

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA

PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

UTILIZACION DE LA TORTA DE SACHA INCHI, *Plukenetia volubilis*

(EUPHORBIACEAE) EN RACIONES PARA ALEVINOS DE

GAMITANA, *Colossoma macropomum* (SERRASALMIDAE) CRIADOS

EN JAULAS FLOTANTES

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE

BIÓLOGO

PRESENTADA POR LOS

BACHILLERES:

JUANALBERTO RUIZ ANGULO

Y

ELMER MARTIN VELA MORALES

IQUITOS – PERU

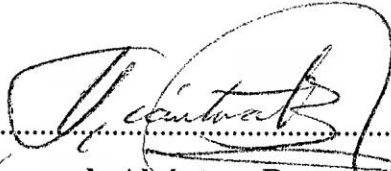
2007

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA

PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MIEMBROS DEL JURADO :



Blgo. Fernando Alcántara Bocanegra Dr.

PRESIDENTE



Blgo. Enrique Ríos Isern M.Sc.

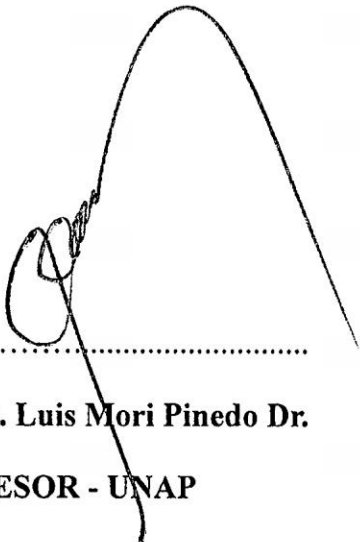
MIEMBRO



Blga.. Rossana Cubas Guerra M.Sc.

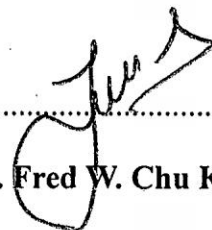
MIEMBRO

ASESORES:



Blgo. Luis Mori Pinedo Dr.

ASESOR - UNAP



Blgo. Fred W. Chu Koo Dr.

ASESOR - IIAP

DEDICATORIA

Dios por darme la vida, y a mis padres: **Ana** y **Luis**, por su amor, comprensión y apoyo para realizar y culminar mi carrera profesional espero que estén orgullosos.

A mi gran hermano y amigo **Martin** por su paciencia, amor y apoyo, consejos y sobre todo por ser mi hermano.

A la dulce y tierna **Sheshe**, llegaste a tiempo a mí, siempre estas presente en mi mente y corazón, así no estés a mi lado, este logro es también de ti., gracias.

A **Juan Casternoque**, **Martín Marticorena** y a los esposos **El Ríos** y **Danny Pinchis**, por su sincera amistad a lo largo de años de mi vida y por su apoyo personal para sobrellevar problemas de la vida diaria.

A cada familiar, amigo o conocido que estuvo presente de alguna forma en las diferentes etapas de esta investigación, pero muchas veces no se puede nombrar a todos por que la mente es frágil

A **mí mismo** aunque no me lo merezca.

E.VELA

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo personal al Todopoderoso por guiarme por el camino del bien, a Doña Laura y Don Juan mis adorados y amados padres, por inculcarme el camino del bien en esta vida, por su amor, comprensión y apoyo incondicional para realizar y culminar mi carrera profesional espero que estén orgullosos.

A mi dulce y tierno Antonio Sebastián y a mi amiga, compañera pareja Clelia Gabriela por su paciencia, amor, apoyo y consejos que siempre están presentes en mi mente corazón, este logro también de Ustedes mis amores.

A mi pequeña dulce y tierna hermana Emily que siempre esta ahí, impulsándome y dándome fuerzas para seguir adelante.

A la Señora Enita Grandez, Paul Burga, Rubén Del Aguila, Alván, por su sincera amistad a lo largo de todos estos años y su apoyo personal para sobrellevar los problemas de la vida día

A mi familia y amigos que de una u otra manera pusieron un granito de arena para concluir esta tesis y contribuyeron al logro personal de ser profesional gracias sinceras.

J.A. RUIZ.

AGRADECIMIENTO

Al **Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)** a través del **Programa de Ecosistemas Acuáticos (PEA)** por el financiamiento y las facilidades brindadas para la realización del presente estudio.

Al Director del PEA, Ing. M.Sc. Salvador Tello Martín, por el valioso apoyo brindado.

A la **Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP)**, a través de la **Facultad de Ciencias Biológicas** por la orientación y formación profesional.

A nuestros asesores : **Dr. Luis Mori Pinedo** y **Dr. Fred Chu Koo**, por el apoyo invaluable, orientación y acertados aportes a lo largo del proceso de elaboración del anteproyecto, experimentación y redacción del presente estudio.

A todo el personal profesional, administrativo y técnico del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP y demás personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización y culminación del presente estudio.

INDICE

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	V
PAGINAS DE CONTENIDO	VI
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
III. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 MATERIALES	9
3.1.1. Materiales Biológicos	9
3.1.2. Insumos para dietas	9
3.1.3. Materiales para laboratorio	9
3.2 METODOS	10
3.2.1. Ubicación del área de estudio	10
3.2.2. Especie en estudio	10
3.2.3. Insumo en estudio	11
3.2.4. Unidades experimentales	12
3.2.5. Diseño experimental	12
3.2.6. Datos biométricos	13
3.2.7. Raciones experimentales	13
3.2.8. Indicis zootecnicos	14
3.2.9. Análisis de datos	16
3.2.10. Análisis bromatológicos	16
3.2.11. Análisis fisicos y químicos del agua	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Crecimiento y conversión alimenticia	18

4.2.	Composición corporal de los peces	20
4.3.	Calidad de agua	21
V.	DISCUSIÓN	29
5.1.	Índice de conversión alimenticia aparente	29
5.2.	Crecimiento	30
5.3.	Tasa de crecimiento específico	31
5.4.	Sobrevivencia	32
5.5.	Calidad de agua	33
5.6.	Análisis bromatológico	36
VI.	CONCLUSIONES	37
VII.	RECOMENDACIONES	38
VIII.	RESUMEN	39
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

CUADROS

Cuadro 1.	Análisis proximal de la torta de sachá inchi	12
Cuadro 2.	Composición porcentual de las raciones (tratamientos) experimentales	14
Cuadro 3.	Crecimiento, conversión alimenticia, estado de bienestar y sobrevivencia de gamitana (<i>C. macropomum</i>) alimentada con cuatro dietas experimentales en jaulas flotantes por 150 días.	18
Cuadro 4.	Composición proximal de la carcasa de los peces experimentales gamitana (<i>C. macropomum</i>). Valores identificados con letras diferentes en una línea, son significativamente diferentes según Tukey (P<0.05).	21
Cuadro 5.	Parámetros físicos (promedio \pm desviación estándar) obtenidos en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	22
Cuadro 6.	Parámetros químicos (promedio \pm desviación estándar) obtenidos en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	22

Cuadro 7:	Longitud de peces por muestreo	49
Cuadro 8:	Peso de peces por muestreo	49
Cuadro 9:	Ganancia de Peso	50
Cuadro 10:	Índice de Conversión Alimenticia Aparente	50
Cuadro 11:	Incremento de peso	51
Cuadro 12:	Coefficiente de Variación de peso.	51
Cuadro 13:	Tasa de crecimiento específico	52
Cuadro 14:	Factor de Condición	52
Cuadro 15:	Supervivencia	53
Cuadro 16:	Parámetros Limnológicos	53

GRAFICOS

Gráfico N° 1:	Resultados de longitud obtenidos luego de 150 días de administración de cuatro dietas en la alimentación de alevinos de gamitana.	19
Gráfico N° 2:	Resultados de peso obtenidos luego de 150 días de administración de cuatro dietas en la alimentación de alevinos de gamitana.	20
Gráfico N°3:	Variación de la temperatura del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	23
Gráfico N°4:	Variación de la Temperatura ambiente en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	23
Gráfico N°5:	Variación de la Transparencia del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	24
Gráfico N°6:	Variación de pH del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	25
Gráfico N°7:	Variación del oxígeno disuelto del agua en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	25
Gráfico N°8:	Variación del CO₂ del agua del estanque en el cultivo de gamitana	

en jaulas flotantes.	26
Gráfico N°9: Variación del Cloruro del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	26
Gráfico N° 10: Variación de la Dureza del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	27
Gráfico N° 11: Variación de la Alcalinidad del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	27
Gráfico N° 12: Variación del Amonio del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.	28

ANEXOS

ANEXO N° 01: Distribución de los tratamientos (T) y replicas (R) dentro del estanque	48
ANEXO N° 02: Parámetros Físicos y Químicos (Diarios) del Estanque	57
ANEXO N° 02: Parámetros Físicos y Químicos (Quincenales) del Estanque	57

FOTOS

Foto N° 01: Área de Estudio “Programa de Ecosistemas Acuático” PEA-IIAP	54
Foto N° 02: Pesaje de los insumos	54
Foto N° 03: Preparación de las raciones alimenticias	54
Foto N° 04: Secado de las raciones alimenticias	55
Foto N° 05: Selección de los alevinos de gamitana.	55
Foto N° 06: Retiro de los peces y mantenimiento de las jaulas	55
Foto N° 07: Biometría (longitud) de los peces	56
Foto N° 08: Muestreo de los alevinos de gamitana	56

I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana, la piscicultura es una actividad con gran potencial de desarrollo, siendo una interesante alternativa para atender la demanda de proteína animal por la población humana; preservar aquellas especies sobre las cuales existe una fuerte presión de pesca como es el caso de la gamitana *Colossoma macropomum*, el paco, *Piaractus brachypomus* y el paiche, *Arapaima gigas*, y de fuente generadora de empleo e ingresos económicos (Rodríguez *et al.*, 1996; Fracalossi, 1997).

En los últimos años esta actividad ha experimentado un acelerado crecimiento en la región Loreto, observándose que la capacidad instalada acuícola pasó de ser de menos de 50 hectáreas de espejo de agua a inicios del año 2000 hasta alcanzar las 660 hectáreas en el año 2006 según las estadísticas oficiales de la DIREPRO Loreto. Sin embargo, para los conocedores del tema este dato no es del todo exacto pues las estadísticas oficiales solo consideran a aquellos productores que están formalizados. Si estimamos conservadoramente que al menos un 30% de los piscicultores de Loreto aún se encuentran en la informalidad entonces el espejo de agua para el cultivo de peces en Loreto fácilmente sobrepasa las 700 hectáreas. Si además consideramos a las regiones Ucayali, San Martín, Amazonas, Madre de Dios y Huánuco, entonces el espejo de agua disponible para el cultivo de peces amazónicos posiblemente supere las 1,500 hectáreas.

Si bien el IIAP ha dado un importante paso tecnológico con la introducción de alimento del tipo extruído en la alimentación de peces en Loreto, con excelentes resultados tanto en estudios experimentales como en campo (Tafur & Vela, comunicación personal), el costo del producto es aún inviable para una buena parte de los piscicultores de la región amazónica. Es así que la producción y/u obtención de insumos (piensos) para la elaboración de raciones de bajo costo y buena conversión alimenticia son algunos de los principales problemas que aún afrontan los piscicultores de bajos recursos económicos,

debido a que la producción de insumos no tradicionales es estacional, o éstos insumos poseer una pobre digestibilidad debido a la presencia de factores antinutricionales en su composición o en su defecto ser un producto importado y caro. En ese sentido, la alimentación es uno de los aspectos más importantes dentro de la piscicultura ya que de ésta depende el éxito del crecimiento de los peces en periodos de tiempo relativamente cortos.

En nuestra región existe una amplia gama de productos y/o sub productos agrícolas que podrían ser utilizados como insumos en la formulación de raciones para peces; incluso algunos ya han sido probados individualmente así como también en raciones balanceadas para especies amazónicas como el paco y la gamitana. En ese sentido, se ha efectuado experimentos utilizando yuca (*Manihot sculenta*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), plátano (*Musa paradisiaca*), kudzu (*Pueraria phaseoloides*), pituca (*Colocasia sculenta*), mucuna (*Stizolobium arterium*) cetico (*Cecropia* sp.) y umarí (*Poraqueiba sericea*) en raciones para peces amazónicos (Campos & Padilla, 1985; Roubach, 1991; Luna, 1993; Mori, 1993; Araújo-Lima & Goulding, 1998; Alcántara *et al.*, 2004; Fonseca & Storti, 2004; Chu-Koo *et al.*, 2005; Chuquipiondo & Galdós, 2005; Chu-Koo & Kohler, 2006; etc.) con diversos resultados. Asimismo, se viene efectuando otros trabajos con otros insumos regionales en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (Chu-Koo 2006, com. per.).

En el presente estudio pretendemos determinar el efecto de tres niveles de inclusión (10, 20 y 30%) de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) un pez de régimen omnívoro y ampliamente cultivado en la cuenca amazónica.

II. ANTECEDENTES

HONDA (1974) estudiando el hábito alimentario de gamitana *Colossoma macropomum*, clasificó a esta especie como omnívora, con variación periódica en su alimentación: consumiendo frutos y semillas en la época de creciente y micro crustáceos planctónicos casi exclusivamente en el periodo de vaciante.

