento de biología animal, ecología y genética. Comisión Asesora de investigación científica y técnica - CAICYT. 1987. 300 p.

CHO, C. Young. Nutrición en acuicultura II, 1ª Edición Madrid, Editorial Espinosa y Labarta Comisión asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), 1984. 303p.

DÍAZ Guzmán Francisco et al. Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. 1ª Edición. Bogotá Editorial Instituto Nacional de pesca y acuicultura (INPA). 1996. 342 p.

GUTIÉRREZ, Ana María y RUBIO, Efraín Alonso. Biología alimentaria del Bagre Pannamensis Gill en la Costa del Pacífico. 1ª Edición. Cali, editada en la Universidad del Valle, Sección de Biología Marina, 1990. 952 p.

.

HALVER John. Fish nutrition. New York.Ed. Academi Press. 1988. 713 p.

HERNÁNDEZ, A. Cultivo de Cachama (*Colóssoma*). Bogotá. Colciencias. 1989. 120 p.

HEALP, Z. Jorge Igor. Alimentación y nutrición de especies hidrobiológicas. Primera Edición. Pasto, Editorial UNED. Universidad de Nariño, 1988. 799 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA. Boletín Científico. Número 3. Santa Fé de Bogotá. Editado por INPA. 1995. 188 p.

LÓPEZ M. Jorge N. Nutrición Acuícola, Primera Edición Pasto Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño . Editorial UNED. 1997. 211.

LÓPEZ. Jorge N. Biología , explotación cultivo y manejo de especies acuícolas de aguas cálidas . La Sabaleta. Pasto Conferencias mimeografiadas. Universidad de Nariño , Facultad de Zootecnia. 1992. 60 p.

LOVELL, Richard T. Requerimiento vitamínico de los peces. En: Nutrición en acuicultura II, Madrid, Espinosa y Labarta (eds.), CAICYT, 1984. 303 p.

MATTY, Jordan. Curso Nutrición Aplicada sobre Peces, No. 1 Manizales. Universidad de Caldas. 1986. 180 p..

MORCILLO, C. Jorge Hernando; QUIÑÓNEZ, Z. Arturo Ramiro. Diseño y montaje de hatchery en la estación experimental de especies hidrobiologicas de la Universidad de Nariño, Regional Costa Pacífica. San Andrés de Tumaco, Colombia. 1999. 107 p. Tesis de grado para optar el título de Ingenieros en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos..

NATIONAL RESEARCH COUNCIL . NRC. Requerimiento Nutricional para el Cat Fisch . Washington D.C .1977. 65p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. Nutrient requirement of fish. Comity on Animal Nutrition. Washington, D .C. 1993 . 109 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of warmwater fishes. Washington D. C. National Academy of Sciences, 1997. 170 p.

PATIÑO, R. Aníbal. Cría de peces en estanques. Departamento de Biología. Universidad del Valle. Cali, Colombia, . 1974. 30p.

RIVERA Rocío. y ZARAMA Diana. Análisis bromatológico de desechos de industrias pesqueras en la ensenada de Tumaco. San Andrés de Tumaco 1995. 145 p.Tesis de Grado para optar el título Tecnólogo en Acuicultura. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Departamento de Recursos Hidrobiológicos.

RUBIO, R. Efraín Alonso; GUTIERREZ, V. Byron; FRANKE, A. Rebeca. Peces de la isla de Gorgona. 1ª Edición Cali, Colombia, Editado por la Universidad del Valle, Sección de Biología Marina, 1988. 153 p.

RUBIO R. Efrain Alonzo. Peces de importancia comercial en el Pacifico. Primera Edición Cali, Colombia, Editado por la Universidad del Valle, Sección de Biología Marina, 1988. 566 p.

RUBIO Efraín. Biología alimentaria del bagre *Pannamensis* en la costa del Pacífico Colombiano. Primera Edición Cali, Colombia. Editado por la Universidad del Valle. Sección Biología Marina. 1988. 500 p.

SALINAS Arce I. Granjas para el cultivo intensivo del Bagre de canal. Consultores México D. F., Memorias del simposio FAO. 1974. 24 p.

SUSUKI, R. YAMAGUCHI, M. SHIMMA, Y. And AKIYAMA T. On the lipids of adult carp. Raised on fish meal and SGP feeds and hatchabilities of their eggs . Bull freshw fish research lab. 1977. 172 p.

TORRES A. Carlos Alberto, URIBE, H. Alejandro. Evaluación de la digestibilidad aparente de cuatro subproductos agroindustriales, fuentes de proteína y energía en la nutrición de la Cachama blanca (*Piaractus brachipomus*). Boletín Científico, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Vol. 3. Santa Fe de Bogotá. Editado por INPA .1995. 65 p.

WALTON, M.J. Metabolismo de Proteínas y Aminoácidos en peces. Tomo I Madrid. Editorial J. Espinosa y Labarta (CAICYT) 1987 325 p.

