

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE CRIANZA EN CONDICIONES DE  
LABORATORIO DE ALEVINOS DE PAICHE (*Arapaima gigas*) SOBRE LOS  
PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS  
SANGUÍNEOS**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**JOSÉ ISAUL DELGADO RAMÍREZ**

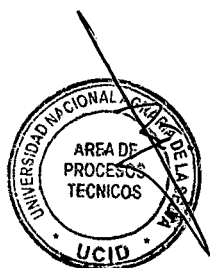
**PROMOCIÓN 2012 - II**

**Tingo María – Perú**

**2013**



BIBLIOTECA CENTRAL - UNAS



M12

D61

Delgado Ramírez, José Isaul

Efectos de tres densidades de crianza en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) sobre los parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y biométricos. – Tingo María 2013.

85 páginas; 07 cuadros; 08 figuras; 76 ref.; 30 cm. Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

ALEVINO / BIOMÉTRICOS / BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS /  
DENSIDAD / PAICHE / VALORES HEMATOLÓGICOS RUPA  
RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERÚ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280  
TINGO MARÍA

Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de octubre de 2013, a horas 7:15 p.m. para calificar la tesis titulada:

**“EFECTO DE TRES DENSIDADES DE CRIANZA EN CONDICIONES DE LABORATORIO DE ALEVINOS DE PAICHE (*Arapaima gigas*) SOBRE LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS, HEMATOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS”**

Presentada por el Bachiller **JOSÉ ISAUL DELGADO RAMÍREZ**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso “i” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 05 de noviembre de 2013

MSc. TULITA ALEGRIA GUEVARA  
Presidente



Bigo. Pesq. CARLOS ALVAREZ JANAMPA  
Miembro

Méd. Vet. JORGE TURPO CALCINA  
Miembro

Dr. DANIEL PAREDES LÓPEZ  
Miembro - Asesor

## DEDICATORIA

A Dios, por el misterioso regalo de la vida y el sentido para vivir.

A mis hermanos: Omar, Elgar, Nelver, y Eliezer; porque nosotros no tenemos otra opción que alcanzar nuestras metas en común y hacer realidad nuestros sueños juntos.

A mis padres: Emelina Ramírez y Justo Bermúdez por otorgarme el regalo más perfecto y maravilloso de enseñarme a trabajar, esforzarme y valerme de mis propios medios para educarme.

A mi amigo Wilson Rodríguez Montenegro por su amistad incondicional.

## AGRADECIMIENTO

Mi profundo y singular agradecimiento a:

Mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria de la Selva y Facultad de Zootecnia.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Ucayali bajo la gerencia del Blgo. Pesq. Mariano Rebaza Alfaro, por admitir y aprobar el proyecto de tesis y, mediante el Programa de investigación para el uso del agua y conservación de sus recursos (AQUAREC) – IIAP – Ucayali, en la dirección de la Blga. Pesq. Carmela Rebaza Alfaro, facilitarme las instalaciones, material biológico (alevinos de paiche), laboratorio y practicantes en la ejecución de la presente tesis.

La Empresa Agropecuaria D°RAMBER S.A.C en Tocache – San Martín, por el cofinanciamiento en la ejecución del presente estudio de investigación.

Mis asesores: Dr. Rizal A. Robles Huaynate, Dr. Daniel López Paredes, Blga. Pesq. Carmela Rebaza Alfaro y por su interés, dedicación y consejos en la ejecución, redacción y sustentación de esta tesis.

Los Blgos: Luís Hinostroza Miranda (Amazon Fish), Erick Castillo (Laboratorio Clínico Natura - Pucallpa), Nadia Herrera Carvajal y Silvia Vargas Chacón, Roger Bazán Albítez (IIAP - Ucayali) por compartir sus conocimientos y sugerencias en la ejecución de la tesis.

El Laboratorio "Natura" E.I.R.L. ubicado en el Av. Sáenz Peña N° 503 de la ciudad de Coronel Portillo – Pucallpa, por los análisis y conservación de las muestras en la ejecución de la tesis.

Mis amigos fundadores, junta directiva e integrantes del grupo político universitario "FUERZA UNAS", por los retos y acontecimientos que compartimos juntos, los mismos que adornaron nuestra permanencia en la universidad.

**¡GRACIAS!**

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Parámetros fisicoquímicos del agua.....	4
2.1.1. Amonio.....	4
2.1.2. Nitrito.....	5
2.1.3. Oxígeno disuelto.....	6
2.1.4. Dióxido de carbono.....	6
2.1.5. Alcalinidad.....	7
2.1.6. Dureza.....	8
2.1.7. Potencial de hidrogeniones.....	8
2.1.8. Temperatura.....	9
2.2. Generalidades del alevino de paiche.....	9
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	9
2.2.2. Cuidado parental, captura y levante.....	10
2.2.3. Parámetros fisiológicos.....	10
2.2.4. Respiración.....	11
2.2.5. Requerimientos nutricionales.....	11
2.2.6. Sanidad.....	12