LOVSHIN et al. (1974) cultivaron *Piaractus brachyomus* a una densidad de carga de 2632 peces/ha con una ración de 29% de PB, obteniendo al cabo de casi 12 meses de cultivo, peces con peso promedio de 992 g. Sin embargo, cuando incrementaron la densidad de carga a 4400 peces/ha utilizando una dieta de 35% de PB, el rendimiento fue de 4605 kg/ha, es decir peces con un peso promedio de 1046.6 g.

MACEDO (1979) empleó cuatro diferentes niveles de proteína bruta (14, 18, 22 y 26%) y el nivel calórico en torno de 3200 Kcal/kg en la alimentación de la gamitana *C. macropomum* tanto en acuarios de vidrio como en tanques de tierra. Señala que al inicio esta especie necesita un tenor de proteína bruta de 22% y posteriormente este porcentaje puede ser reducido a 18% sin perjudicar el crecimiento de los ejemplares.

CASTAGNOLLI (1979) menciona que los lípidos se constituyen en fuentes de energía de aprovechamiento inmediato para los peces. En la formulación de raciones es conveniente contar con tenores moderados de grasa en 6 - 8% ya que cuando una dieta contiene niveles muy altos de grasa, puede causar acumulación en el pez, perjudicando inclusive su sistema metabólico y su presentación en el mercado.

CASTAGNOLLI (1979) citado por **CAMPOS & PADILLA (1985)** menciona que la necesidad proteica en la alimentación de peces, varía de acuerdo a la especie, hábitos alimenticios, tamaño, edad, densidad de carga, temperatura y calidad del agua.

VEGAS (1980) menciona que uno de los principales intereses de un piscicultor es encontrar un alimento barato y adecuado para larvas y alevinos de gamitana *C.*

macropomum, ya que es uno de los problemas que restringe la actividad de cría e impide que su cultivo alcance mayor proyección e importancia comercial.

CARNEIRO (1981) evaluó la digestibilidad de la fracción proteica en raciones para alevinos de *C. macropomum*, usando cuatro niveles de proteína (14, 18, 22 y 26%) encontrando niveles de digestibilidad de 68, 86, 82 y 75% respectivamente. Así, los niveles de 18 y 22% de proteína en la ración, proporcionaron mejor aprovechamiento por los peces.

FLORIAN (1981) afirma que en nuestro país la producción de granos es escasa y por tanto es necesario conseguirlas por importación lo que determina el alto costo de dichos insumos, El mismo autor menciona que los sub-productos de la industria agropecuaria son también escasos por las bajas producciones y la poca o nula industrialización de las actividades agrícolas en el país.

SAINT-PAUL (1981) considera que *Colossoma macropomun* es una especie básicamente herbívora y puede aceptar bajos niveles de proteína animal (25% de proteína bruta) en su dieta.

SAINT-PAUL (1984) alimentando tambaquí, *Colossoma macropomum* con dos raciones conteniendo 27.5 y 42.1% de proteína bruta observó ganancias de peso de 0.8 a 0.9 g/día, y con una dieta que contiene 42.1% de proteína bruta obtuvo ganancias de peso de 1.3 g/día y un índice de conversión alimenticia de 1.5.

TACON & COWEY (1985) sugieren que es necesario la incorporación de dietas con otras fuentes de energía que permitan disminuir el catabolismo de las proteínas.

CANTELMO & DE SOUZA (1986) estudiaron el efecto de raciones balanceadas con cuatro diferentes niveles proteicos (20, 25, 30 y 35%) en el crecimiento de juveniles de *Piaractus brachypomus*, no encontrando hasta el final del período experimental, diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

LUNA (1987) comenta que debido al aumento de la demanda, se hizo necesario crear tecnologías de cultivo para peces nativos, de ese modo tenemos a *Colossoma macropomum* que ha demostrado grandes ventajas para el cultivo en ambientes artificiales, pudiéndose constituir en una fuente importante en la producción de proteína animal.

ECKMANN (1987), alimentó juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* con seis tipos de raciones conteniendo harina de pescado y harina de sangre de vacuno en varias proporciones. El autor registró tasas de crecimiento específico promedio entre 1.1 a 2.5% de peso seco/día, concluyendo que estos eran directamente proporcionales a los niveles de proteína bruta presentes en las raciones, las cuales variaban entre 25 y 37% como máximo.

GOULDING et al. (1988) afirman que en la ictiofauna de Amazonía existe una gran diversidad de los tipos de dentición especialmente dentro de los carácidos, lo que posibilita la utilización de muchos tipos de alimentos.

TRUJILLO (1988) cultivó ejemplares de *P. brachypomus* en policultivo con una especie de tilapia *Oreochromis niloticus* en Colombia, obteniendo al final de su cosecha una producción total de 12619 kg/ha/año, correspondiéndole 7989 kg al paco y 4630 kg a la tilapia con conversión alimenticia de 1.12.

CANTELMO (1989) hace mención que el desarrollo y rentabilidad de los cultivos depende inevitablemente de la obtención de dietas que satisfagan los requerimientos nutricionales de las especies, a fin de asegurar su crecimiento óptimo.

ROUBACH (1991) constata una relación directa entre la composición de los alimentos ingeridos y la composición del cuerpo del pez; predominando mayor cantidad de lípidos en los peces que consumieron alimentos mas energéticos.

LUNA (1993) menciona que la nutrición y alimentación de la gamitana son aspectos reconocidos como prioritarios para el cultivo, sin embargo los conocimientos actuales son limitados.

MORI (1993) evaluó el crecimiento de alevinos de *C. macropomum*, comparando una ración patrón con tres niveles de sustitución de harina de maíz por harina de pijuayo *Bactris gasipaes*, y concluyó que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en el crecimiento, ganancia de peso, ni en la composición corporal de los peces entre las cuatro raciones estudiadas.

GUTIERREZ et al. (1996), determinaron que los juveniles de paco alimentados con una dieta de 29.8% de PB y 2700 Kcal/kg de energía digestible producen una adecuada ganancia de peso y una eficiente retención de proteína, con una relación de energía digestible/proteína de 9.0 Kcal/g de proteína en un estudio realizado en el Perú.

GUERRA et al. (1996), afirman que los peces de agua dulce, requieren más concentración de ácido linolénico que de ácido linoleico; sin embargo, peces tropicales como gamitana *C. macropomum*, paco *P. brachypomus* y sábalo cola roja *Brycon erythropterum*, deben crecer mejor cuando son alimentados con dietas que contienen una mezcla de los ácidos grasos linolénico y linoleico

CAMPOS (2000), afirma que tanto la gamitana como el paco son peces que poseen buena aceptación en el mercado, porque tienen pocas espinas y carne de buen sabor. Estas especies son óptimas para la piscicultura pues crecen bien en estanques y aceptan alimentos balanceados. Ambas pueden ser comercializadas a los seis meses, tiempo en el cual de acuerdo al autor, se obtienen pesos de 500g para gamitana y 300g para paco sea con alimento suplementario o en crianza asociada con cerdos.

MORI (2000) estudió las exigencias proteico-energéticas de alevinos de *Colossoma macropomum*, llegando a la conclusión que el nivel apropiado de proteína bruta y energía en las raciones para un buen desempeño de esta especie estaría fijada en un 25% de PB y 500 Kcal/100 g de materia seca de ración, siendo la digestibilidad de la proteína 77.5% y de la energía 74.98%.

POND *et al.* (2003), manifiestan que los lípidos de la dieta son importantes fuentes de energía y de ácidos grasos esenciales, y participan en la absorción de vitaminas liposolubles. Los peces son incapaces de sintetizar el ácido linolénico (omega - 3) o el ácido linoleico (omega - 6); por ende, uno o ambos ácidos grasos deben ser aportados por la dieta. Los peces de agua dulce en general requieren ácido linoleico o ácido linolénico o ambos en la dieta, mientras que los peces marinos estenohalinos necesitan ácido eicosapentaenoico o ácido docosahexaenoico en la dieta. Así también las deficiencias de ácidos grasos esenciales retrasan el crecimiento, aumentan la mortalidad e inducen anomalías, como vejigas natatorias mal desarrolladas

POND *et al.* (2003), manifiestan que el ácido graso linolénico (Omega - 3) y el ácido graso linoleico (Omega - 6) al parecer no son sintetizados por tejidos animales, o al menos no en las cantidades necesarias para prevenir alteraciones patológicas, de modo que deben suministrarse en la dieta. En el porcentaje de grasas que se incluye en una dieta práctica de peces se debe considerar el tipo de grasa, las proteínas de la dieta y el contenido energético. Cantidades excesivas de grasa producen un desequilibrio en la proporción de energía digerible: proteína cruda y causan depósitos excesivos de grasa en la cavidad visceral y en los tejidos.

CHU-KOO *et al.* (2005), estudiaron la digestibilidad de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en alevinos de *C. macropomum*, concluyendo que la digestibilidad aparente de la fracción proteica, lipídica y de la materia seca de la harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*) fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) a los determinados para las harinas de yuca (*Manihot sculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*), evidenciándose un mayor aprovechamiento de los nutrientes del *B. gasipaes* por parte de la gamitana.

CHU-KOO & KOHLER (2006), estudiaron el uso de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en dietas para alevinos de *C. macropomum* y sus posibles efectos sobre el

crecimiento de los peces en un sistema de recirculación. Dichos autores encontraron que la ganancia de peso de los peces alimentados con harina de pijuayo fue nítidamente superior ($P < 0.05$) a la ganancia de peso observado en los peces alimentados con los otros dos tratamientos en los primeros 90 días de cultivo.

<http://www.ecologiaaldia.com/mmmq/tesoroverde.htm> El sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) es una planta de la Amazonía Peruana conocida por los nativos desde hace miles de años, siendo incluso utilizada por culturas pre-incaicas y los propios incas como lo testimonian cerámicos encontrados en tumbas (huacos Mochica-Chimú). Es una oleaginosa silvestre que pertenece a la Familia Euforbiácea, es una planta voluble, trepadora y semileñosa, que crece principalmente en ceja de selva. Por su alto contenido de ácidos grasos del grupo Omega, tiene la capacidad de reducir los niveles de colesterol y el riesgo de accidentes cardiovasculares basado la alta presencia de ácidos grasos insaturados y menor en ácidos grasos saturados superando a las demás plantas oleaginosas utilizadas en el mundo, ideal para la producción de aceites para consumo humano y en calidad de proteína para la producción de harinas proteicas es decir como fuente de Omega 3, Omega 6 y Omega 9.

Del sachá inchi se extrae el aceite, el cual posee variados usos como reductor del colesterol, aceite de mesa, aceite de cocina, en la industria alimentaria para enriquecer con Omega 3 los alimentos producidos industrialmente hasta en medicina. Los ácidos grasos Omega 3 son escasos en la naturaleza y son indispensables para la vida y la salud, por lo que siempre deben estar presentes en la dieta, sobretodo el Omega 3 alfa linolénico, debido a que el organismo no puede sintetizarlo a partir de los alimentos que ingiere, se le denomina ácido graso esencial linolénico. Un subproducto de la extracción del aceite de sachá inchi es el afrecho o torta, el cual actualmente no es utilizado como alimento de animales ni posee valor económico alguno en las zonas donde se produce.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Material biológico

- 60 alevinos de gamitana.

3.1.2. Insumos para dietas

- Torta de sachá inchi
- Torta de soya
- Harina de pescado
- Polvillo de arroz
- Moyuelo de Trigo
- Vitaminas y minerales.
- Carbonato de Calcio.
- DL- Metionina.
- Harina de trigo.

3.1.3. Materiales de laboratorio

- Ictiómetro
- Kit de reactivos AQ - 2 LaMotte, para medir parámetros físicos y químicos del agua.
- Oxímetro YSI Modelo 55 para la medición de oxígeno disuelto y temperatura del agua.
- Combo para la medición de pH, Conductividad Eléctrica y TDS.
- Balanza de 5 kg. con sensibilidad de 0.5 g.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se efectuó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ) sede del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP, situado en la provincia de Maynas, Departamento de Loreto, entre 03° 15' LS y 73°1' LO y a 170 msnm., en la margen derecha del Km. 4.5 de la Carretera Iquitos–Nauta. Esta zona tiene una precipitación promedio anual de 2,727 mm (Arana, 1996).

3.2.2. Especie en estudio.

En el presente estudio se trabajó con 60 juveniles de la especie gamitana (*C. macropomum*). Los ejemplares provienen del stock de alevinos producidos por el IIAP a través de inducción hormonal.

Orden : Characiformes.
Familia : Serrasalmidae
Género : Colossoma.
Especie : *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818).

Presenta el cuerpo comprimido y una coloración oscura de negro y amarillo en el dorso (este patrón de coloración puede variar de acuerdo al tipo de agua en el que se desarrolla), el abdomen es blanquecino y con algunas manchas irregulares en el vientre y la aleta caudal. Es uno de los peces más grandes de la cuenca amazónica solo superada por el “paiche” y puede llegar a pesar hasta 30 Kg.

Su régimen alimenticio es típicamente omnívoro, presenta dientes adaptados para triturar frutos y semillas, aunque también se puede encontrar en el contenido estomacal zooplancton e insectos acuáticos.

Alcanza su madurez sexual a los cuatro años, con 55 cm. de longitud estándar y un peso aproximado de 4 Kg. Se reproduce al comienzo de la creciente de octubre a diciembre. Es

una especie muy fecunda llegando a producir cada hembra dos millones y medio de óvulos dependiendo del tamaño y la edad del pez. En cautiverio llega a madurar pero no desova, llegándose a este evento mediante tratamiento hormonal.

