

T  
636.084  
585

NO SALE A  
DOMICILIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



UNAP

**Utilización de la torta de castaña, *Bertholletia excelsa*  
(Lecythidaceae) en dietas de crecimiento para juveniles de  
gamitana, *Colossoma macropomum* (Pisces,  
Serrasalminidae) criados en estanques de tierra.**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Biológicas para la obtención del Título  
Profesional de Biólogo.

Autor



363

**Jaime Germán Suárez Cubas**

IQUITOS - PERÚ

DONADO POR:  
Jaime G. Suárez Cubas  
Iquitos, 11 de 07 de 2012

64 p.

2009

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR**



**Blgo. Fernando Alcántara Bocanegra, Dr.**

**Presidente**



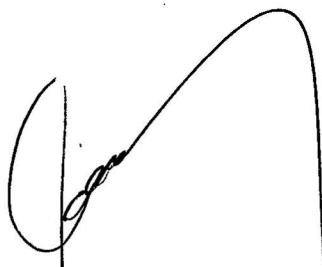
**Blgo. Homero Sánchez Ribeyro, MSc.**

**Miembro**



**Blga. Rossana Cubas Guerra, MSc.**

**Miembro**



**Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo, Dr.**

**Asesor UNAP**



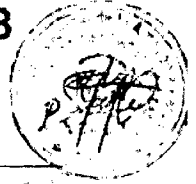
**Blgo. Fred William Chu Koo, Dr.**

**Asesor IIAP**



UNAP

Dirección de Escuela  
Profesional  
Biología - FCB



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Iquitos, el día primero del mes de Setiembre del 2010 y siendo las 19:00 horas, el Jurado Calificador y Dictaminador que suscribe, designado con R.D. N° 033-2006-DEFP-B-FCB-UNAP, presidido e integrado por:

Blgo. FERNANDO ALCÁNTARA BOCANEGRA, Dr.  
Blgo. ROSSANA CUBAS GUERRA, MSc.  
Blgo. HOMERO SÁNCHEZ RIBEYRO



Se constituyó en la Sala de Conferencias de la Facultad de Ciencias Biológicas, para calificar la tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE LA TORTA DE CASTAÑA, *Bertholetia excelsa* (Lecythidaceae) EN DIETAS DE CRECIMIENTO PARA JUVENILES DE GAMITANA *Colossoma macropomum* Pisces, (Serrsalimidae), CRIADOS EN ESTANQUES DE TIERRA" que realizó el Br. en Ciencias Biológicas, JAIME GERMÁN SUÁREZ CUBAS de la Promoción I-2001, graduado de Bachiller con R.R. N° 1717-2002-UNAP de fecha 16 de Julio de 2002.

Después de sustentada la Tesis, el bachiller fue sometido a un interrogatorio sobre el tema en cuestión, habiendo absuelto en forma satisfactoria las observaciones y objeciones que fueron formuladas por los miembros del Jurado Calificador y Dictaminador.

Luego de la deliberación y votación, el Jurado Calificador y Dictaminador dio como veredicto aprobado la Tesis por unanimidad, quedando el candidato apto para ejercer la profesión de Biólogo, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad Universitaria competente, y su correspondiente inscripción en el Colegio de Biólogos del Perú.

Terminado el acto, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 20:15 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes del Jurado Calificador y Dictaminador suscriben la presente Acta por triplicado.

PRESIDENTE

MIEMBRO

MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

**A DIOS por brindarme la segunda  
oportunidad de tener Vida.**

**A mis padres por ser todo en mi vida.**

**A mi hermana por tenerme como ejemplo  
de esfuerzo y superación.**

**A mi esposa por el invaluable  
apoyo incondicional durante mi  
formación profesional, mi vida  
personal y familiar.**

**A mis ángeles de la guarda  
que me devolvieron junto con DIOS  
la Vida.**

**A mis dos estrellitas fugaces  
por haberme hecho soñar  
despierto.**

**En memoria de mis familiares que partieron a la eternidad.**

**A mi sobrina, VALESKA.**

**A MI MUNDO POR EL CUAL GIRA MI SER, MIS HIJAS FÁTIMA,  
NATALIE y LUCIANA.**

**JAIME SUÁREZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana a través del Programa de Ecosistemas Acuáticos – ACUIPRO MADRE DE DIOS por el financiamiento y facilidades en la ejecución del proyecto de investigación.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas por la veraz orientación y formación profesional.

Al Dr. Fred W. Chu Koo, por su asesoría, amistad y dedicación.

Al Dr. Luis A. Mori Pinedo, por su acertada enseñanza y asesoría.

Al Blgo. Gustavo Pereyra, por sus sugerencias y apoyo.

Al personal técnico y administrativo que labora en el Programa de Ecosistemas Acuáticos.

A todos y cada uno de los que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo.

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Portada.....	i
Jurado Calificador y Dictaminador.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice.....	v
Lista de Tablas.....	vi
Lista de Gráficos.....	vii
Lista de Fotos.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	6
III. Metodología.....	10
3.1. Materiales.....	10
3.2. Métodos.....	10
3.2.1. Lugar y período de estudio .....	10
3.2.2. Origen de la materia prima (torta de castaña).....	11
3.2.3. Origen de los peces.....	11
3.2.4. Diseño experimental.....	11
3.2.5. Formulación y preparación de las dietas experimentales.....	12
3.2.6. Frecuencia de alimentación.....	13
3.2.7. Evaluación del crecimiento.....	14
3.2.8. Índices zootécnicos.....	14
3.2.9. Análisis bromatológicos.....	16
3.2.10. Parámetros físico-químicos del agua.....	16
3.2.11. Análisis de datos.....	16
IV. Resultados.....	17
4.1. Crecimiento de los peces.....	17
4.2. Índices zootécnicos.....	18
4.3. Composición bromatológica de los peces.....	22
4.4. Parámetros físico-químicos del agua.....	23
V. Discusión.....	29
5.1. Crecimiento de los peces.....	29
5.2. Índices zootécnicos.....	32
5.3. Composición bromatológica de los peces.....	34
5.4. Parámetros físico-químicos del agua.....	36
VI. Conclusiones.....	40
VII. Recomendaciones.....	42
VIII. Resumen.....	43
IX. Referencias bibliográficas.....	44
Anexos.....	55

## LISTA DE TABLAS

Tabla N°	Título	Pág.
1	Composición bromatológica de la torta de castaña.	11
2	Composición porcentual de las raciones (tratamientos) experimentales.	13
3	Valores promedio ( $\pm$ desviación estándar) de los principales índices zootécnicos obtenidos en el cultivo de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas con tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	18
4	Composición proximal inicial y final de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	23
5	Valores promedio de los parámetros físicos y químicos registrados durante el cultivo de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	24

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°	Título	Pág.
1	Curva de crecimiento en peso (g) de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	17
2	Ganancia de Peso (g) de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	19
3	Ganancia de Peso Diario (g/día) de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	19
4	Tasas de Crecimiento Específico de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	20
5	Conversión Alimenticia Aparente de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	20
6	Factor de Condición de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	21
7	Promedios mensuales de temperatura (°C) del agua y pH (UpH) de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006	25
8	Promedios mensuales del oxígeno disuelto (ppm) y el CO <sub>2</sub> (ppm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana; <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	25
9	Promedios mensuales del amonio (ppm) y nitritos (ppm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	26
10	Promedios mensuales del TDS (ppm) y la alcalinidad (ppm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	26
11	Promedios mensuales de la conductividad eléctrica (µS) y la transparencia (cm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> , alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i> , durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.	27



## LISTA DE FOTOS

Foto N°	Título
01	Especie en estudio: Gamitana, <i>Colossoma macropomum</i> .
02	Insumo en estudio: Castaña brasilera, <i>Bertholletia excelsa</i> .
03	Unidades experimentales.
04	Premezcla de los insumos para la preparación de las dietas experimentales.
05	Proceso de peletización de las dietas experimentales.
06	Alimento paletizado.
07	Suministro de las raciones de alimento a cada unidad experimental.
08	Realización del muestreo biométrico de los peces en estudio.
09	Registro del peso (g) durante los muestreos biométricos.
10	Registro de la longitud (cm) durante los muestreos biométricos.
11	Laboratorio de Bromatología y Limnología del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).
12	Destilador Kjeldahl utilizado para calcular el nivel de nitrógeno total.
13	Extractor Soxhlet utilizado para calcular el extracto etéreo o grasa de las muestras.
14	Balanza analítica usada en el pesado de las muestras para el análisis bromatológico.
15	Muflas usadas para el análisis de cenizas de las muestras.
16	Medidor multiparámetros marca YSI modelo MPS 55, usado para la medición diaria de los parámetros físicos.
17	Kit Lamotte para la medición quincenal de los parámetros químicos del agua.
18	Equipo pH meter para la medición de pH, Conductividad Eléctrica y TDS.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

En las últimas tres décadas, la demanda para los peces en la cuenca amazónica aumentó grandemente debido al crecimiento demográfico en las principales ciudades. El pez tradicionalmente ha sido una fuente principal de proteína para la gente de la cuenca amazónica y las mejoras tecnológicas en los métodos comerciales de pesca han aumentado la presión en el recurso pesquero. Muchos conservacionistas proyectan que la pesca en la amazonia está llegando al estado de sobre-explotación, y están preocupados por la posibilidad de que ciertas especies están extinguiéndose (Fernandez-Baca, 1998). Dada la situación actual, caracterizada por la estabilización o incluso descenso en las capturas de la pesca tradicional de captura, por el crecimiento demográfico en aumento y la constante alza en la demanda de alimentos, se plantea el importante desafío de revisar la índole y la potencialidad del sector acuícola y en qué medida podría este sector satisfacer el aumento previsto en la demanda de sus productos. La acuicultura es una actividad notable por su diversidad, y el apreciar esta característica es fundamental para comprender las cuestiones críticas que inciden sobre su desarrollo futuro. Esto debe tenerse en cuenta al evaluar las necesidades de toda clase de recursos, la forma en que este sector se puede desarrollar independientemente del sector pesquero, las perspectivas que se ofrecen a los productores de todos los ámbitos económicos o localidades, o las oportunidades para desarrollar nuevos mercados (McDaid, J. & Nath, S., 1997).

En la Acuicultura, los gastos relacionados con la alimentación representan del 60% al 80% de los costos de producción. En este sentido, se vienen realizando mejoras en el manejo alimenticio y en la nutrición de peces con el propósito de maximizar la eficiencia alimenticia para reducir los costos (Rabello, D. *et al*, 2006). En ese sentido,

la **FAO (1990)** recomienda, sobre todo en países en desarrollo, formular y evaluar dietas elaboradas con insumos locales para suplir los nutrientes que se obtienen de insumos importados. **Olvera et al (1993)** mencionan que la calidad de los alimentos va a depender en primer término de la calidad de los ingredientes utilizados en la preparación del alimento balanceado, así como también del tipo de procesamiento a que se sometan antes y durante la elaboración del alimento. Adicionalmente, el cuidado que se tenga para almacenar tanto ingredientes como alimento terminado, influirá notablemente en sus propiedades nutritivas.

Desde hace algunos años, investigadores en nutrición animal en todo el mundo vienen evaluando una serie de nuevos ingredientes de origen vegetal con potencial para ser usados en dietas para animales y estudiando sus cualidades nutricionales para dietas balanceadas (**Krishnankutty & Sujatha, 2003**). Existe un gran interés por la búsqueda de nuevas formas proteicas que además de cubrir las necesidades nutricionales de las especies que se cultivan, tengan un bajo costo de producción (**Botello, 2005**). Una de las alternativas que se presenta para esta problemática está en la sustitución de determinados ingredientes que son utilizados en las raciones comerciales, por productos regionales disponibles en el mercado, a un costo más bajo (**Mori, L. 1993**).

La Amazonía ofrece una enorme riqueza ictiológica, aún poco estudiada y el cultivo de peces amazónicos, se presenta como una alternativa interesante para esta región, ante el incremento de la población; la reducción de los stocks de peces de consumo más importantes, por el excesivo esfuerzo de pesca; la deforestación, que afecta la producción de alimento natural de ciertos peces en los bosques inundados; y las alteraciones ecológicas que pueden producirse por la introducción de especies exóticas (**Luna, 1993**).

*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) y *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818), incluidas dentro del grupo de las "cachamas", son dos de las especies de peces de agua dulce más importantes desde el punto de vista comercial; en especial si consideramos el gran potencial que tienen para el cultivo (**González & González, 1996**). Por esa razón y también por su rusticidad y plasticidad alimenticia son los peces más ampliamente cultivados en la Amazonía sudamericana, llegándose por ejemplo a obtener cerca de 18,000 toneladas de gamitana en el Brasil en el año 2004 y en el año 2003 cerca de 30,000 toneladas de paco en Colombia, respectivamente (**Fernandes et al. 2004**). Mientras que antecedentes de producción de gamitana con alimento artificial mencionan que la Molina en Satipo obtuvo una producción neta de 2,285 kg/ha/año y el IIAP – Centro de Investigaciones Jenaro Herrera obtuvieron rendimientos entre 2,032 y 3,363 kg/ha/año empleando harinas de maíz y yuca, polvillo de arroz y mezcla de los tres insumos. (**Campos & Tacón, 2001**).

La alimentación de los peces se diferencia de las aves de corral y cerdos por el elevado nivel proteico requerido y por ser justamente ésta fracción la más costosa en la ración (**Chu & Kohler, 2005**). En ese sentido, la FAO (1990) sugiere el uso de insumos como la yuca, *Manihot sculenta*, el plátano, *Musa paradisiaca* y otros vegetales como ingredientes con gran potencialidad para ser usados en la formulación de dietas para animales. La yuca, *Manihot sculenta* es usada como insumo alternativo al maíz y al arroz en dietas para cerdos y aves en varias partes del mundo (**Akinfala et al. 2002; Vieira et al., 2002**) y también para la alimentación de peces amazónicos en el Brasil y el Perú. Otro ejemplo es el plátano, *Musa paradisiaca*, el cual es utilizado en raciones para piscicultura de pequeña escala en Sudamérica y del mismo modo, el pijuayo, *Bactris gasipaes*, que produce un fruto que se utiliza primordialmente para el consumo

humano, es también utilizado en raciones para peces en la Amazonía (**Araújo-Lima & Goulding 1997; Alcántara & Colace, 2001; Campos & Kohler, 2005; Chu & Kohler, 2005**).

