

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL  
DE ACUICULTURA.

**INFLUENCIA DE LA HARINA DE KIWICHA, *Amaranthus caudatus*  
(AMARANTHACEAE) EN EL CRECIMIENTO Y EN LA COMPOSICIÓN  
CORPORAL DE ALEVINOS DE GAMITANA, *Colossoma macropomum*  
(SERRASALMIDAE) CULTIVADOS EN CORRALES.**

**TESIS**

Requisito para optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO ACUICULTOR**

**AUTORES**

**Br. KEISSY MONGE ESPINOZA**

**Br. DIANOBA DRUSILA ROJAS ORTIZ**

**IQUITOS – PERÚ**

**2015**

**JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR**

**Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr.  
PRESIDENTE**

**Blga. Gloria Emer Pizango Paima, M.Sc.  
MIEMBRO**

**Blgo. Homero Sánchez Ribeiro.  
MIEMBRO**

**Blgo. Luis Alfredo Morí Pinedo, Dr.**  
**ASESOR**



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**Dirección de Escuela de Formación**  
**Profesional de Acuicultura**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Iquitos, 06 de mayo de 2015



En la ciudad de Iquitos, a los seis (06) días del mes de mayo de 2015 y, siendo las 15:15 horas; se reunió en el Auditorio de las Direcciones de Escuelas de la Facultad de Ciencias Biológicas-UNAP, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 005-2013-DEFP-A-UNAP, presidido e integrado por **Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr., Presidente; Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc., Miembro; y Blgo. HOMERO SANCHEZ RIVEIRO, Miembro;** para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: **"INFLUENCIA DE LA HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus* (AMARANTHACEAE) EN EL CRECIMIENTO Y EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL DE ALEVINOS DE GAMITANA, *Colossoma macropomum* (SERRASALMIDAE) CULTIVADOS EN CORRALES"**, realizado por las bachilleres de la Facultad de Ciencias Biológicas-Escuela de Formación Profesional de Acuicultura: **Dianoba Drusila Rojas Ortiz** de la Promoción II-2011, graduada de Bachiller con R.R. N° 1727-2012-UNAP de fecha 20 de agosto de 2012 y **Keissy Monge Espinoza** de la Promoción II-2011, graduada de Bachiller con R.R. N° 2270-2012-UNAP de fecha 29 de noviembre de 2012; reconociendo como asesor: **Blgo. LUIS ALFREDO MORI PINEDO, Dr.**



Durante todo el desarrollo de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Calificador y Dictaminador, considerando lo establecido en el nuevo Reglamento de Grados y Títulos, aprobado y puesto en vigencia mediante RESOLUCIÓN DECANAL N° 206-2012-FCB-UNAP; realizó la evaluación del desempeño de las bachilleres, considerando los criterios y el puntaje consignados en la tabla de valoración.

Culminado el acto, el Jurado Calificador y Dictaminador, con el puntaje alcanzado por las bachilleres y, aplicando los términos establecidos en la tabla de calificación; dio como veredicto: Aprobado Buena **LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, CALIFICADA COMO BUENA**; quedando en consecuencia las candidatas aptas para ejercer la profesión de Biólogo Acuicultor, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalmente, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 16:40 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.

**Enrique Ríos Isern**  
PRESIDENTE

**Emer Gloria Pizango Paima**  
MIEMBRO

**Homero Sánchez Riveiro**  
MIEMBRO

## *Dedicatoria*

Al Dios Todopoderoso por ser la luz de mi camino, por protegerme y acompañarme en todo el transcurso de mi vida, por estar conmigo, y por ayudarme a superar tiempos difíciles. Al Él sea todo honor y la gloria.

Al mis queridos padres Wilson y Alicia que siempre me alientan y me apoyan para seguir adelante en esta etapa de mi vida profesional. Al mis hermanos por las palabras de impulso a seguir.

**KEISSY MONGE ESPINOZA**

Al Todopoderoso quien me da la fortaleza espiritual para poder enfrentar las dificultades de la vida.

A mis Padres Luis Rojas y Nila Ortiz, quienes con su inmenso amor y cariño me encaminaron hacia la superación y así poder culminar mi carrera profesional, por ser mi gran ejemplo a seguir; A mi tía Lucrecia, a mis hermanos Dante, Sandra, y Dante por el apoyo incondicional y por los consejos dados en mi camino.

**DIANOBA DRUSILA ROJAS ORTIZ**

## AGRADECIMIENTO

- A Dios Todopoderoso, por habernos dado la vida, por su amor y protección.
- Agradecemos a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por medio de la Facultad de Ciencias Biológicas por ser nuestra Alma Mater.
- A nuestra Escuela Profesional de Acuicultura, por ser la mejor maestra en nuestra formación Profesional.
- Al director del Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza Quistococha – UNAP, Blgo, Lucho García, por brindarnos las instalaciones y facilitarnos los materiales del centro, y de esta manera poder realizar nuestra tesis.
- A nuestro asesor, Blgo. Luis Alfredo Mori Pinedo, Dr. Por sus consejos y conocimientos los cuales nos sirvieron para mejorar el presente trabajo de investigación.
- Al trabajador del Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza - Piscigranja Quistococha - FCB - UNAP, Don Benito, quien en todo momento nos apoyó en los trabajos de campo.
- A nuestros amigos Diego Rebor, Paulo Ocampo, Marcelino Panduro, Christopher Saldaña, por su amistad y por el apoyo desinteresado.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>PORTADA</b> .....	i
<b>JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR</b> .....	ii
<b>ASESOR</b> .....	iii
<b>ACTA DE SUSTENTACION</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	x
<b>LISTA DE FOTOS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. Antecedentes.....	3
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	9
3.1 Descripción del Área de Estudio.....	9
3.2 Unidades experimentales.....	10
3.3 Diseño experimental.....	10
3.4 Población y Muestra.....	11
3.5 Obtención de la harina de kiwicha.....	12
3.6 Raciones experimentales.....	13
3.7 Densidad de Siembra.....	16
3.8 Biometría de los peces .....	16
3.9 Índice zootécnicos .....	17
3.10 Evaluación de los parámetros físico-químicos del agua.....	19
3.11 Análisis bromatológicos .....	20
3.12 Análisis de datos.....	21
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	22

4.1	Parámetros de crecimiento.....	22
4.2	Índices zootécnicos.....	25
4.2.1	Ganancia de peso (GP).....	26
4.2.2	Ganancia de longitud (GL).....	27
4.2.3	Biomasa Ganada (BG).....	27
4.2.4	Tasa de crecimiento específico (TCE).....	27
4.2.5	Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA).....	28
4.2.6	Factor de condición.....	28
4.2.7	Tasa de Supervivencia.....	28
4.3	Bromatología de las dietas experimentales.....	28
4.4	Composición bromatológica de los peces experimentales.....	30
4.5	Parámetros físico-químicos del agua .....	30
4.5.1.	Temperatura (°C).....	31
4.5.2.	Oxígeno Disuelto (mg/l).....	32
4.5.3.	pH .....	33
4.5.4.	Transparencia (cm).....	33
4.5.5.	Dióxido de carbono (mg/l).....	34
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>35</b>
5.1	Parámetros de crecimiento.....	35
5.2	Índices zootécnicos.....	37
5.3	Bromatología de los peces experimentales.....	40
5.4	Parámetros físicos y químicos del agua.....	41
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>44</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>45</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>



## LISTA DE TABLAS

<b>Tab.</b>		<b>Pág.</b>
<b>01</b>	Distribución de los corrales experimentales.....	11
<b>02</b>	Composición bromatológica de los insumos a usarse en la formulación de las raciones experimentales.....	13
<b>03</b>	Composición porcentual de las raciones experimentales.....	14
<b>04</b>	Parámetros de crecimiento.....	22
<b>05</b>	Valores promedio de los índices zootécnicos por Tratamiento.....	26
<b>06</b>	Composición bromatológica final de las dietas experimentales (g/100g MS).....	29
<b>07</b>	Composición bromatológica de los peces experimentales (g/100g MS).....	30
<b>08</b>	Registro de los parámetros físicos y químicos del agua.....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráf.	Pág.
01 Crecimiento en peso (g) de los peces en estudio.....	24
02 Crecimiento en longitud (cm) de los peces en estudio.....	25
03 Valores mensuales de temperatura (°C) del agua.....	32
04 Valores mensuales del oxígeno disuelto (mg/l) del agua.....	33
05 Valores mensuales de transparencia (cm) del agua.....	34
06 Valores mensuales de dióxido de carbono (mg/l) del agua.....	34

## LISTA DE FOTOS

<b>Fot.</b>	<b>Pág.</b>
<b>01</b> Ubicación del área de estudio.....	09
<b>02</b> Unidades Experimentales.....	10
<b>03</b> Insumo Evaluado.....	12
<b>04</b> Insumos Usados.....	14
<b>05</b> Raciones Experimentales.....	14
<b>06</b> Elaboración del alimento.....	15
<b>07</b> Secado del alimento.....	15
<b>08</b> Alimentación de los peces en estudio.....	15
<b>09</b> Biometría de los peces.....	17

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de la harina de kiwicha, *Amaranthus caudatus* en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* cultivados en corrales. Se realizó dentro de las instalaciones del Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza-Piscigranja Quistococha–FCB-UNAP, en la carretera Iquitos-Nauta a la altura del km. 6 en el Caserío de Quistococha, Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto, entre Agosto y Diciembre del 2013. Los peces fueron obtenidos del Programa de Investigación para la conservación del agua y sus recursos (Aquarec) – IIAP. El experimento tuvo una duración de 140 días, la tasa de alimentación fue de 6% de la biomasa total y con una frecuencia alimenticia de dos veces al día. Se utilizaron tres tratamientos con tres repeticiones con sus inclusiones de harina de kiwicha T1= 10 %, T2= 20 % y el T3= 30 %; se emplearon 9 corrales, con una densidad de 1 pez/ m<sup>2</sup>, 81 alevinos con peso y longitud promedio inicial de 7.6 g y 7.2 cm; alcanzaron pesos promedios finales de T1= 204.08, T2= 235.93 y T3= 294.44 g, presentaron tendencia de influencia aparente: T3>T2>T1. La composición bromatológica final para el T1, T2 y T3 fueron, Hu= 15.90, 16.00 y 15.95 %; PB= 62.78, 62.94 y 62.60 %, EE= 9.74, 9.72 y 9.85 %; MM= 11.28, 11.05 y 11.30 % y ENN= 0.30, 0.29 y 0.30 %. Los valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua registrados en el proceso experimental, tuvieron: T°= 28.3 °C, OD= 4.5 mg/l; pH= 6.5 upH, Transparencia 45 cm, CO<sub>2</sub>= 3.0 mg/l, valores adecuados para la crianza de esta especie.