Es un pez muy resistente al manipuleo y dócil, soporta tenores bajos de oxígeno disuelto con temperaturas de 23 a 30 °C y un pH de 6 a 7.5 y dureza de 25 a 28 mg/l; acepta sin problemas el alimento artificial, todo esto sumado a su rápido crecimiento lo convierte en un pez excelente para el cultivo.

3.2.3. Insumo en estudio

El Sacha Inchi es una planta que crece en la ceja de selva, conocida por los nativos desde hace miles de años. Es una especie voluble semileñosa y perenne que alcanza una altura de 2 m aproximadamente. Sus hojas son alternas, acorazonadas, puntiagudas. Las nervaduras nacen en la base de la hoja, orientándose la nervadura central hacia el ápice.

La clasificación botánica (Ayala, s.a. y Field Museum... s.a.) de la planta es la siguiente:

Orden	:	Euphorbiales
Familia	:	Euphorbiaceae
Género	:	Plukenetia
Especie	:	<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo

TORTA DE SACHA INCHI:

Después de la extracción del aceite se obtiene la torta o la harina como residuo de la almendra de la semilla de Sacha Inchi, con la torta o harina de Sacha Inchi se obtienen concentrados altamente proteicos y tienen la mejor composición de aminoácidos con relación a las otras oleaginosas.

Cuadro 1. Análisis proximal de la Torta de Sacha Inchi

COMPONENTES	CONTENIDO (%)
Humedad	12.50
Grasa	16.00
Proteína	48.56
Ceniza	4.91
Fibra	7.33
Carbohidratos	15.00

Fuente : Vela, L. (1995)

3.2.4. Unidades Experimentales

Se construyeron doce jaulas de 1m³ que sirvieron como unidades experimentales. Las jaulas fueron recubiertas con malla mosquitero plástica de 1mm de abertura de malla. Todas estaban dotadas con una tapa que cubría la parte superior de la jaula. Las jaulas fueron colocadas dentro del agua del estanque 1A del Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP, formando dos hileras de seis unidades cada una, entre las hileras se dejó un espacio de 1m y entre jaula y jaula una distancia de 30cm., para facilitar la alimentación de los peces. Las jaulas se ataron firmemente a maderas horizontales sujetas a estacas prendidas en el fondo del estanque, las jaulas se sumergieron en el agua dejando un borde de 15cm.

3.2.5. Diseño Experimental

Para ejecutar este estudio, se formularon cuatro raciones peletizadas (R1, R2, R3 y R4) en base a insumos comerciales y cada uno de ellos se consideró como un tratamiento experimental. Las raciones se asignaron a cada jaula aleatoriamente por triplicado siguiendo el diseño completamente al azar. Como cada tratamiento fue evaluado por triplicado, se trabajó con un total de doce unidades experimentales (jaulas).

3.2.6. Datos Biométricos

El experimento tuvo una duración total de cinco meses (150 días). Cada dos semanas se evaluó el crecimiento en longitud y peso de todos los peces de cada jaula paralizando la oferta de alimento el día del muestreo. Las jaulas se suspendieron fuera del agua para poder extraer a los peces que colocaron en una bandeja de 120L. Después de los muestreos los peces recibieron un baño con agua profiláctica, por un periodo de tres minutos [32 g de sal diluidos en 20 litros de agua + 5 ml de una solución de permanganato (1g diluido en 1 litro de agua) + 1 ml de formol comercial], y luego fueron devueltos a sus jaulas de origen. Los datos obtenidos sirvieron para adecuar la cantidad de alimento a proporcionar a cada jaula en las siguientes dos semanas.

3.2.7. Raciones experimentales

Para la elaboración de raciones los insumos se pesaron, mezclaron y procesaron en la máquina peletizadora, con dados de cribas de 3mm. de diámetro en los ambientes de la Planta de Alimentos Balanceados del PEA – IIAP. Se prepararon cantidades suficientes para atender las necesidades de toda la fase experimental. Las raciones fueron guardadas en sacos plásticos y a temperatura ambiente. Las raciones tuvieron los siguientes niveles de inclusión de torta de sachá inchi: R1 (0%), R2 (10%), R3 (20%), R4 (30%). Se alimentó a los peces dos veces por día (mañana y tarde) a razón de 5% de biomasa de cada jaula siguiendo lo indicado por Castagnolli (1992). En cada jaula se colocaron cinco alevinos con un peso promedio inicial de 21g y una longitud inicial de 10 cm. Los ejemplares fueron sometidos a un proceso de adaptación a las condiciones experimentales por espacio de 15 días. La composición porcentual de las raciones experimentales se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Composición porcentual de las raciones (tratamientos) experimentales.

<i>Insumos / tratamientos</i>	<i>R1 Testigo</i>	<i>R2 10%</i>	<i>R3 20%</i>	<i>R4 30%</i>
Subproducto de Trigo	50.52	45.44	40.06	36.14
Torta de soya	34.87	31.00	25.52	20.00
Harina de pescado	8.24	6.00	5.00	4.00
Polvillo de arroz	3.38	4.68	6.73	7.40
Carbonato de Calcio	1.47	1.36	1.17	0.94
Harina de trigo	1.15	1.15	1.15	1.15
DL-Metionina	0.15	0.15	0.15	0.15
Premix	0.12	0.12	0.12	0.12
Cloruro colina	0.10	0.10	0.10	0.10
Sacha Inchi	-	10.00	20.00	30.00
<i>Composición Química (%)</i>				
Materia Seca	89.52	89.79	90.13	90.42
Proteína	30.00	30.00	30.00	30.00
Grasas	2.94	6.61	10.43	14.14
Fibra	7.23	6.83	6.73	6.03
Energía digestible (Mcal/Kg)	2.60	2.82	3.05	3.28

R1, R2...R4 = raciones experimentales.

3.2.8. Índices zootécnicos

El índice de conversión alimenticia aparente (ICAA); se determinó por la división entre la cantidad de alimento y la ganancia de peso todo multiplicado por el peso seco, cuya formula se muestra a continuación:

$$ICAA = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}} (\text{peso seco})$$

Ganancia de peso (GP) se determinó por diferencia entre el peso promedio final y el peso promedio inicial de los peces, cuya fórmula es:

$$GP = \text{peso promedio final} - \text{peso promedio inicial}$$

Incremento de peso (IP%) se determinó multiplicando por 100 el resultado de la división de la ganancia de peso entre el peso inicial, según la fórmula:

$$IP\% = 100 \left(\frac{\text{ganancia de peso}}{\text{peso inicial}} \right)$$

Factor de condición. $K = \frac{W}{L^3}$

Donde:

W : Peso Total

L³ : Longitud total al cubo

Tasa de Crecimiento Específico. $TCE = \left[\frac{\text{LnWT} - \text{LnWt}}{t \text{ días}} \right] * 100$

Donde:

WT: Peso al tiempo final

Wt: Peso al tiempo inicial

t: Tiempo en días

Sobrevivencia:

$$S(\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ Cosechado} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ Sembrado}}$$

Ganancia de peso diario:

$$Gpd = \frac{\text{Peso ganado}}{\text{N}^\circ \text{ días}}$$

Biomasa Ganada: $Bg = Bf - Bi$

Donde:

Bi: Biomasa inicial

Bf: Biomasa final.

3.2.9. Análisis de Datos

Los datos fueron procesados en hojas de EXCEL y luego analizados mediante ANOVA simple en el paquete estadístico JMP IN versión 4.0.4 (2001). Cuando se observó diferencia significativa se aplicó el Test de Comparación Múltiple de Medias de Tukey ($P < 0.05$).

3.2.10. Análisis bromatológicos

Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del IIAP. Se determinó el contenido de proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE) o grasa, humedad (HU), materia seca (MS), material mineral (ceniza) (MM) en el insumo de prueba, en las cuatro raciones y en un pez al inicio del experimento y en una muestra de peces de cada tratamiento al finalizar el experimento. Los análisis básicos siguieron las recomendaciones de la A.O.A.C Modificado (1998).

Materia seca (MS), se determinó el porcentaje de materia seca presente en la muestra por el método de Weende, utilizando una estufa marca Barnstead. Así, el porcentaje de materia seca se calculó de la siguiente manera:

$$\text{MS \%} = \frac{\text{peso placa con muestra seca} - \text{peso placa vacía}}{\text{peso de muestra fresca}} \times 100$$

Humedad (HU), se determinó con la pérdida de peso de pequeñas cantidades de material, cuando se sometieron a una temperatura de 105° C hasta conseguir un peso constante.

$$\text{HU \%} = 100 - \% \text{ MS}$$

Proteína bruta (PB), inicialmente se determinó el tenor de nitrógeno total por el método de Micro - Kjeldahl, usando 6.25 como factor de conversión. De esta manera el tenor de proteína determinado para cada análisis fue.

$$\text{PB} = \text{Tenor de N (\%)} \times 6.25$$

Extracto etéreo o grasa (EE): se determinó en el extractor de Soxhlet, a través de la extracción continua con hexano (C_6H_{14}).

$$EE \% = \frac{\text{peso balón con grasa} - \text{peso balón vacío}}{\text{peso de la muestra fresca}} \times 100$$

Cenizas o material mineral (MM): se hizo quemando las muestras en la mufla a una temperatura de 550°C por tres horas.

$$MM \% = \frac{\text{peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{peso de la muestra fresca}} \times 100$$

3.2.11. Factores físicos y químicos del agua

Los parámetros físicos y químicos fueron registrados en fichas de control tanto diario como semanal. (Ver Anexos N° 2 y N° 3). Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

Físicos. Temperatura ambiental, temperatura del agua, transparencia.

Químicos. pH, oxígeno disuelto del agua, anhídrido carbónico, compuestos Amonio.

Se registraron de la siguiente manera:

Parámetros físicos.

Temperatura: Se registró dos veces al día (mañana y tarde) dentro de una de las jaulas, tomándose la medida de la temperatura del agua y la temperatura del ambiente.

Transparencia: Se registró en forma semanal mediante un disco de Secchi.

Parámetros químicos.

Se tomó muestras de agua cerca de las jaulas, las medidas se determinaron mediante un kit de medición marca AQ – 2 La – Motte a excepción del oxígeno disuelto y el pH que se midieron diariamente, los demás parámetros se registraron en forma semanal.

IV. RESULTADOS

4.1. Crecimiento y conversión alimenticia.

En el Cuadro 2 se muestran los principales resultados obtenidos luego de transcurridos los 150 días de administración de las cuatro dietas peletizadas a los alevinos de gamitana cultivados en las jaulas flotantes.

Cuadro 3. Crecimiento, conversión alimenticia, estado de bienestar y sobrevivencia de gamitana (*C. macropomum*) alimentada con cuatro dietas experimentales en jaulas flotantes por 150 días.

Variables	Valor P	Decisión	DIETAS (Tratamientos)			
			T1 (0%) TESTIGO	T 2 (10%)	T 3 (20%)	T 4 (30%)
PI (g)	0.4747	N. S	23.3 ± 1.74 ^a	19.84 ± 3.00 ^a	19.42 ± 5.47 ^a	22.49 ± 2.62 ^a
PF (g)	0.0676	N. S	175.03 ± 8.47 ^a	174.63 ± 6.19 ^a	193.77 ± 7.34 ^a	173.17 ± 5.75 ^a
GP (g)	0.0994	N. S	151.70 ± 9.93 ^a	154.79 ± 15.75 ^a	171.34 ± 11.32 ^a	150.67 ± 5.54 ^a
GPD (g/día)	0.0994	N. S	1.01 ± 0.06 ^a	1.03 ± 0.10 ^a	1.16 ± 0.07 ^a	1.00 ± 0.03 ^a
BI (g)	0.4747	N. S	116.66 ± 8.70 ^a	99.20 ± 15.0 ^a	97.10 ± 27.36 ^a	112.47 ± 13.14 ^a
BF (g)	0.0676	N. S	875.16 ± 42.38 ^a	873.16 ± 64.16 ^a	968.83 ± 36.72 ^a	865.83 ± 28.74 ^a
GB (g)	0.0994	N. S	758.50 ± 49.66 ^a	773.96 ± 78.75 ^a	871.73 ± 56.63 ^a	753.36 ± 27.73 ^a
TCE (%/día)	0.2842	N. S	1.34 ± 0.07 ^a	1.46 ± 0.15 ^a	1.55 ± 0.19 ^a	1.36 ± 0.06 ^a
ICAA	0.3543	N. S	2.41 ± 0.11 ^a	2.13 ± 0.18 ^c	2.24 ± 0.13 ^b	2.25 ± 0.23 ^b
Factor (K)	0.7369	N. S	1.59 ± 0.13 ^a	1.70 ± 0.17 ^a	1.63 ± 0.06 ^a	1.63 ± 0.08 ^a
S (%)			100	100	100	100

Leyenda:

PI: Peso Inicial; PF: Peso Final; GPD: Ganancia de peso diario. BI: Biomasa Inicial BF: Biomasa Final
GB: Ganancia de Biomasa S: Supervivencia.

De acuerdo a los análisis estadísticos realizados, se observa que hubo homogeneidad de pesos desde el inicio hasta el final del estudio entre los peces de todos los tratamientos evaluados, por tanto, no hubo diferencia significativa en la ganancia de peso, ganancia de peso diario, ni en ganancia de biomasa ($P>0.05$). En ese sentido, tal parece que los tres niveles de inclusión de la torta de sachá inchi y la ración testigo tuvieron el mismo efecto en el crecimiento de los peces durante la evaluación.