Las materias alimenticias simples suelen ser homogéneas, aunque su contenido de nutrimentos puede variar ampliamente conforme a su origen. De este modo, la harina de pescado de diferentes especies y procesada de diversas maneras contiene de 40 a 74% de proteína, mientras que el contenido de proteína y energía de las harinas del residuo de la extracción de aceite varía según el proceso de extracción (**Hepher, 1993**) y contiene más proteína que la semilla original (**Pereira Filho, 1995**). Para las especies tropicales, las harinas resultantes de la extracción de aceite de las semillas de las oleaginosas como la soya, girasol, algodón, coco, etc; pueden ser empleados como una opción proteínica. Estas fuentes, presentan una buena digestibilidad y representa una buena opción económica para la elaboración de raciones (**Diana, R. et al, 2004**).

Según lo reportado por **Salinas (2004)**, la torta de castaña es un subproducto de la extracción del aceite de esta nuez, la cual pasa una serie de procesos. La torta de castaña es un insumo de alto tenor proteico que mezclado con otros productos puede ser de mucha utilidad en la alimentación de animales domésticos y peces. Por eso, en el presente trabajo se estudió el uso de este insumo en dietas para gamitana, toda vez que la piscicultura es una actividad que se expande aceleradamente en Madre de Dios, principal productora de castaña del país.

En ese sentido, el objetivo del presente trabajo de tesis fue evaluar el desempeño de la gamitana, *Colossoma macropomum* alimentada con dietas peletizadas conteniendo tres diferentes niveles de inclusión dietaria de torta de castaña brasileña, *Bertholletia excelsa* un insumo muy abundante y de bajo costo en la región Madre de Dios, localizada en la selva sur del país.

## II. ANTECEDENTES

**Torres & Uribe (1995)**, estudiaron la digestibilidad de dos piensos animales y dos vegetales en gamitana (*Colossoma macropomum*), encontrando que la fracción proteica de la harina de maíz presentó un mayor coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) a un nivel de inclusión dietaria del 10%, mostrando así la capacidad del pez de aprovechar fuentes vegetales con bajos niveles proteicos. En dicho estudio, la harina de maíz demostró ser la mejor fuente energética y junto con la harina de sorgo presentaron una digestibilidad excelente de sus contenido graso a cualquier porcentaje de inclusión. Para las cuatro harinas evaluadas y para la mayoría de los nutrientes (excepto la proteína del sorgo y la grasa de la soya) los CDA tendieron a disminuir a medida que se aumentaba el nivel de inclusión de cada uno de ellos.

**De Souza et al. (1995)**, estudiaron la sustitución de la harina de pescado por el hidrolizado químico de carcasa de tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus*, en la alimentación de alevinos de gamitana, *C. macropomum*. Los resultados mostraron que la sustitución de harina de pescado por el hidrolizado químico de carcasa de tilapia en raciones para alevinos de gamitana es biológicamente viable, sugiriéndose dietas con 30 a 40% de hidrolizado y 10 a 20% de harina de pescado, siendo las mismas complementadas con un 50% de subproducto de trigo.

**Padilla et al. (1996)**, evaluaron el efecto de cuatro raciones con tenores proteicos entre 24.7 a 27% y formuladas en base a dos fuentes proteicas, ensilado biológico y pescado cocido producidas con residuos del fileteado de manitoa, *Brachyplatystoma vaillantii*, en el crecimiento y composición corporal de alevinos de gamitana en un estudio de 85 días. Los autores no registraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en el peso final,

ganancia de peso ni en la composición corporal de los peces, concluyendo que el ensilado de pescado puede suplir a la harina de pescado en dietas para gamitana.

**Mori *et al.* (1999)** evaluaron el efecto de la sustitución de la harina de maíz (*Zea mays*) por la harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*) en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana alimentados durante 112 días. Elaboraron cuatro raciones, constituidas de una ración patrón y tres niveles de sustitución gradual de maíz. De acuerdo con los autores, la harina de pijuayo puede sustituir al maíz en dietas para estos peces sin afectar su ganancia de peso y su composición corporal.

**Padilla (2000)**, estudió el efecto de dos niveles proteicos (18.5% y 24.7%) sobre el crecimiento de alevinos de gamitana con peso promedio de 8.13 g durante 180 días. Al final del experimento, los peces del T1 y T2 obtuvieron pesos finales de 409.9 y 673.2 g, respectivamente, observándose que el nivel proteico de las dietas tuvo una marcada influencia en el crecimiento de los peces.

**Arbeláez-Rojas *et al.* (2002)**, llevaron a cabo un estudio para evaluar el efecto del sistema de cultivo en el crecimiento y la composición corporal de juveniles de gamitana y sábalo. Se emplearon juveniles con longitud y peso inicial de 15.4 cm. y 88.3 g y 23.4 cm. y 219.4 g respectivamente. El periodo experimental fue de 170 días y los peces fueron alimentados dos veces al día, hasta la saciedad aparente, con una ración extrusada comercial conteniendo 30% de proteína bruta. El análisis de la composición corporal de los peces enteros y filete de gamitana y sábalo demostraron que hubo menor disposición de grasa y mayor retención de proteína en los peces cultivados en sistema intensivo de aquellos cultivados en sistema semi-intensivo. La gamitana presentó



diferencias significativas en la ganancia de peso, siendo esta tres veces mayor en el sistema semi-intensivo, en cuanto que el sábalo no presentó diferencias significativas de ganancia de peso en los dos sistemas de cultivo.

**Moreira da Silva *et al.* (2003)**, estudiaron el efecto de la incorporación de dos especies de frutos y de dos especies de semillas en una dieta referencia sobre la digestibilidad de los nutrientes y de la velocidad del tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal de la gamitana. Utilizándose una dieta de referencia, 55% de harina de maíz fue sustituido, en igual proporción, por harinas elaboradas a partir de frutos huiririma (*Astrocaryum jauari*) y sachá uvilla (*Cecropia* sp.) y de las semillas de punga colorada (*Pseudobombax munguba*) y shiringa (*Hevea spruceana*). Fueron utilizados 15 tanques redondos de cemento de 250 lt, con circulación continua de agua y con aireación permanente. Sesenta peces de  $1627 \pm 112.8$  g de peso promedio fueron distribuidos en las unidades experimentales en grupos de cuatro peces. El análisis estadístico fue completamente al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los peces recibieron, durante el período experimental, dos raciones diarias, 9 y 16 h, hasta la saciedad. El tiempo de tránsito fue calculado tomándose el tiempo de inicio de la ingesta de la dieta (T0) y el tiempo de inicio del apareamiento de las primeras heces con coloración verde (T final), debido a la presencia de óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) incluido en la ración como indicador inerte. Los peces fueron sacrificados por choque térmico a 4 °C. Las muestras fueron colectadas en el estómago y en tres partes del intestino. La incorporación de frutos e semillas alteraron significativamente los tenores de los nutrientes y de los coeficientes de digestibilidad de todas las dietas experimentales. La composición de las dietas influenciaron significativamente el tiempo de tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal.

**Fonseca & Storti (2004)**, evaluaron la ganancia de peso de la gamitana (*Colossoma macropomum*), en policultivo con yaraqui (*Semaprochilodus insignis*), alimentados con productos agrícolas y forestales como suplementos alimenticios. Dos viveros, median 644 m<sup>2</sup> (vivero A, asociado con cerdos) y 1075 m<sup>2</sup> (vivero B, sin asociación), fueron utilizados 0.5 gamitana/m<sup>2</sup> y 0.1 yaraqui/m<sup>2</sup>. Después de 371 días, la gamitana creció de 18.6 a 997.1 g en el vivero A y de 81.4 a 519.9 g en el vivero B. El manejo alimenticio del vivero A puede ser una alternativa sustentable de producción de gamitana en sustitución de las raciones comerciales.

**Chu & Kohler (2005)**, evaluaron el uso de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en dietas para gamitana. Se determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de la materia seca, proteínas y lípidos de estos insumos así como sus efectos en el crecimiento de los peces. Los valores de CDA del pijuayo y la ganancia de peso de los peces alimentados con este fruto fueron superiores a los otros tratamientos ( $P < 0.05$ ). Por su alta digestibilidad y el buen desempeño de los peces alimentados con este fruto, concluyeron que el pijuayo es un excelente sustituto de los subproductos del trigo en dietas para gamitana.

**Casado et al. (2006)** evaluaron el crecimiento de la gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de harina de trigo regional comparadas con una dieta control. Los resultados a los 90 días no registran diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en cuanto a la ganancia de peso, ganancia de peso diario, conversión alimenticia aparente, factor de condición, tasa de crecimiento específico ni sobrevivencia entre los tratamientos y la dieta control.

### **III. METODOLOGIA.**

#### **3.1. MATERIALES.**

##### **Material biológico.**

- 180 alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*

##### **Piensos o insumos para dietas.**

- Torta de castaña, torta de soya, harina de pescado, polvillo de arroz, moyuelo de trigo, vitaminas y minerales, carbonato de calcio, DL- Metionina y harina de trigo.

##### **Materiales de laboratorio.**

- Ictiómetro, balanza OHAUS con capacidad de 2 Kg. y sensibilidad de 0.1 g.
- Kit de reactivos AQ-2 Lamotte, para medir parámetros físicos y químicos del agua (dureza, compuestos nitrogenados, CO<sub>2</sub> y alcalinidad).
- Oxímetro marca YSI Modelo MPS 55 para la medición de oxígeno disuelto y temperatura del agua.
- Equipo pH meter WTW para la medición de pH, Conductividad eléctrica y TDS.

#### **3.2. MÉTODOS.**

##### **3.2.1. Lugar y período de estudio.**

El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ), sede del Programa para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). El CIQ está ubicado geográficamente en las coordenadas 03° 15' LS y 73° 1' LO, en la margen derecha del Km. 4.5 de la carretera Iquitos – Nauta, zona perteneciente al distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto.

### 3.2.2. Origen de la materia prima (torta de castaña).

La torta de castaña brasileña utilizada en el presente estudio fue enviada por el responsable técnico del subproyecto ACUIPRO Madre de Dios del IIAP, el biólogo Gustavo Pereyra Panduro, desde la ciudad de Puerto Maldonado - Madre de Dios (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición bromatológica de la torta de castaña.

% Carbohidratos	% Cenizas totales	% Fibra cruda	% Grasa cruda	% Humedad	% Proteína bruta	Energía total (Kcal. de energía)
29.1	8.9	7.6	15.7	8.1	38.2	410.5

### 3.2.3. Origen de los peces.

Los juveniles de *Colossoma macropomum* fueron proporcionados por el proyecto “Tecnología para el Cultivo de Especies Hidrobiológicas (ACUIPRO)” del IIAP. Los peces fueron retirados de un estanque de alevinaje del Centro de Investigaciones de Quistococha (Loreto). Los juveniles pertenecieron a la misma cohorte, es decir tuvieron el mismo origen genético y fueron obtenidos mediante ensayos de reproducción inducida realizados en ejemplares adultos dentro del Laboratorio de Reproducción de Peces del CIQ.

### 3.2.4. Diseño experimental.

Antes de dar inicio al experimento, los peces fueron sometidos a un período de adaptación al alimento balanceado por 15 días, al término del cual se determinó la longitud total (cm) y el peso inicial (g) promedio según lo descrito por **Padilla et al. (2000)**.

Un total de 180 juveniles (28.65 g y 11.55 cm de peso y longitud promedio inicial, respectivamente) fueron aleatoriamente distribuidos en tres estanques de tierra de 60 m<sup>2</sup>, divididos en 12 sub-estanques de 15 m<sup>2</sup> a una densidad de 1 pez/m<sup>2</sup>. La dieta referencia y las tres dietas experimentales también fueron aleatoriamente distribuidas en los estanques por triplicado. La fase experimental tuvo una duración de 135 días.

### **3.2.5. Formulación y preparación de las dietas experimentales.**

Una dieta referencial (0 % de torta de castaña) y tres dietas experimentales isoproteicas peletizadas, conteniendo tres niveles diferentes de inclusión de torta de castaña (10, 20 y 30 % respectivamente) fueron formuladas con el software MIXIT 2+ y evaluadas en el presente estudio.

Las dietas fueron preparadas mezclando lentamente los macro ingredientes y posteriormente las vitaminas y minerales hasta que formaron una mezcla homogénea. Luego se les adicionó aproximadamente 400 ml de agua por cada kilogramo de alimento y se peletizaron en una máquina peletizadora con cribas de 3 mm de diámetro. Los pellets fueron secados a temperatura ambiente y luego almacenados en bolsas de polietileno, previamente rotulados (estanque y tratamiento) a 4 °C. Para la alimentación de los peces, los alimentos fueron pesados con la cantidad necesaria de ración para cada tratamiento. La composición y valor nutricional de las dietas experimentales utilizadas en el estudio se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Composición porcentual de las raciones (tratamientos) experimentales.

<b>Insumos / tratamientos</b>	<b>T1 Testigo</b>	<b>T2 10%</b>	<b>T3 20%</b>	<b>T4 30%</b>
Subproducto de Trigo	48.56	43.71	38.85	34.00
Torta de soya	13.98	12.58	11.19	9.58
Harina de pescado	14.29	12.86	11.43	10.00
Polvillo de arroz	21.76	19.59	17.42	15.34
Carbonato de Calcio	0.99	0.87	0.72	0.69
Antioxidante ENDOX	0.02	0.02	0.02	0.02
Premix	0.12	0.12	0.12	0.12
Antihongo MOLD ZAP	0.15	0.15	0.15	0.15
Cloruro colina	0.10	0.10	0.10	0.10
Torta de Castaña	-	10.00	20.00	30.00
<b>Proteína</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>	<b>26.00</b>
<b>Fibra</b>	<b>7.06</b>	<b>7.11</b>	<b>7.17</b>	<b>7.22</b>
<b>Grasa</b>	<b>5.35</b>	<b>7.57</b>	<b>9.86</b>	<b>12.04</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>43.51</b>	<b>42.06</b>	<b>40.63</b>	<b>39.18</b>
<b>Ceniza</b>	<b>8.09</b>	<b>7.45</b>	<b>6.68</b>	<b>6.08</b>
<b>Energía digerible (Kcal/kg)</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>	<b>2,500</b>
<b>Materia Seca</b>	<b>90.01</b>	<b>90.18</b>	<b>90.34</b>	<b>90.52</b>

### **3.2.6. Frecuencia de alimentación.**

Los peces fueron alimentados los siete días de la semana, distribuyendo las raciones proporcionalmente tres veces al día (08:00, 11:00 y 14:00 h.) a razón del 5 % de la biomasa, durante 135 días de crianza. La operación se realizó manualmente, esparciendo el alimento en el agua, siempre en el mismo lugar.