## I. INTRODUCCIÓN

La región Amazónica del Perú presenta excelentes condiciones para la práctica de la piscicultura debido a su gran disponibilidad de tierra, abundancia de agua, existencia de especies nativas promisorias, y mercado creciente tanto a nivel local, nacional y extranjero; la presencia de suelos marginales para la práctica de actividades agrícolas y forestales en los cuales se puede realizar el cultivo de peces mejorando el uso de la tierra, con implicancias en la generación de empleo y renta de los pobladores locales dedicados a la actividad.

La acuicultura, pues constituye una alternativa de producción de pescado capaz de atenuar y disminuir la presión sobre los recursos naturales, en especial de los peces de mayor valor como la Gamitana, *Colossoma macropomum* y Paco, *Piaractus brachypomus* que demuestran signos de sobreexplotación (**GUERRA et al., 1996**).

Los peces constituyen un alimento de alto valor proteico en la dieta del poblador ribereño de nuestra Amazonía peruana, como consecuencia del elevado consumo, la biomasa natural de peces está disminuyendo; por lo que se busca alternativas de producción artificial de peces para así disminuir la pesca irracional.

Los serrasálmidos están considerados como uno de los grupos más utilizados en piscicultura. Entre ellos la gamitana, *Colossoma macropomum* y el paco, *Piaractus*

*brachypomus* fueron adaptadas con éxito para el cultivo en cautiverio, por su capacidad de aprovechar diferentes tipos de alimentos y por su rápido crecimiento.

Las semillas de Kiwicha tienen un interés alimenticio excepcional debido a los estudios que demuestran su gran potencial de proteína. La kiwicha tiene una composición más equilibrada que los cereales convencionales y una mayor cantidad de proteínas de calidad. La demanda de Kiwicha está recién en pleno crecimiento, este producto tiene características sobresalientes para su procesamiento industrial en la elaboración de granolas, harinas enriquecidas, concentrados, almidón y para la producción de turrone y snack de alto valor nutritivo con gran demanda nacional e internacional.

Por tal motivo el presente estudio, plantea investigar la influencia de la harina de kiwicha, *Amaranthus caudatus* en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* cultivados en corrales, y la evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua de los corrales así como la evaluación de los índices zootécnicos.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ANTECEDENTES

**Acerca de cultivo de Gamitana, *Colossoma macropomum*:**

**LOVSHIN (1980)**, manifiesta que dentro de las especies amazónicas promisorias para la piscicultura destaca la Gamitana *Colossoma macropomum*, a la cual califica como un pez de gran potencial para esta actividad productiva.

**CARNEIRO (1981)**, la digestibilidad de la fracción proteica en raciones para la Gamitana con los niveles de proteína (14, 18, 22 y 26%) encontró los índices de digestibilidad de 68, 86, 82 y 75% respectivamente, evidenciando que los niveles de 18 y 22% de proteína en la ración fueron los que proporcionaron mejor aprovechamiento por los peces en condiciones del experimento.

**SAINT – PAUL (1984)**, alimentando tambaqui *Colossoma macropomum* conteniendo 27.5 y 42.1% de PB observó ganancia de peso de 0.8 a 0.9g por día con la dieta que contiene 27.5% de PB y con una dieta que contiene 42.1% de PB obtuvo una ganancia de peso de 1.3g por día y ICAA de 1.5.

**SAINT-PAUL (1985)**, evaluó la eficiencia de arroz bravo, *Oryza glumaepatula* Con 9.1% de proteína bruta, en el desempeño del crecimiento de la Gamitana. Los

peces tuvieron un crecimiento de 97.4 a 117.6 g (0.5g/día) en 43 días, con una tasa de conversión alimenticia de 3.9, y siendo comparados con la dieta testigo, que tuvo 42.1% de proteína bruta, los peces crecieron en el mismo periodo de tiempo, de 91.5 a 147.9 g (1.3 g/día) con una tasa de conversión alimenticia de 1.5.

**CAMPOS (1993)**, cita que la carne de la Gamitana presenta un tenor proteico de 17.6% constituyéndose en una fuente importante en la producción de proteína animal para consumo humano.

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

**MORI (1993)**, sustituyó la harina de maíz por harina de pijuayo en las raciones para alevinos de Gamitana, encontrando que la sustitución no influyó en el crecimiento, peso y composición corporal de alevinos de esta especie.

**PADILLA (2000)**, utilizó alevinos de Gamitana, *Colossoma macropomum* con peso promedio de 8,13 g obtenidos por reproducción artificial, colocados en dos estanques de 2 640 m<sup>2</sup> y 2 940 m<sup>2</sup> a una densidad de 1 pez/m<sup>2</sup>, a fin de estudiar el efecto de dos niveles de proteína bruta (18,50% y 24,69%) y de energía bruta (345,91 y 353,78 Kcal/g) sobre el crecimiento de los peces. El experimento tuvo



una duración de 180 días, durante los cuales los peces fueron alimentados al 3% de la biomasa total de cada estanque. Los pesos promedio finales de los peces fueron de 409,97 y 673,20 g, y la biomasa de 1 205,31 y 1 777,29 g, respectivamente. La conversión alimenticia aparente (CAA) de los peces fue de 2,7 y 2,9.

**MORI (2000)**, estudió las exigencias proteico-energéticas de los alevinos de *Colossoma macropomun*, llegando a la conclusión que los niveles apropiados de PB y energía en las raciones para un buen desempeño de esta especie estarían fijadas en un 25%PB y 500 Kcal./100g. de materia seca de ración siendo la digestibilidad de la proteína 77.5% y la energía de 74.98%.

**CHU-KOO & KOHLER (2005)**, estudiaron el uso de las harinas de yuca, plátano y pijuayo en dietas para alevinos de *Colossoma macropomum* y sus posibles efectos sobre el crecimiento de los peces en un sistema de recirculación. Dichos autores encontraron que la ganancia de peso de los peces alimentados con harina de pijuayo fue nítidamente superior ( $P<0.05$ ) a la ganancia de peso observado en los peces alimentados con los otros dos tratamientos en los primeros 90 días de cultivo.

**CASADO (2009)**, evaluó el efecto de la harina de trigo regional (*coix lacryma-jobi*) en el crecimiento y composición corporal de alevinos de Gamitana (*Colossoma macropomum*) en diferentes inclusiones de la harina de trigo; T2=10%, T3=20%,

T4=30%) y una dieta control (T1=0%), el cultivo tuvo una duración de 135 días. Los resultados muestran diferencia significativa en peso obtenido con el tratamiento control con 230.29 g ( $\pm 30.18$ ).

**CASANOVA (2009)**, estudió la utilización del polvillo de malta de cebada (*Hordeum vulgare*) en dietas para juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en estanques de tierra durante 120 días. Concluye que dicho insumo puede ser empleado hasta niveles de 30% de inclusión en dietas balanceadas para gamitana y que los parámetros de crecimiento e índices zootécnicos registrados no fueron estadísticamente diferentes a lo obtenido en la dieta control; sin embargo registró un incremento significativo en la composición corporal de grasa y ceniza producto de la ingesta de las dietas experimentales.

**TENAZOA (2010)**, evaluó el efecto de Niveles Proteicos Provenientes de la Quinoa, *Chenopodium quinoa* en Gamitana *Colossoma macropomum* en corrales. Los peces fueron sembrados a una densidad de 1pez/m<sup>2</sup> en 6 unidades experimentales (corrales de 22m<sup>2</sup> cada uno. La composición corporal de los peces fue determinada al inicio y al final del estudio. Las dietas fueron distribuidas en 03 tratamientos (T<sub>1</sub> = 26% PB, T<sub>2</sub> = 28% PB y T<sub>3</sub> = 30% PB). El crecimiento de los peces fue homogéneo durante los 106 días que duró el experimento, no encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos

con diferentes niveles proteicos (26,28, y 30%) en el crecimiento de los alevinos de Gamitana.