En relación a los índices zootécnicos podemos observar que la ganancia en peso (GP), el índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), y la tasa de crecimiento específico (TCE %/día), tampoco fueron afectados significativamente por los tres niveles de inclusión del insumo (sachá inchi) respecto del tratamiento testigo T0, evaluados según ANOVA ($P<0.05$).

En el gráfico 1 se observa la uniformidad en el crecimiento longitudinal de la especie en estudio, teniendo un ligero incremento el T3 en los últimos muestreos realizados previos a la conclusión de la fase experimental del estudio.

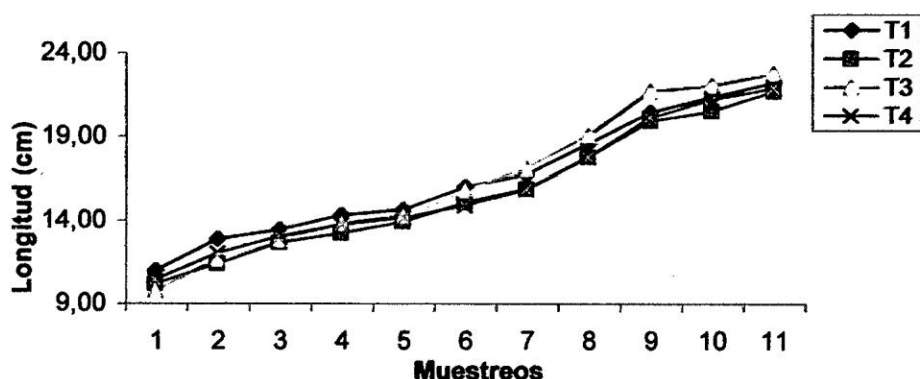


Gráfico N° 1: Resultados de longitud obtenidos luego de 150 días de administración de cuatro dietas en la alimentación de alevinos de gamitana.

El gráfico 2 nos muestra una diferencia mínima superior del T3 respecto a los demás tratamientos en estudio, las cuales se muestran a partir del séptimo muestreo, no obstante,

estos resultados no alcanzan para demostrar una diferencia significativa entre los tratamientos con inclusión y menos con el tratamiento testigo.

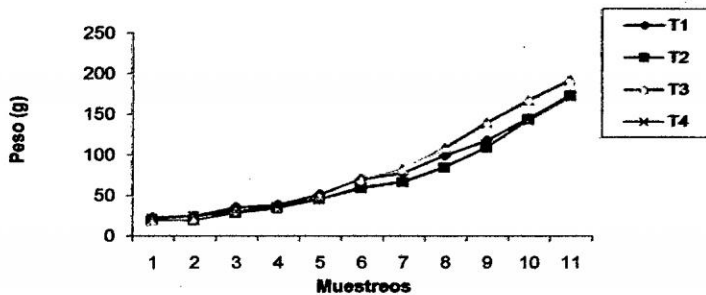


Gráfico N° 2: Resultados de peso obtenidos luego de 150 días de administración de cuatro dietas en la alimentación de alevinos de gamitana.

4.2. Composición corporal de los peces.

De acuerdo a los análisis bromatológicos realizados en la presente investigación, se observó un ligero incremento en la composición proteica de la carcasa, que fue corroborada por el ANOVA efectuado ($P < 0.05$). En ese sentido, los peces de los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron un incremento significativo de proteína con respecto al inicio del experimento según Tukey ($P < 0.05$). Asimismo, hubo un decrecimiento de la humedad desde el inicio hasta el final del experimento, especialmente en los peces de los tratamientos 1, 2 y 3 ($P < 0.05$). Mayores detalles son mostrados en la Cuadro 3.

Del mismo modo, se notó un incremento significativo en el contenido de grasa al final del experimento, siendo evidente que ésta se incrementó sustancialmente ($P < 0.05$) siendo significativamente superior al nivel mostrado al inicio del experimento según el Test de Tukey realizado.

En lo que respecta a la materia seca, los resultados indican que T1, T2 y T3 incrementaron significativamente el nivel de materia seca de la carcasa de los peces ($P < 0.05$) con relación al nivel inicial, lo cual no sucedió con los peces alimentados con el T4. En cuanto a la variable ceniza, según el ANOVA realizado, éste indica que el contenido mineral disminuyó significativamente ($P < 0.05$) en los peces sometidos en las cuatro raciones siendo significativamente inferior al nivel observado al inicio del estudio.

Cuadro 4. Composición proximal de la carcasa de los peces experimentales gamitana (*C. macropomum*). Valores identificados con letras diferentes en una línea, son significativamente diferentes según Tukey ($P < 0.05$).

Variables	Prob.	Decisión	Composición	Tratamientos			
			Inicial	T1 Final	T2 Final	T3 Final	T4 Final
Proteína	0.0124	Signif.	59.83 ± 0.62 ^b	65.54 ± 3.2 ^a	65.96 ± 0.71 ^a	66.06 ± 1.23 ^a	64.01 ± 0.19 ^b
Grasa	0.049	Signif.	10.5 ± 0.2 ^a	20.35 ± 6.17 ^b	18.24 ± 3.4 ^b	17.9 ± 4.7 ^b	22.3 ± 3.04 ^b
Humedad	0.0349	Signif.	76.74 ± 1.07 ^a	68.51 ± 1.81 ^b	72.73 ± 4.51 ^b	74.00 ± 0.55 ^a	76.11 ± 0.43 ^a
Mat. Seca	0.0349	Signif.	23.25 ± 1.07 ^a	31.48 ± 1.81 ^b	27.26 ± 4.51 ^b	26.00 ± 0.55 ^b	23.88 ± 0.43 ^a
Cenizas	0.0033	Signif.	12.7 ± 0.24 ^a	10.3 ± 0.3 ^b	10.2 ± 0.03 ^b	9.64 ± 0.21 ^b	8.91 ± 0.6 ^b

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Limnología del PEA – IIAP.

4.3. Calidad del agua.

Los resultados de las evaluaciones limnológicas realizadas periódicamente en el estanque 1A donde se instaló las 12 jaulas están expresadas como el promedio ± la desviación estándar de cada parámetro monitoreado y son mostradas en las Cuadros 4 y 5, así como en mayor detalle en los gráficos que van del 3 al 12.

En el Cuadro N° 4 se muestra los promedios ± desviación estándar de los parámetros físicos del estanque, como son: Temperatura del agua, temperatura ambiental, pH y transparencia; obtenidos en campo durante los cinco meses de cultivo de gamitana; los cuales se encuentran dentro de los rangos aceptables para la piscicultura. Estos resultados se expresan mejor en los gráficos del 3 al 6.

Cuadro 5. Parámetros físicos (promedio \pm desviación estándar) obtenidos en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

Parámetros Físicos	Promedio \pm D. estándar
Temperatura del agua °C	29.18 \pm 0.17
Temperatura del ambiente °C	26.65 \pm 0.47
Transparencia cm.	34.3 \pm 1.83

En el cuadro N° 5 se muestran los promedios \pm desviación estándar de los parámetros de los parámetros químicos del estanque, como son: Oxígeno disuelto, Dióxido de carbono, Cloruro, Dureza, Alcalinidad, Amonio, Nitrito; obtenidos en campo durante los cinco meses de cultivo de gamitana; los cuales se encuentran dentro de los rangos aceptables para la piscicultura. Los cuales están explicados con mas detalle en los gráficos del 7 al 12.

Cuadro 6. Parámetros químicos (promedio \pm desviación estándar) obtenidos en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

Parámetros Químicos	Promedio \pm D. Estándar
pH (unidades)	6.75 \pm 0.07
O ₂ mg/l	6.24 \pm 2.85
CO ₂ mg/l	10.11 \pm 4.94
Cloruro mg/l	16.89 \pm 3.89
Dureza mg/l	18.22 \pm 2.91
Alcalinidad ppm	21.33 \pm 2.00
Amonio ppm	0.48 \pm 0.46
Nitrito mg/l	<0.05

El grafico 3 nos muestra que de acuerdo a las mediciones realizadas la temperatura del agua no muestran diferencias marcadas en los datos tomadas durante las mañanas, mostrando un mínimo de 27.99 °C y un máximo de 28.74 °C con promedio de 28.41 °C; del mismo modo, para los datos registrados durante la tarde con variaciones entre 29.75 °C y 30.07 °C como mínimo y máximo respectivamente y promedio de 29.95 °C; siendo marcada entre el 5to. y 6to muestreo. Teniendo como promedio general de 29.18 °C.

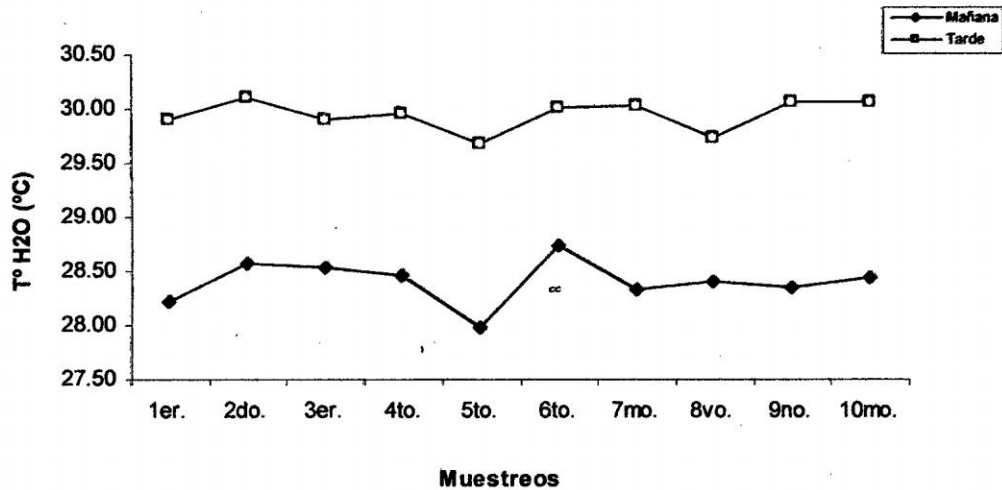


Gráfico 3: Variación de la temperatura del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

El gráfico 4 muestra la temperatura ambiente según los registros de las mañanas con variaciones pocas diferenciales hasta el 8° muestreo momento en el se muestra fluctuaciones grandes en la temperatura ambiental con un promedio de 26.19 °C, con mínimo de 25.29 °C y un máximo de 26.98°C; de igual modo, para los datos registrados durante las tardes que muestran variaciones marcadas desde el inicio del experimento hasta el final con un promedio de 27.10 °C, valor mínimo de 26.47 °C y un valor máximo de 27.70 °C ; lo que nos da un promedio general de 26.65 °C.

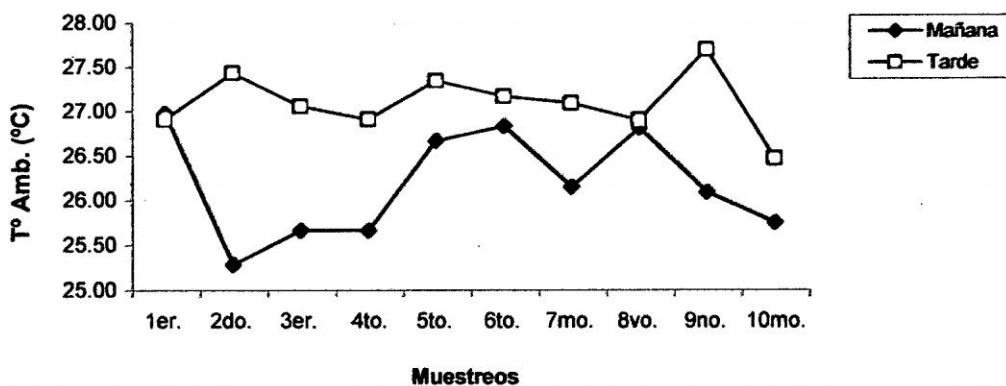


Gráfico 4: Variación de la Temperatura ambiente en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

De acuerdo al grafico 5 la transparencia del estanque es de mínimo 30 cm y máximo de 36 cm, lo que nos permite mostrar un promedio de 34.3 cm, encontrándose este resultado dentro del rango aceptable para el desarrollo de la piscicultura en zonas tropicales.