2.2.7. Parámetros biométricos.....	12
2.2.7.1. Consumo de alimento.....	12
2.2.7.2. Ganancia de peso.....	13
2.2.7.3. Incremento de de talla.....	13
2.2.7.4. Factor de condición.....	14
2.2.7.5. Conversión alimenticia aparente.....	14
2.2.7.6. Producción de biomasa (g/m <sup>3</sup> ).....	15
2.2.7.7. Supervivencia.....	15
2.3. Densidad.....	16
3.2.1. Efecto de la densidad.....	16
3.2.1.1. Conducta agresiva.....	16
3.2.1.2. Canibalismo.....	17
3.2.1.3. Calidad del agua y consumo de alimento.....	17
3.2.1.4. Crecimiento y supervivencia.....	17
3.2.1.5. Stress.....	18
2.4. Parámetros sanguíneos.....	18
2.4.1. Morfofisiología del tejido sanguíneo.....	18
2.4.1.1. Eritrocitos.....	19
2.4.1.2. Hematocrito.....	19
2.4.1.3. Hemoglobina.....	21
2.5. Perfil bioquímico sanguíneo.....	22
2.4.1. Glucosa.....	22
2.4.2. Proteína.....	23
2.4.3. Albumina.....	24





4.1. Parámetros biométricos.....	48
4.2. Valores hematológicos.....	54
4.3. Perfil bioquímico sanguíneo.....	56
V. DISCUSIÓN.....	60
4.1. Parámetros biométricos.....	60
4.2. Valores hematológicos.....	65
4.3. Perfil bioquímico sanguíneo.....	67
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES	73
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
IX. ANEXO	85

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición proximal del alimento extrusado "Puripaiche", utilizado en la alimentación de alevinos de paiche sometidos a tres diferentes densidades, durante 63 días experimentales.....	33
2	Parámetros de crecimiento de alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales.....	48
3	Incremento de talla y peso acumulado de alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días .....	50
4	Factor de condición y biomasa de alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales..	52
5	Valores de hematocrito y hemoglobina en alevinos de paiche sometidos a tres densidades, durante 63 días experimentales.....	54
6	Concentraciones promedios del perfil bioquímico sanguíneo en alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales, en función a la densidad, edad y la interacción del factor densidad por la edad.....	56
7	Interacción de la densidad por la edad para la proteína, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curva de variación de consumo de alimento diario (CAD) en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	48
2	Curva de variación de la ganancia de peso diario (GPD), en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	49
3	Curva de variación de la ganancia de peso acumulado, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	49
4	Curva de variación de la conversión alimenticia aparente (CAA), en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	49
5	Tendencia de la ganancia de talla acumulada (GTA), en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	51
6	Curva de variación del factor de condición (K), en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	53
7	Curva de variación de la biomasa $\text{kg/m}^3$ , en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	53
8	Curva de variación de la proteína en relación a la interacción entre la densidad y la edad, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.....	58

## RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar los parámetros biométricos, hematológicos y perfil bioquímico sanguíneo de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*). Se utilizaron 168 alevinos con peso y talla inicial de  $75.1 \pm 10$  g y  $22.7 \pm 1.2$  cm, respectivamente; estos alevinos fueron distribuidos al azar en 3 tratamientos con 7, 14 y 21 alevinos/56L (T1: 9.9 kg/m<sup>3</sup>, T2: 18.8 kg/m<sup>3</sup> y T3: 27.6 kg/m<sup>3</sup>) y cada tratamiento con 4 repeticiones. El consumo de alimento diario (T1: 4.4 g; T2: 4.8 g; T3: 4.7g), ganancia de peso diario (T1: 4.7 g; T2: 4.9 g; T3: 4.6 g) y de talla (T1: 14.9 cm; T2: 14.7 cm; T3: 14.2 cm) no mostraron diferencia ( $P > 0.05$ ) entre las diferentes densidades de crianza; asimismo, la producción de biomasa final fue de 47.6, 97.2, 136.9 kg/m<sup>3</sup> para el T1, T2 y T3 respectivamente. Los valores de hematocrito (T1: 30.6%; T2: 29.9%; T3: 30.3%), hemoglobina (T1: 30.6 g/dL; T2: 8.4 g/dL; T3: 8.6 g/dL), las concentraciones de glucosa (T1: 50.7 g/dL; T2: 54.7 g/dL; T3: 55.6 g/dL), triglicéridos (T1: 275.5 g/dL; T2: 229.4 g/dL; T3: 239.9 g/dL) y aspartato aminotransferasa (T1: 9.9 UI/L; T2: 10.2 UI/L; T3: 9.7 UI/L) no presentaron variación estadística ( $P > 0.05$ ). En general la densidad de cultivo no afectó los parámetros biométricos, así mismo, no causó variación en los valores hematológicos y afectó parcialmente el perfil bioquímico sanguíneo; evidenciando la alta potencialidad del paiche para ser criado en altas densidades.

Palabras clave: Alevino, bioquímicos sanguíneos, densidad, paiche, valores hematológicos.

## I. INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*) es una especie nativa de la Cuenca Amazónica, esta especie es considerado como el pez de escama más grande de agua dulce, existen ejemplares que sobrepasan los 200 kg de peso y alcanzan hasta 3 m de talla; también, es considerado como el gigante del Amazonas, goza de renombre internacional y se perfila a conquistar los mercados del mundo.

La crianza de paiches en ambientes controlados necesariamente involucra la producción de alevinos; de esta forma las opciones más frecuentes en la Amazonia para el manejo de alevinos son: laboratorio, estanques de tierra y jaulas flotantes, de ellos los mejores resultados se obtienen en condiciones de laboratorio, convirtiéndose en un desafío producir alevinos de manera suficiente y oportuna para el abastecimiento a los paichicultores.