### 3.2.7. Evaluación del crecimiento.

Quincenalmente se realizaron muestreos biométricos del 25% de la población de cada réplica a fin de monitorear el crecimiento en peso (g) y longitud total (cm) de los peces en estudio. Para esto se utilizó una balanza eléctrica digital marca OHAUS con un margen de error de 0.1 g y un ictiómetro graduado en milímetros.

Una vez concluido el proceso de medición en una réplica, los peces recibieron un baño profiláctico (400 g de sal comercial diluida en 20 litros de agua o 2% de salinidad) para inmediatamente después ser devueltos a sus respectivas unidades experimentales. La información obtenida (Anexo 1a) en los muestreos permitió estimar la biomasa existente en cada réplica y consecuentemente calcular las nuevas raciones a ser ofrecidas a los peces en las próximas dos semanas de cultivo.

### 3.2.8. Índices zootécnicos.

#### a) Factor de condición (K).

Expresa la relación entre el peso de los individuos y el cubo de la longitud a través de la fórmula:

$$K = \frac{W}{L^3} \times 100$$

Donde: W: Peso Total.

L<sup>3</sup>: Longitud Total al cubo.

K: Factor de Condición de Fulton.

#### b) Tasa de crecimiento específico (T. C. E.).

Expresa el incremento en longitud o peso del pez, dependiendo de la dieta

$$T.C.E. = \frac{\ln WT - \ln Wt}{Tt - To}$$

Donde:  $W_T$  = Peso en gramos al tiempo final.  
 $W_t$  = Peso en gramos al tiempo inicial.  
 $T_t$  = Tiempo final de cultivo.  
 $T_o$  = Tiempo inicial de cultivo.

**c) Conversión alimenticia aparente (C.A.A.).**

$$\text{C.A.A.} = \frac{\text{Cantidad de alimento ofrecido}}{\text{Biomasa ganada}}$$

**d) Supervivencia (S).**

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

**e) Ganancia de peso (G. P.).**

Se determinó por la diferencia entre el peso promedio final y el peso promedio inicial de los peces, cuya fórmula es:

$$\text{GP} = \text{Peso Promedio Final} - \text{Peso Promedio Inicial}$$

**f) Incremento de peso (% I. P.).**

Se determinó multiplicando por 100 el resultado de la división de la ganancia de peso entre el peso inicial, según la fórmula:

$$\text{IP}\% = 100 \left[ \frac{\text{Ganancia de Peso}}{\text{Peso Inicial}} \right]$$

**g) Ganancia de peso diario (G. P. D.).**

$$\text{G.P.D.} = \frac{\text{Peso Ganado}}{\text{N}^\circ \text{ días}}$$

**h) Biomasa ganada (B. G.).**

$$\text{B.G.} = \text{Bf} - \text{Bi}$$

Donde:  $B_i$ : Biomasa inicial  
 $B_f$ : Biomasa final.



### **3.2.9. Análisis bromatológicos.**

Fueron realizados en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del IIAP (Foto N° 11), para calcular los tenores de humedad, proteína bruta, materia seca, ceniza y grasa de la carcasa de cuatro peces al inicio del estudio y de tres peces de cada réplica al final del experimento (Anexo 01c). Para los análisis bromatológicos, se siguieron en la medida de lo posible las recomendaciones de la **A.O.A.C (1998)**.

### **3.2.10. Parámetros físico-químicos del agua.**

Dos veces por día (8:00 y 16:00 h) se tomaron medidas de la temperatura del agua y el oxígeno disuelto con la ayuda de un oxímetro YSI modelo 55. El pH, los sólidos totales disueltos y la conductividad eléctrica fueron medidos con un combo pH meter WTW. Quincenalmente, se evaluaron los niveles de amonio, nitrito, CO<sub>2</sub>, alcalinidad y dureza total con un kit de aguas AQ-2 fabricado por la empresa Lamotte y la transparencia del agua con el apoyo de un disco Secchi. (Anexo 1b).

### **3.2.11. Análisis de datos.**

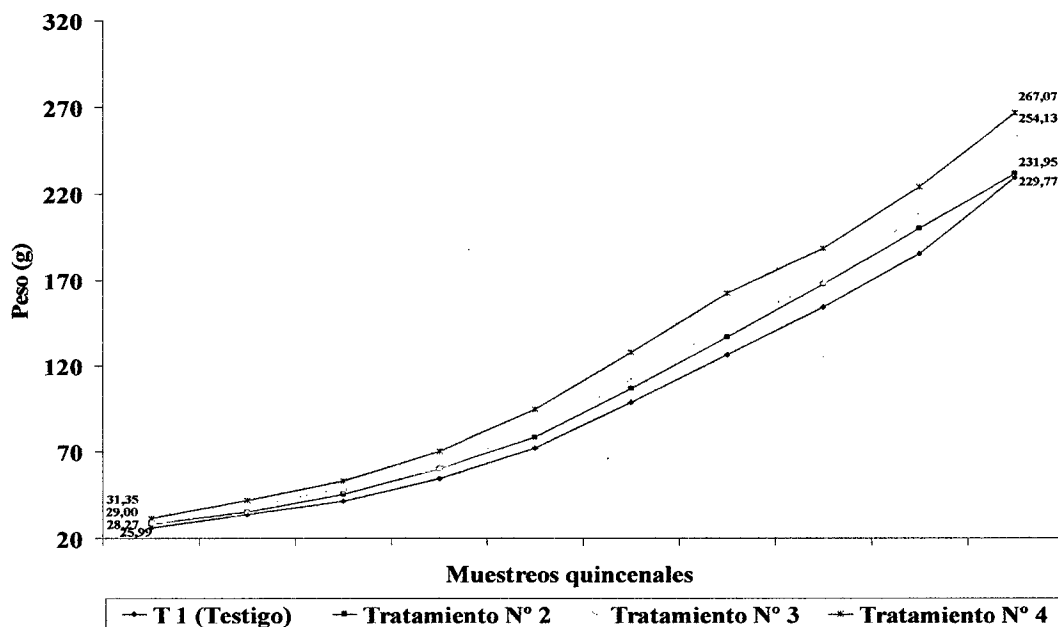
Los datos de crecimiento, índices zootécnicos y composición corporal fueron almacenados y procesados en hojas de cálculo de Microsoft Excel y luego analizados a través del análisis de varianza simple (One-way ANOVA) usando el software JMP IN versión 4.0.4. y las medias comparadas por la prueba de comparación múltiple de Tukey cuando el ANOVA indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $P < 0.05$ ). Los resultados de crecimiento, índices zootécnicos y composición corporal están expresados como la media  $\pm$  la desviación estándar de tres réplicas por cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Crecimiento de los peces.

Al cabo de los 135 días de cultivo, el mayor crecimiento aparente en lo que respecta al peso corporal final de los peces se obtuvo con el T4 ( $267.07 \pm 6.73$  g) seguido por los peces de los tratamientos T3, T2 y T1 (dieta testigo) que alcanzaron pesos finales de  $254.13 \pm 27.94$  g,  $231.95 \pm 8.34$  g y  $229.77 \pm 27.17$  g, respectivamente. Sin embargo, según la prueba de ANOVA no hubo diferencias marcadas y significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Como se puede apreciar en el Gráfico 1, el peso mostró una tendencia ascendente a lo largo del experimento pero sin mostrar diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Gráfico 1.** Curva de crecimiento en peso (g) de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



#### 4.2. Índices zootécnicos.

Al finalizar los 135 días de cultivo experimental, los datos biométricos y del consumo de alimento de cada réplica fueron procesados en planillas de Excel que nos permitieron luego evaluar e interpretar los efectos de la utilización de la torta de castaña en la alimentación de la gamitana.

En la Tabla 3 se muestra una síntesis de los índices zootécnicos e indicadores de crecimiento evaluados en el presente estudio.

**Tabla 3.** Valores promedio ( $\pm$  desviación estándar) de los principales índices zootécnicos obtenidos en el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas con tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.

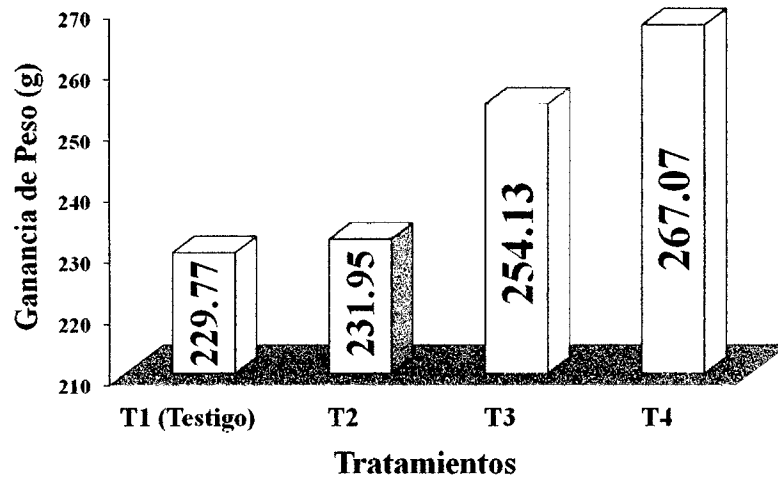
ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	P	DIETAS (TRATAMIENTOS)			
		T1 (0%)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)
Ganancia Promedio de Peso (g)	0.5383	229.77 $\pm$ 27.17	231.95 $\pm$ 8.34	254.13 $\pm$ 27.94	267.07 $\pm$ 6.73
Ganancia de Peso Diario (g/día)	0.5383	1.70 $\pm$ 0.27	1.72 $\pm$ 0.04	1.88 $\pm$ 0.29	1.98 $\pm$ 0.03
Biomasa Promedio Final (Kg.)	0.7841	3.45 $\pm$ 0.48	3.48 $\pm$ 0.19	3.81 $\pm$ 0.51	4.01 $\pm$ 0.27
Ganancia Promedio en Biomasa (Kg.)	0.8237	1.45 $\pm$ 0.47	1.44 $\pm$ 0.10	1.65 $\pm$ 0.50	1.70 $\pm$ 0.20
Tasa de Crecimiento Específico (% g/día)	0.9931	0.13 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.11	0.13 $\pm$ 0.07	0.14 $\pm$ 0.06
Conversión Alimenticia Aparente	0.9372	1.76 $\pm$ 0.03	1.73 $\pm$ 0.05	1.66 $\pm$ 0.05	1.59 $\pm$ 0.04
Factor de Condición (K)	0.0614	1.71 $\pm$ 0.03	1.71 $\pm$ 0.03	1.75 $\pm$ 0.03	1.71 $\pm$ 0.03
Sobrevivencia (%)		96.87%			

Como se puede apreciar en la Tabla 3, no se registró ningún efecto diferenciado que hayan podido tener las dietas experimentales elaboradas para el estudio sobre algún parámetro o índice zootécnico evaluado y esto puede explicarse por el crecimiento homogéneo de los animales en todos los tratamientos y réplicas respectivas.

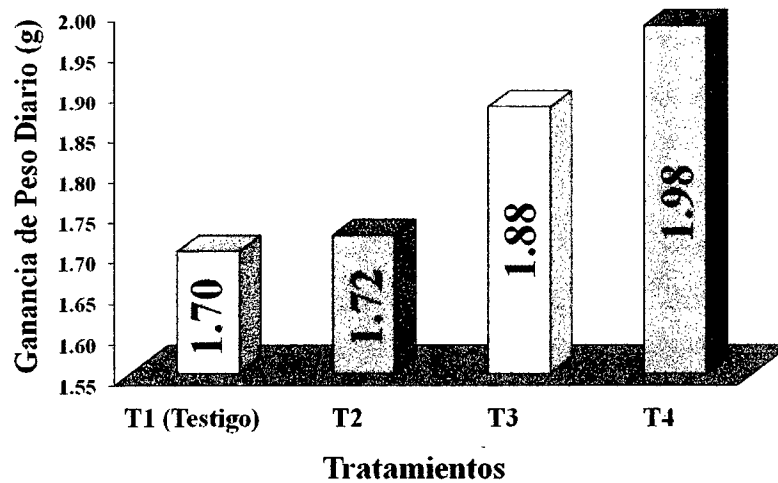
Con el fin de poder apreciar gráficamente los principales índices zootécnicos evaluados en el presente estudio (Ganancia de peso, Ganancia de peso diario, Tasa de crecimiento

específico, Conversión de alimento aparente y Factor de condición) se elaboró los Gráficos 2, 3, 4, 5 y 6.