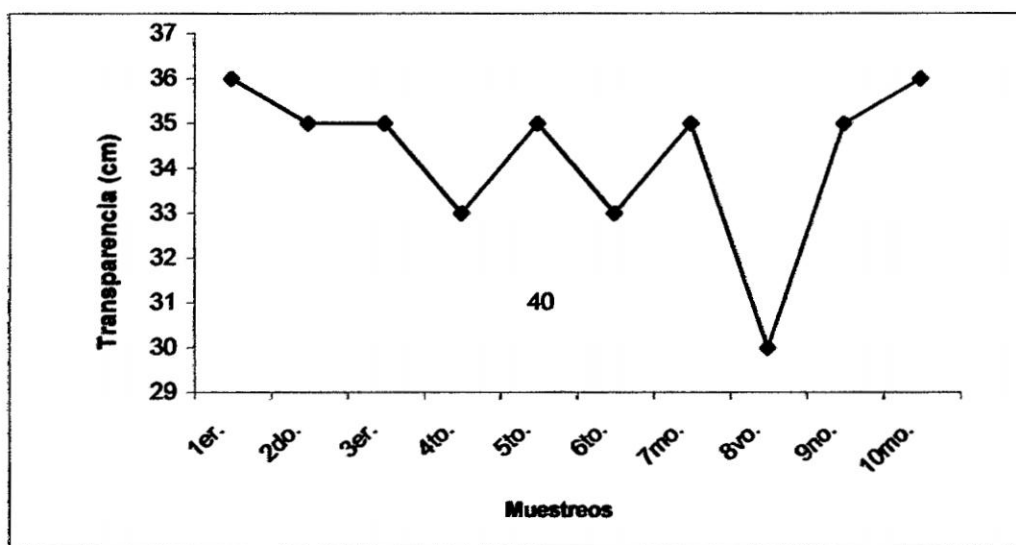


Gráfico 5: Variación de la Transparencia del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

De acuerdo al grafico 6 las mediciones de pH no mostraron diferencias marcadas de acuerdo a los registros tomados por la mañana que muestran valores mínimo de 6.21 y máximo de 6.28 con un promedio de pH de 6.25; al igual, para los valores registrados en la tarde, que muestran valores mínimo de 7.08 y máximo de 7.39 con un promedio de pH de 7.25, lo que nos permite mostrar en el cuadro de resumen un promedio general de pH de 6.75.0

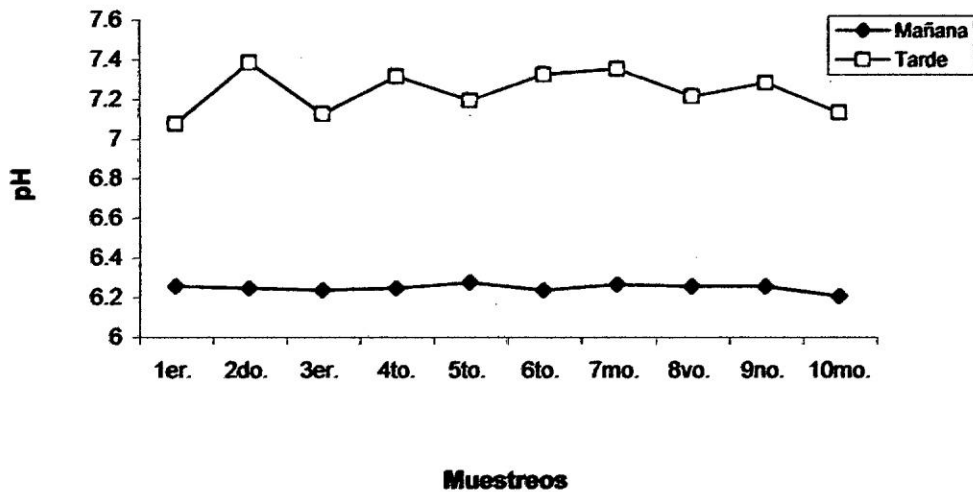


Gráfico 6: Variación de pH del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

El gráfico 7 muestra que durante la mañana las mediciones de oxígenos no tienen una marcada diferencia, más bien son casi uniformes, con valor mínimo de 3.64 mg/l, valor máximo de 4.91 mg/l y un promedio de 4.17 mg/l,; por el contrario en las mediciones realizadas durante las tardes si observamos variaciones teniendo valor mínimo de 8.18 mg/l y máximo de 8.48 mg/l con un promedio de 8.31 mg/l, lo que nos da un promedio general de 6.24 mg/l, aceptables para trabajos de piscicultura.

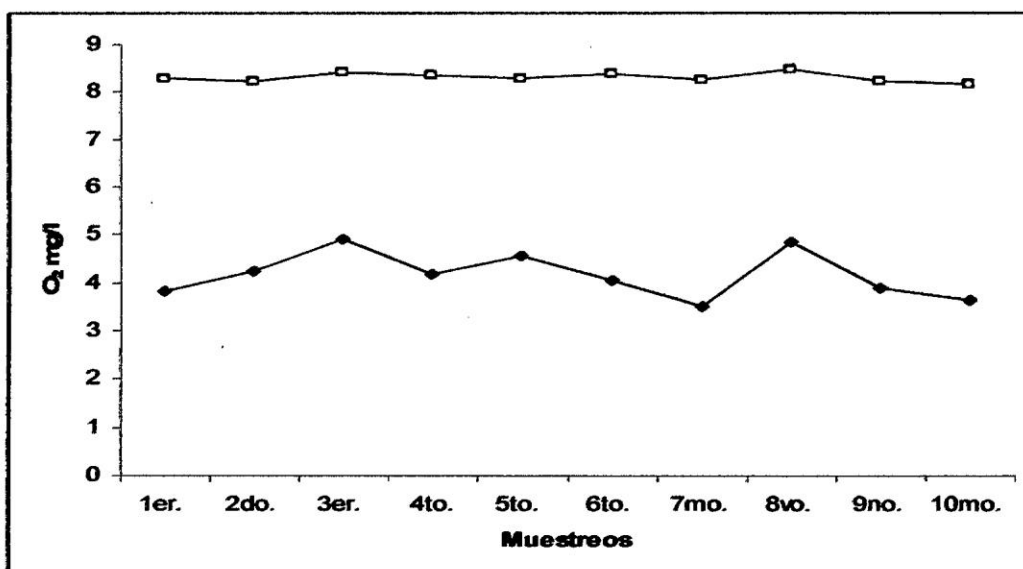


Gráfico 7: Variación del oxígeno disuelto del agua en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

El gráfico 8 muestra que los valores de CO₂ con un mínimo de 5 mg/l y un valor máximo de 12 mg/l, obteniendo un promedio de 10.1mg/l.



Gráfico 8: Variación del CO₂ del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

El gráfico 9 muestra los datos registrados para cloruro que son de 12 y 20 mg/l como mínimo y máximo respectivamente, de acuerdo a esto, el promedio es de 16.89 mg/l, lo que nos indica que el cloruro registrado del estanque esta dentro del rango aceptable para trabajos en piscicultura.

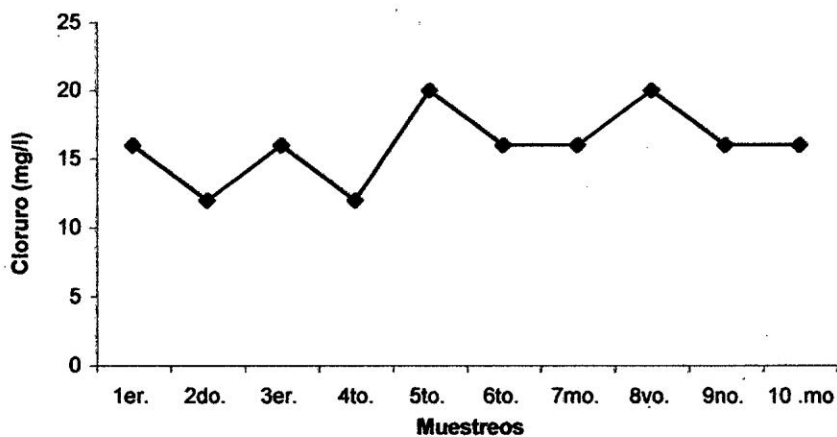


Gráfico 9: Variación del Cloruro del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

El grafico 10 los valores obtenidos de dureza del estanque fue de mínimo 16 mg/l y máximo de 24 mg/l, con un promedio de 18.22 mg/l, no registrando variaciones notorias, pero manteniendo igualdad entre el 7mo y 9no muestreos.



Gráfico 10: Variación de la Dureza del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

El grafico 11 nos muestra que los valores de alcalinidad obtenidos en la investigación tienen una variación mínima entre 20 y 24 ppm, estando por debajo de los 45 ppm de alcalinidad que nos recomienda la literatura recomienda como valores ideales para la piscicultura en aguas continentales.

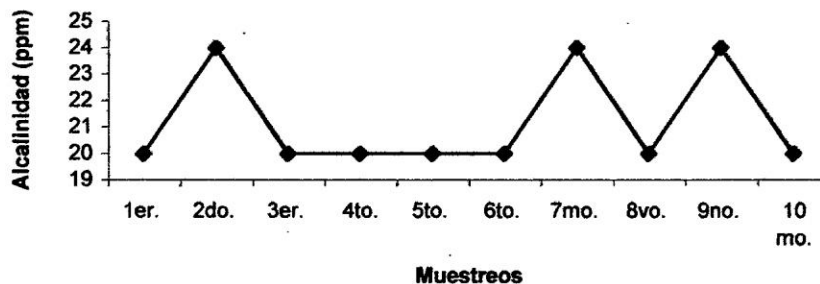


Gráfico 11: Variación de la Alcalinidad del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

En el grafico 12 se muestra que el promedio de amonio del estanque al final del estudio fue de 0.48 ppm; con una variación que oscila entre el valor mínimo de 0.2 ppm y máximo de 0.8 ppm.

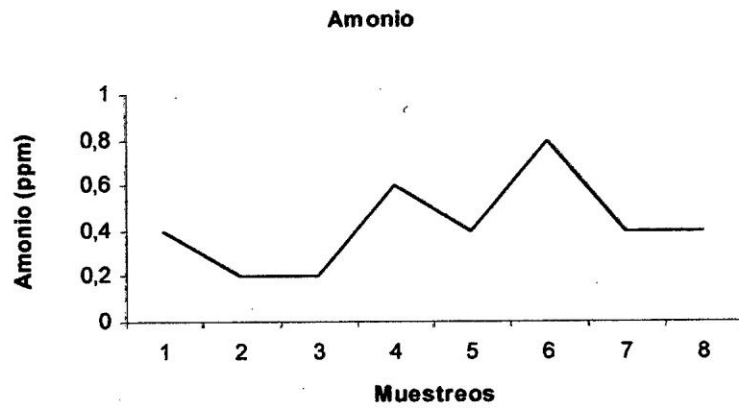


Gráfico 12: Variación del Amonio del agua del estanque en el cultivo de gamitana en jaulas flotantes.

V. DISCUSIÓN

5.1 Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA).

El índice de conversión alimenticia aparente, está definido como la cantidad de alimento o ración necesaria para que el pez obtenga 1 kg de peso, por tanto, cuanto mayor fuera el valor del ICAA, menor será la eficiencia del alimento (ITUASSÚ, 2002). Según KUBITZA *et al.*, (1999), el ICAA, esta relacionado a la calidad de alimento.

Los resultados de ICAA obtenidos en el presente estudio no mostraron diferencias significativas según ANOVA ($P > 0.05$). El ICAA varió entre 2.13 y 2.25, valores normales en dietas peletizadas y semejantes a los obtenidos por CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005), quienes obtuvieron ICAA entre 2.08 con una dieta de 23% PB y evidentemente mejores que los reportados por PADILLA (2000), quien obtuvo un ICAA de 2.70 y 2.90 evaluando el contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana y a BANCES & MOYA (2001) quienes obtuvieron ICAA de 3.40 y 2.91

Del mismo modo, los ICAA obtenidos en el presente estudio superan a otros resultados reportados por autores como ROUBACH & SAINT PAUL (1993) quienes obtuvieron en un estudio similar ICAA entre 1.8 (dieta control) y 8.9 (para dietas a base de semillas de *Hevea spp*), trabajando con gamitana. Por su parte, CHAGAS & VAL (2003) obtuvieron ICAA de 3.97 y 2.54 evaluando el efecto de la vitamina C en juveniles de gamitana. De igual modo PADILLA *et al.* (2000) reportaron una variación de 3.1 a 3.6 de ICAA en un estudio en el que evaluó la sustitución de la harina de pescado por el ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana.

Por el contrario, otros estudios encontraron valores de ICAA mucho más eficientes que el nuestro. Por ejemplo, BECHARA *et al.* (2005) usando alimento extruído reportan ICAA de 1.36, 1.54, 1.73 evaluando el efecto de los niveles de proteína, calidad de agua y eficiencia de la proteína bruta (25, 35, 45 %) en alevinos de paco (*P. brachypomus*).

AYLLÓN & PAYAHUA (2003) muestran ICAA de 1.7 y 2.5 evaluando dietas conteniendo pijuayo en paco. Del mismo modo, RODRIGUEZ (2004) obtuvo un ICAA de 1.27 con una densidad de 300 peces /m³ y un máximo de 0.92 con 500 peces/ m³ en un estudio que evaluó la densidad estomacal de la gamitana criada en jaulas por 60 días. Finalmente, REBAZA *et al.* (2002) obtuvieron ICCA de 0.44, 0.47 y 0.46 estudiando la influencia de tres densidades de siembra en la etapa de alevinaje en paco (*P. brachypomus*).

5.2. Crecimiento.

Los resultados de la investigación muestran que el crecimiento fue homogéneo durante todo el experimento, sin embargo el nivel de crecimiento observado en los peces no satisface la expectativa generada al principio de la investigación ya que el producto evaluado (sacha inchi) por las bondades nutricionales con las que cuenta.

Sin embargo, revisando la literatura observamos que CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005) estudiaron el efecto de la harina de plátano en la ganancia de peso de gamitana durante 24 semanas, reportando que los alevinos de este pez no se desempeñaron satisfactoriamente en el cultivo en jaulas, lo que coincide de alguna manera con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Sin embargo, otros autores tuvieron mejores respuestas en el cultivo en jaulas y entre ellos podemos mencionar a PADILLA *et al.* (2000), quienes registraron pesos finales entre 472 g y 570 g en juveniles de gamitana cultivados en jaulas por 120 días con 4 dietas diferentes, en base a harina de pescado y ensilado biológico. Del mismo modo, (PADILLA & ALCANTARA, 1997; CAMPOS 2000; PADILLA *et al.*, 2000) han reportado que esta especie alcanza normalmente entre 300 y 600 g en ese mismo periodo de cultivo. En ese sentido el peso alcanzado en la presente investigación se encuentra por debajo del nivel esperado, de acuerdo a los reportes de trabajos preliminares.