La densidad de crianza en peces es un factor muy importante a considerar; así, durante el proceso de crianza con altas densidades, se generan cambios desfavorables tanto en el aspecto nutricional, calidad del agua y presencia de agentes patógenos. La alta densidad de crianza activa ciertos factores estresantes en los alevinos, alterando su fisiología y se refleja

sobre los parámetros biométricos, valores hematológicos, perfil bioquímico sanguíneo, convirtiéndose estos en indicadores relevantes que permiten evaluar el grado de influencia de los factores internos y externos en el bienestar de los alevinos.

En este contexto se genera la siguiente interrogante: ¿Cuál será el efecto de tres densidades de crianza (7, 14, 21 alevinos/56L) de alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) criados en condiciones de laboratorio, sobre los parámetros biométricos, valores hematológicos y perfil bioquímico sanguíneo?. Por consiguiente se planteó la siguiente hipótesis: la alta densidad de crianza en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche va a ocasionar cambios fisiológicos, los que reflejarán variaciones sobre los parámetros biométricos, hematológicos y perfil bioquímico sanguíneo; debido a la menor disponibilidad de espacio, competencia por alimento y calidad de agua, comparado a densidades inferiores.

Objetivo general:

Determinar el efecto de tres densidades de crianza en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche, sobre los parámetros biométricos, hematológicos y perfil bioquímico sanguíneo.

Objetivos específicos:

- Evaluar el consumo de alimento, ganancia de peso diario, incremento en talla, conversión alimenticia aparente, factor de condición y biomasa en  $\text{kg/m}^3$ , en alevinos de paiche criados en tres diferentes densidades y en condiciones de laboratorio.

- Determinar el porcentaje de hematocrito y valores de hemoglobina, en alevinos de paiche criados en tres diferentes densidades y en condiciones de laboratorio.

- Determinar las concentraciones de glucosa, proteína, albumina, colesterol, triglicéridos, alanina aminotransferasa y aspartato aminotransferasa, en alevinos de paiche criados en tres diferentes densidades y en condiciones de laboratorio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

Los estudios sobre la hematología de los peces han permitido comprobar experimentalmente qué variaciones en los parámetros del agua, causan modificaciones fisiológicas en los valores de algunos parámetros sanguíneos (ASMINE, 2004). GRANADO (2000) quien indica que una alta densidad, además de afectar negativamente la calidad del agua, causa la pérdida del apetito de los peces y afecta negativamente la fisiología y respuesta en los parámetros biométricos.

#### 2.1.1. Amonio

El amoníaco producido por desaminación oxidativa es tóxico, y por ello no debe acumularse en la sangre o los órganos. Los peces resuelven este problema eliminando la mayor parte del amoníaco al agua circundante. El catabolismo de los aminoácidos comienza con la desaminación oxidativa, en el cual se elimina el amoníaco y son realizadas en el hígado, riñón y branquias; del hígado, el amoníaco es enviado a las branquias por la sangre para ser

excretado junto con el producido en las branquias; en donde se elimina de 5 a 10 más que en la orina mediante el riñón (HIPHER, 1993).

En el caso de la crianza de peces carnívoros como el paiche, esta situación puede ser agravada debido al elevado nivel de proteína en la ración (IMBIRIBA, 1996). DEL RISCO *et al.* (2008) en su bioensayo en alevinos de paiche con un peso inicial de 85 g con una densidad de 1 alevino/50L en condiciones de laboratorio, reportan una concentración de amonio de 0.72 ppm.

#### 2.1.2. Nitrito

NAVARRETE (2009) menciona que la presencia del nitrito en el medio acuático donde se cría peces se debe a la nitrificación, proceso donde el amonio derivado de la excreción y de la descomposición de la materia orgánica es oxidado a nitrito. Las nitrosomonas son un género de bacterias que oxidan el amoníaco a nitrato y deben consumir grandes cantidades de amoníaco antes que la división celular puede ocurrir, y el proceso de división celular puede duplicar su población en 7 horas o tomar hasta varios días, el rango óptimo de pH para el crecimiento de las nitrosomonas está entre 7.8 – 8.0 y menores a 7 la nitrificación se detiene, al no poder ser oxidado por las bacterias (AGUAMARKET, 2013; FER, 2011; BLANCO, 2005).

CRECENCIO *et al.* (2005) al realizar su trabajo de investigación para determinar la influencia de la frecuencia de alimentación con alevinos de paiche de 312 g en promedio por 60 días de evaluación encontraron concentraciones de 0.14 ppm de nitrito en el análisis de agua del estudio.

### 2.1.3. Oxígeno disuelto

HERNÁNDEZ *et al.* (2007) mencionan que el consumo del oxígeno es un reflejo de la tasa metabólica y directamente proporcional al desarrollo corporal del pez. Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en realidad no representan un problema crítico para el paiche, puesto que casi el 80% del oxígeno que captan para su respiración proviene del aire atmosférico (DEL RISCO *et al.*, 2008).

FONSECA (2010) reporta concentraciones de 4.0 ppm en alevinos; PADILLA (2006) reporta concentraciones de oxígeno disuelto de 2.3 a 3.6 ppm en jaulas flotantes en alevinos de 25 cm y 117 g mientras que DEL RISCO *et al.*, (2008) reporta 2.1 ppm de oxígeno disuelto en la crianza de alevinos de paiche en condiciones de laboratorio.

### 2.1.4. Dióxido de carbono

RUALES *et al.* (2009) exponen que el dióxido de carbono perjudica a los peces disminuyendo la capacidad de la sangre para captar el oxígeno. Así

mismo la presencia de dióxido de carbono acidifica más el agua causando alteraciones de la osmorregulación y acidificando la sangre.