YANDAR, S. Dercy Alexandra. Utilización de los desecho del pecado en la elaboración de una base proteica de concentrado para animales. Pasto, 1994.50 p. Tesis de grado para optar el título de Zootecnista, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

ZAMORA, S., ECHEVARRIA, G. Los hidratos de carbono en la nutrición de los peces. nutrición en acuicultura II, Madrid, Editorial Espinosa y Labarta (CAICYT), 1984. 318 p.

ANEXOS

Anexo A
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

ANÁLISIS	Mezcla peces	
	% B.U.	% B.S.
Humedad	72,71	
Materia seca	27,29	10,39
Ceniza	2,83	14,62
Extracto etéreo	3,99	0,10
Fibra cruda	0,03	74,78
Proteína	20,40	0,11
E.N.N	0,03	558
Energía (Real/100g)	152	1,73
Calcio	0,47	1,74
Fósforo	0,48	

Anexo B
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Fecha recepción: Diciembre 19 del 2000 *Análisis*: 3361 – 3365

Fecha entrega: Febrero 16 del 2001
Muestra: Concentrado canchimala (*Arius multiradiatus*) *30%*
Concentrado canchimala (*Arius multiradiatus*) *40%*
Mezcla Lisa, Pargo rojo, Pelada, Picuda
Procedencia: Tumaco
Análisis: Proximal, Ca, P, Energía
Solicitante: Oliva Taguada, Juan Carlos Yela

ANÁLISIS	**Concentrado 30% proteín**		**Conc. 40% proteín**	
	% B.P.S.	% B.S.	% B.P.S.	% B.S.
Humedad	1,81		3,51	
	98,19		96,49	
Materia seca	12,80	13,04	16,86	17,47
Ceniza	5,57	5,67	8,46	8,77
Extracto etéreo	8,74	8,90	3,49	3,62
Fibra cruda	28,53	29,06	35,53	39,61
Proteína	42,55	43,33	32,14	33,32
E.N.N	2,78	2,83	4,40	4,56
Calcio	1,24	1,26	2,18	2,26
Fósforo	416	424	398	412
Energía (Real/100g)				

Anexo C. Registro de alimentación para los tratamientos experimentales.

Fechas	Animales sembrados	% sobv	Animales vivos	Peso (Gramos)	Biomasa (Gramos)	% Alimento	Alimento suministrado	Tiempo (Días)	Total Alimento (Gramos)
Jun. 10 jun. 25									
Jun. 25 jul. 12									
Jul. 12 jul. 24									
Jul. 24 Ago. 8									
Ago. 8 Ago. 24									
Ago. 24 Sep. 10									
Sep. 10 Sep. 28									
Sep. 28 Oct. 14									
TOTAL									

Anexo D. Promedio Oxigeno disuelto para cada tratamiento

Fecha	T0 R1	T0 R2	T1 R1	T1 R2	T2 R1	T2 R2
Jun. 10 jun. 25	3,13	3,02	3,02	3,4	2.,88	2,70
Jun. 25 jul. 12	3,02	3,23	3,23	2,9	3,0	2,98
Jul. 12 jul. 24	3,61	3,05	3,00	2,96	3,0	3,06
Jul. 24 Ago. 8	3,25	2,98	2,77	3,25	2,75	3,22
Ago. 8 Ago. 24	3,50	3,06	2,96	3,00	3,23	3,00
Ago. 24 Sep. 10	3,2	3,63	3.03	3,37	3,06	3,33
Sep. 10 Sep. 28	3,20	3,50	3,60	3,04	3,7	2,96
Sep. 28 Oct. 14	3,50	3,73	3,27	2,52	3,07	3,53

Anexo E. Promedio de Temperatura para cada tratamiento

Fecha	T0 R1	T0 R2	T1 R1	T1 R2	T2 R1	T2 R2
Jun. 10 jun. 25	25,0	25,5	25,0	25,3	25,0	25,3
Jun. 25 jul. 12	25,3	25,0	25,1	26,3	25,2	26,0
Jul. 12 jul. 24	25,4	25,2	25,4	25,6	25,7	26,5
Jul. 24 Ago. 8	25,9	25,7	25,5	25,8	25,7	26,3
Ago. 8 Ago. 24	25,8	25,6	25,7	26,0	26,0	26,1
Ago. 24 Sep. 10	25,6	25,9	25,8	26,5	26,1	26,3
Sep. 10 Sep. 28	26,0	25,8	25,6	25,8	25,5	26,5
Sep. 28 Oct. 14	25,2	25,8	25,7	25,8	25,8	26,6

Anexo F. Promedio de Salinidad del agua del estero palmichal, durante la fase experimental del cultivo de chachimala.