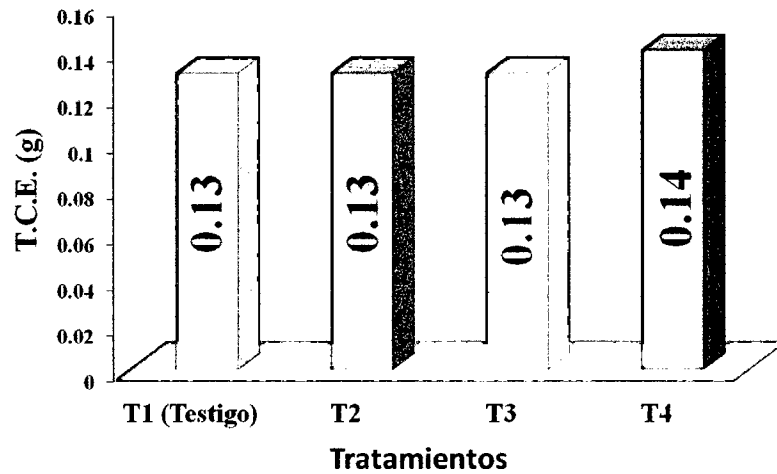
**Gráfico 2.** Ganancia de Peso (g) de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



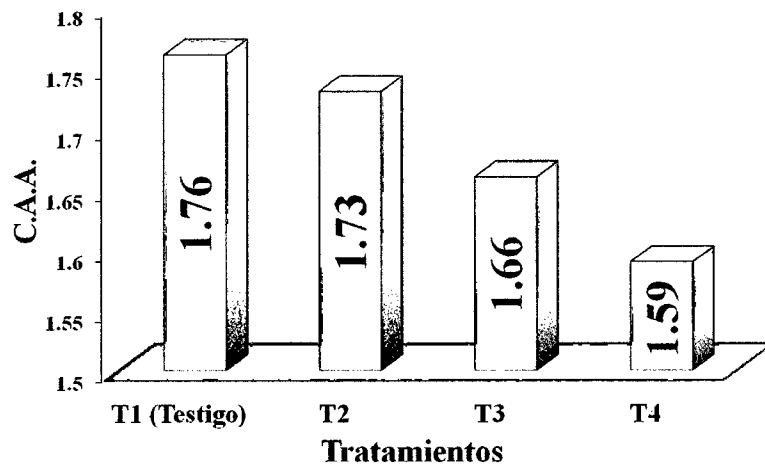
**Gráfico 3.** Ganancia de Peso Diario (g/día) de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



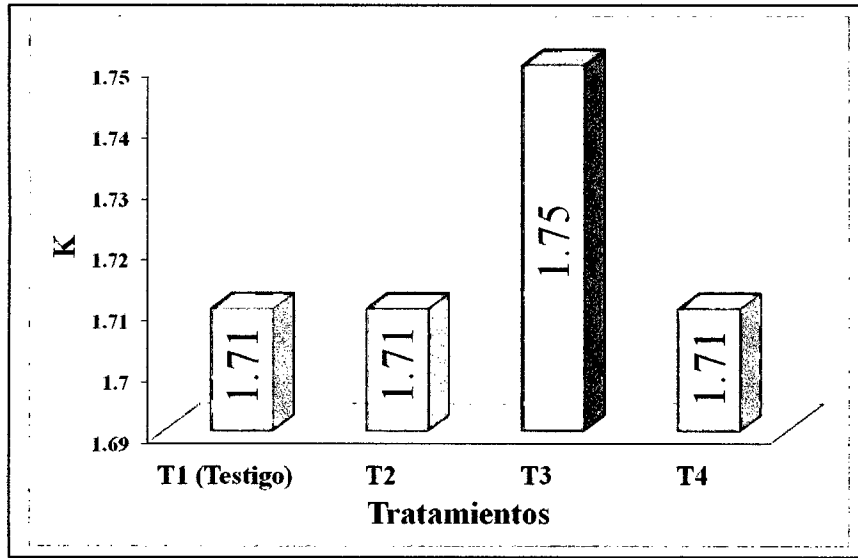
**Gráfico 4.** Tasa de Crecimiento Específico de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



**Gráfico 5.** Conversión Alimenticia Aparente de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



**Gráfico 6.** Factor de Condición de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



La mayor Ganancia de Peso promedio fue para el tratamiento 4 con 267.07 g y la menor fue para el tratamiento 1 con 229.77 g (Gráfico 2), no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).

La mayor Ganancia de Peso Diario promedio fue para el tratamiento 4 con 1.98 g y la menor fue para el tratamiento 1 con 1.70 g (Gráfico 3), no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).

Las TCE obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro de los valores normales para el cultivo de gamitana (Gráfico 4), habiéndose obtenido un máximo de 0.14, correspondiente al T4 y de 0.13 para los demás tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).



Los ICAA obtenidos en el presente estudio indican que los peces del T4 (1.59) fueron un poco más eficientes en la asimilación del alimento en comparación con los peces alimentados con las otras raciones (Gráfico 5), sin embargo esta diferencia tampoco fue realmente significativa ( $P>0.05$ ).

Según los resultados obtenidos en el Factor de condición (Gráfico 6), los peces de todos los tratamientos presentaron un K adecuado, siendo que los peces del T3 (1.75) presentaron una ligera ventaja con respecto a los demás tratamientos (1.71), pero sin llegar a ser significativa según ANOVA ( $P>0.05$ ).

Al final del experimento, la tasa de sobrevivencia de los peces (Tabla 3) fue bastante buena, registrándose un 96.87%, el bajo porcentaje de mortalidad (3.13%) obtenido fue producto del manipuleo propio del experimento y de la resistencia de la especie.

#### **4.3. Composición bromatológica de los peces.**

En la Tabla 4 se detalla el contenido nutricional de la carcasa de los peces, tanto al inicio como al final del experimento, valores que fueron determinados en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del IIAP.

**Tabla 4.** Composición proximal inicial y final de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>% PROTEÍNA</i>	<i>% GRASA</i>	<i>% HUMEDAD</i>	<i>% CENIZAS</i>
<b>INICIO</b>	58.83 ± 0.83 <sup>a</sup>	10.51 ± 0.02 <sup>a</sup>	13.00 ± 0.69 <sup>a</sup>	12.79 ± 0.21 <sup>b</sup>
<b>T1 (Referencial)</b>	59.78 ± 0.50 <sup>a</sup>	12.75 ± 0.06 <sup>b</sup>	12.84 ± 0.35 <sup>a</sup>	10.97 ± 0.63 <sup>a</sup>
<b>T2 (10%)</b>	59.68 ± 1.03 <sup>a</sup>	13.15 ± 0.09 <sup>b</sup>	12.53 ± 0.20 <sup>a</sup>	11.23 ± 0.155 <sup>a</sup>
<b>T3 (20%)</b>	59.35 ± 1.33 <sup>a</sup>	13.33 ± 1.62 <sup>b</sup>	12.73 ± 1.24 <sup>a</sup>	11.00 ± 0.56 <sup>a</sup>
<b>T4 (30%)</b>	59.55 ± 0.55 <sup>a</sup>	13.42 ± 0.31 <sup>b</sup>	12.41 ± 0.55 <sup>a</sup>	11.07 ± 0.70 <sup>a</sup>

\* Valores que comparten letras iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas según el ANOVA ( $P > 0.05$ ).

La composición de la carcasa muestra que no hubo una diferencia sustancial en el contenido proteico de los peces desde el inicio hasta el final del estudio ( $P > 0.05$ ). Esto podría explicarse debido al hecho de que las dietas tuvieron la misma cantidad de proteínas desde el principio hasta el fin del experimento. Lo contrario sucedió en el contenido de grasas pues se aprecia un incremento significativo de este nutriente a medida que se incrementó el nivel de inclusión de la castaña en las dietas ( $P < 0.05$ ). Se registró un leve decrecimiento en el porcentaje de cenizas al final de cultivo y esto se explica por el aumento corporal de grasa en todos los tratamientos ( $P < 0.05$ ).

#### **4.4. Parámetros físico-químicos del agua.**

En líneas generales, los parámetros de calidad de agua monitoreados durante la ejecución del experimento se mantuvieron dentro de los rangos normales para el cultivo



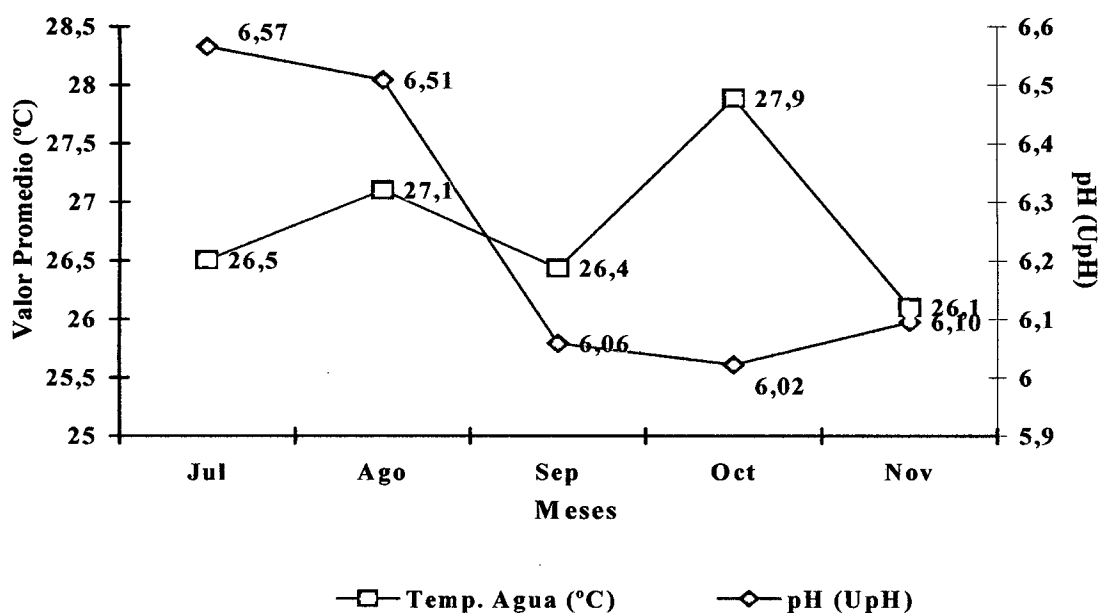
de gamitana, no evidenciando variaciones que pudieran haber comprometido el normal crecimiento de los peces (Tabla 5).

**Tabla 5.** Valores promedio de los parámetros físicos y químicos registrados durante el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.

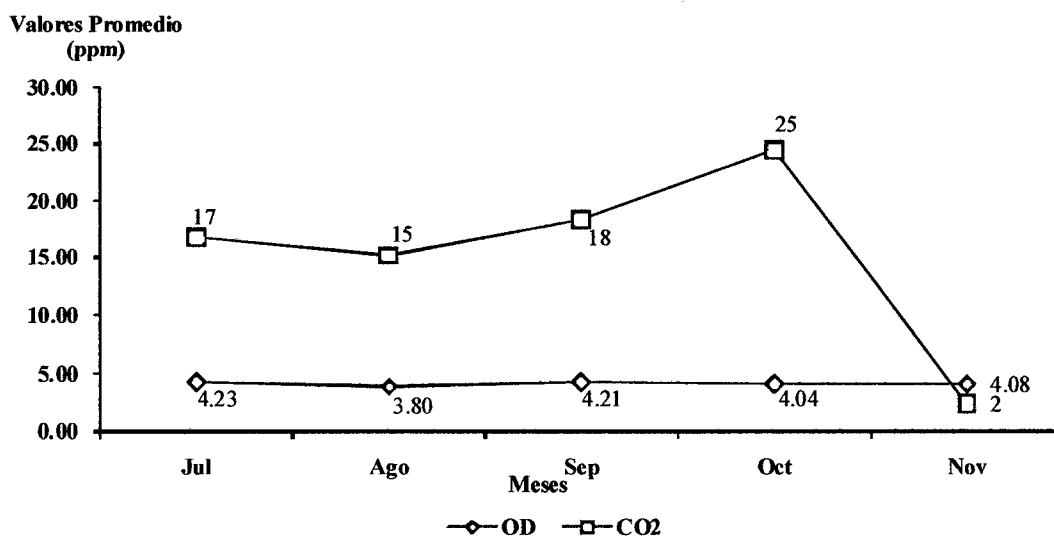
<b>Parámetros de Calidad de Agua</b>	<b>(Promedio ± D.S.)</b>
Temperatura del agua (°C)	26.80 ± 0.17
pH (UpH)	6.25 ± 0.31
Transparencia (cm)	76 ± 12.7
Sólidos disueltos totales (ppm)	20.4 ± 0.36
CO <sub>2</sub> (ppm)	15.4 ± 7.81
O <sub>2</sub> (ppm)	4.07 ± 3.91
Cloruro (ppm)	18.13 ± 2.00
Dureza (ppm)	14.93 ± 7.26
Alcalinidad (ppm)	25 ± 5.12
Amonio (ppm)	0.54 ± 0.30
Nitrito (ppm)	<0.05
Conductividad eléctrica (μS/cm <sup>2</sup> )	42 ± 0.01

Con el fin de poder apreciar gráficamente los principales parámetros físicos y químicos monitoreados en el presente estudio (temperatura, pH, oxígeno disuelto, CO<sub>2</sub>, amonio, nitritos, TDS, alcalinidad, conductividad eléctrica y transparencia del agua) se elaboró los Gráficos 7, 8, 9,10 y 11.