DEL RISCO *et al.* (2008) en su bioensayo en alevinos de paiche con un peso inicial de 85 g con una densidad de 1 alevino/50L registra una concentración de dióxido de carbono de 14 ppm.

#### 2.1.5. Alcalinidad

La alcalinidad corresponde a la concentración total de bases en el agua expresada como ppm de carbonato de calcio y está representada por iones de carbonato y bicarbonato. La capacidad de regulación del pH en el agua está dada por la presencia de estos iones, lo que quiere decir que si una gran cantidad de carbonato y bicarbonato está presente en el agua el pH se mantendrá estable (RODRÍGUEZ, 2011; RUALES *et al.*, 2009).

Los carbonatos y bicarbonatos presentes en cuerpos naturales de agua dulce se originan generalmente del desgaste y disolución de rocas en la cuenca que contienen carbonatos tales como la piedra caliza (UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO, 2002). KEVERN (1989) indica que los rangos de alcalinidad según la concentración de  $\text{CaCO}_3$  en ppm son: < a 75 bajo; 75 -150 medio; > a 150 alto. La concentración de calcio varía ampliamente en las aguas subterráneas, concentraciones entre 10 y 250 ppm son frecuentes en aguas

dulces. Mientras que en aguas de terrenos yesíferos pueden llegar a 600 ppm (INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 2002).

REBAZA *et al.* (2003) recomiendan concentraciones cercanas a 9 ppm en la crianza de alevinos de paiche; DEL RISCO *et al.* (2008) en su bioensayo en alevinos con un peso inicial de 85 g y densidad de 1 alevino/50L registra una concentración de alcalinidad de 29 ppm.

#### 2.1.6. Dureza

La dureza del agua afecta principalmente a los peces en su mecanismo de osmorregulación. En los peces de agua dulce, el líquido corporal tiene una concentración de sales superior a la del agua que lo rodea, y la tendencia natural es: entrada de agua y pérdida de sales en los tejidos (GARCIA, 2007). DEL RISCO *et al.* (2008) en paiches con un peso inicial de 85 g con una densidad de 1 alevino/50L registraron concentraciones de 26 ppm.

#### 2.1.7. Potencial de hidrogeniones (pH)

Las aguas ácidas irritan las branquias de los peces, las cuales tienden a cubrirse de moco llegando en algunos casos a destrucción histológica del epitelio, así mismo, la presencia de dióxido de carbono acidifica más el agua causando alteraciones de la osmorregulación (RODRÍGUEZ, 2011). Los niveles óptimos de pH en la crianza de peces están comprendidos entre 6.5 y

9, niveles inferiores o superiores a estos niveles son inadecuados en la crianza de peces, debido a que se produce bajo crecimiento (NAVARRETE, 2009). PADILLA (2006) reporta 5.4 - 6.6 de pH en la crianza de alevinos de paiche.

### 2.1.8. Temperatura

El paiche por ser un pez de aguas cálidas debe mantenerse en un rango de temperatura entre los 24 – 31 °C, siendo la temperatura ideal para este tipo de pez los 28 °C (FRANCO, 2005). FONSECA (2010) quien registra una temperatura de 29°C en alevinos de 30 días de edad, 25.9 g y 16.1 cm en estanques de tierra en crianza semiintensivo. PADILLA *et al.* (2005) reportan una temperatura promedio de 26°C en alevinos de paiche.

## 2.2. Generalidades del alevino de paiche

### 2.2.1. Clasificación taxonómica

SCHULTZ (1953) indica que al *arapaima gigas* se conoce con tres nombres en la Amazonía continental: “paiche” en la Amazonía peruana, del vocablo indígena “payshi”; “pirarucú” en la Amazonía brasilera, proveniente del tupi (pira: pez y urucum: rojo). También se le conoce como “*Arapaima*” en Guyana, del nombre Guyano original warapaima (LOZANO, 2007).

Según FINK (1978) el paiche tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase	: Osteichthyes
Orden	: Ossteoglossiformes
Sub orden	: Osteoglossoidei
Superfamilia	: Osteoglossoidae
Familia	: Arapaimidae
Género	: <i>Arapaima</i>
Especie	: <i>Arapaima gigas</i>
Nombre común	: Paiche, <i>Arapaima</i> , pirarucú

### 2.2.2. Cuidado parental, captura y levante

El cuidado parental en el estanque no debe superar las tres semanas, después de que desarrollan la respiración aérea, pues allí están expuestos a predadores. Los alevinos de paiche se deben retirar del cuidado parental cuando tienen una longitud de 4 - 5 cm (12 - 15 días de haber eclosionado) y ser llevados al laboratorio para garantizar un alto porcentaje de supervivencia (FRANCO, 2005).

### 2.2.3. Parámetros fisiológicos

El paiche presenta condiciones fisiológicas especiales como: respiración aérea, que permitiría su adaptación a aguas pobres en oxígeno o

de gran concentración de CO<sub>2</sub>, amonio y nitratos; lo que convierte a esta especie en una mejor opción para la crianza en altas densidades en agua dulce (SANGUINO *et al.*, 2007). En general las manifestaciones de comportamiento de los peces producido por el ruido y que causan stress son las obvias reacciones de escape o de inmovilidad (SIERRA, 2012).