**RIOS & PEREZ (2012)**, evaluaron la inclusión de residuos de levadura cervecera, *Saccharomyces cerevisiae* en dietas y su influencia en el crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum*, cultivados en jaulas durante los 120 de cultivo concluyeron que los parámetros de crecimiento de los peces alimentados con los diferentes porcentajes de inclusión de la levadura de cerveza no fueron estadísticamente diferentes. Los parámetros físicos y químicos del agua estuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de esta especie.

#### **Acerca de la kiwicha, *Amaranthus caudatus***

**MELENDEZ (2003)**, menciona que la kiwicha es un producto que tiene beneficios ante otros al momento de exportarlos, puesto que, es un producto orgánico libre de pesticidas lo cual lo favorece en las medidas sanitarias. Aparte son los principales productos que se están requiriendo en el mercado internacional y que usos les dan en ciertos sectores cuando ya son adquiridos. Tiene un extraordinario valor nutritivo debido a su alto contenido de proteínas de buena calidad y minerales esenciales. Sus granos son ricos en lisina los cuales son aminoácidos esenciales, generalmente ausentes en vegetales, el cual puede ser aprovechado como complemento alimenticio.

**LOPEZ (2009)**, El amaranto comenzó a atraer la atención de los investigadores en 1972, cuando se descubrió la composición de su semilla (16 % de proteína de una calidad inusual). La proteína del amaranto contiene casi el doble de este elemento que el trigo, tres veces más que el maíz y es similar al de la leche.

**HIGINIO (2011)**, menciona que la kiwicha es un alimento rico en proteínas, minerales como: Calcio, fósforo, hierro y en vitaminas. El contenido de proteínas es mayor que los cereales comerciales de mayor difusión mundial, trigo, maíz y arroz, y supera ligeramente a la quinua. El contenido de proteínas en el grano es elevado (12-16%) con un óptimo balance de aminoácidos mientras que el maíz alcanza únicamente el 10%. La proporción de proteínas en los amarantos se equipara favorablemente con los otros aminoácidos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de las instalaciones de la Piscigranja Quistococha de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP, situada entre las coordenadas de  $73^{\circ} 14' 40''$  LO y  $3^{\circ} 45' 45''$  LS - carretera Iquitos-Nauta, altura del Km. 6.0, Caserío de Quistococha, Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto. **(Foto 1)**



**Foto 1.** Ubicación del área de estudio

### 3.2 Unidades Experimentales.

Se utilizó un estanque de tierra de 132 m<sup>2</sup> con una profundidad de 1.20 m en el cual se construyeron dentro del estanque 9 corrales experimentales de 14m<sup>2</sup> c/u formando una hilera de 5 y otra hilera de 4 corrales para lo cual se utilizó madera aserrada de 2x2" estas fueron cubiertas con malla plástica que sirvieron como divisiones para formar los corrales. **(Foto 2)**



**Foto 2.** Unidades experimentales

### 3.3 Diseño Experimental.

El diseño experimental que se utilizó fue el DCA (Diseño Completamente al Azar). Se formularon 03 raciones (Tratamientos) con 03 repeticiones para cada tratamiento, en un esquema de 3x3, dando un total de 9 unidades experimentales.

**Tabla 1: Distribución de los Corrales Experimentales.**

C5 T2R2	C2 T3R1	C7 T1R3	C4 T1R2	
C1 T1R1	C6 T2R3	C3 T2R1	C9 T3R3	C8 T3R2

Leyenda: T1, T2, T3 = Tratamientos  
R1, R2, R3 = Repeticiones  
24% = T1  
28% = T2  
32% = T3

### **3.4 Población y Muestra.**

En los 140 días de cultivo se trabajó con 81 alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* los cuales fueron obtenidos del Programa de Investigación para la conservación del agua y sus recursos (Aquarec) - IIAP posteriormente fueron trasladados en bolsas plásticas de polietileno hasta el Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza Piscigranja – Quistococha de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNAP, los cuales fueron distribuidos dentro del estanque en 9 corrales experimentales utilizando 9 alevinos por corral.

### 3.5 Obtención de la Harina de kiwicha.

- **Insumo Problema:** La KIWICHA contiene los granos comestibles más pequeños del mundo, tienen forma redondeada, son ligeramente aplanados, miden de 1 a 1.5 mm de diámetro. Los granos contienen entre 13 y 18 % de proteínas y sus aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo a diferencia de los cereales que los contienen en su cáscara.

El proceso de elaboración de la harina de kiwicha se realizó dentro de las instalaciones del Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza - Piscigranja Quistococha - FCB - UNAP. La elaboración se realizó de los granos de kiwicha obtenidos del mercado local, posteriormente estos fueron molidas con la ayuda de un molino manual de granos que nos dio como producto final la harina de kiwicha.



**Foto 3.** Insumo evaluado



### 3.6 Raciones Experimentales.

Para la elaboración de las raciones experimentales los insumos fueron utilizados en forma de harina. Se utilizó una máquina peletizadora con dados de criba de 2 y 4 mm. de diámetro para peletizar las raciones, posteriormente fueron expuestos al sol para su secado luego fueron almacenados en sacos de polietileno para su utilización. La frecuencia alimenticia fue de dos veces al día (08:00 y 16:30 h) durante todo el proceso experimental, lo cual la tasa alimenticia fue el 6% de la biomasa.

Las raciones experimentales estuvieron compuestas por los siguientes tenores proteicos y sus respectivas inclusiones de harina de kiwicha: T1= (10 %) 24 % PB; T2= (20 %) 28 % PB y T3= (30 %) 32 % PB. **(Foto 4, 5, 6, 7, 8)**. La composición porcentual de las raciones experimentales se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 2. Composición Porcentual de las Raciones Experimentales (g/100 g).**

Insumos	Tratamientos		
	T <sub>1</sub> 24% PB	T <sub>2</sub> 28% PB	T <sub>3</sub> 32% PB
Harina de pescado	15	15	15
Torta de soya	19	29	39
Harina de kiwicha	10	20	30
Polvillo de arroz	27	18	8
Harina de maíz	29	18	8

**Tabla 3. Composición Bromatológica de los Insumos Usados en la Formulación de las Raciones Experimentales**

Insumos	Humedad (%)	Proteína Bruta (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Bruta (%)	Ceniza (%)	CHO (%)
Harina de pescado	12.30	54.06	9.24	1.51	22.92	-
Torta de soya	10.00	44.84	1.74	5.57	5.73	32.12
<b>Harina de kiwicha</b>	<b>10.10</b>	<b>16.00</b>	<b>4.00</b>	<b>2.5</b>	<b>2.4</b>	<b>65</b>
Polvillo de arroz	10.40	12.70	13.00	12.00	9.40	42.70
Harina de maíz	12.55	8.68	3.84	2.17	1.78	70.90



**Foto 4.** Insumos Usados



**Foto 5.** Raciones experimentales



**Foto 6.** Elaboración del alimento



**Foto 7.** Secado del alimento



**Foto 8.** Alimentación de los peces en estudio

### 3.7 Densidad De Siembra.

La densidad de siembra fue de 1 individuo por m<sup>2</sup> de espejo de agua, los alevinos tuvieron un peso inicial de 7.6 g, y una longitud inicial de 7.2 cm.

### 3.8 Biometría De Los Peces

La evaluación biométrica se realizó cada 28 días, dejando de ser alimentados el día del muestreo. La captura se efectuó con una red bolichera. se tomó los datos del 100% de la población. Se realizó registros de peso en gramos y longitud en centímetros con la ayuda de un lctiómetro de 50 cm y una balanza marca HENKEL de 2Kg de capacidad con 0.1g de sensibilidad. **(Foto 8)**. Se procedió a extraer los peces para ser colocados en bandejas de plástico y darle un debido tratamiento profiláctico con solución MORI (20 L de agua + 32 g sal + 5 ml de solución madre de permanganato + 1 ml formol comercial) durante 1 minuto.

El ajuste de la cantidad de alimento a suministrar a la población se realizó luego de cada evaluación biométrica utilizando las siguientes fórmulas:

#### Obtención de la Biomasa:

$$\text{Biomasa} = (\text{Peso Prom}) \times (\text{N}^{\circ} \text{de peces})$$

### Obtención de la Ración Diaria:

$$Racion = \frac{(Biomasa) X (\%TA)}{100}$$



**Foto 9:** Biometría de los peces

### **3.9 Índices Zootécnicos**

Para verificar la ganancia de longitud y del peso de los peces y su aprovechamiento del alimento proporcionado se consideró los siguientes parámetros:

➤ **Ganancia de peso**(GP)

Se determina de la siguiente manera:

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

➤ **Ganancia de Longitud**(GL)

Se determina de la siguiente manera:

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

➤ **Índice Conversión Alimenticia Aparente** (ICAA): Determina el grado de asimilación de los alimentos.

Se calcula según la siguiente fórmula:

$$ICAA = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido}}{\text{Biomasa ganada}}$$

➤ **Tasa crecimiento específico** (TCE): Expresa el crecimiento del pez influenciado por el espacio, alimento y temperatura. Esta expresada por el peso y la longitud como porcentaje del crecimiento/día con respecto al peso y a la longitud inicial.

$$TCE = \frac{(\ln.pf - \ln.pi)}{\text{Tiempo (días)}} \times 100$$

**Donde:**

Ln: Logaritmo natural

Pf: Peso final

Pi: Peso inicial

➤ **Factor de condición** (k): Se utiliza para conocer el periodo en el que el pez alcanza el grado máximo de bienestar.