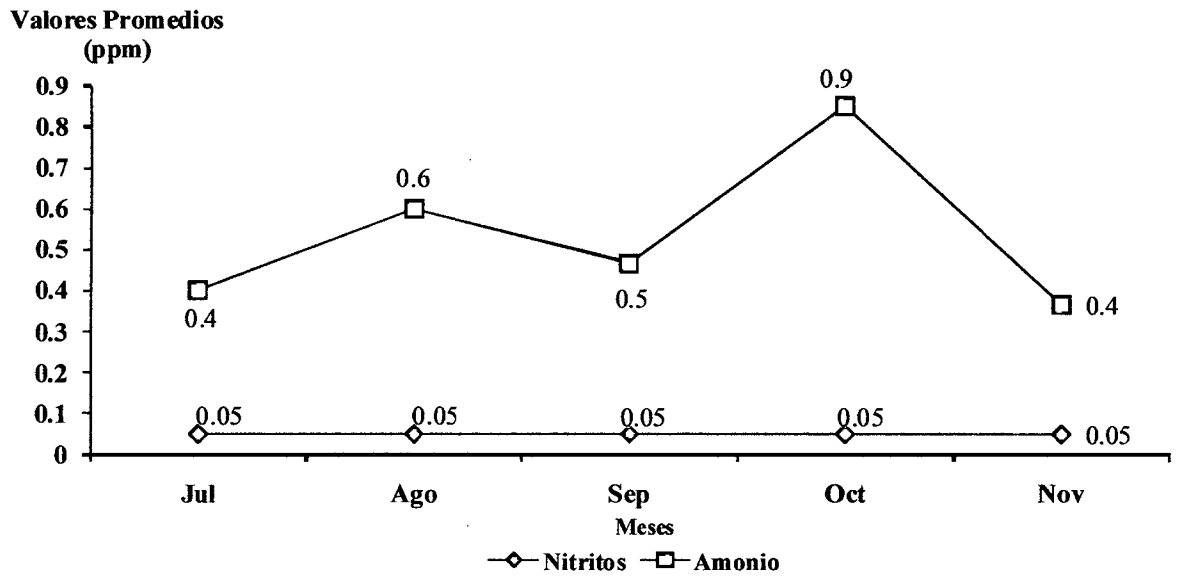
**Gráfico 7.** Promedios mensuales de Temperatura (°C) del agua y pH (UpH) de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



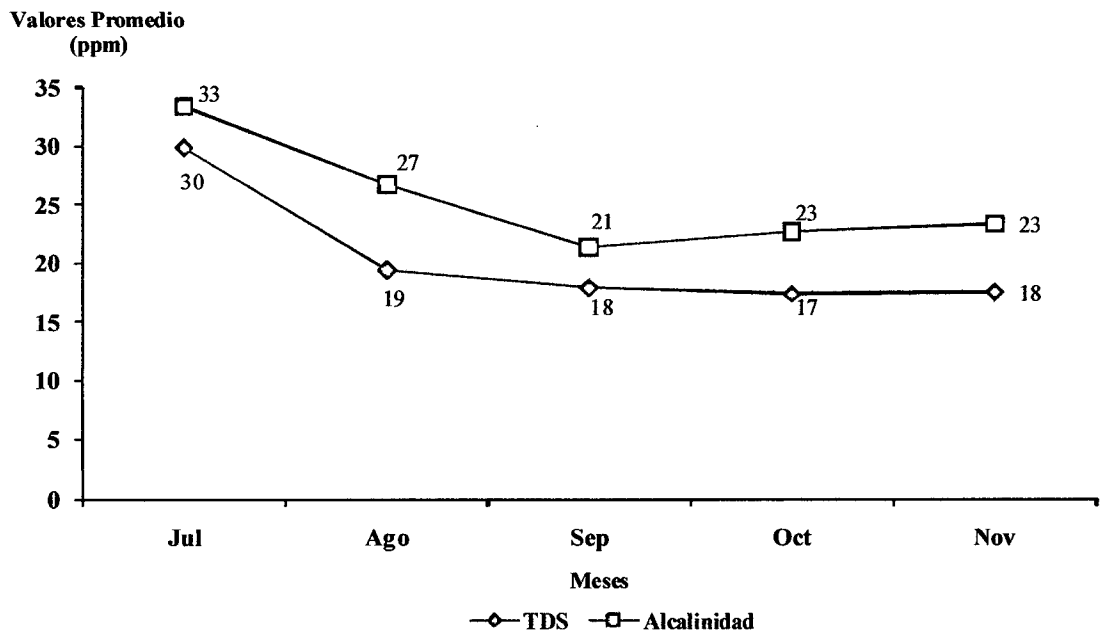
**Gráfico 8.** Promedios mensuales del Oxígeno Disuelto (ppm) y el CO<sub>2</sub> (ppm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



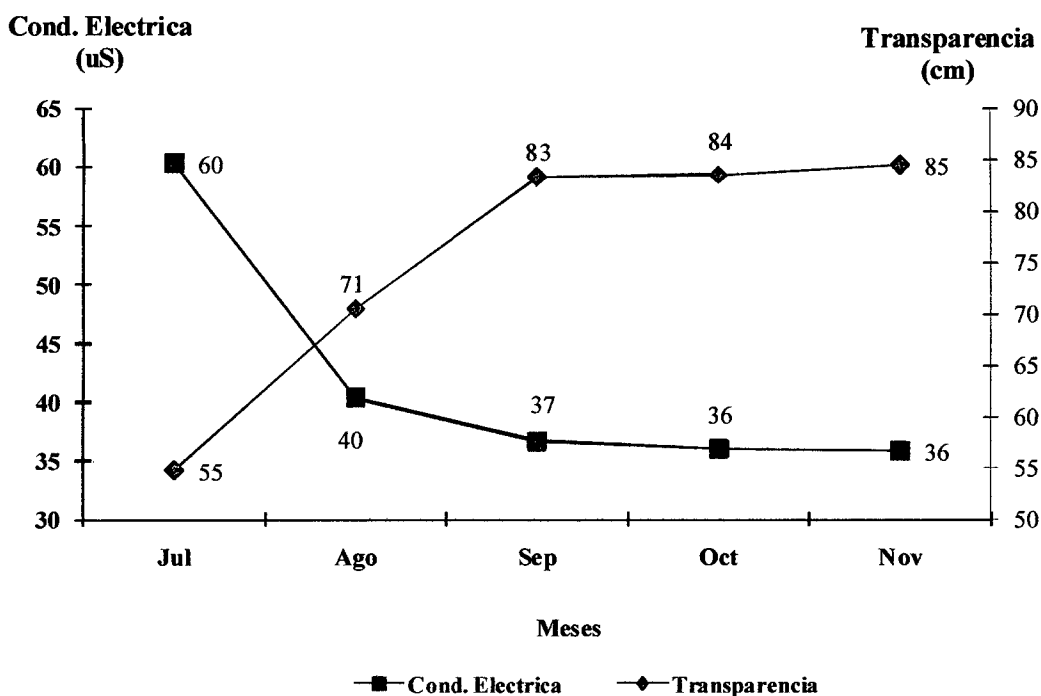
**Gráfico 9.** Promedios mensuales del Amonio (ppm) y Nitritos (ppm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



**Gráfico 10.** Promedios mensuales del TDS (ppm) y la Alcalinidad (ppm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



**Gráfico 11.** Promedios mensuales de la Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S}$ ) y la Transparencia (cm) del agua de los estanques experimentales utilizados para el cultivo de juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas prácticas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña, *Bertholletia excelsa*, durante 135 días de cultivo. PEA - IIAP. Iquitos - Perú. 2006.



La Temperatura durante el experimento varió de 26.1 a 27.9 °C teniendo como promedio 26.8 °C, mostrando así cierta estabilidad en casi todo el experimento, siendo considerado por lo tanto adecuado para el cultivo de gamitana. El pH tuvo una oscilación de 6.02 a 6.57 UpH, teniendo como promedio 6.25 UpH; el mayor valor se registró en el mes de julio (6.57 UpH) y el menor valor se dio en el mes de octubre con 6.02 UpH. Por su parte, el oxígeno disuelto del agua de los estanques osciló entre 3.80 y 4.23 ppm, siendo el promedio de 4.07 ppm. Los mayores valores de oxígeno disuelto se registró en los meses de julio y septiembre (4.23 y 4.21 ppm, respectivamente) y el menor valor se dio en el mes de agosto (3.80 ppm), sin mostrar mayores repercusiones en el crecimiento de los peces.

Los valores de CO<sub>2</sub> oscilaron entre 2 y 25 ppm, siendo el promedio de 15.4 ppm. El mayor valor se registró en el mes de octubre (25 ppm) y el menor valor se dio en el mes de noviembre (2 ppm). El amonio tuvo una oscilación entre 0.37 y 0.85 ppm, siendo el promedio de 0.54 ppm; el mayor valor obtenido se dio en el mes de octubre (0.85 ppm) y el menor valor se dio en el mes de noviembre (0.37 ppm). El valor de nitritos del agua de los estanques no tuvo variaciones durante toda la fase experimental, manteniendo un valor estable menor a 0.05 ppm.

Los valores de TDS oscilaron entre 17 y 30 ppm, siendo el promedio de 20 ppm; el mayor valor obtenido se dio en el mes de julio (30 ppm) y el menor valor se registró en el mes de octubre (2 ppm). Los valores de alcalinidad tuvieron una oscilación entre 21 y 33 ppm, siendo el promedio de 25 ppm; el mayor valor se registró en el mes de julio (33 ppm) y el menor valor se dio en el mes de septiembre (21 ppm).

Durante el experimento, la Transparencia osciló entre 40 y 95 cm., siendo el promedio de 75 cm. Los mayores valores obtenidos se debieron a que en dichos meses se presentaron lluvias (septiembre, octubre y noviembre) con valores de 83, 84 y 85 respectivamente, mientras que el menor valor fue de 55 cm. para el mes de julio, valores que caracterizan a los cuerpos de agua poco productivos. Los valores de conductividad eléctrica oscilaron entre 36 y 60  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ , siendo el promedio de 42  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ . El mayor valor obtenido se dio en el mes de julio (60  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) y los menores valores se registraron en los meses de septiembre y octubre (37 y 36  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$  respectivamente).

## V. DISCUSIÓN.

### 5.1. Crecimiento de los peces.

En el presente estudio se utilizaron juveniles con peso y longitud promedio inicial de 28.65 g y 11.55 cm respectivamente, los que se puede considerar adecuados para el inicio del cultivo, de acuerdo a lo establecido por **Rebaza *et al.* (2002)**, quienes mencionan que el peso inicial mas lucrativo para el piscicultor, para iniciar el engorde de peces, se encuentra entre 30 a 50 g, indicando que con peces de pesos menores pueden ocurrir mortalidades.

Los resultados de la investigación muestran que el crecimiento fue homogéneo durante todo el experimento. Al final del periodo de cultivo experimental los pesos promedios individuales fueron del orden de 229.77, 231.94, 254.13 y 267.06 g para T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Estos valores si bien no son espectaculares, son a toda vista bastante alentadores, teniendo en cuenta la zona geográfica y el sistema de cultivo para la cual está proyectado el uso de este ingrediente como insumo alimenticio para peces (región Madre de Dios).

La ganancia de peso registrado en el presente estudio, se puede considerar aceptable para los estándares que se manejan en el engorde de gamitana y se encuentran por encima o cercano a los registrado en otros estudios, como el de **Mori (1993)**, quien registró ganancias de peso de 26.48 y 32.32 g sustituyendo la harina de maíz por la harina de pijuayo en raciones para alevinos de gamitana en 112 días de cultivo. Los resultados de la presente tesis son también notoriamente superiores a los de **Padilla *et al.* (1996)** quienes usando el ensilado de pescado en cuatro dietas balanceadas entre 24.7 a 27% de proteína bruta, en un experimento de 84 días con gamitana, registraron

ganancias de peso entre 64.9 a 72.5 g. Del mismo modo **Chagas & Val (2003)**, reportaron ganancias de peso de 45.02, 82.74 y 99.85 g en diferentes niveles evaluando el efecto de la vitamina C en el crecimiento de gamitana, valores muy inferiores a los reportados en la presente tesis.

Lo contrario sucedió en el trabajo registrado por **Bances & Moya (2001)**, sustituyendo la harina de maíz por harina de almendro de umarí encontraron una ganancia de peso máximo de 433.97 g en la misma especie en 150 días de cultivo, pero con niveles proteicos dietarios muy superiores a los utilizados en este estudio (31.4 a 34 % de PB).

Las ganancias de peso diario (GPD) obtenidos en el presente estudio son superiores a los valores reportados por **Padilla (2000)** quien registró GPD de 1.1 y 1.8 g/día en gamitana alimentada con dos dietas de 18.5% y 24.7 % de PB. Del igual forma, **Padilla et al. (1996)**, reportan valores bastante inferiores a los del presente estudio, (0.44 a 0.52 g/día) con dietas a base de ensilado de pescado y pescado cocido en raciones para alevinos de gamitana. Asimismo, **Saint-Paul (1984)**, alimentando alevinos de gamitana con raciones conteniendo 27.5% de proteína bruta observó GPD de 0.8 a 0.9 g/día, y con una dieta que contenía 42.1% de proteína bruta obtuvo ganancias de peso de 1.3 g/día.

Por otro lado, existen otros estudios donde se obtuvieron valores cercanos e incluso superiores a los del presente estudio, como el de **Padilla et al. (2000)** quienes reportaron valores de GPD entre 2.24 y 2.65 g/día. De igual forma, **Chu & Alván (2006)** reportan una ganancias de peso diario de 2.35 para la gamitana. Por su parte, **Chu & Chen (2006)** reportan ganancias de peso diario de 2.4 a 2.6 g/día, mientras que **Chu et al. (2005)** reportaron ganancias de peso diario 2.57, 2.59 y 2.88 g/día para

gamitana cultivada durante 45 días en un sistema de recirculación y alimentada con raciones incluyendo 30% de harina de yuca, plátano y pijuayo y con contenido protéico cercano a 27%.

Por lo observado en el presente estudio, la adición de torta de castaña no tuvo un efecto negativo en el crecimiento de los peces, todo lo contrario, puede observarse en los resultados que el crecimiento de los peces fue incrementándose paulatinamente (aunque sin significancia estadística) a medida que aumentaba el nivel de inclusión de torta de castaña, lo cual indica las bondades de este insumo para la elaboración de dietas para gamitana.

Los resultados del presente estudio son muy superiores a los obtenidos por **Mori (1993)** quien obtuvo pesos finales de 58.4 y 64.3 g en 112 días de cultivo de gamitana en un experimento sustituyendo la harina de maíz por harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*), con dietas que contenían incluso, mayores tenores protéicos (28%) que los utilizados en el presente estudio.

Otras investigaciones realizadas por **Alcántara et al. (2004)**, **Padilla (2000)** y **Padilla & Alcántara (1997)**, reportan que la gamitana alcanza normalmente entre 300 y 600 g durante 180 días de cultivo, por tal razón el peso alcanzado en la presente investigación se puede considerar aceptable, puesto que estimamos que si se hubiera ejecutado el estudio en 180 días, los pesos de los peces hubieran fácilmente alcanzado el rango establecido por dichos autores. Sin embargo, el nivel de crecimiento obtenido no fue el esperado teniendo en cuenta la expectativa creada alrededor del insumo, sobre todo por las bondades nutricionales con las que ésta cuenta.