En otra experiencia realizada con gamitana; ALCANTARA *et al.* (2004), reportan GP de 343 g y 153.5 g en 225 y 180 días respectivamente en un estudio en el que evaluó el cultivo de paco (*P. brachypomus*) y gamitana (*C. macropomum*) en jaulas flotantes situadas en comunidades indígenas. Por otro lado, CHAGAS & VAL (2003), reportan GP de 45.02, 82.74 y 99.85 g en diferentes niveles evaluando el efecto de la vitamina C en el crecimiento de gamitana.

5.3 Tasa de crecimiento específico (TCE): En la investigación realizada no se observó diferencias significativas de TCE entre los tratamientos coincidiendo con, BRANDO *et al.* (2004), BANCES & MOYA (2001).

RABELLO *et al.* (2004), reportan TCE de 0.85 ± 0.16 % en un estudio en el que se evaluó el desarrollo de la gamitana (*C. macropomum*) sometida a privación alimenticia. Por otro lado VÁSQUEZ – TORRES *et al.* (2002), reportan un TCE de 2.16 ± 0.05 % y 2.05 ± 0.14 % en un estudio en el que compararon una dieta semipurificada para evaluar las exigencias nutricionales del paco (*P. brachypomus*). RODRIGUEZ *et al.* (2004), reportan un TCE muy superior a la obtenida en el presente estudio, siendo ésta del orden de 5.53 ± 0.61 % peso corporal/día con una densidad de 400 peces/m³ en un estudio en el que evalúa la densidad de siembra de gamitana criadas en jaulas.

En otras investigaciones, REBAZA *et al.* (2002) reportan TCE de 5.9%, 5.8%, 6.2% peso corporal/día (tratamientos de 10, 15, 20 alevinos de paco en 30 días de cultivo evaluando la influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de paco. Por su lado, PADILLA (2000) registra TCE de 1.3 y 2.8% peso corporal/día en un estudio en el que evaluó el efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana.

Otros investigadores como VÁSQUEZ – TORRES *et al.* (2002), registraron TCE entre 1.5 y 2.2% peso corporal/día en pacos alimentados con 3 dietas experimentales

semipurificadas. De igual manera, REBAZA *et al.* (2002), registraron TCE de 1.72 %, 1.58 % y 1.54 % peso corporal/día en alevinos de paco cultivados durante 240 días bajo tres densidades de siembra (5000, 10000 y 15000 peces/Ha.). Finalmente, McCALLUM *et al.*, (2000), registran TCE entre 1.93 y 2.18 peso corporal/día en tilapia nilotica alimentada con 4 dietas a base de arvejón, *Pisum sativum*, en México.

5.4 Sobrevivencia.

En condiciones normales la tasa de mortalidad en el cultivo de *C. macropomum*, en estanques y jaulas son relativamente muy bajas. Las tasas de sobrevivencia que se observan en la mayoría de estudios son usualmente mayores a 90% siendo muy raros valores por debajo de 75%. En el presente estudio se obtuvo una sobrevivencia de 100% de los ejemplares cultivados estando acorde con resultados reportados por varios autores de acuerdo a la revisión realizada (REBAZA *et al.*, 2002; CHAGAS & VAL, 2003; CHUQUIPIONDO & GALDÓS 2005); GUIMARÃES & STORTI (2004).

En ese sentido, observamos que CHAGAS & VAL (2003) obtuvieron 100% de sobrevivencia en un estudio que buscó determinar el efecto de la vitamina C en la ganancia en peso y parámetros hematológicos de gamitana. Asimismo, MOYA & BANCES (2001), registraron una sobrevivencia del 93.3% de sus ejemplares en su estudio. En otro experimento, CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005), obtuvieron tasa de supervivencia de 88 a 100% durante la ejecución de su estudio.

Asimismo, en una especie muy cercana a la gamitana, REBAZA *et al.* (2002), reportan una sobrevivencia de 98.68% evaluando el crecimiento de paco en tres densidades diferentes cultivados por 30 días. Sin embargo, RODRIGUEZ *et al.* (2004), reportan niveles de sobrevivencia tan bajos como 69% estudiando la densidad de siembra de juveniles de gamitana en jaulas.

5.5 Calidad de Agua.

Los ejemplares de gamitana con más de 500 g son generalmente más resistentes a las variaciones ambientales drásticas según ARAUJO-LIMA & GOULDING (1998). Los registros obtenidos en el monitoreo de las condiciones físico-químicas del agua nos permite afirmar que los parámetros monitoreados permanecieron dentro de los límites permisibles. Esto puede deberse a que la fuente productora de agua en este caso es un manantial natural (aguajal), cuyas aguas son canalizadas por derivación al estanque del Centro de Investigación de Quistococha PEA – IIAP.

La temperatura promedio a lo largo del experimento fluctúa entre 29.18 ± 0.17 °C. Al respecto cabe mencionar que, según GUERRA *et al.* (1996), los límites de temperatura que permiten un desarrollo óptimo de especies nativas está entre 20 y 30 °C; RODRIGUEZ *et al.* (2004), reportan que una temperatura promedio de 29.6 °C la cual se encuentra dentro del rango permisible. FONSECA & STORTI (2004) reportan un promedio 26.8 °C; así como PADILLA (2000), ITUASSU (2004) reportan valores similares. En ese sentido, consideramos que los valores reportados en la investigación se encuentran dentro del rango permisible de temperatura.

El pH tuvo una variación entre 6.75 ± 0.07 durante el periodo experimental; valores semejantes fueron reportados por MORI *et al.* (1999), BRANDON (2004), CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005), pero concordantes con los límites permisibles indicados por GUERRA *et al.* (1996) quienes manifiestan que los valores normales de pH para el desarrollo normal de la gamitana son de 6.5 a 9. Del mismo modo, RODRIGUEZ *et al.* (2004), reportan un pH promedio de 6.5 ± 0.03 reforzando lo observado en el presente estudio.

Según JUNK *et al.* (1983) muchas especies pueden utilizar el oxígeno concentrado en la superficie, siendo la gamitana conocida por usar esta estrategia. Respecto a la

concentración de oxígeno disuelto en las aguas del estanque se ha obtenido valores promedio de 6.24 mg/l. durante los 150 días de experimento. Este rango es igual de aceptable para la crianza de gamitana y otras especies nativas teniendo en cuenta que en ambientes naturales, el oxígeno disuelto raramente sobrepasa los 6 mg/l y pueden ser tan bajos como 0.5 mg/l y en algunas veces llegar a niveles anóxicos por las noches. Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por AYLLÓN & PAYAHUA (2003), quienes reportan valores máximos entre 5.6 mg/l y 6.1 mg/l, mientras que MOYA & BANCES (2001) registraron niveles de oxígeno disuelto que estuvieron comprendidos entre 4.17 y 5.02 mg/l respectivamente. Finalmente, REBAZA *et al.* (2002), reportan un promedio de oxígeno disuelto de 5.83 en un cultivo de alevinos; similares resultados fueron obtenidos por MORI *et al.* (1999), ITUASSU (2004); por lo que consideramos que el promedio obtenido en la investigación está dentro del rango permisible para especies amazónicas.

La transparencia del agua está influenciada por el material en suspensión mineral u orgánica y varía de acuerdo a la naturaleza tamaño y cantidad de las partículas en suspensión. La transparencia del agua del estanque tuvo un promedio de 34.3 cm. el cual según el Ministerio de Pesquería (1994) se considera dentro de los valores óptimos para piscicultura (entre los 30 y 40 cm.). Según ALCANTARA *et al.* (2002), los estanques que presentan una transparencia entre 30 a 60cm. son los más productivos; por lo que consideramos que la transparencia observada en la presente investigación probablemente no ha tenido influencia negativa en los resultados finales, por estar dentro de los límites permisibles reportados por los autores arriba mencionados. Sin embargo hay valores muy por encima de los nuestros, como aquellos reportados por CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005), quienes encontraron valores de transparencia del agua del orden de 67.4 ± 3.9 cm. la cual ellos atribuyen a las constantes lluvias durante la ejecución de su estudio. En su estudio REBAZA *et al.* (2002) reportan valores tan bajos como de 26.4cm.

La alcalinidad total de un cuerpo de agua está relacionada a la concentración total de bases en el agua expresada como mg/L de carbonato de calcio equivalente y está representada por iones de carbonato y bicarbonato; mientras que la dureza total se define como la concentración de iones, básicamente de calcio y magnesio y se expresa en mg/L de carbonato de calcio equivalente.

Para el cultivo de organismos acuáticos la mejor agua con respecto a estos dos parámetros alcalinidad y dureza es la que tiene valores muy similares ya que de presentarse valores diferentes provocarían que el pH se incremente a niveles muy altos durante periodos de alta fotosíntesis (RODRIGUEZ *et al.*, 2001).

En el presente estudio, obtuvimos valores de alcalinidad en promedio de 21.33 mg/L; y de dureza de 18.22 mg/L.; valores iguales reportan REBAZA *et al.* (2002) con 16.24 mg/L. La literatura recomienda 45 ppm de alcalinidad y/o dureza como valores ideales para acuicultura con el fin de tener un buen efecto tampón (buffer) que impida la brusca fluctuación del pH en el agua de los estanques y que consecuentemente puedan conllevar a un estado de estrés fisiológico de los peces en cultivo. Sin embargo, consideramos que los valores observados en el estudio son aceptables para el cultivo de esta especie.

En cuanto a la variable dióxido de carbono (CO₂), se observó una variación entre 11.44 ± 4.99 ppm en el agua del estanque 1A. Esta variable tiene importancia en acuicultura debido a que es esencial para la fotosíntesis. La concentración de CO₂ en el agua está determinada por la respiración, fotosíntesis y descomposición de la materia orgánica, según RODRIGUEZ *et al.* (2001).

Por su parte, el amonio es el producto de la excreción de los peces y la descomposición de la materia orgánica, cuyos valores aceptables varían entre 0.06 para el NH₃ mg/l y 1.0 para NH₄ mg/l (GUERRA *et al.*, 2002). Los niveles de amonio fluctuaron en 0.48 mg/l en promedio y el nitrito fue siempre estable (<0.005) por lo que consideramos que no

afectaron negativamente el normal desarrollo de los peces; BRANDON *et al.* (2004) reportan valores de 1.69 ± 0.08 mg/l.

5.6 Análisis Bromatológico.

El notable incremento observado en el contenido final de grasa también fue reportado por otros autores como MORI *et al.* (1999), MOYA & BANCES (2001); todos estos trabajos en sustitución de insumos tradicionales por regionales.

Del mismo modo, el incremento de PB en la composición corporal de los peces al final del experimento posiblemente está relacionado a una influencia de las raciones sobre la composición corporal, concordando con AYLLÓN & PAYAHUA (2003) y MOYA & BANCES (2001) quienes obtuvieron resultados similares.

Asimismo, el incremento en el contenido de materia seca y grasa puede deberse al aumento de la proteína, los cuales fueron determinantes para este aumento. Por el contrario y concordante con los resultados de materia seca mostramos que la variable humedad tuvo un decrecimiento al final en contraste con la composición inicial por lo que consideramos que existe diferencia significativa entre la composición inicial y los cuatro tratamientos según Tukey ($P < 0.05$); similares resultados fueron obtenidos por CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005); por el contrario MORI (1999) encontró resultados diferentes con una elevada humedad al respecto del inicio de su experimento.

Los resultados muestran que en ceniza al finalizar el experimento hubo un notorio decrecimiento de esta variable; al igual que en los resultados obtenidos por AYLLON & PAYAHUA (2003), CHUQUIPIONDO & GALDÓS (2005) y del mismo modo MORI *et al.* (1999); recalando que en todos estos trabajos se evaluaron insumos regionales para sustituir algunos insumos tradicionales.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, podemos concluir lo siguiente:

- El crecimiento de la especie en estudio durante la fase de cultivo fue homogéneo, no encontrándose diferencias significativas en la ganancia de peso y biomasa entre los tratamientos evaluados.
- La tasa de crecimiento específico guarda relación con los resultados de crecimiento obtenido reflejando una baja ganancia porcentual de peso diario.
- No se registró mortalidad y el factor de condición tuvo valores aceptables indicando que los peces se encontraban en buen estado.
- Los ICAAs obtenidos en el estudio se encuentran dentro de los rangos reportados para las especies cultivadas de peces amazónicos con dietas peletizadas.
- Al finalizar el experimento concluimos que los peces alimentados con dietas que contenían inclusión de la torta de sachá inchi no mostraron ventajas significativas en relación a los alimentos con la dieta testigo en cuanto al crecimiento y a la composición corporal de los peces.