Se calcula de la siguiente fórmula:

$$K = \frac{\text{Peso total} \times 100}{\text{Longitud} (L^3)}$$

➤ **Tasa de Supervivencia(S)**

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

### 3.10 Evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua

Se tomaron registros de los principales parámetros físicos y químicos del agua, tomando una muestra al azar de uno de los corrales. Los datos fueron evaluados mensualmente y en horas de la mañana tomando la muestra de uno de los corrales, estos para proporcionar óptimas condiciones ambientales para el cultivo de alevinos de gamitana.

- ✓ **Transparencia.** La toma de datos se realizó con la ayuda de un disco de Secchi, determinado en cm.
  
- ✓ **Temperatura.** Se determinó la temperatura del agua con un termómetro de mercurio con una sensibilidad de 0,5 °C.
  
- ✓ **Oxígeno Disuelto. (OD).** Se determinó con el kit limnológico de marca LaMotte.
  
- ✓ **Dióxido de carbono. (CO<sub>2</sub>).** Se determinó con el kit limnológico de marca LaMotte.

- ✓ **pH.** Se determinó con el kit limnológico de marca LaMotte.

### 3.11 Análisis Bromatológicos.

Los análisis se realizaron dentro del Laboratorio de Control de Calidad de los Alimentos, de la Facultad de Industrias Alimentarias de la UNAP, tomando al inicio una muestra de la población y al final se tomó una muestra de 100g de pulpa de los peces en estudio por cada tratamiento.

- **Proteína Bruta (PB):** Se determinó el nivel de nitrógeno total por el método de Micro-Kjeldahl usando 6.25 como factor de conversión. De esta forma el tenor de proteína determinado para cada análisis fue:

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

- **Grasa (EE):** Se determinó en extractor de Soxhlet, a través de la extracción continua con éter de petróleo.

- **Carbohidrato (ENN):** Es el resultado de la suma de PB, EE, FB, MM y HU, restado menos 100.

$$ENN = 100 - (PB + EE + FB + MM + HU)$$



- **Ceniza (MM):** Se realizó por el método de incineración.
  
- **Humedad (HU):** Se determinó por el método de gravimetría, con la pérdida de peso de pequeñas cantidades de material, cuando se sometían a una temperatura de 105 °C hasta conseguir un peso constante.

### **3.12 Análisis de Datos.**

Los datos obtenidos de los muestreos mensuales, fueron procesados en planillas de Excel 2010, y se compararon por medio del análisis de varianza (ANOVA) a nivel del 5% de probabilidad de acuerdo a **Banzatto & Kronka (1989)**.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Parámetros de Crecimiento

En la tabla 4 se muestra el análisis comparativo que se realizó de los tres tratamientos utilizando la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA), resultando que el peso inicial PI (g) ( $p= 0.778$ ) y la longitud inicial LI (cm) ( $p= 0.728$ ) de los alevinos fueron homogéneos, no encontrando diferencia significativa entre los tratamientos.

**Tabla 4.** Parámetros de Crecimiento: longitud (cm) y peso (g) (promedios  $\pm$  desviación estándar) de los peces en estudio.

Parámetros de Crecimiento				
Variable	Tratamientos			P
	T1	T2	T3	
PI(g)	7.82 $\pm$ 1.61	7.08 $\pm$ 0.42	7.93 $\pm$ 2.13	0.778
PF (g)	204.08 $\pm$ 40.13	235.93 $\pm$ 24.65	294.44 $\pm$ 44.32	0.063
LI (cm)	7.15 $\pm$ 0.43	7 $\pm$ 0.15	7.26 $\pm$ 0.50	0.728
LF (cm)	22.51 $\pm$ 1.43	23.8 $\pm$ 0.85	25.43 $\pm$ 1.26	0.065

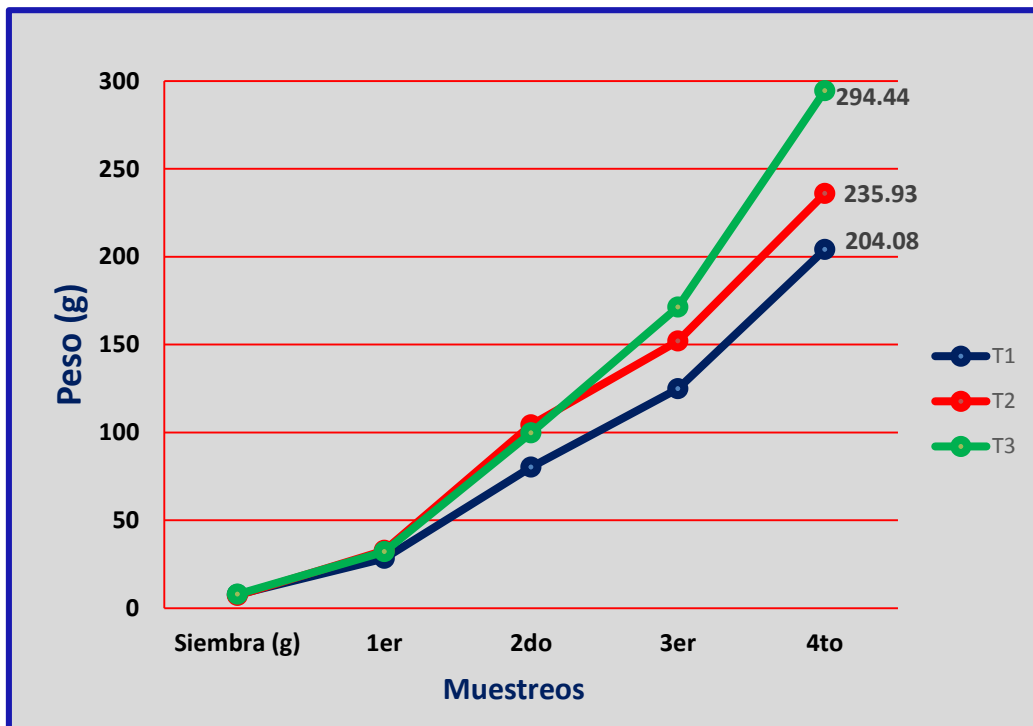
Leyenda: LI= Longitud inicial; LF= Longitud final; PI= Peso inicial; PF= Peso final.

En los 140 días de cultivo, los parámetros de crecimiento presentaron resultados estadísticamente similares entre los tres tratamientos. Al final del estudio presentaron los siguientes resultados: T1. LF= 22.51±1.43, PF= 204.08±40.13; para el T2. LF=23.8±0.85, PF=235.93±24.65; para el T3. LF=25.43±1.26, PF=294.44±44.32. No encontrando diferencia significativa al terminó del estudio.

**(Tabla 4)**

En el **Gráfico 1**, se muestra la curva de crecimiento en peso de los peces experimentales. Aparentemente el tratamiento que mayor resultado mostró al final del estudio, fue el T3, con un PF de 294.4 g, en comparación al, T1 y T2, quienes alcanzaron un peso promedio final de 204.08 y 235.93 g respectivamente, no encontrándose diferencia significativa según los resultados estadísticos obtenidos por el ANOVA. **(Tabla 4)**

En los datos de siembra, primer muestreo y segundo muestreo se puede observar que el incremento de peso es homogéneo en los tratamientos, a partir del tercer muestreo el T2 y T3 se alejan ligeramente del T1.



**Gráfico 1.** Crecimiento en peso (g) de los peces en estudio.

En el **Gráfico 2**, se muestra la curva de crecimiento en longitud de los peces en estudio. Se puede observar que los peces de todos los tratamientos tuvieron un crecimiento ascendente, aparentemente el T3 fue el que obtuvo un mayor resultado al final del estudio con una LF de 25.4 cm en comparación al T1 y T2 quienes alcanzaron una LF de 22.5, y 23.8 cm, respectivamente. No encontrándose diferencia significativa según los resultados estadísticos obtenidos por el ANOVA. (**Tabla 4**)



**Gráfico 2.** Crecimiento en longitud (cm) de los peces en estudio.

#### 4.2 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS:

En la **Tabla 5**, se muestran los valores de los índices zootécnicos obtenidos en el cultivo de Gamitana, durante los 140 días de cultivo. Utilizando las 3 dietas experimentales, se registran los valores promedio de: (GP), (GL), (BG), (TCE), (ICAA), (K) y (S). Observándose que aparentemente el 30% de inclusión de harina de kiwicha con 32% PB proporcionaron mayores resultados. No encontrándose diferencia significativa en ninguno de los valores registrados.

**Tabla 5. Valores (promedios  $\pm$  desviación estándar) de los índices zootécnicos de los Peces por tratamiento.**

Índices Zootécnicos				
Variable	Tratamientos			P
	T1	T2	T3	
GL (cm)	15.36 $\pm$ 1.50 <sup>a</sup>	16.80 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>	18.17 $\pm$ 1.66 <sup>a</sup>	0.113 <sup>a</sup>
GP (g)	184.26 $\pm$ 49.33 <sup>a</sup>	228.85 $\pm$ 24.70 <sup>a</sup>	286.51 $\pm$ 46.11 <sup>a</sup>	0.062 <sup>a</sup>
BG (g)	414.59 $\pm$ 110.99 <sup>a</sup>	514.91 $\pm$ 55.58 <sup>a</sup>	644.66 $\pm$ 103.74 <sup>a</sup>	0.062 <sup>a</sup>
ICAA	1.97 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	2.04 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>	1.49 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	0.560 <sup>a</sup>
TCE (%)	2.91 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	3.18 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	3.32 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup>	0.321 <sup>a</sup>
K	1.75 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	1.77 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	1.78 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	0.894 <sup>a</sup>
TS	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	

GP= Ganancia de Peso, GL= Ganancia de Longitud, BG= Biomasa Ganada, TCE= Tasa de Crecimiento Específico, ICAA= Índice conversión Alimenticia Aparente, K= Factor de condición, TS= Tasa de Supervivencia.