#### 2.2.4. Respiración

El paiche presenta un sistema branquial que muestra un grado relativo de atrofia que las hace insuficientes para abastecer de oxígeno a la gran masa corporal. La vejiga natatoria presenta numerosas trabéculas semejando un pulmón y funciona como órgano respiratorio principal. Un paiche adulto sale a la superficie a tomar aire a intervalos de 10 a 15 minutos, los jóvenes con más frecuencia, habiéndose constatado que los alevinos de 2.5 cm, salen a la superficie cada 2 a 3 segundos (FRANCO, 2005).

#### 2.2.5. Requerimientos nutricionales

Los peces alimentados con 50% de proteína en la ración, muestra tener un mejor índice de conversión alimenticia y factor de condición PADILLA *et al.*, 2003). TORO (2012) indica que utilizando mejores estrategias alimenticias conllevan a mejorar la ganancia de peso, incrementar la talla y pueden reducir el canibalismo en peces; así mismo los valores hematológicos y

el perfil bioquímico sanguíneo son afectados por las características nutricionales de la dieta (TÓRREZ, 2012).

#### 2.2.6. Sanidad

PADILLA *et al.* (2003) mencionan que factores ambientales, carenciales e inadecuada densidad, causan muertes y enfermedades por agentes patógenos y se requiere tomar medidas preventivas, como buena calidad del agua, alimentos sanos, densidad de crianza, manipuleo mínimo y tratamiento oportuno de enfermedades.

#### 2.2.7. Parámetros biométricos

##### 2.2.7.1. Consumo de alimento

La frecuencia de alimentación es recomendable de 2 a 3 horas durante el día (PADILLA *et al.*, 2003). La aparente sobrepoblación, que puede presentarse en explotaciones intensivas de peces, es un factor de estrés que se elimina fácilmente alimentando a los peces artificialmente, ya que la competencia por alimento no se presenta si todos y cada uno de los organismos recibe su ración; así mismo, se evita la agresividad (TORO, 2012).

### 2.2.7.2. Ganancia de peso

La densidad de siembra en peces afecta el crecimiento en proporción inversa, es decir, al incrementar la densidad los peces tardarán más tiempo en alcanzar el peso comercial y la alta densidad de siembra retarda el crecimiento en los peces, reflejado en la baja ganancia de peso (DEZA *et al.*, (2002).

SAGRATZKI (2003) menciona que las densidades del estanque no influenciaron en el crecimiento de alevinos de paiche (peso final 107 g) al evaluar tres densidades de crianza con 15, 20 y 25 alevinos/m<sup>3</sup> ganando en promedio 150 g de peso en 63 días (2.4 g/día). DEL RISCO *et al.* (2008) evaluaron alevinos de paiche en el IIAP – Iquitos de 85 g en promedio, alimentado con 45% de proteína y densidad de 1 alevino/50L, en condiciones de laboratorio, reportando 286.6 g de ganancia de peso en 63 días de evaluación (4.5 g/día).

### 2.2.7.3. Incremento de talla

DEL RISCO *et al.* (2008) en su bioensayo en alevinos de paiche con un peso inicial de 85 g con una densidad de 1 alevino/50 litros de agua y con tratamientos de 45% proteína en la ración, en un periodo de 84 días de evaluación obtuvieron un incremento de talla de 13.73 cm en promedio (10.30 cm en 63 días).

#### 2.2.7.4. Factor de condición

El factor de condición ( $k$ ) es estimada para conocer el periodo máximo de bienestar o robustez de los peces y representa una forma indirecta de evaluar las relaciones ecológicas y los efectos de diferentes estrategias de manejo (RAMOS, 2009). Cuando el factor de condición es igual a 3 se denomina crecimiento isométrico, crecimiento alométrico positivo si el factor de crecimiento es mayor a 2.5 y cuando el factor de condición es menor a 2.5 se denomina crecimiento alométrico negativo (CIFUENTES, 2013).

PADILLA (2006) reporta que el factor de condición fue de 0.97 criados en jaulas flotantes con alevinos de 25 cm y 117 g en el IIAP – Iquitos. DEL RISCO *et al.* (2008) en su bioensayo en alevinos de la misma especie con un peso inicial de 85 g con una densidad de 1 alevino/50L en condiciones de laboratorio registra un factor de condición de 0.79.

#### 2.2.7.5. Conversión alimenticia aparente

DEL RISCO *et al.* (2008) reportan una conversión alimenticia aparente de 1.2 en su ensayo en alevinos de paiche, criado en condiciones de laboratorio e indica que conversiones mayores a 3 son frecuentes en la crianza de paiche, mientras que con una alimentación mejorada se logran obtener entre 1.3 - 2.3 de conversión alimenticia aparente. PADILLA *et al.* (2003) obtuvo al final de su experimento, una conversión alimenticia aparente de 3:1.

ALDEA (2002) en su trabajo de investigación sobre dietas artificiales en alevinos de paiche de 36 cm y 306 g de talla y peso respectivamente reporta que su tratamiento con 50 % de proteína es el que presentó las mejores condiciones con un índice de conversión alimenticia aparente de 4.27 criados en jaulas flotantes y con densidad de 1 alevino/840L de agua.

#### 2.2.7.6. Producción de biomasa kg/m<sup>3</sup>

DEL RISCO *et al.* (2008) reportan una producción de 7.3 kg/m<sup>3</sup> de biomasa final, en alevinos de paiche criados en condiciones de laboratorio durante 63 días experimentales con una densidad de crianza de 1 alevino/50L, alimentados con un alimento extrusado con 45% de proteína y una biomasa inicial de 1.7 kg/m<sup>3</sup>. La producción alcanzada fue de 12 y 26 k/m<sup>3</sup>/año, lo que corrobora el alto potencial productivo del paiche y sobre todo, las posibilidades de su crianza en altas densidades (TELLO *et al.*, 2006).