VII. RECOMENDACIONES

Nuestros resultados nos inducen a recomendar lo siguiente:

- Experimentar con otros porcentajes de inclusión de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en las raciones para alimentos de gamitana.
- Continuar con la búsqueda y experimentación de nuevos insumos regionales alternativos de bajo costo que puedan ser usados en la alimentación de gamitana.
- Realizar estudios de digestibilidad de la torta de sachá inchi en el cultivo de peces amazónicos a fin de dilucidar su verdadero potencial como insumos alimenticio.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (10.35 cm. y 21.27 g de longitud y peso inicial respectivamente), alimentados con raciones peletizadas con tres niveles de inclusión de torta de sachá inchi, *Plukenetia volubilis* (T2 = 10%, T3 = 20%, T4 = 30%), comparadas a una dieta control (T1 = 0%) y cultivados en jaulas flotantes de 1 m³ a una densidad de 5 peces/jaula por espacio de 150 días. El estudio fue ejecutado en el Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP en la Región Loreto. Los tratamientos fueron asignados siguiendo un diseño completamente al azar, por triplicado y los peces alimentados dos veces al día, seis días a la semana a una tasa de alimentación de 5% de la biomasa de cada jaula, siendo todas las dietas isoproteicas (26% PB). Se realizó muestreos quincenales para registrar el crecimiento en peso y longitud total y reajustar las raciones para las dos semanas subsecuentes. Se evaluó la composición corporal de los peces al inicio y al final del estudio. Al final del experimento no se registró diferencias estadísticas significativas en ninguno de los índices zootécnicos evaluados ($P > 0.05$) por lo que se deduce que la inclusión de torta de sachá inchi no tuvo una influencia significativa marcada en el crecimiento, bienestar o conversión alimenticia en gamitana, según ANOVA. Sin embargo, se observó un incremento en los niveles de proteínas, cenizas y grasas de los peces al final del experimento. Los parámetros físico-químicos del agua se encontraron dentro de los rangos satisfactorios para el cultivo de gamitana. Se concluye, en este estudio piloto y preliminar, que la torta de sachá inchi a pesar de presentar una interesante calidad nutricional, no influyó decididamente en el crecimiento de esta especie íctica como se esperaba, debiéndose considerar a futuro estudios de digestibilidad para reevaluar el insumo y determinar la posible presencia de factores antinutricionales.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCANTARA, F.; KOHLER, C.; KOHLER, S. & CAMARGO, W. 2002. Cartilla de Acuicultura en la Amazonía. Peruana. IIAP/PD/A CRSP/SIUC/FIAC. 47 pp.
- ALCANTARA, F.; CHAVEZ, C. V.; RODRIGUEZ, L.; KOHLER, C. C.; KOHLER, S. T.; CAMARGO, W. N.; COLACE, M. & TELLO, M. (2004). Gamitana *Colossoma macropomum* and Paco *Piaractus brachypomus* culture in floating cages in Peruvian Amazon. World Aquaculture Society Magazine, 34 (4): 22-24.
- A.O.A.C. 1998. Official Methods of Analysis. International 16th Edition. 4th Revision. 1236pp.
- ARANA, N. 1996. Cultivo y reproducción del pez disco *Sympisodon aequifasciatus*, en la piscigranja de Quistococha de la UNAP. Informe Técnico. 93p.
- ARAUJO, C. & GOULDING, M. 1998. Os frutos do tambaqui. Ecologia conservação e cultivo na amazonia. SCM/MCT-CNPq. Brasil. 186 pp.
- BECHARA, J.; ROUX, J.; RUIZ, F.; FLORES, C. & LONGONI, C. 2005. The effect of dietary protein level on pond water quality and feed utilization efficiency of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Aquaculture Research, 36(6): 546 – 553.
- CANTELMO, O. A. 1989. Nutrição de peixes em Aqüicultura In: Cultivo de *Colossoma*. Editorial Hernández. Acuicultura de América Latina. Primera Reunión de Grupos de Trabajo Técnico, Pirassununga. SUDEPE. Colciencia 84-91p.
- CAMPOS, B. L. & PADILLA, P. P. 1985. Efectos del “Kudzu” (*Pueraria phaseoloides*) y del “cetico” (*Cecropia* sp.) como fuentes proteicas en la alimentación de “gamitana”, *Colossoma macropomum* (Cuvier). Instituto de

- Investigaciones de la Amazonía Peruana. Centro de Investigaciones Jenaro Herrera. Jenaro Herrera, Perú. Mayo 1985.
- CAMPOS, B. L. 2000. Estudio de factibilidad técnico – económica para la creación de un centro de producción de alevinos en Loreto – Iquitos. 120 pp.
- CARNEIRO, D.J. 1981. Digestibilidade proteica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER. (Pisces Characidae). In. Simbraq. 2º Simposio Brasileiro de Aquicultura, Jaboticabal- SP, 78-80 p.
- CANTELMO, A. & SOUZA, J.A. 1986. Influencia da alimentação em diferentes níveis proteicos para o desenvolvimento inicial do pacu *Colossoma mitrei*. In: Síntese de trabalhos realizados com espécies do gênero *Colossoma*. Projeto Aquicultura. CPTA. Pirassununga.
- CASTAGNOLLI, N. 1979. Fundamentos de nutrição de Peixes. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP. Campus de Jaboticabal. SP. 189 p.
- CHAGAS, E.C. & VAL, A.L. (2003) Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, 38(3): 397-402.
- CHU-KOO, F. W.; CAMARGO, W. N.; KOHLER, C. C.; ALVAN-AGUILAR, M. A. & LOCHMANN, R. 2005. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of three high-carbohydrate ingredients for Black Pacu *Colossoma macropomum*. Libro de Resúmenes del América Aquaculture 2005. New Orleans, USA.
- CHU-KOO, F. W. & KOHLER, C. C. 2006. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). In: Renno, J. F.; García Dávila, C. R.; Duponchelle, F. & Nuñez, J. (eds.). *Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura*. 184-191p.

- CHUQUIPIONDO, J.M.L. & GALDÓS, R.A.P. 2005. Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisiaca* L. en el crecimiento de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818). Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 78.
- ECKMANN, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 (Characidae) feeding artificial diets. *Aquaculture*, (64): 293-303.
- FLORIAN, G. C. 1981. Nutrición de Peces y Posibilidades del país. *Piscicultura en el Perú*. Colegio de Ingenieros del Perú. 5 pp.
- FONSECA, S. & STORTI, A. 2004. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 39(3): 293 - 296.
- FRANCALOSSO, M.D. 1997. Panorama da Aquicultura na Região Norte. In: *Work Shop Internacional de Aquicultura*. São Paulo-SP. P. 07-13.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. & FERREIRA, E. G. 1988. Rio Negro, Rich life in poor water. *Amazonian Diversity and foodchain Ecology as seen through. Fish Communities*. SPB. Academy Publishing. 200 pp.
- GUERRA, H.; ALCÁNTARA, F.; & CAMPOS, L. 1996. *Piscicultura amazónica con especies nativas*. Tratado de Cooperación Amazónica – TCA. Secretaría Pro Tempore. 169 pp.
- GUERRA, H.; & SALDAÑA, G. 2002. *Cultivando peces amazónicos*. IIAP/IRG/BIOFOR/MP. San Martín – Perú. 200 pp.

- GUTIERREZ, W.; ZALDIVAR, J.; DEZA, S. & REBAZA, M. 1996. Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de paco, *Piaractus brachypomus* (Pisces, Characidae). *Folia Amazónica*, 8(2): 35 – 45.
- HONDA, E.M.S. 1974. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. *Acta Amazónica*, 4: 47-53.
- ITUASSU, D.R.; SANTOS, G.R.; ROUBACH, R. & PEREIRA-FILHO, M. 2002. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. INPA. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.39, n.12, p.1199-1203, dez. 2002
- LUNA, T. 1987. El efecto del contenido proteico y energético en alimentación artificial, sobre el crecimiento en *Colossoma macropomum*. Departamento de Piscicultura y Oceanografía- Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Peru. In: *Proceeding of the Latin America Seminar of Aquaculture*. 133-136.
- LUNA, T. 1993. Evaluación de insumos alimenticios amazónicos y su uso en la alimentación de *Colossoma macropomum*. Departamento de Acuicultura. Facultad de Pesquería. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima- Perú. 110p.
- LOVSHIN, L.L. 1974. Preliminary pond culture test of pirapitinga, *Colossoma bidens* (Agasiz) and tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier) from the Amazon river basin CARPAS/6/74 SET24.
- MACEDO, E. M. 1979. Necessidades proteicas na nutrição do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Pisces, Characidae). Dissertação de Mestrado. UNESP, Jaboticabal-SP. 71p.
- MORI, L. A.; PEREIRA-FILHO, M. & OLIVEIRA – PEREIRA, M. 1999. Substituição do fubá de Milho (*Zea mays*, L) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K) em

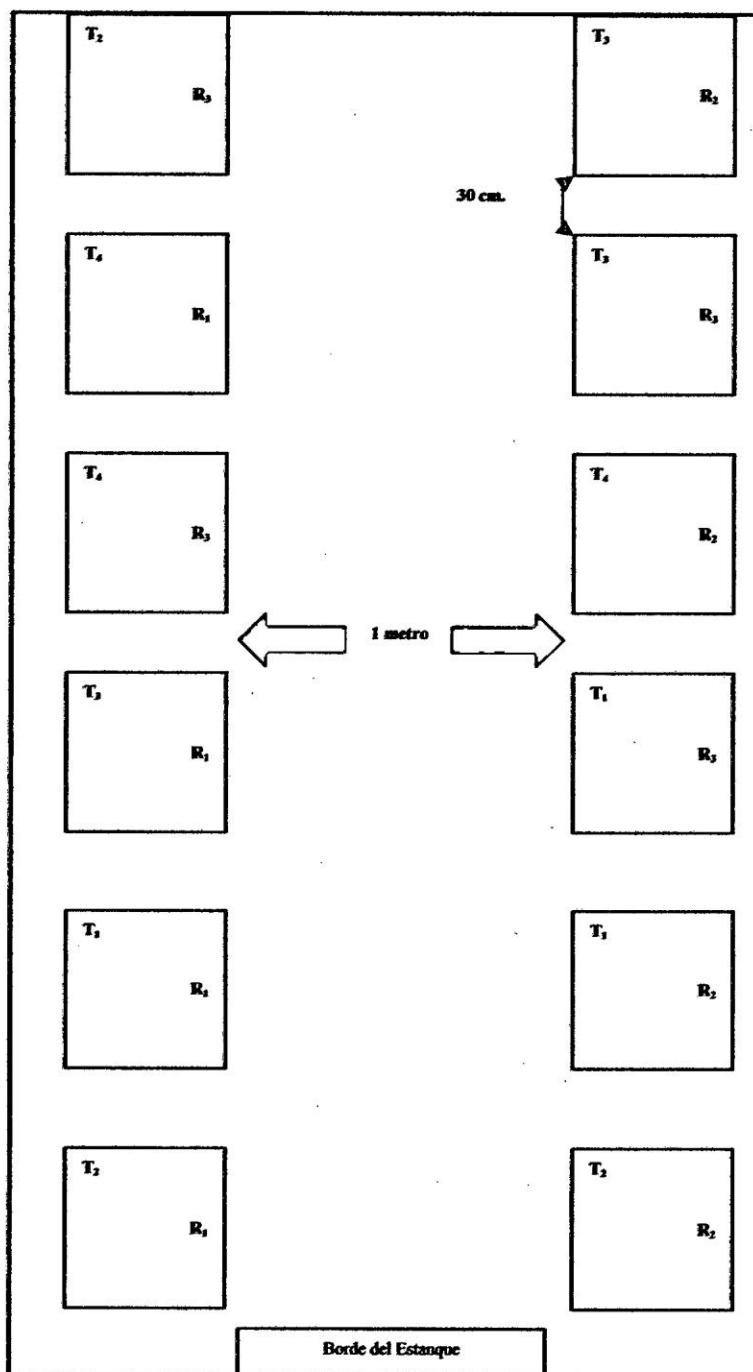
- rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER 1818). *Acta Amazónica*, 29(03): 447 – 453.
- MORI, L. A. 1993. Estudo da possibilidade de substituição do fuba de milho (*Zea mayz*. L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K) em rações para alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier 1818). Dissertação de Mestrado. INPA/Manus, Brasil. 76 pp.
- MORI, L .A. 2000. Exigências Proteico-Energéticas de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum*. Tese de Doutor em Ciências Biológicas. INPA/UA- Manaus, BRASIL. 109p.
- MOYA, L.C. & BANCES, K.C. 2001. Sustitución de la harina de maíz (*Zea mays*) por la harina de almendro de umarí (*Poraqueiba sericea*) en raciones para alevines de gamitana *Colossoma macropomum* (Pisces, Serrasalmidae). Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 70 pp.
- PADILLA, P. 2000. Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia Amazónica*, 10 (1-2):225 – 240 pp.
- PADILLA, P. 2000. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia Amazónica*, Vol. 10 (1-2): 81 -90 pp.
- POND, W. G.; CHURCH, D. C. & POND, K. R. 2003. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2^{da} Edición. Editorial Limusa Wiley. 635 pp.
- RABELO, D.; ROBSON, G.; ROUBACH, R. & PEREIRA, M. 2004. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasilia, 39(12):1199 – 1203.