#### 4.2.1 Ganancia de peso (GP):

Los peces que obtuvieron aparentemente mayor ganancia de peso fueron del T3, con una ganancia de peso de 286.51 $\pm$ 46.11 g al final del experimento, mientras que el (T2, T1) tuvieron una ganancia de peso 228.85 $\pm$ 24.70, 184.26 $\pm$ 49.33 g respectivamente. **(Tabla 5)**

#### 4.2.2 Ganancia de longitud (GL):

El tratamiento que obtuvo aparentemente mejor ganancia en longitud fue el T3 con un promedio de  $18.17 \pm 1.66$  mientras que el (T2 y T1), tuvieron una ganancia en longitud de  $16.80 \pm 0.92$  y  $15.36 \pm 1.50$  cm, respectivamente. **(Tabla 5)**

#### 4.2.3 Biomasa Ganada (BG)

El T3 fue el que obtuvo un mejor resultado aparentemente según los datos estadísticos obtenidos con una BG de  $644.66 \pm 103.74$  con respecto a los demás tratamientos. **(Tabla 5)**

#### 4.2.4 Tasa de crecimiento específico (TCE):

El tratamiento con mayor TCE, aparentemente fue el T3, el mismo que alcanzó un valor de  $3.32 \pm 0.38$  g durante el experimento. El T2 con un valor de  $3.18 \pm 0.12$ , y el T1 con un valor  $2.91 \pm 0.35$  respectivamente. **(Tabla 5)**

#### 4.2.5 Índice de Conversión Alimenticia Aparente (ICAA):

En la **Tabla 5** se muestra el ICAA evaluado en el estudio, observándose que aparentemente el T3 con inclusión del 30% de harina de kiwicha en la dieta proporcionó un mejor resultado con un ICAA de  $1.49 \pm 0.35$  respectivamente.

#### 4.2.6 Factor de condición (K):

Cabe recalcar que el factor de condición nos permite saber el grado de bienestar del individuo; si está creciendo de forma homogénea en sus tres dimensiones largo, ancho y alto. En la **Tabla 5**, se puede observar que el factor de condición fue homogéneo según el ANOVA.

#### 4.2.7 Tasa de Supervivencia (S):

La tasa de sobrevivencia fue del 100% en todos los tratamientos, esto nos indica que los peces tuvieron condiciones ambientales y alimenticias óptimas. (**Tabla 5**)

### 4.3 BROMATOLOGÍA DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES:

En la **Tabla 6**, se muestra la composición bromatológica de las dietas experimentales en materia seca dando resultados obtenidos de los análisis bromatológicos en humedad para el T1, T2, y T3, fueron 9.92, 9.77, y 9.73 %; en



cuanto a la Proteína Bruta para el T1, T2, y T3, fueron 24.68, 29.05, y 32.87 %; para la Grasa fueron 6.87, 6.77, y 5.44 para el T1, T2, y T3; para ceniza fueron 10.50, 10.06 y 9.34 % para el T1, T2, y T3; y para el CHO fueron 51.97, 48.72, y 46.44.

**Tabla 6. Composición bromatológica de las dietas experimentales (g/100g MS):**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Proteína Bruta %</b>	<b>Grasa %</b>	<b>Ceniza %</b>	<b>CHO %</b>
<b>T1</b>	9.92	24.68	6.87	10.50	51.97
<b>T2</b>	9.77	29.05	6.77	10.06	48.72
<b>T3</b>	9.73	32.87	5.44	9.34	46.44

MS = Materia Seca

#### 4.4 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS PECES EXPERIMENTALES:

En la **Tabla 7**, se muestra la composición bromatológica de los peces al inicio y final del experimento, siendo los resultados obtenidos al final del estudio en cuanto a la PB, los siguientes: el T1= 62.78%, T2= 62.94%, y T3= 62.60% de PB.

**Tabla 7. Composición bromatológica de los peces experimentales (g/100g MS):**

Nutrientes	Inicio	Final		
		T1	T2	T3
Humedad	9.35	15.90	16.00	15.95
Proteína Bruta	52.82	62.78	62.94	62.60
Grasa	12.90	9.74	9.72	9.85
Ceniza	14.78	11.28	11.05	11.30
Carbohidratos	8.45	0.30	0.29	0.30

#### 4.5 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA:

En la **Tabla 8**, se presenta el registro de los valores mensuales de los parámetros físico-químicos del agua durante el proceso experimental.

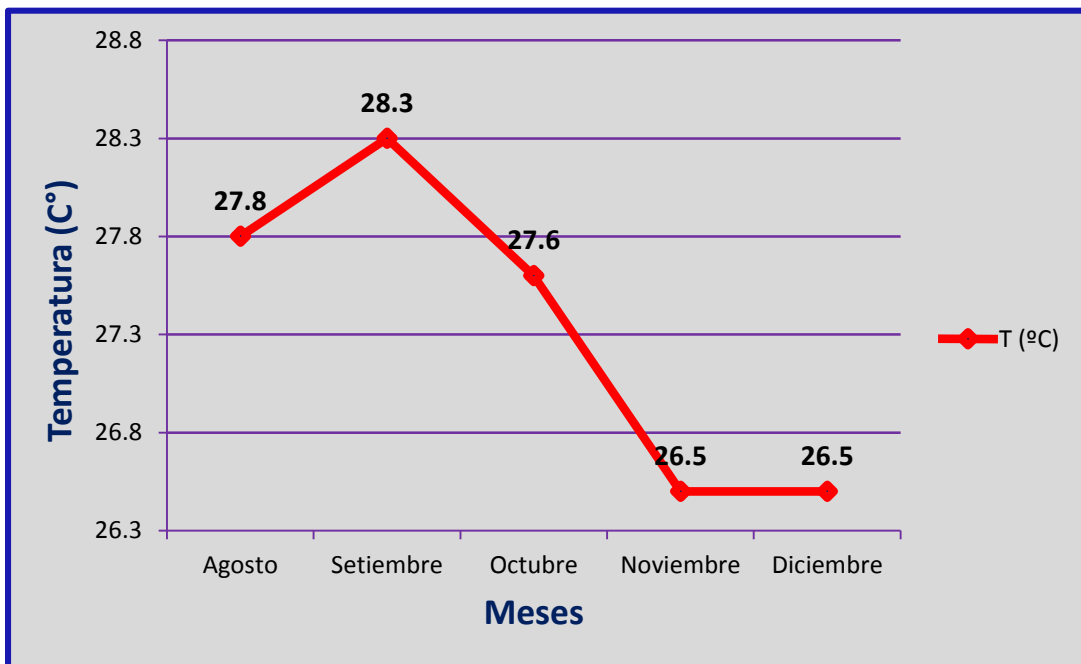
**Tabla 8. Promedios mensuales de los parámetros físicos y químicos del agua:**

Meses	T (°C)	OD (mg/l)	Ph	Transparencia (cm)	CO <sub>2</sub> (mg/l)
Agosto	27.8	4.5	6.5	45	2.5
Setiembre	28.3	4.5	6.5	45	2.3
Octubre	27.6	4.2	6.5	40.5	3.0
Noviembre	26.5	3.7	6.5	35.5	2.7
Diciembre	26.5	3.5	6.5	35.5	2.5

Leyenda: T°= Temperatura, OD= Oxígeno Disuelto, CO<sub>2</sub>= Dióxido de Carbono

#### 4.5.1 TEMPERATURA (°C):

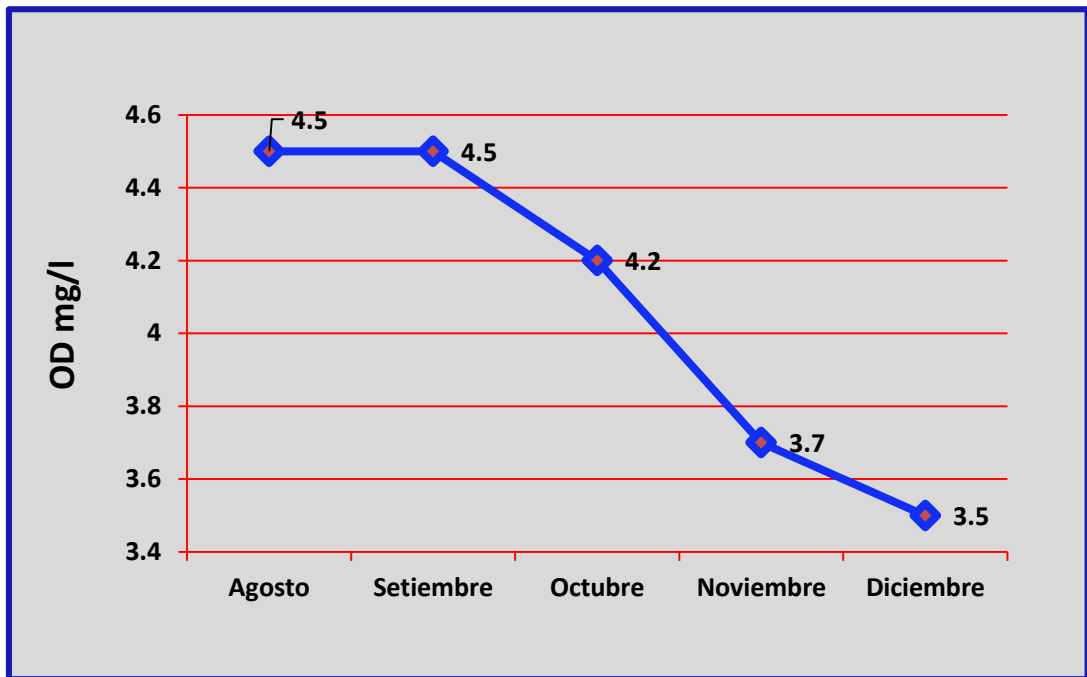
Durante el proceso experimental los valores mensuales de temperatura del agua fueron registrados por la mañana (**Tabla 8**), siendo el valor máximo de 28.3 °C en el mes de setiembre, y el valor mínimo de 26.5 en los meses de noviembre y diciembre. Por lo tanto los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos óptimos para el cultivo de esta especie. (**Gráfico 3**)