#### 2.2.7.7. Supervivencia

La fase de alevino constituye una de las etapas críticas en la producción de alevinos de paiche, siendo la supervivencia en esta etapa en ambientes libres igual o inferior al 10% (FRANCO, 2005). PADILLA *et al.* (2005) obtuvieron una tasa de supervivencia total durante su experimento de 98.3 %, obteniendo porcentajes de 100% en los peces alimentados con pescado ad

libitum. ALDEA (2002) indica en su trabajo de investigación, una sobrevivencia del 73.33% en alevinos de paiche de 36 cm y 306 g de talla y peso respectivamente con el 50 % de proteína.

### 2.3. Densidad

El factor más importante que determina el éxito de una explotación, es el manejo de las densidades, ya que se ha demostrado requerimientos de grandes cantidades de espacio siendo específico para cada especie de pez durante su crecimiento (TORO, 2012). Uno de los principales factores causante de estrés en piscicultura está asociado a inadecuados niveles de densidad de crianza y en esas situaciones los peces generalmente presentan bajo crecimiento e hiperglicemia, consideradas como típicas respuestas al stress (SOBERÓN, 2007).

#### 3.2.1. Efecto de la densidad

##### 3.2.1.1. Conducta agresiva

Las altas densidades de crianza dan lugar a conductas agresivas en la crianza de peces, ocasionando muertes y presencia de agentes patógenos que generan pérdidas en la acuicultura (DÍAZ, 2009).

### 3.2.1.2. Canibalismo

La baja densidad de animales sin importar la disponibilidad de alimento, la conducta de canibalismo se presentaba en altos porcentajes (NÚÑEZ *et al.*, 2008). En altas densidades de crianza el número de organismos caníbales es proporcionalmente bajo, explicado por la reducción de espacios que impiden el desarrollo de comportamientos territoriales (DIAZ, 2009).

### 3.2.1.3. Calidad del agua y consumo de alimento

GRANADO (2000) indicó que una alta densidad, afecta negativamente la calidad del agua y pérdida del apetito de los peces.

### 3.2.1.4. Crecimiento y sobrevivencia

Normalmente peces criados en estanques con bajas densidades, presentan buena tasa de crecimiento y alto porcentaje de sobrevivencia, mientras que peces criados en altas densidades normalmente tienen menor crecimiento (BRANDAO, 2004). De acuerdo a GRANADO (2000), cuando los peces son confinados a altas densidades, el espacio individual o colectivo se puede convertir en un factor limitante de la producción.

### 3.2.1.5. Stress

BRANDAO (2004) indica que las respuestas al stress son divididas en tres categorías: respuestas primarias son las hormonales, secundarias cambios en los parámetros fisiológicos y bioquímicos y terciarias comprometen el desempeño, cambios en el comportamiento y aumento en la susceptibilidad a enfermedades.

## 2.4. Parámetros sanguíneos

Los parámetros sanguíneos en los peces indican su estado fisiológico, que a su vez sirve para evaluar el control de enfermedades infecciosas, desbalance nutricional, efectos tóxicos, condiciones anóxicas, cambios ambientales y otros agentes estresantes que se presentan durante la crianza de peces (HAHN-VON, 2011).

### 2.4.1. Morfofisiología del tejido sanguíneo

El volumen de sangre involucrado en esta parte del proceso circulatorio es muy bajo, correspondiendo al 1.5 - 3% del peso del cuerpo en los peces teleósteos superiores (LAGLER *et al.*, 1990).

Las reacciones fisiológicas de los peces se divide generalmente en primaria y secundaria, el aumento del estrés o cortisol en la sangre es una

respuesta primaria importante, mientras que la elevación de la glucosa en la sangre y cambios en los valores hematológicos son efectos secundarios (HOSHIBA, 2009).

#### 2.4.1.1. Eritrocitos

Los eritrocitos son las células más abundantes en la circulación, su principal función es el transporte de oxígeno y anhídrido carbónico por medio de la combinación de hemoglobina con  $O_2$  formando oxihemoglobina (AVARES, 2009). Una deficiencia de eritrocitos repercute en la falta de  $O_2$  en los tejidos (PETRY, 2008).

La adrenalina produce desequilibrio en los iones y los niveles del agua produciendo hinchamiento de las células sanguíneas, modificando el número y tamaño de las células y el porcentaje de hematocrito, demanda oxígeno, especialmente en estrés agudo, durante el cual se observan cambios significativos en los valores hematológicos o en el número de glóbulos rojos (BARANDICA, 2008).

#### 2.4.1.2. Hematocrito

JARAMILLO & VALDEBENITO (2005) mencionan que éste valor describe el porcentaje de células transportadoras de oxígeno con respecto al volumen total de sangre. El hematocrito se lee en porcentaje (%) de acuerdo

con el método de micro-hematocrito en tubos capilares (TAVARES *et al.*, 1999).

SANZ *et al.* (2007) mencionan que los peces de la cuenca amazónica (aguas pobres en oxígeno), presentan mayor porcentaje de hematocrito frente a peces de aguas más oxigenadas, ésta característica de los peces amazónicos se da por la necesidad de aprovechar de manera más eficiente el poco oxígeno disponible, esto se ve compensado por la capacidad de conseguir oxígeno en ambientes con menor cantidad y disponibilidad del mismo.