## 5.2. Índices zootécnicos.

Las tasas de crecimiento específico (TCE) obtenidas en el presente estudio son muy superiores a los obtenidos por **Rabello *et al.* (2004)**, quienes reportan TCE de  $0.85 \pm 0.16$  en un estudio en el que evaluaron el desarrollo de gamitana sometidos a diversos grados de privación alimenticia. Por otro lado **Rebaza *et al.* (2002)**, registraron una tasa de crecimiento específico de 1.72, 1.58 y 1.54 g/día en alevinos de paco cultivados durante 240 días bajo tres densidades de siembras (5000, 10000 y 15000 peces/ha.). Igualmente **Ituassú *et al.* (2006)**, en su estudio del efecto de la frecuencia alimenticia sobre la gamitana sometida a privación alimenticia que muestra valores de  $0.73 \pm 0.13$  y  $0.85 \pm 0.06$ ; estos resultados son similares a los obtenidos por **Chu *et al.* (2006)**, que alimentando gamitana con tres insumos regionales obtuvieron una tasa de crecimiento específico de  $0.95 \pm 0.06$  y  $1.02 \pm 0.01$  como mínimo y máximo, respectivamente. Así también **Ituassú *et al.* (2004)**, reporta una tasa de crecimiento específico de  $0.83 \pm 0.21$  y  $0.97 \pm 0.12$  valores que obtuvo evaluando el desempeño de gamitana a privación alimenticia.

Sin embargo, algunos autores reportan valores de tasa de crecimiento específico superiores a los reportados en este estudio, teniendo por ejemplo a **Rodrigues *et al.* (2004)** quienes reportaron una tasa de crecimiento específico del orden de  $5.53 \pm 0.61$  % peso corporal/día con una densidad de 400 peces/m<sup>3</sup> en un estudio en el que evaluó la densidad de siembra de la gamitana criadas en jaulas. Por su parte, **Vásquez – Torres *et al.* (2002)** trabajando con el paco, una especie perteneciente a la misma familia que la gamitana reportan una tasa de crecimiento específico de  $2.16 \pm 0.05$  y  $2.05 \pm 0.14$  en un estudio en el que comparó varias dietas semi purificadas evaluando las exigencias nutricionales de dicho pez. Por su parte, **Rebaza *et al.* (2002)**, evaluando el crecimiento

de alevinos de paco por 30 días en estanques de pre-cría obtuvieron TCE entre 5.8 a 6.2, a densidades de 10, 15 y 20 peces/m<sup>2</sup>, valores muy superiores a los registrados en la presente tesis, debido al mayor contenido proteicos de la dieta utilizada, la edad de los peces y al corto tiempo de cultivo.

El índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) definido como los gramos de alimento consumido, por cada gramo de peso corporal ganado (Tacón, 1989); por cuanto mayor sea el valor menor será la eficiencia del alimento (Ituassú *et al.*, 2002).

De acuerdo a los resultados del experimento la conversión alimenticia aparente no mostró diferencias significativas según el ANOVA ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, los valores de ICAA del presente estudio se consideran normalmente aceptables en dietas peletizadas y en muchos casos nuestros índices son incluso mejores que los obtenidos por otros autores. Por ejemplo, Chu *et al.* (2006) evaluando tres insumos regionales obtuvieron valores de ICAA entre 1.84:1 y 1.98:1, ligeramente mayores al nuestro. Por su parte, Chuquipiondo & Galdós (2005), obtuvieron ICAA de 2.08:1 con una dieta de 23% de PB. Similar resultado fue obtenido por Padilla (2000), quien obtuvo ICAA de 2.70:1 y 2.90:1 evaluando el contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana. Bances & Moya (2001) obtuvieron ICAA bastante altos (3.40:1 y 2.91:1) quedando evidenciado la superioridad de los resultados obtenidos utilizando la torta de castaña como insumo en dietas para alevinos de gamitana.

Sin embargo existen trabajos publicados que muestran valores de ICAA cercanos o evidentemente superiores que los obtenidos en el presente estudio. Por ejemplo, Bechara *et al.* (2005), utilizando alimento extrusado lograron obtener ICAA entre

1.36:1 y 1.73:1, evaluando la eficiencia de la utilización de alimento balanceado en el pacu caranha (*Piaractus mesopotamicus*). Asimismo, **Ayllón & Payahua (2003)** muestran ICAA entre 1.70:1 y 2.50:1 evaluando dietas a base de pijuayo en el paco, *Piaractus brachypomus*. Finalmente en el híbrido pacotana, **Silva-Acuña & Guevara (2002)** obtuvieron valores de ICAA entre 1.13:1 y 1.21:1

En el presente estudio, los valores de K registrados al final del experimento nos indican que el grado de bienestar de los peces en estudio fue aceptable, teniendo en cuenta los valores reportados por **Deza et al. (2002)** en paco y **Chuquipiondo & Galdós (2005)** en gamitana. De la literatura revisada, solo **Rebaza et al. (2002)**, encontraron un K superior a los nuestros (2.06 y 2.11) pero en el paco y utilizando dietas con un mayor tenor proteico (30% PB).

Normalmente la tasa de mortalidad de gamitana en cultivo es baja, reportándose normalmente tasas de sobrevivencia mayores a 90 % siendo raros resultados inferiores a este. En ese sentido, el presente estudio no es la excepción a la regla, puesto que la tasa de sobrevivencia final fue de 96 %. Valores superiores fueron reportados por **Chagas & Val (2003)** que obtuvieron porcentajes del 100% estudiando el efecto de la vitamina C en la ganancia de peso para la gamitana.

### **5.3. Composición bromatológica de los peces.**

Como regla general, la composición corporal de los peces es bastante variable, conteniendo en base fresca entre 70 a 85 % de humedad, 15 a 24 % de proteína, 0.1 a 22% de grasa y de 1 a 2% de cenizas (**Ogawa & Koike, 1987**). Sin embargo, frecuentemente se pueden apreciar porcentajes variables de una especie a otra y también

dentro de una misma especie (variación intraespecífica) dependiendo de la época del año, del tipo y calidad de alimento disponible, de la calidad de la dieta consumida, del estadio de maduración sexual, de la edad, de las condiciones de cultivo y de la parte del cuerpo analizado (**Lagler et al. 1984; Castagnolli, 1979; Machado, 1984**). Otros factores también son responsables, tales como, la temperatura del agua y la duración del experimento (**Page & Andrews, 1973**).

En el presente estudio, solo se apreciaron cambios en la composición corporal de las grasas y las cenizas. El notable incremento observado en el contenido de grasa en todos los tratamientos en comparación al inicio del cultivo probablemente se haya producido por el aumento de la grasa dietaria en las raciones experimentales producto de la adición creciente de torta de castaña, un subproducto con alto contenido lipídico. Otra posible explicación a este hecho es que los peces al estar restringidos a un espacio reducido (de solo 15 m<sup>2</sup>) y al contar con un suministro alimenticio diario tuvieron un gasto energético muy bajo en cuanto a las actividades de desplazamiento en búsqueda de alimentos; lo que fue reportado por otros autores como **Mori et al. (1999), Bances & Moya (2001), Ayllón & Payahua (2003)**; todos estos trabajos sustituyendo insumos tradicionales por regionales en dietas para gamitana.

Por otro lado, el leve decrecimiento en el porcentaje de cenizas al final de cultivo se explica por el aumento corporal de grasa en todos los tratamientos. Similares resultados fueron obtenidos por **Ayllón & Payahua (2003), Chuquipiondo & Galdós (2005)** y **Mori et al. (1999)** que muestra un ligero decrecimiento en esta variable.

#### **5.4. Parámetros físico-químicos del agua.**

La influencia de la temperatura no solo rige de forma directa sobre los peces, sino también, rige a algunos parámetros biológicos, físicos y químicos, de ahí la necesidad de conocer y evaluar los cambios de temperatura del agua (**Rodríguez et al. 2001**).

Cada especie tiene límites de tolerancias amplias aunque su desarrollo se da dentro de un rango estrecho, como sucede con el crecimiento y aumento de la tasa metabólica con la temperatura; en tanto que a valores bajos los peces de aguas cálidas como los amazónicos, disminuyen su tasa de crecimiento llegando incluso a paralizarse (**Guerra et al. 1996**).

En el experimento se registró una temperatura promedio de 26.8 °C, valor que se encuentra dentro del rango óptimo para el cultivo de gamitana. En ese sentido, **Alcántara et al. (2002)**, indican que la temperatura adecuada para el cultivo de gamitana, paco y paiche es de 26 -30 °C; del mismo modo **Ituassú et al. (2006)**, reportan temperaturas promedios de 26.8 ± 0.2; igualmente **Arbelaez-Rojas et al. (2002)**, muestran en su estudio temperaturas promedio de 26.9 °C. También reportan estos valores **Fonseca & Storti (2004)**, con promedios de 26.8 °C, en ese sentido consideramos que los valores registrados en el presente experimento están en el rango permisible de temperatura para el cultivo de gamitana.

En condiciones de cultivo los extremos de pH están por debajo de 4 y por encima de 11, aunque los peces pueden sobrevivir a valores cercanos a estos extremos según **Rodríguez et al. (2001)**. Los estanques que tienen baja alcalinidad total, presentan valores de 6 – 7.5 durante las primeras horas del día con tendencia a elevarse. Según **Alcántara et al. (2002)** el agua de los estanques son más productivas cuando su pH está

cercano al neutro lo cual concuerda con los resultados del experimento realizado con un promedio de pH de 6.25. De igual forma, **Chu & Alván (2006)** y **Rodrigues et al. (2004)** muestran valores similares a los reportados en el presente estudio.

Los valores de oxígeno disuelto registrados en el presente estudio son similares a los reportados por **Bances & Moya (2001)**, quienes reportan de 4.17 – 5.12 ppm de oxígeno disuelto; **Deza et al. (2002)**, **Rebaza et al. (2002)** y **Acuña & Guevara (2002)**. El promedio de la concentración de oxígeno disuelto reportado en el presente estudio está dentro del rango permisible para el cultivo de la gamitana, pez que tiene la capacidad de tomar el oxígeno atmosférico de la superficie (**Junk et al. 1983**).

El CO<sub>2</sub> disuelto es una variable crítica en acuicultura porque es esencial en la fotosíntesis e influye en el pH del agua; además, afecta a los peces disminuyendo la capacidad sanguínea de captar oxígeno disuelto en el agua según **Rodríguez et al. (2001)**. El valor promedio de 15.4 ppm alcanzado en la presente investigación se puede considerar ligeramente elevado pero son normalmente registrados por otros autores como **Rebaza et al. (2002)**, quienes obtuvieron un valor promedio de 14.31 ppm y por **Ituassu et al. (2006)**, que registraron 13.7 ppm en cultivo de gamitana en el Brasil.

Según **Alcántara et al. (2002)**, el nitrito se origina de la oxidación del nitrógeno amoniacal por la oxidación de la materia orgánica disponible en el estanque. El promedio de NO<sub>2</sub> del experimento fue siempre menor a 0.05 ppm, el cual es excelente para piscicultura y similar a los obtenidos por **Gusmao et al. (2006)** e **Ituassu et al. (2006)**, quienes reportan valores de  $0.02 \pm 0.01$  y  $0.03 \pm 0.0$  respectivamente.

El promedio de amonio del estanque al final del estudio fue de 0.56 ppm; valor aceptable según **Guerra & Saldaña (2002)**, y que coinciden con los reportados por **Ituassú et al. (2004)**, que muestran valores de  $0.36 \pm 0.12$  como mínimo y  $0.64 \pm 0.20$  como valor máximo. Del mismo modo **Gusmao et al. (2006)**, quienes muestran valores de  $0.4 \pm 0.1$  mg/l; por lo que se considera que los valores obtenidos en el presente estudio se encuentra dentro del rango aceptable.

La alcalinidad registrada en el presente trabajo (25 ppm) es menor a lo recomendado por la literatura (45 ppm). Sin embargo, según **Rodríguez et al. (2001)**, la cantidad de cal que es suministrada a un estanque debe estar de acuerdo con la alcalinidad total; si esta está por encima de 20 ppm, no es necesario encalar. En ese sentido, podemos concluir que los valores de alcalinidad obtenidos en el presente estudio fueron adecuados para el cultivo de gamitana.

La transparencia depende de los sólidos en suspensión. Así, los estanques que presentan transparencia entre 30 y 60 cm son considerados productivos (**Alcántara et al. 2002**). El valor promedio de transparencia registrado en la presente tesis fue de  $76 \pm 12.70$  muestran que el estanque tuvo escaso contenido de sólidos disueltos en suspensión. Valores similares fueron reportados por **Chuquipiondo & Galdos (2005)**. Por el contrario, **Rebaza et al. (2002)** registraron transparencias de  $26.4 \pm 3.13$  cm en estanques de cultivo localizados en la ciudad amazónica de Pucallpa (región Ucayali).

Según **Guerra et al. (1996)** la conductividad es una de las mejores medidas de la riqueza del agua y está dada por la cantidad de iones disueltos en ella y directamente relacionada con la salinidad. La conductividad mostrada por **Padilla (2000)** e **Ituassú et**

*al.* (2004), son similares a los obtenidos en la presente tesis (un promedio de 42  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ). Sin embargo, este valor es muy superior a los mostrados por *Ituassú et al.* (2006), quien reporta  $20.9 \pm 0.7 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ . Por el contrario, *Gusmão et al.* (2006) registraron valores mínimos de  $54.4 \pm 3.4$ , y máximos de  $76.2 \pm 3.0 \mu\text{S}/\text{cm}^2$  lo que nos lleva a la conclusión de que se obtuvo valores aceptables en el presente trabajo.