**Gráfico 3.** Valores mensuales de la temperatura (°C) del agua.

#### 4.5.2 OXÍGENO DISUELTO (mg/l):

Durante el proceso experimental los valores mensuales de oxígeno disuelto del agua fueron registrados por la mañana, siendo el valor máximo de 4.5 mg/l en los meses de agosto y setiembre, y el valor mínimo de 3.5mg/l en el mes de diciembre mg/l. **(Tabla 8) (Gráfico 4).**



**Gráfico 4.** Valores mensuales del oxígeno disuelto (mg/l) del agua.

#### 4.5.3 pH:

El valor pH registrado fue de 6.5 no mostrando ninguna variación en los meses en el que se desarrolló el trabajo de investigación. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que el pH estuvo dentro de los valores requeridos para el cultivo de esta especie.

#### 4.5.4. TRANSPARENCIA (cm):

En el **Gráfico 5**, se muestran los valores mensuales de transparencia del agua, el valor máximo de 45 cm, en el mes de agosto y setiembre; y el valor mínimo de 35.5 cm, en el mes de noviembre y diciembre.

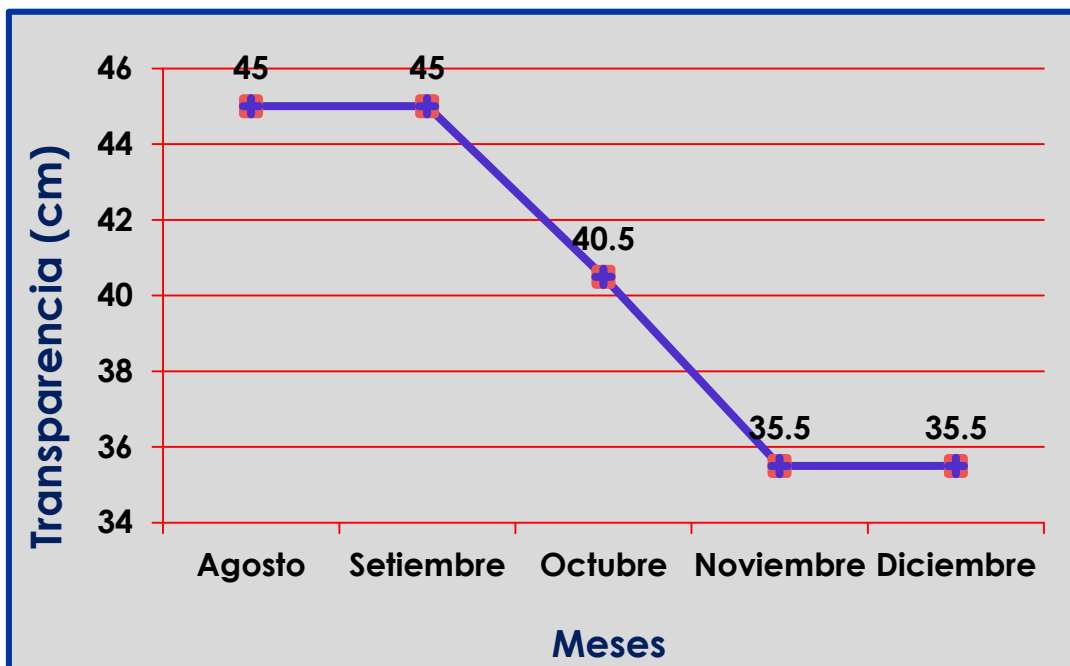


Gráfico 5. Valores mensuales de transparencia (cm) del agua.

#### 4.5.5 DIÓXIDO DE CARBONO (mg/l):

El valor máximo de dióxido de carbono registrado fue de 3.0 mg/l en el mes de octubre, mientras que el valor mínimo se registró en el mes de setiembre con 2.3 mg/l. (Gráfico 6)

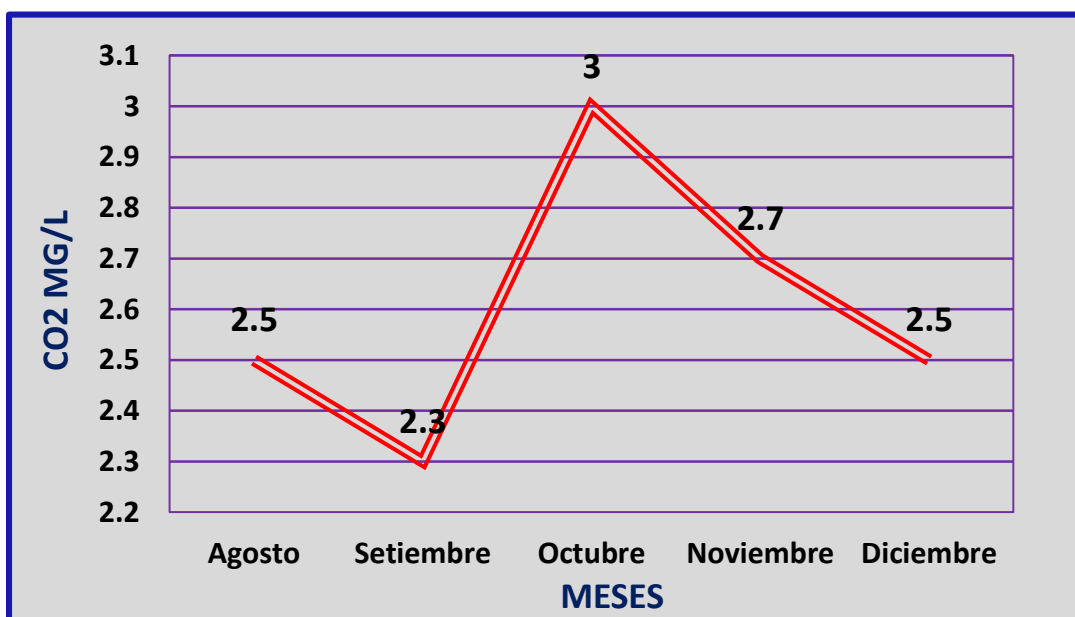


Gráfico 6. Valores mensuales de dióxido de carbono (mg/l) del agua.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO:

Los resultados de la presente investigación muestran que el crecimiento de los peces fue homogéneo durante los 140 días de cultivo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos con diferentes niveles proteicos (24, 28, 32 %) y sus respectivas inclusiones de harina de kiwicha (10, 20 y 30 %) en el crecimiento de los alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*. Indicando que los pesos tanto inicial como final en los tres tratamientos fueron homogéneos. Comparando a los datos obtenidos por **TENAZOA (2010)**, quien obtuvo resultados similares, cultivando juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* alimentados con dietas de 26, 28 y 30 % de proteína bruta en 106 días de cultivo quien reporto pesos finales de 200 a 273.7 g; así mismo, **CASANOVA (2009)** utilizando dietas con 3 niveles de inclusión de polvillo de malta, a 26 % de proteína durante 120 días de cultivo obtuvo pesos de 249.67 a 302.13 g, respectivamente, con valores mayores a los obtenidos en el presente estudio; igualmente **RUIZ & VELA (2007)**, quienes cultivaron ejemplares de gamitana *Colossoma macropomum*, en jaulas flotantes por un periodo de 150 días, utilizando en sus dietas torta de sachá inchi *Plukenetia volubilis* (EUPHORBIACEA) obtuvieron resultados, con pesos promedios finales 173.7 a 193.77 g, también **CHUQUIPIONDO & GALDOS (2005)**, utilizando harina de plátano en alevinos de gamitana en un periodo de 180 días de cultivo obtuvieron

pesos de 134.4 y 149.9 g., por otro lado **RÍOS & PEREZ (2012)**, incluyo residuos de levadura cervecera en 120 días de cultivo, que usaron juveniles de gamitana en donde se dieron pesos finales de 59.83 a 62.33 g. No obstante el peso inicial fue de 12 g, cabe indicar que dichos trabajos tuvieron valores inferiores a los del presente estudio.