FONSECA (2010) evaluando alevinos de paiche con pesos promedio de 25 g en Brasil en un sistema semiintensivo registró 33,8% de hematocrito; por otro lado SERRANO (2013) determinó valores hematológicos en paiche criados en cautiverio en Iquitos – Perú, en las edades de 10 – 30 y 31 – 180 días de vida, reportando porcentajes de hematocrito de 32.1 y 25.2% correspondientemente; así mismo TAVARES (2007) evaluando juveniles de paiche con peso promedio de 701 g en Brasil, encontró un porcentaje de hematocrito de 34.4%.

En el caso de peces carnívoros RANZANI (2005) en Brasil determinó 24.3% de hematocrito en alevinos de *Pseudoplatystoma fasciatum* criados en cautiverio con un peso promedio de 138.5 g y talla de 29.5 cm;

CENTENO (2007) en *Colossoma macropomum* con peso 10.3 g y talla de 15.1 cm registró 29.8% de hematocrito.

#### 2.4.1.3. Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína conjugada normalmente presente sólo en los eritrocitos. Está constituida por cuatro grupos heme (porfirinas), unidos a una cadena polipeptídica. Los grupos hemes son capaces de ligar reversiblemente oxígeno o dióxido de carbono (CENTENO *et al.*, 2007). La hemoglobina componente principal de los eritrocitos, representa el 32 % de la masa total del glóbulo rojo y es el mejor índice para medir la capacidad de transporte de gases de la sangre (FORELLAT, 2010).

FONSECA (2010) evaluando alevinos de paiche con pesos promedio de 25 g en Brasil en un sistema semiintensivo encontró 9.1 g/dL; TAVARES (2007) evaluando juveniles de paiche con peso promedio de 701 g en Brasil, encontró un valor de 10.4 g/dL; SERRANO (2013) determinó valores hematológicos de paiche criados en cautiverio en Iquitos – Perú, en las edades de 10 – 30 y 31 – 180 días de vida reportando valores de hemoglobina de 8.67 y 7.24 g/dL respectivamente.

En el caso de peces carnívoros RANZANI (2005) en Brasil, con alevinos de *Pseudoplatystoma fasciatum* criados en cautiverio con un peso promedio de 138.5 g y talla de 29.5 cm reporta valores de hemoglobina de 5.4

g/dL; GARAY (2011) reporta 6.37 g/dL de hemoglobina en alevinos, de *Piaractus brachypomus* cultivados en selva alta con peso de 3.35 g y 9.25 cm de longitud criados en estanques de tierra.

El hematocrito y hemoglobina aumentan durante el primer año de vida debido a que el metabolismo del pez es mayor en su crecimiento. Por lo tanto puede esperarse la alteración de los valores hematológicos al crecimiento de los tejidos hematopoyéticos, los que continúan conforme se convierten en juveniles FONSECA (2010), CATELLANOS *et al.*, (2003). El mayor contenido de hemoglobina por glóbulo rojo unido al mayor tamaño de los glóbulos rojos motiva que el contenido total de hemoglobina sea superior (SANZ, 2007).

## 2.5. Perfil bioquímico sanguíneo

La existencia de gran número de pruebas bioquímicas disponibles, aplicadas en forma simultánea (perfil bioquímico) permite obtener información sobre diferentes aspectos del metabolismo de prácticamente todos los órganos y sistemas del individuo. Perfil bioquímico sanguíneo puede ser afectado por las características nutricionales de la dieta TÓRRES (2012).

### 2.4.1. Glucosa

La glucosa es un eficiente indicador de los desórdenes fisiológicos por ser fuente de energía utilizada por los peces para soportar situaciones

desfavorables y extremas, altas densidades en el estanque causan aumento en la glucosa sanguínea (BRANDAO, 2004). MARCANO (2011) reporta que debemos considerar que las cantidades de glucosa circulantes en la sangre guardan íntima relación con el estado nutricional, la dieta y la temperatura a la que estén sujetos los peces.

El paiche cuando es expuesto a altas concentraciones de amoníaco tiene una latencia importante en las respuestas fisiológicas al estrés y tiene poca capacidad para movilizar la glucosa como energía para hacer frente a la situación desfavorable (RODRÍGUEZ, 2006).

FONSECA (2010) evaluando alevinos de paiche de 25.9 g y 16.1 cm en un sistema semiintensivo reporta 61.9 mg/dL de glucosa y en juveniles de 2.350 kg una concentración de 48.5mg/dL; BRANDAO (2004) reporta concentraciones de glucosa de 88.9 mg/dL en juveniles de paiche cuando evaluó el efecto del transporte y densidad; TAVARES (2007) indica una concentración de 152.4 mg/dL en juveniles de paiche con pesos de 793.4 g.

#### 2.4.2. Proteína

Las proteínas son usadas como energía a partir de la desaminación de los aminoácidos catalizándose su esqueleto de carbono para producir energía. Después de la alimentación de los peces, la mayoría de los aminoácidos esenciales en la sangre pueden alcanzar una concentración del

más del doble de la observada durante el ayuno (HIPHER, 1993). Un exceso de proteínas puede retardar el crecimiento, ya que se gasta energía en la eliminación de los restos de nitrógeno, sin embargo en los peces este gasto es bajo ya que parte del nitrógeno es eliminado por las branquias (HERRERA, 2004).

FONSECA (2010) evaluando los parámetros bioquímicos de alevinos de paiche provenientes de crianza semiintensiva determinó 1.99 g/dL de proteína; en juveniles de 2.350 kg concentración de 3.5 g/dL. Por otro lado; TAVARES (2007) evaluando juveniles de paiche con pesos de 793. 4 g y alimentados con 40% de proteína, reporta 6.5 g/dL de proteína.