FECHA	SALINIDAD PPT
Jun. 10 jun. 25	15
Jun. 25 jul. 12	17
Jul. 12 jul. 24	25
Jul. 24 Ago. 8	25
Ago. 8 Ago. 24	25
Ago. 24 Sep. 10	20
Sep. 10 Sep. 28	20
Sep. 28 Oct. 14	17

Anexo G. Promedio del PH en el agua de cultivo para cada tratamiento

Fecha	T0 R1	T0 R2	T1 R1	T1 R2	T2 R1	T2 R2
Jun. 10 jun. 25	7,66	7,271	7,48	7,22	7,21	7,72
Jun. 25 jul. 12	7,41	7,38	7,51	7,34	7,00	7,9
Jul. 12 jul. 24	6,92	7,88	7,23	7,48	7,38	7,3
Jul. 24 Ago. 8	7,48	8,22	7,13	7,43	7,62	7,0
Ago. 8 Ago. 24	7,77	7,27	7,15	7,92	7,48	7,32
Ago. 24 Sep. 10	7,39	7,62	7,0	7,63	7,52	7,4
Sep. 10 Sep. 28	7,8	7,93	7,43	7,15	7,63	7,55
Sep. 28 Oct. 14	8,1	8,00	8,0	8,00	8,00	8,0

Anexo H: Análisis de varianza para el incremento quincenal de peso

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F.c.
Entre Tratamientos	0,7562	2	0,3781	175,8650
Dentro de tratamiento	0,0064	3	0,0021	
Total	0,7627	5		

Fc.>Ft.

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Tratamientos Homogéneos
T2	0,98	X
T1	1,015	X
T0	1,75	X

Contraste De medias	Diferencia estadística significativa (95%)	Diferencia estadística Altamente significativa (99%)
m0-m1	*	
m0-m2	*	
m1-m2		

Anexo I: Análisis de varianza para el peso final

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F.c.
Entre Tratamientos	43,5144	2	21,7572	85,1170
Dentro de tratamiento	0,7668	3	0,2556	
Total	44,2812	5		

Fc.>Ft.

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Tratamientos Homogéneos
T1	11,475	X
T2	11540	X
T0	17,22	X

Contraste De medias	Diferencia estadística significativa (95%)	Diferencia estadística Altamente significativa (99%)
m0 - m1	*	
m0 - m2	*	
m1 - m2		

Anexo J: Análisis de varianza para la conversión alimenticia

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F.c.
Entre Tratamientos	9,3352	2	4,6676	62,8780
Dentro de tratamiento	0,2227	3	0,0742	
Total	9,5579	5		

Fc.>Ft.

Prueba de Tukey

Tratamientos	Promedio	Tratamientos Homogéneos
T0	5,0650	X
T1	7,580	X
T2	7,825	X

Contraste De medias	Diferencia estadística significativa (95%)	Diferencia estadística Altamente significativa (99%)
m0 - m1	*	
m0 - m2	*	
m1 - m2		

Anexo K: Análisis de varianza para la sobrevivencia

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F.c.
Entre Tratamientos	60,0833	2	30,04	1,6350
Dentro de tratamiento	55,1250	3	18,38	
Total	115,2083	5		

Fc.<Ft.

No existe diferencia estadística entre los tratamientos

Anexo L: Análisis de varianza para el peso final

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F.c.
Entre Tratamientos	0,0523	2	0,0261	4,8880
Dentro de tratamiento	0,0160	3	0,0535	
Total	0,0683	5		

Fc.<Ft.

No existe diferencia estadística entre tratamientos

Anexo M: Análisis de varianza para la longitud estándar al final del cultivo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	Fc.
Entre Tratamientos	0,3072	2	0,1536	3,4960
Dentro de tratamiento	0,1318	3	0,0439	
Total	0,4390	5		

Fc.<Ft.

No existe diferencia estadística entre tratamientos

Anexo N. Costo de la dieta para el Tratamiento 1 con 40 % de proteína

Materia Prima	Cantidad (Kg.)	Costo Total
Harina de cabeza de camarón	10,1	0
Harina de pescado	37,2	27,76
Harina de vísceras de pescado	5	0
Torta de soya	10	6,5
Harina de trigo	12,6	17,64
Harina de maíz	5	6
Maizena	3,1	15,5
Salvado de trigo	10	2,5
Aceite de pescado	4	8
Premezcla de vitaminas	1,5	18,75
Premezcla de Minerales	1,5	2,25
Total	100	104900

Anexo Ñ. Costo de la dieta para el Tratamiento 2 con 30 % de proteína

Materia Prima	Cantidad (Kg.)	Costo Total
Harina de cabeza de camarón.	10	0
Harina de pescado.	18,5	14,8
Harina de vísceras de pescado.	5	0
Torta de soya	10	6,5
Harina de trigo	31,4	43,96
Harina de maíz	5	6
Maizena	1,7	8,5
Salvado de trigo	10	2,5
Aceite de pescado	5,4	10,8
Premezcla de vitaminas	1,5	18,75
Premezcla de Minerales	1,5	2,25
Total	100	114060