## **VI. CONCLUSIONES.**

- El crecimiento de los peces fue homogéneo durante el experimento, no encontrándose diferencias significativas en la ganancia de peso corporal con las dietas evaluadas.
- En promedio global, los peces obtuvieron un peso promedio final de 245.72 gramos en los 135 días de cultivo, siendo el T4 el que obtuvo el peso promedio más alto (267,07 g) en comparación con los demás tratamientos.
- La tasa de crecimiento específico obtenida (1.69 g/día) guarda relación con los resultados de crecimiento en peso, reflejando una moderada ganancia porcentual de peso diario.
- El índice de conversión alimenticia aparente promedio fue de 1.59:1.
- Los resultados nos permite concluir que la torta de castaña puede ser empleada del 10 al 30% de inclusión en la alimentación de gamitana, proporcionando una ganancia de peso satisfactoria, reafirmando la hipótesis de que la torta de castaña puede servir como un insumo alternativo a ser utilizado en dietas para peces, toda vez que su inclusión no repercute negativamente en el crecimiento de esta especie; contribuyendo así a la reducción de los costos operativos por alimentación en la piscicultura amazónica.
- La composición corporal de las grasas sufrió un significativo incremento en comparación al contenido inicial.
- La composición corporal de cenizas sufrió un significativo decrecimiento en comparación con el contenido inicial.
- La composición corporal de proteína y humedad no sufrieron cambio alguno en los 135 días de cultivo.

- Los parámetros físicos y químicos del agua de los estanques registrados en el presente estudio de investigación estuvieron por lo general dentro de los rangos aceptables para el cultivo de gamitana.
- La sobrevivencia de los peces fue de 96.87% en los 135 días de cultivo.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Realizar otros estudios comparando la inclusión de la torta de castaña en sustitución progresiva de insumos energéticos de dietas establecidas, para otras especies de peces.
- Evaluar distintas densidades de siembra, bajo este sistema de cultivo comparando la inclusión de la torta de castaña en las raciones experimentales.
- Continuar con la búsqueda y experimentación de nuevos insumos alternativos de bajo costo que puedan ser usados en la alimentación de especies amazónicas cultivadas en estanques.

## VIII. RESUMEN.

El presente estudio se realizó entre Julio y Noviembre del 2006 con el objetivo de evaluar el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* alimentados con raciones isoproteicas (26 % de PB) conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña brasileña (T1 = 0%, T2 = 10%, T3 = 20% y T4= 30%). El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ), sede del Programa para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) en Iquitos. Los peces fueron sembrados a una densidad de 1 pez/m<sup>2</sup> en tres estanques de tierra de 60 m<sup>2</sup>, divididos en doce sub-unidades de 15 m<sup>2</sup>. Ciento ochenta peces (28.65 g y 11.55 cm promedio) fueron utilizados. Las dietas fueron asignadas al azar por triplicado y los peces alimentados tres veces al día los siete días de la semana con una tasa de alimentación del 5% de la biomasa de cada sub-estanque. Al finalizar el periodo de 135 días de cultivo, los peces alcanzaron un peso promedio final de 245.72 g, con índice de conversión de alimento aparente (1.59:1), tasa de crecimiento específico (0.14 g/día) y factor de condición promedio (1.75), no existiendo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, se puede afirmar que la torta de castaña puede servir como un ingrediente alternativo a ser utilizado en dietas para gamitana, toda vez que su inclusión no repercute negativamente en el crecimiento de esta especie.

Los porcentajes de extracto etéreo y cenizas de los peces, mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al compararlo con el porcentaje inicial; mientras que el porcentaje de proteína bruta y humedad no presentaron cambios al final del cultivo.

Los parámetros fisico-químicos monitoreados durante el cultivo tuvieron valores adecuados para el cultivo de peces amazónicos.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

- ACUÑA, A. & GUEVARA, M. 2002.** Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. *Zootecnia Tropical*, 20(4): 449-459.
- AKINFALA, E. O.; ADERIBIGBE, A. O. & MATANMI, O. 2002.** Evaluation of the nutritive value of whole cassava plant as replacement for maize in the starter diets for broiler chicken. *Livestock Research for Rural Development*, 14(6): 23-30.
- ALCÁNTARA, F. B. & COLACE, M. B. 2001.** Piscicultura, seguridad alimentaria y desarrollo en la carretera Iquitos-Nauta y el río Tigre. Valorando y preservando nuestros peces amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos. Peru. 83p.
- ALCÁNTARA, F; KOHLER, C; KOHLER, S. & CAMARGO, W. 2002.** Cartilla de Acuicultura en la Amazonía. Peruana. IIAP/PD/A CRSP/SIUC/FIAC. 47 p.
- 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. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 1998.** International 16<sup>th</sup> Edition. 4<sup>th</sup> Revision. 1236p.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. & GOULDING, M. 1997.** So Fruitful a Fish: Conservation and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Columbia University Press. New York City.

- ARBELAEZ-ROJAS, G.; MACHADO, D.; INDRUSIAK, J. 2002.** Composicao de tambaqui *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, e matrinxã, *Briconephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. Rev. Bras. Zootec., 31 (3): 1059-1069
- AYLLÓN, Z. & PAYAHUA, J. 2003.** Uso de la harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K. 1815), en la alimentación del paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier 1818), criado en ambientes controlados. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 63 p.
- BANCES, K. C. & MOYA, L. 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, Serrasalminidae. Tesis para optar el Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 70 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 pacú *Piaractus mesopotanicus* (Holmerg, 1887). Aquaculture Research 36 (6), 546 – 553.
- BOTELLO, A. 2005.** Utilización de ensilados químicos en la alimentación de los peces. <http://www.monografias.com/trabajos39/alimentacion-peces/alimentacion-peces2.shtml>.
- CAMPOS, L. & C. KOHLER. 2005.** Aquaculture of *Colossoma macropomum* and related species in Latin America. American Fisheries Society Symposium 46:541-561.

- CAMPOS, L. & A. TACÓN. 2001.** El Alimento y la Alimentación de Peces y Camarones de la Región Amazónica del Perú. Antecedentes y Estado Actual. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) & Centro de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CIDAP). Iquitos, Perú. 24 pp.
- CASADO, P; J. SUAREZ; L. RODRIGUEZ & F. CHU. 2006.** Resultados preliminares del uso de la harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi* Linn) en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*) en Quistococha, Loreto. EN: 2 Congreso Nacional de Acuicultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Resúmenes de Exposiciones. Lima-Perú. 32 – 33p.
- 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 na ganha de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 38(3): 397-402.
- CHU, F. W. & ALVAN, J. 2006.** Resultado preliminares del uso de alimento estrusado en la alimentación de la gamitana (*Colossoma macropomum*) y el híbrido pacotana (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en Loreto. IIAP. PRODUCE LORETO.
- CHU, F. W. & CHEN, R. 2006.** Parámetros hematológicos de la gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentada con dieta a base de harina de yuca, plátano y pijuayo. Fisheries and Illinois Aquaculture Center. Southern Illinois University Carbondale. IIAP, Iquitos –Loreto. Peru. Department of aquaculture and Fisheries , University of Arkansas at Pine Bluff.

- CHU, F. W.; CAMARGO, W. N.; KOHLER, C. C.; ALVÁN, 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, F. & C. KOHLER. 2005.** Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana, *Colossoma macropomum*. pp 184-191. In: Renno, J. F., García-Dávila, C., Duponchelle, F. & Núñez, J. (Eds.) Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. Comunicaciones del Primer Coloquio de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica. Iquitos, Perú.
- CHU, F. W., CAMARGO, W.; KOHLER, C. KASPER, C. 2006.** Evaluation of three plants feedstuff on growth characteristics of amazonian black-fined pacu (*Colossoma macropomum*). Research Supported by PD/Aquaculture CRSP (USAID).
- 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. 78p.
- DE SOUZA, P. C; J. BEZERRA e SILVA & H. M. DOS SANTOS COSTA. 1995.** Substituição da farinha de peixe pelo hidrolisado químico de carcaças da tilapia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L, 1766), na alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818. En: Ciencia Agronômica, 26(1-2): 90 – 94.



- DEZA, S.; QUIROZ, S. REBAZA, M.; REBAZA, C. 2002.** Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de Paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818), en estanques seminaturales en Pucallpa. Folia amazónica, vol. 13(1-2)-2002 IIAP 49.
- DIANA, R.; PINTO, O.; FORTES da SILVA, R.; MAIA, M. & CINTRA, J.** Desempenho produtivo de alevines de piaçu (*Leporinius macrocephalus*) alimentados com quatro ingredientes diferentes. Comunicación científica CIVA 2004. <http://www.civa2004.org>. 382 – 385.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1990.** Root, tubers, plantains, and banana in human consumption. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- FERNANDEZ-BACA, J. 1998.** Amazonian Fisheries: Socio Economic Signals and Management Implications. Environmental Economics Programme. Discussion Paper. Lima, Perú. 43 p.
- FERNANDES, J. B. K., LOCHMANN, R. & ALCÁNTARA, F. B. 2004.** Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of diet ingredients for pacu *Piaractus brachypomus*. Journal of the World Aquaculture Society, 35:237-244.
- FONSECA, S. & STORTI, A. 2004.** Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. Pesq. Agropec. Bras., 39(3): 293 - 296.
- GONZALEZ, A. & GONZALEZ, E. 1996.** Tasa de consumo de alimento por *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* (Pisces: Characidae) cultivados en jaulas flotantes. ZOOTECNIA TROPICAL. Vol. 14 (1): 79-88.

- 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.
- GUSMÃO, E.; RAGONHA, S.; ARAUJO, A.; YAMANE, R. WAYCHMAN, A.; INDRUSIAK, J.; AKIFUMI, E. 2006.** Caracterizacao fisiologica de tambaqui *Colossoma macropomum* (CHARACIDAE) em duas densidades de estocagem. Comunicacion científica – CIVA 2006. IV congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura.
- HEPHER, B. 1993.** Nutrición de Peces Comerciales en Estanques. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México, D.F. 406p.
- ITUASSU, D.R.; CRUZ, T.; CASTRO, C.; BRAGA, E.; GUSMÃO, E.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2006.** Efeito de frecuencia alimentar durante a realimentacao de *Colossoma macropomum* CUVIER 1818, submetidos a privacao alimentar. Comunicacion científica – CIVA 2006. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura.
- ITUASSU, D. R.; SANTOS, G.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2004.** Desenvolvimento de tambaqui submetido a periodo de privacao alimentar. Pesq Agropec. Bras., 39(12):1199-1203.
- ITUASSÚ, D. R.; SANTOS, G. R.; ROUBACH, R. & PEREIRA-FILHO, M. 2002.** Desenvolvimento de tambaqui, submetido a periodos de privação alimentar. INPA. Pesq. Agropec. Bras., 39(12):1199-1203.
- JUNK, W. J., G. M. SOARES, AND F. M. CARVALHO. 1983.** Distribution of Fish Species in a Lake of the Amazon River Floodplain near Manaus (Lago

- Camaleao) with Special Reference to Extreme Oxygen Conditions. *Amazoniana* 7: 397–431.
- KRISHNANKUTTY, N. AND T. R. SUJATHA. 2003.** Role of plant proteins in formulated diets. *Current Science*, 85(3):247-249.
- LAGLER, K; BARDACH, J; MILLER, R. & PASSINO, D. 1984.** Ictiología. Mexico: John Wiley & Sons. 489p.
- 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.
- MACHADO, Z. L. 1984.** Tecnologia de recursos pesqueros: parâmeros, processos, produtos. Recife: Superintendência de desenvolvimento da Região Nordeste- Divisã de Recursos Pesqueiros. 277p.
- MCD AID, J. & NATH, S. 1997.** Una evaluación estratégica de la potencialidad para piscicultura dulceacuícola en América Latina. *COPESCAL Documento Técnico*. N° 10. Roma, FAO. 125p.
- MOREIRA DA SILVA, J. A.; M. PEREIRA FILHO; Mª. I. DE OLIVEIRA-PEREIRA. R. 2003.** Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macrompum* (Cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. *Bras. Zootec.*, 32(6):1815-1824 (Supl. 2).
- MORI, L. 1993.** Estudo da possibilidade de 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). Dissertação de Mestrado.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Brasil. 76 p.

**MORI, L. A., PEREIRA FILHO, M., OLIVEIRA – PEREIRA, M. 1999.**

Sustituição do fubá de Milho, *Zea mays* por farinha de pupunha, *Bactris gasipaes*, H. B. K en rações para alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818). Acta Amazónica, 29(03): 447 – 453.

**NAVARRO, R.; O. PINTO RIBEIRO FILHO, R. FORTES DA SILVA, M. MAIA**

**PEREIRA & J. E. CINTRA VILELA. 2004.** Desempenho produtivo de alevinos de Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) alimentados com quatro ingredientes diferentes. EN: Comunicación Científica CIVA 2004 (<http://www.civa2004.org>), 382-385.

**OGAWA, M & J, KOIKE. 1987.** Manual de pesca. Fortaleza: Associação dos engenheiros de pesca do estado do Ceará. 800p.

**OLVERA, M.; NOVOA, C.; PALACIOS, M. & REAL DE LEÓN, E. 1993.**

Manual de Técnicas para Laboratorio de Nutrición de Peces y Crustáceos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. México, D.F. 94p.

**PADILLA, P.; PEREIRA-FILHO, M. & MORI, L. 1996.** Influencia del ensilado

biológico de pescado y pescado cocido en el crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*. Folia Amazónica, 8(2):91-103.

**PADILLA, P. & ALCÁNTARA, F. 1997.** Rendimiento de *Piaractus brachipomus* y

*Colossoma macropomum* criados en estanques a distintas densidades. IIAP. Nota Científica. Iquitos – Perú. 5 p.

- PADILLA, P.; ALCÁNTARA, F. & GARCÍA, J. 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
- PADILLA, P. 2000.** Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazónica, 10(1-2): 81 -90.
- PAGE, J. & ANDREWS, J. 1973.** Interactions of dietary levels of protein and energy on channel fish (*Ictalurus punctatus*). Journal of Nutrition, 103: 1338-1346.
- PEREIRA FILHO, M. 1995.** Nutrição de peixes em cativeiro. 61-74 p. En: VAL, A.L. & HONCZARYK, A. Criando peixes na Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- RABELLO, D.; ROBSON, G.; ROUBACH, R. & PEREIRA FILHO M. 2006.** Efeito da frequência alimentar durante a realimentação de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) submetidos à privação alimentar. Comunicación Científica CIVA 2006. <http://www.civa2004.org>. 1 – 12.
- REBAZA, C.; VILLAFANA, E.; REBAZA, M. & DEZA, S. 2002.** Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*, paco en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. Folia Amazónica, 13 (1-2): 122 – 134.
- RODRIGUES, F.; CARVALHO, L.; CHAGAS, E.; DANTAS, L. 2004.** Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. Pesq. Agropec. Bras., 39 (4): 357-362.
- RODRIGUEZ, H; VICTORIA, P. & CARRILLO, M. 2001.** Fundamentos de acuicultura continental. INPA/MADR. Bogotá – Colombia. 423 pp.