En otro experimento **CHU-KOO & KOHLER (2005)**, en un sistema de recirculación, registraron niveles de crecimiento de pesos finales de 198.8, 219.6 y 203.6 g. en la gamitana (peso inicial de 86.9) durante 45 días de cultivo y alimentados con raciones atribuyendo 30 % de harina de yuca, plátano y pijuayo, resultados que son inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

En el presente estudio, utilizando la dieta contenida por 32% de proteína e inclusión de 30% de harina de kiwicha que corresponde al T3 alcanzaron pesos que también se pueden considerar como aceptables para el cultivo de gamitana, coincidiendo con **SALDAÑA & LÓPEZ (1998)**, donde menciona que la gamitana necesita tenores proteicos entre 17 y 30 % dependiendo de la calidad de la proteína y de las condiciones en que se realiza el cultivo, cita por **TENAZOA (2010)**.

Por otro lado **GARCIA & VILLA (2009)**, utilizando sancha inchi *Plukenetia volubilis* en dietas para alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* cultivados en jaulas durante 168 días, reporto pesos finales entre (51.42 y 60.67 g), siendo estos valores inferiores en el presente estudio.



## 5.2 INDICES ZOOTÉCNICOS:

El índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), está definido como la cantidad de alimento o ración necesaria para que el pez obtenga 1 kg de peso, por tanto, cuanto mayor fuera el valor de ICAA, menor será la eficiencia del alimento.

Los ICAA obtenidos en el presente estudio reporto rangos de 1.5 a 2.0 los cuales se encuentran dentro del rango adecuado para el cultivo de la gamitana con dietas peletizadas, similares al ICAA de **CASADO (2009)**, que reporta 1.7 a 1.8. Sin embargo las dietas con harina de kiwicha fueron incluso más eficientes que los reportados por **TENAZOA (2010)**, realizando investigaciones con dietas a base de harina de quinua en la alimentación de gamitana revelando rangos de ICAA ( 2.4 – 2.8) del mismo modo otras investigaciones que evaluaron la inclusión de insumos alternativos en dietas para gamitana mostraron también un gasto mayor de alimento en la producción de carne en el caso de **CHUQUIPIONDO & GALDOS (2005)**, que reportaron ICAA entre 2.1 para dietas conteniendo harina de plátano, discrepando con **BANCES & MOYA ( 2001)** quienes reportan ICAA de 2.9 a 3.4, no concordando con **ARISTA & VILLACORTA (2011)** quienes utilizando dietas a base de harina de tarwi en paco, *Piaractus brachypomus* obtuvo valores que varían de 2.9 a 4. 7 y por otro lado **ARMAS (2009)**, quien estudió el efecto de la harina de tarwi *Lupinus mutabilis* en dietas de alevinos de gamitana

*Colossoma macropomum* encontrando un ICAA de 5.29, 4.74 y 5.12, resultados muy diferentes a los resultados obtenidos en este estudio.

En otros estudios **CASANOVA (2009)**, cultivando juveniles de gamitana con inclusión del polvillo de malta de cebada *Hordeum vulgare*, registro ICAA de 1.61, 1.57, 1.46 y 1.48 y **GARCIA & VILLA (2009)** registraron ICAA de 1.8, 1.6, 2.2 y 2.0 mostrando valores similares a los obtenidos en el presente estudio.

En otros casos existen estudios donde obtuvieron mejor ICAA, como lo reportado por **TAFUR (2008)** registrando ICAA de 1.18 en el policultivo de gamitana, *Colossoma macropomn* con paco, *Piaractus brachypomus* y bujurquitucunaré, *Chaetobranchus semifasciats* utilizando alimento estrusado de 25 % PB.

Se registró una tasa de crecimiento específico (TCE) de 2.91 para el T1, 3.18 para el T2 y 3.32 para el T3 respectivamente, valores superiores a los registrados por **TENAZOA (2010)**, que registró TCE de 1.40 para el T1, 1.38 para el T2 y 1.40 para el T3, alimentando gamitana con dietas de 26, 28 y 30 % de proteína bruta en 106 días de cultivo. En el caso de **GARCIA & VILLA (2009)**, que registraron TCE de 0.33 para T1; 0.38 para T2; 0.25 para T3 y 0.29 % para T4, alimentando banda negra con tenores de proteicos de 23 a 29 % durante 168 días de cultivo valores inferiores a los resultados registrados por el presente estudio. De otro modo se registró por **PADILLA (2000)**, de 1.3 y 2.8 en el estudio donde se evaluó el efecto del contenido proteico y energético de las dietas en el crecimiento de alevinos

de gamitana; también **ARISTA & VILLACORTA (2011)**, quienes alimentaron con harina de tarwi a alevinos de paco *Piaractus brachypomus*, donde registro TCE de 0.77 y 0.97 % con porcentajes de proteína de 27 y 33 % resultados inferiores al presente estudio; discrepando con, **CASANOVA ( 2009)**, quién registró valores de TCE de 1.69, 1.76, 1.81 y 1.84 % alimentados con dietas prácticas peletizadas con tres niveles de inclusión de polvillo de malta de cebada, *hordeum vulgare*, durante 120 días, por otro lado, también **TAFUR ( 2008)**, en un policultivo en corrales con gamitana obtuvo valores de 1.80 para T2 y 1.74 para T3; mostrando valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

La tasa de supervivencia reportada en el presente estudio fue 100 % en todos los tratamiento, evidenciando el alto grado de aprovechamiento de esta especie a nuevos insumos provistos para su alimentación, al buen manejo y al adecuado ambiente que se proporcionó para el cultivo de los alevinos de gamitana, coincidiendo con, **TAFUR (2008)**, **CASANOVA (2009)**, **GARCIA & VILLA (2009)**; **TENAZOA (2010)**, quienes registraron el 100 % de supervivencia en sus respectivos cultivos de gamitana. Todos estos resultados demuestran que la gamitana *Colossoma macropomun* es una especie que se adapta a ambientes controlados y es muy resistente al manipuleo.

### 5.3 BROMATOLOGÍA DE LOS PECES EXPERIMENTALES:

Los porcentajes de proteína bruta (PB) que se registraron al final del experimento fue para el T1, 62.78, T2, 62.94 y T3, 62.60 % respectivamente. Por otra parte **TAFUR (2008)** y **CASANOVA (2009)**; en experimentos realizados con gamitana en policultivo e inclusión de harina de malta, registraron porcentajes de proteína de 61.65 y 59.97 % respectivamente, porcentaje que como se puede observar son valores ligeramente menores a los obtenidos en el presente estudio.

Por otro lado, estudios realizados como lo reportado por **GARCIA & VILLA (2009)**, utilizando sachainchi, *Plukenetia voluilis* de dietas de alevinos de banda negra, *Myleus schomburgkii* cultivados en jaulas durante 168 días, reportaron porcentaje de proteína de 64.20 % respectivamente y **TENAZOA (2010)**, cultivados juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* alimentados con dietas de 26, 28 y 30 % de proteína bruta en 105 días de cultivo, registro porcentajes de proteína de 62.96%, encontrando valores cercanos obtenidos en el presente estudio; en cuanto al extracto etéreo se obtuvo valores que van de 9.85 a 9.74, los cuales son menores a los obtenidos por **TENAZOA (2010)**, que reporta de 25.3 a 32.8 , asimismo **ARMAS (2009)**, quien utilizó alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* alimentados con harina de tarwi reporto valores de 22.3 a 22.8 , por otro lado **MACHUCA & MEJIA (2009)**, reportaron valores que varían de 11.39 a 13.95, también **RUIZ & VELA (2007)**, que utilizaron la torta de sachá inchi presenta valores promedio de 21 %. Los valores

porcentuales en cuanto a humedad obtenidos en el presente estudio para el T1, 15.90, T2, 16.00, y T3, 15.95 en materia seca (MS), discrepando con **TENAZOA (2010)**, quien reporto para T3, 26.1, T2, 24.3 y T1, 22.5, por otro lado **RÍOS & PEREZ (2012)**, los cuales incluyeron en sus dietas residuos de levadura cervecera, reportaron para el T1, 8.59, T2, 9.04, T3, 9.97 y T4, 8.93, valores muy por debajo de los nuestros.

Además, el contenido de ceniza de un material biológico es el residuo restante de la incineración de la muestra cuya composición varía según la naturaleza del material calcinado. La cantidad de ceniza no proporciona la información sobre ningún nutriente específico, **RÍOS & PEREZ (2012)**.

#### **5.4 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA:**

Los registros obtenidos del monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua nos permite afirmar que estos permanecieron dentro de los rangos normales para el cultivo de esta especie. Los valores de temperatura registrados durante el experimento estuvieron dentro del rango adecuado para el cultivo de peces, registrándose promedios de temperatura mínimo de 26.5 °C y máximo de 28.3 °C, esto de acuerdo con **DIAZ & LOPEZ (1993)**, que refiere que se obtiene mejor crecimiento con temperaturas de 26 y 29 °C, en ese sentido consideramos que los valores reportados en la investigación se encuentran dentro del rango óptimo de temperatura para el cultivo de gamitana.