- REBAZA, C.; VILLAFANA, E.; REBAZA, M. & DEZA, S. 2002. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachipomus*. "paco" en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. Folia Amazónica, 13 (1-2): 122 – 134 pp.
- RODRIGUES, M.J.J.; SAWAK, H.K.; ARANA, H.N.C. & SIVA, F.R.L. 1996. Aqüicultura na Amazônia: O estado atual e perspectivas para o desenvolvimento; In: Políticas pesqueiras nos países Amazônicos. Série Cooperação Amazônica. UNAMAZ. Belém. Brasil. 365-422.
- RODRIGUEZ, H; VICTORIA, P. & CARRILLO, M. 2001. Fundamentos de acuicultura continental. INPA/MADR. Bogotá – Colombia. 423 pp.
- RODRIGUES, F.; CARVALHO, L.; CAMPOS, E. & DANTAS, L. 2004. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recría em tanques-rede. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia. 39(4): 357 – 362.
- ROUBACH, R. 1991. Uso das Frutas e Sementes das Florestas Inundáveis na Alimentação de *Colossoma macropomun* (CUVIER, 1918) (PISCES; CHARACIDAE). Dissertação de Mestrado. INPA/FUA. Manaus-Amazonas. 79 pp.
- SAINT-PAUL, U. & WERDER, U. 1981. The potential of some amazonian fishes for warm water aquaculture. Proc. Word Sysmp. On Aquaculture in Heated effluents and recirculation Systems, Stavanger 28 – 30 May. Berlyn Vol. II: 275 – 287.
- SAINT-PAUL, U. 1984. Ecological and physiological investigations on *Colossoma macropomum*, a new specie for fish culture in Amazonas. Mem. Assoc. Latinoamerica. Acuicult, 5(3): 501-518.
- SHULMMAN, G. E. 1974. Life Cycle of Fish. In: John Wiley & Sons. Physiology and Biochemistry. New York. 258 pp.

- TACÓN, A.G.J. 1994. Os números da Aqüicultura, segundo a FAO. Revista Panorama da Aqüicultura, 4 (26):11-14.
- TACÓN, A.G.J. & COWEY, C.B. 1985. Protein and amino acid requiremens In: Fish Energetics. New Perspectives. P. Tytler & P. Calow (Edits), p. 155-183.
- TRUJILLO, J. 1988. Policultivo de cachama blanca (*Colossoma bidens*) y mojarra plateada (*Oreochromis niloticus*) en estanques. Proyecto Desarrollo de la Acuicultura en Colombia, INDERENA – COLCIENCIAS – CIID. Vol. 1. N° 1 p12.
- VÁSQUEZ – TORRES, W.; PEREIRA-FILHO, M. & ARIAS-CASTELLANOS, J. 2002. Estudos para composição de uma dieta referência purificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818). R. Bras. Zootec., 31(1):.283-292 (suplemento).**
- VEGAS, M. 1980. Algunos comentarios sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina Rev. Interciencia. 5(2): 101-103.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Distribución de los tratamientos (T) y replicas (R) dentro del estanque



Cuadro N° 07: Longitud de peces por muestreo

Magnitud	Longitud											
	TTO	Replica	Selección	1er. Muestreo	2do. Muestreo	3er. Muestreo	4to. Muestreo	5to. Muestreo	6to. Muestreo	7mo. Muestreo	8vo. Muestreo	9no. Muestreo
T 1	R 1	11.64	12.30	13.58	14.10	14.70	15.90	17.10	18.90	20.90	21.60	22.30
	R 2	10.70	11.80	13.34	14.38	14.50	15.70	16.40	18.40	20.60	21.60	22.50
	R 3	10.68	12.48	13.50	14.60	14.86	16.54	16.86	18.52	20.00	21.00	22.00
T 2	R 1	10.47	11.40	12.56	12.82	13.44	14.50	14.94	16.38	18.30	19.00	20.90
	R 2	9.96	11.30	12.34	13.26	13.82	15.02	15.64	17.64	19.70	20.20	21.40
	R 3	10.20	11.60	13.20	13.72	14.66	15.84	17.22	19.38	21.90	22.50	23.00
T 3	R 1	10.22	12.20	12.98	13.60	14.22	15.84	16.74	18.76	22.20	21.60	22.50
	R 2	9.48	11.20	12.26	13.60	13.92	15.38	16.88	19.06	21.70	22.40	23.10
	R 3	9.60	11.80	13.18	14.38	14.82	16.40	17.62	19.40	21.40	22.30	22.90
T 4	R 1	10.38	11.70	12.94	13.24	13.48	13.72	14.86	16.90	19.60	20.90	21.70
	R 2	10.38	12.20	13.56	14.82	15.36	15.90	16.48	17.76	19.40	21.20	21.90
	R 3	10.60	12.30	12.72	13.34	13.78	15.22	16.42	18.68	21.60	21.70	22.30

Cuadro N° 08: Peso de peces por muestreo

Magnitud	Peso											
	TTO	Replica	Selección	1er. Muestreo	2do. Muestreo	3er. Muestreo	4to. Muestreo	5to. Muestreo	6to. Muestreo	7mo. Muestreo	8vo. Muestreo	9no. Muestreo
T 1	R 1	25.12	24.86	35.38	38.48	49.66	66.10	82.26	103.80	118.50	148.40	170.70
	R 2	23.24	23.28	32.74	36.84	50.80	69.18	73.28	95.72	113.00	137.50	169.60
	R 3	21.64	27.44	38.78	40.10	55.08	76.92	78.70	99.64	123.30	152.20	184.80
T 2	R 1	19.44	21.32	29.88	33.18	42.10	49.28	54.74	66.66	100.60	135.10	172.50
	R 2	23.02	20.22	27.22	30.66	43.40	60.06	61.18	76.70	98.18	133.10	163.00
	R 3	17.06	19.38	30.26	41.56	53.22	72.54	85.94	112.69	131.80	167.50	188.40
T 3	R 1	25.52	23.20	33.40	35.50	46.68	64.66	76.66	102.53	137.40	158.20	187.40
	R 2	14.94	18.24	26.74	32.20	45.24	65.36	79.28	107.08	139.00	172.20	192.10
	R 3	17.80	22.22	32.40	39.06	56.00	79.80	92.80	117.62	145.20	175.20	201.80
T 4	R 1	20.00	22.50	29.58	32.52	37.40	44.18	53.96	71.36	101.80	134.50	167.90
	R 2	22.24	25.94	36.18	43.82	58.18	74.18	75.04	88.12	110.10	149.30	179.30
	R 3	25.24	27.34	29.20	34.40	43.38	59.66	71.62	97.40	119.90	145.80	172.30

INDICES ZOOTECNICOS

Cuadro N° 09: Ganancia de Peso

Ganancia de peso (Gp)

$$Gp = Wf - Wi$$

TTO	Replica	Ganacia de peso
T 1	R 1	145.58
	R 2	146.36
	R 3	163.16
T 2	R 1	153.06
	R 2	139.98
	R 3	171.34
T 3	R 1	161.88
	R 2	177.16
	R 3	184.00
T 4	R 1	147.90
	R 2	157.06
	R 3	147.06

Cuadro N° 10: Índice de Conversión Alimenticia Aparente

Indice de converción alimenticia aparente (IICA)

IICA =alimento consumido / ganacia de peso

TTO	Replica	IICA
T 1	R 1	2.39
	R 2	2.37
	R 3	2.35
T 2	R 1	2.27
	R 2	2.30
	R 3	2.39
T 3	R 1	2.36
	R 2	2.30
	R 3	2.38
T 4	R 1	2.27
	R 2	2.37
	R 3	2.37

Cuadro N° 11: Incremento de peso

Incremento de Peso

IP % = 100 (ganancia de peso / Peso inicial)

TTO	Replica	IP%
T 1	R 1	579.54
	R 2	629.78
	R 3	753.97
T 2	R 1	787.35
	R 2	608.08
	R 3	1004.34
T 3	R 1	634.33
	R 2	1185.81
	R 3	1033.71
T 4	R 1	739.50
	R 2	706.21
	R 3	582.65

Cuadro N° 12: Coeficiente de Variación de peso.

Coeficiente de variación de peso de los peces (CVP.%)

CVP % = 100x (desv. stand PF/peso promedio final)

TTO	Replica	CVP.%
T 1	R 1	6.86
	R 2	6.90
	R 3	6.33
T 2	R 1	6.79
	R 2	7.18
	R 3	6.21
T 3	R 1	6.25
	R 2	6.09
	R 3	5.80
T 4	R 1	6.97
	R 2	6.53
	R 3	6.79

Cuadro N° 13: Tasa de crecimiento específico

Tasa de crecimiento específico (TCE)

$$TCE = \ln W_f - \ln W_i / T_f - T_i$$

TTO	Replica	TCE
T 1	R 1	1.28
	R 2	1.33
	R 3	1.43
T 2	R 1	1.46
	R 2	1.31
	R 3	1.61
T 3	R 1	1.33
	R 2	1.70
	R 3	1.63
T 4	R 1	1.42
	R 2	1.39
	R 3	1.29

Cuadro N° 14: Factor de Condición

Factor de Condición (K)

$$K = w / L^3$$

TTO	Replica	K
T 1	R 1	1.54
	R 2	1.49
	R 3	1.74
T 2	R 1	1.89
	R 2	1.66
	R 3	1.55
T 3	R 1	1.65
	R 2	1.56
	R 3	1.68
T 4	R 1	1.64
	R 2	1.71
	R 3	1.55

Cuadro N° 15: Supervivencia

Supervivencia (S%)

$$S\% = (\text{N}^\circ \text{ peces cosechados} / \text{N}^\circ \text{ Peces sembrados}) \times 100$$

TTO	Replica	K
T 1	R 1	100
	R 2	100
	R 3	100
T 2	R 1	100
	R 2	100
	R 3	100
T 3	R 1	100
	R 2	100
	R 3	100
T 4	R 1	100
	R 2	100
	R 3	100

Cuadro N° 16: Parámetros Limnológicos

N° de Muestreo	Oxig. disuelto		T° agua		T° ambiente		pH	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
1er.	3.84	8.30	28.23	29.90	26.98	26.91	6.26	7.08
2do.	4.24	8.23	28.57	30.12	25.29	27.44	6.25	7.39
3er.	4.91	8.43	28.54	29.90	25.67	27.06	6.24	7.13
4to.	4.19	8.36	28.47	29.97	25.67	26.91	6.25	7.32
5to.	4.57	8.29	27.99	29.69	26.67	27.35	6.28	7.20
6to.	4.06	8.38	28.74	30.01	26.83	27.17	6.24	7.33
7mo.	3.50	8.26	28.34	30.04	26.15	27.09	6.27	7.36
8vo.	4.86	8.48	28.40	29.75	26.81	26.90	6.26	7.22
9no.	3.88	8.23	28.36	30.07	26.09	27.70	6.26	7.29
10mo.	3.64	8.18	28.45	30.07	25.75	26.47	6.21	7.14
Promedio General	4.17	8.31	28.46	29.85	26.10	27.10	6.25	7.25
Prom. Gral. día	6.24		29.18		26.65		6.75	

N° Muestras	CO ₂	Cloruro	Dureza	Alcalinidad	Amonio	Transparencia	Nitrato
1er.	12	16	16	20	0.2	36	<0.05
2do.	10	12	20	24	-	35	<0.05
3er.	12	16	16	20	0.4	35	<0.05
4to.	5	12	24	20	0.2	33	<0.05
5to.	8	20	20	20	0.2	35	<0.05
6to.	10	16	20	20	0.6	33	<0.05
7mo.	12	16	16	24	0.4	35	<0.05
8vo.	8	20	16	20	0.8	30	<0.05
9no.	12	16	16	24	0.4	35	<0.05
10mo.	12	16	16	20		30	<0.05
Promedio	10.1	16	18	21.2	0.4	33.7	



Foto N° 01: Área de Estudio “Programa de Ecosistemas Acuático” PEA-IIAP



Foto N° 02: Pesaje de los insumos

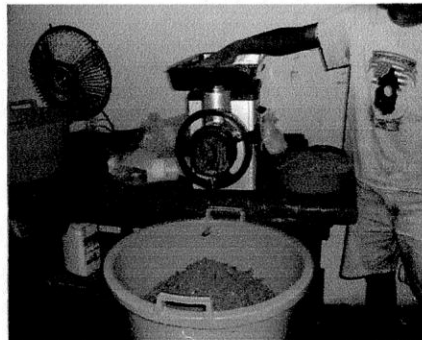


Foto N° 03: Preparación de las raciones alimenticias

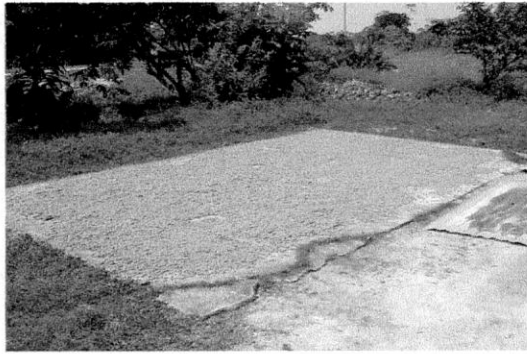


Foto N° 04: Secado de las raciones alimenticias



Foto N° 05: Selección de los alevinos de gamitana.



Foto N° 06: Retiro de los peces y mantenimiento de las jaulas



Foto N° 07: Biometría (longitud) de los peces



Foto N° 08: Muestreo de los alevinos de gamitana

DOMICILIO
NO 2578 A

ANEXO N° 02: Parámetros Físicos y Químicos (Diarios) del Estanque

Semana del..... al..... del 2006

Fecha	Hora	T°Ambiente(°C)	T°Agua(°C)	O ₂ mg/L	pH

ANEXO N° 03: Parámetros Físicos y Químicos (Quincenales) del Estanque

Fecha	Hora	CO ₂ (mg/L)	Cloruro	Dureza (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)	Amonio (mg/L)	Transparencia (cm)	Nitrito (mg/L)