- SAINT-PAUL, U. 1984.** Ecological and physiological investigations on *Colossoma macropomum*, a new specie for fish culture in Amazonas. Mems. Asoc. Latin-American Aquaculture, 5(3):501-518.
- SALINAS, R. 2004.** Aprovechamiento de productos secundarios del beneficiado de la castaña. Trabajo presentado a la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal, Trópico Húmedo FDTA – TH. Estudio de línea de base. Montero, Bolivia. 19 p.
- SILVA-ACUÑA, A. & GUEVARA, M. 2002.** Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) Zootecnia Tropical, 20 (4): 449-459.
- TACÓN, A. 1989.** Nutrición a Alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación. Programa Cooperativo Gubernamental. FAO – Italia. Documento de Campo N° 4. Brasilia, Brasil. 489 p.
- TORRES, C. & A. URIBE. 1995.** Evaluación de la digestibilidad aparente de cuatro subproductos agroindustriales, fuentes de proteína y energía, en la nutrición de cachama blanca, *Piaractus brachypomus* CUVIER 1818. Boletín Científico INPA, 3:40 – 65.
- 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). Rev. Bras. Zootec., 31(1):283-292 (suplemento).
- VIEIRA, J. J. R.; ZEOULA, L. M.; DO PRADO, I. N.; & GERON, L. J. V. 2002.** Replacement of corn for cassava meal (*Manihot esculenta*, Crantz) in the

Holstein Calves Diets. Digestibility and Energy value. Rev. Bras. Zootec.,  
31(1):205-212.

# ANEXO



**ANEXO 1.** Fichas de registros; ficha a: datos biométricos, fichas b: control de calidad de agua, fichas c: análisis bromatológicos.

**Fichas a) Biometría**

Nº de pez	Tratamiento p = ab peces							
	Replica							
	w		x		y		z	
Peso (g)	Long. (cm)	Peso (g)	Long. (cm)	Peso (g)	Long. (cm)	Peso (g)	Long. (cm)	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								

**Fichas b) Calidad de agua**

- **Parámetros diarios**

Parámetros Físicos	Temperatura °C		Oxígeno mg/l.		pH		TDS g/l.		CE	
	8:00h	16:00h	8:00h	16:00h	8:00h	16:00h	8:00h	16:00h	8:00h	16:00h
Hora	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
Lugar	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S

- **Parámetros quincenales**

<b>Parámetros</b>	<b>Transparencia (cm)</b>	<b>Amonio ppm (NH<sub>3</sub>-N)</b>	<b>Nitritos ppm (NO<sub>2</sub>-N)</b>	<b>Dureza ppm (CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>Alcalinidad ppm (CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (ppm)</b>

**Fichas c) Análisis bromatológicos**

- **Análisis de proteína bruta**

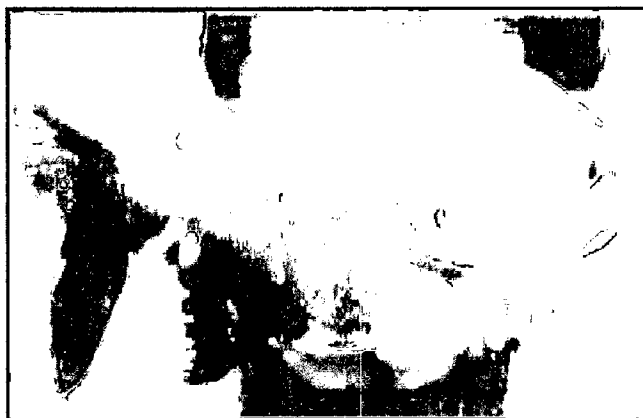
<b>Nº</b>	<b>Características de la muestra</b>	<b>Peso de la muestra (g)</b>	<b>Gasto de HCl (0.1N)</b>	<b>%PB</b>	<b>Promedio</b>

• **Análisis de grasa**

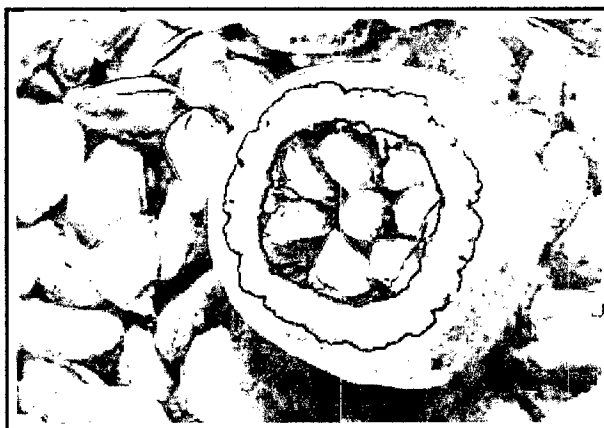
Nº	Características de la muestra	Peso del balón vacío (g)	Peso de la muestra (g)	Peso balón + grasa (g)	Peso de grasa (g)	% Grasa	Promedio

• **Análisis de humedad y materia seca**

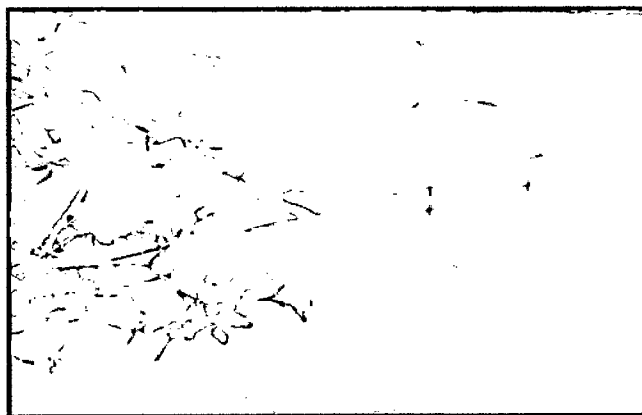
Nº	Características de la muestra	Peso del crisol (g)	Peso de la muestra fresca (g)	Peso del crisol + muestra fresca (g)	Peso de la muestra seca (g)	% HU	% MS



**Foto N° 01:** Especie en estudio: Gamitana, *Colossoma macropomum*



**Foto N° 02:** Insumo en estudio: Castaña brasilera, *Bertholletia excelsa*



**Foto N° 03:** Unidades experimentales



**Foto N° 04:** Premezcla de los insumos para la preparación de las dietas experimentales.



**Foto N° 05:** Proceso de peletización de las dietas experimentales.



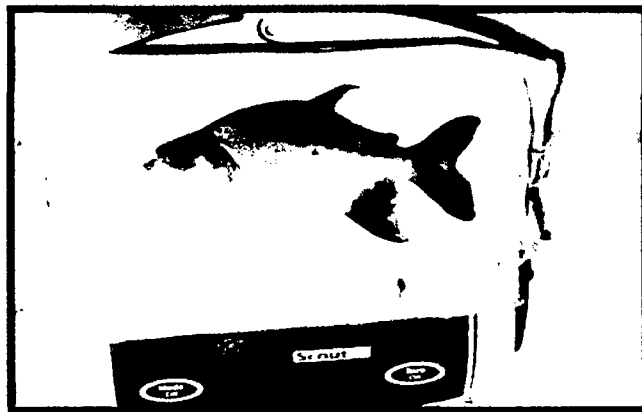
**Foto N° 06:** Alimento paletizado.



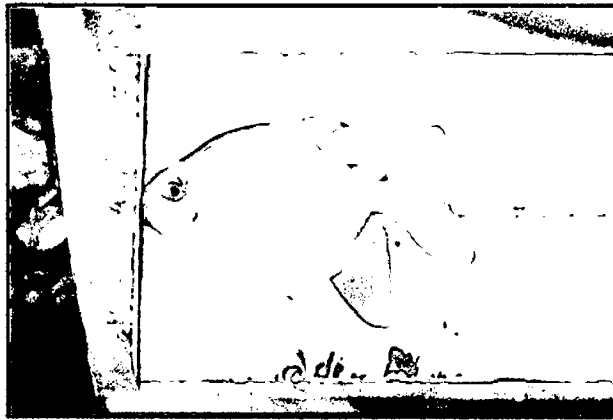
**Foto N° 07:** Suministro de las raciones de alimento a cada unidad experimental.



**Foto N° 08:** Realización del muestreo biométrico de los peces en estudio.



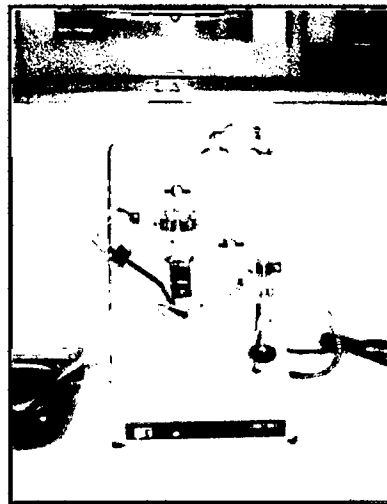
**Foto N° 09:** Registro del peso (g) durante los muestreos biométricos.



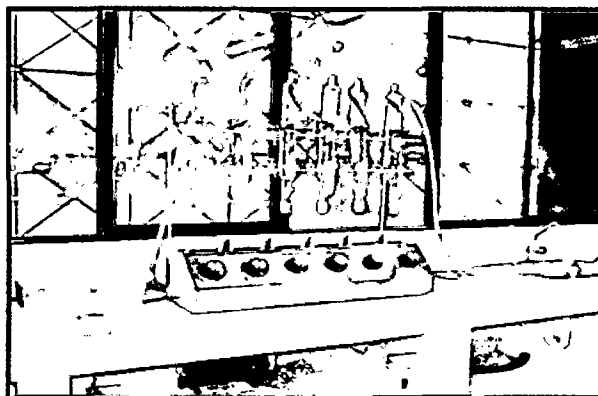
**Foto N° 10:** Registro de la longitud (cm) durante los muestreos biométricos.



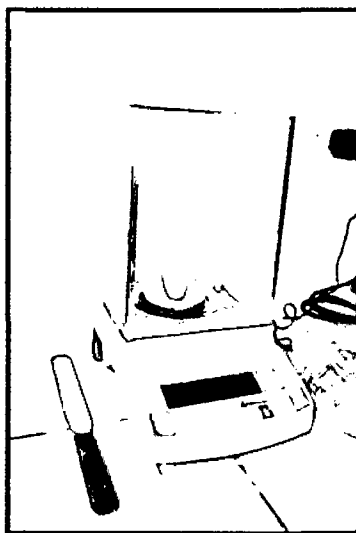
**Foto N° 11:** Laboratorio de Bromatología y Limnología del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).



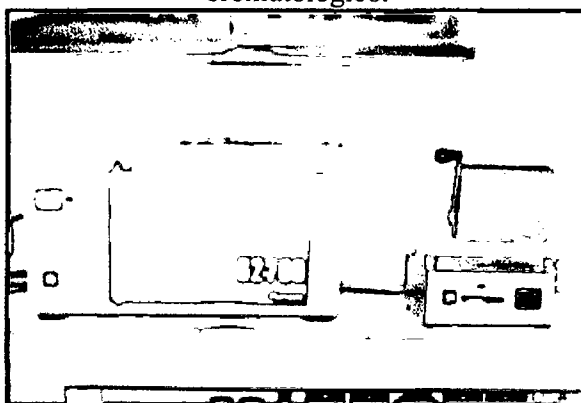
**Foto N° 12:** Destilador Kjeldahl utilizado para calcular el nivel de nitrógeno total.



**Foto N° 13:** Extractor Soxhlet utilizado para calcular el extracto etéreo o grasa de las muestras.

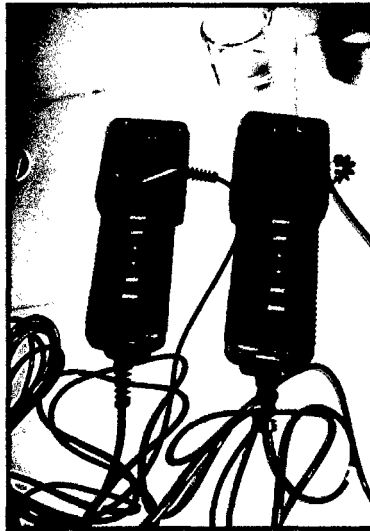


**Foto N° 14:** Balanza analítica usada en el pesado de las muestras para el análisis bromatológico.

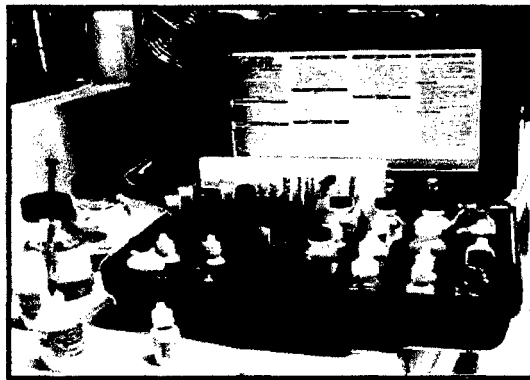


**Foto N° 15:** Muflas usadas para el análisis de cenizas de las muestras.

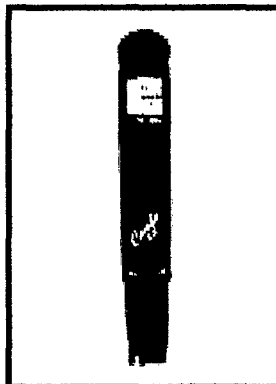




**Foto N° 16:** Medidores multiparámetros marca YSI modelo MPS 55, usado para la medición diaria de los parámetros físicos.



**Foto N° 17:** Kit Lamotte para la medición quincenal de los parámetros químicos del agua.



**Foto N° 18:** Equipo pH meter para la medición de pH, Conductividad Eléctrica y TDS.