Respecto a la concentración de oxígeno disuelto en el agua del estanque se ha obtenido valores de 3.5 a 4.5 mg/l, coincidiendo con **GUERRA *et al.* (1996)**, quienes mencionan que para un crecimiento adecuado de los peces, el agua de los estanques debe presentar un tenor siempre superior a 3 mg/l, valores inferiores a esta concentración provocan una reducción en la conversión alimenticia y un aumento de los efectos perjudiciales resultantes de la degradación de metabolitos; del mismo modo **ARISTA & VILLACORTA (2011)**, registraron valores de oxígeno disuelto en un rango de 3.1 a 5.5 mg/l; por otro lado **ARMAS (2009)**, obtuvo valores de 2.6 a 4.7 mg/l, **MACHUCA & MEJÍA (2009)**, reportaron valores de 2 a 6.25 mg/l, **RUIZ & VELA (2007)**, obtuvieron valores promedio de 6.24 mg/l. Otros estudios como el de **RIOS & PEREZ (2012)**, trabajando en jaulas con gamitana reportan 1.65 mg/l como valor mínimo y 4.82 mg/l como valor máximo, también **TENAZOA (2010)**, reporto 4.05 a 5.5 mg/l.

La transparencia del estanque en el presente estudio fue de 35.5 cm como mínimo y 45 cm de transparencia como máximo; estos valores óptimos según el **Ministerio De Pesquería (1994)**, citado por **TENAZOA (2010)**, que refiere que los valores de entre 30 y 40cm. de transparencia para el cultivo de peces amazónicos.

Las concentraciones de CO<sub>2</sub>, se observó una variación entre 2.3 mg/l a 3.0 mg/l, por otro lado **ARISTA & VILLACORTA (2011)**, reportaron valores de 2.4 mg/l a 3.8

mg/l, también **TENAZOA (2010)**, registra valores entre 2 y 4 ppm. La concentración de CO<sub>2</sub> en el agua está determinada por la respiración, fotosíntesis y descomposición de la materia orgánica, **RODRIGUEZ et al. (2001)**.

El pH registrado en el experimento se encuentra dentro del rango óptimo con valor de 6.5 de UpH; el cual es concordantes con los valores óptimos de pH para el desarrollo de gamitana que son de 6.5 a 9 UpH indicados por **GUERRA et al. (1996)**, del mismo modo **TENAZOA (2010)**, reporto valores de 6.6 y 6.9 de UpH, los cuales son resultados similares a los nuestros. Comparando con todos los autores que se menciona anteriormente los resultados obtenidos por el presente estudio demuestra que los datos registrados de los parámetros físicos y químicos del agua estuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de gamitana.

## VI. CONCLUSIÓN

- Los porcentajes de inclusión de harina de kiwicha (*Amarantus caudatus*) en los niveles de 24, 28, 32 % en raciones experimentales para gamitana (*Colossoma macropomum*), no influyen significativamente en su crecimiento en peso y longitud.
- Los peces del T3 al concluir los 140 días de cultivo presentaron mayor crecimiento. Al final se registraron valores promedios de 294.4g. de peso y 25.4cm. de longitud total, en comparación con los peces del T1 y T2, quienes obtuvieron valores promedios inferiores.
- Al final del estudio se registró un aumento en la composición corporal con respecto a la proteína bruta y humedad, por el contrario se registró la disminución progresiva de la grasa, ceniza y carbohidratos en todos los tratamientos.
- Los parámetros físicos y químicos del agua registrada, se encontraron dentro de los rangos aceptables para la crianza de gamitana. El porcentaje general de la tasa de sobrevivencia fue del 100%.
- Los índices zootécnicos obtenidos en los 3 tratamientos fueron homogéneos según ANOVA no encontrándose diferencia significativa.



## VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar porcentajes mayores al 30% de inclusión de harina kiwicha.
- Determinar la digestibilidad de la harina de kiwicha, de esta manera cuantificar la asimilación de este producto en el pez.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ARISTA, F. L. & VILLACORTA, V. M. 2013.** Influencia de la harina de tarwi *Lupinus mutabilis* (Fabaceae) en el crecimiento y composición corporal de alevinos de paco *Piaractus brachypomus* (Pisces: Serrasalminidae) criados en corrales. Iquitos (PE), 2013. 89p.

**ARMAS, R. 2009.** Influencia de la harina de tarwi, *Lupinus mutabilis* en el crecimiento y composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae) criados en ambientes controlados. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. 62pp.

**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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Pp. 70.

**BANZATO, D.A. & KRONKA, S. DO N. 1989.** Experimentação agrícola. Departamento de Ciências Exactas. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP. Jaboticabal. SP. 247 pp.

**BOYD, C. 1996.** Manejo de suelos y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62 pp.

**CAMPOS, L. 1993.** Fundamentos Técnicos de Piscicultura Tropical en la Amazonia Peruana. 3ª Edición IIAP. 29-30 pp.

**CARNEIRO, D.J. 1981.** Digestibilidade proteica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER. (Pisces Characidae). In. Simbraq. 2º Simposio Brasileiro de Aquicultura, Jaboticabal- SP, 78-80p.

**CASADO, C.P. 2009.** Efecto de la harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*, Poaceae) en el crecimiento de la gamitana (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) en ambientes controlados. Iquitos, Peru. 68 p.

**CASANOVA, A. R. 2009.** Utilización del polvillo de malta de cebada (*Hordeum vulgare*) en raciones de juveniles de Gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en estanques de tierra. Tesis. Bach. Cien. Biol. Univ. Nacional de la Amazonía Peruana-Perú. 93p.

**CHUQUIPIONDO, L.J & GALDOS, P.R. 2005.** Influencia de la harina de plátano, *Musa paradisiaca L.* en el crecimiento de alevinos de Gamitana, *Colossoma macropomum*. (Cuvier 1818). Iquitos, Perú. 79p.

**CHU-KOO, F.W. & KOHLER, C.C. 2005.** Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). Memorias del Coloquio Internacional sobre Biología de Poblaciones de Peces Amazónicos y Piscicultura. Iquitos, Perú. 225 pp.

**DÍAZ, F. & R. LOPEZ. 1993.** El cultivo de la Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). En Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. Pág.207-219.

**GUERRA, H.; ALCANTARA, F. & CAMPOS, L. 1996.** Piscicultura Amazónica con especies nativas. IIAP. SPT – TCA /Nº 47 Lima – Perú.169 p.

**HIGINIO, V. A. 2011.** Elaboración de una mezcla instantánea de arroz (*oryza sativa*), cañihua (*chenopodium pallidicaule* aellen) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) por el método de cocción extrusión. Informe final. Facultad de ingeniería pesquera y de alimentos. Callao-Perú. 51p.

**LOPEZ, S. R. 2009.** Ficha técnica kiwicha, *amaranthus caudatus* l. red peruana de alimentación y nutrición. Lima-Perú. 11p.

**LOVSHIN, L. L. 1980.** Situación del cultivo de *Colossoma* sp en Sudamérica. En:  
*Rev. Lat. Acuic* 5:27-32. Centro de Pesquisas Ictiológicas Fortaleza.  
Ceará (Brasil).

**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.

**MACHUCA, J. & MEJIA, P. 2009.** Utilización de la harina de lenteja de agua, *Lemna* sp. (Lemnaceae), en la alimentación de alevinos de paco, *Piaractus brachypomus* y pacotana (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂) criados en jaulas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. 101 pp.

**MELENDEZ, C. S. 2003.** Kiwicha producto de exportación en el Perú. 6p.

**MORI, L.A. 1993.** Estudo da possibilidade de substituição do fuba de milho (*Zea mayz*. L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K) em rações para alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier 1818). Dissertação de Mestrado. INPA/Manus, Brasil. 76 pp.

**MORI, L.A. 2000.** Exigências protéicas - energéticas de alevinos de “tambaqui” *Colossoma macropomum*. Tese de Doutor em Ciências Biológicas. I.N.P.A/U.A - Manaus Brasil. 110 pp.

**PADILLA, P. 2000.** Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia amazónica Vol.10 (1-2) 81-90 pp.

**RÍOS, D. & PÉREZ, F. 2012.** Inclusión de residuos de levadura cervecera *Saccharomyces cerevisiae* en dietas y su influencia en el crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* cultivados en jaulas. Iquitos (PE), 2012. 88p.

**RODRIGUEZ, H; VICTORIA, P. & CARRILLO, M. 2001.** Fundamentos de Acuicultura continental. INPA/MADR. Bogotá – Colombia. 423 pp.

**RUIZ, J.A & VELA, E.M. 2007.** Utilización de la torta de sachá inchi *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en raciones para alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (Serrasalmidae) criados en jaulas flotantes. Iquitos (PE), 2007. 57p.

**SAINT-PAUL, U. 1984.** Ecological and physiological investigations on *Colossoma macropomum*, a new specie for fish culture in Amazonas. Mems. Asoc. Latinoamerica. Acuicult, 5(3): 501-518.

**SAINT – PAUL, U. 1985.** Investigations on the seasonal changes in the chemical composition of the liver and condition from neotropical characid fish *Colossoma macropomum*. (Serrasalmidae). *Amazoniana*, 9:147-158.

**TAFUR, J. 2008.** Evaluación del crecimiento y composición corporal del bujurqui *Chaetobranchus semifasciatus*, del paco *Piaractus brachypomus* y de la gamitana *Colossoma macropomum* criados bajo el sistema de policultivo en corrales. Iquitos (PE), 2008. 82p.

**TENAZOA, L. 2010.** Efecto de niveles proteícos provenientes de la quinua, *Chenopodium quinoa* W. (Quenopodiaceae) en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados en corrales. Iquitos (PE), 2010, 72p.