Trabajos de investigación por algunos autores es otras especies reportan resultados de 2.86 g/dL de proteína en juveniles de *Piaractus brachypomus* con peso promedio de 48 g y biomasa final de 1.44 kg/m<sup>3</sup>, criados en laboratorio por TÓRREZ (2012) y en alevinos de *Colossoma macropomum* con peso promedio de 32 g concentraciones de proteína de 2.3 g/dL (OLIVEIRA, 2009).

### 2.4.3. Albumina

La albúmina es vital para el mantenimiento de la presión oncótica de la sangre mediante este proceso evita la fuga de líquidos a los tejidos (HERRERA, 2004).

La albúmina es la proteína más abundante del plasma y es producida exclusivamente por el hígado y por ende la medición de la albúmina en sangre es un buen indicador del correcto estado del hígado es decir la baja concentración de albúmina indica deficiencia de la función hepática (SOZA, 2007). HERRERA (2004) menciona que los neonatos y animales muy jóvenes tienen concentraciones más bajas de albúmina debido a la escasa cantidad de inmunoglobulinas que poseen.

#### 2.4.4. Colesterol

La mayor parte del colesterol se sintetiza en el hígado, el resto procede de la dieta, el excedente se excreta a través de la bilis. Concentraciones elevadas de colesterol y triglicéridos se pueden atribuir a la calidad del alimento (CASTELLANOS, 2003).

FONSECA (2010) evaluando los parámetros bioquímicos de alevinos de paiche provenientes de crianza semiintensiva determinó 280.2 mg/dL colesterol y, en juveniles de 2.350 kg una concentración de 255.8 mg/dL; TAVARES (2007) evaluando juveniles de paiche con pesos de 793.4 g y alimentados con 40% de proteína, reporta 204.1 mg/dL de colesterol. Trabajos de investigación en otras especies reportan resultados en cuanto colesterol de 100.3 mg/dL en juveniles (peso promedio 32 g) de *Piaractus brachypomus* realizado en laboratorio (TÓRREZ, 2012).

#### 2.4.5. Triglicéridos

Son una fuente importante de energía para el metabolismo en el músculo de los peces, estos son mayormente oxidados en el musculo rojo a comparación de los mamíferos que se realiza en el hígado. La energía que no se utiliza de inmediato se almacena como glicógeno y grasa para su uso posterior, dado que en los peces las reservas de glicógeno son bajas. (HEPHER, 1993).

FONSECA (2010) evaluando el perfil bioquímico sanguíneo de alevinos de paiche en crianza semiintensiva, determinó 73.5 mg/dL colesterol y, en juveniles de 2.350 kg una concentración de 397.6 mg/dL. Por otro lado TAVARES (2007) en juveniles de paiche con pesos de 793. 4 g y alimentados con 40% de proteína, reporta 308.1 mg/dL de triglicéridos.

#### 2.4.6. Alanina aminotransferasa (ALT)

Las dos enzimas que con frecuencia se analizan en estudios de peces son alanina aminotransferasa y aspartato aminotransferasa (WALTON, 1982).

Son enzimas producidas por las células hepáticas. Estas enzimas se elevan siempre que ocurren daños en el tejido hepático producido por una lesión hepática repercutirá en el aumento de la ALT mayor que la AST (REY & SOLARI, 2010). La ALT centra su actividad a nivel hepático (HERRERA, 2004).

Las concentraciones de ALT aumentan cuando las células hepáticas están dañadas o se están muriendo. A concentraciones de ALT más elevadas, ocurre, mayor muerte celular o daño del hígado (BIOSIMEX, 2003). El incremento de ALT es constante cuando se presenta hiperplasia del epitelio branquial, así como cambios degenerativos y hemorragia en hígado cuando los peces son expuestos a estrés crónico por amonio (OCAMPO, 1999).

MARCANO (2011) reporta concentraciones de 4.83 UI/l en juveniles de *Colossoma macropomum*; concentraciones 5.67 U/l en salmón atlántico y en el caso de la trucha arcoíris 4.83 U/l (HERRERA, 2004).

#### 2.4.7. Aspartato aminotransferasa (AST)

En el caso de AST, su actividad está ligada a células cardíacas, hepáticas, musculares y renales. Al existir alteración de la AST debe existir también un incremento de la ALT si se quiere especificar que el resultado es producto de un daño hepático, además de ello las concentraciones de AST se ven aumentados en sueros hemolizados (HERRERA 2004).

MARCANO (2011) reporta concentraciones promedio de la actividad enzimática de AST en juveniles de *Colossoma macropomum* 143.6 UI/l; de igual manera. HERRERA (2004) indica concentraciones promedio de AST en salmón atlántico de 80.56 U/l.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento

El bioensayo se ejecutó en las instalaciones del laboratorio de manejo de alevinos de paiche de la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Ucayali, ubicado en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali.

Geográficamente se ubica en la parte centro oriental del Perú a una altitud de 154 m.s.n.m; cuyas coordenadas son 8° 22' 59" latitud sur, 79° 33' 00" longitud oeste. El clima de Pucallpa es tropical cálido todo el año. La temperatura promedio durante el año es 26°C, La temperatura máxima promedio es 33°C y la temperatura mínima es 21.5°C promedio. La precipitación anual es de 1570 mm., con mayor precipitación entre los meses de octubre y abril. La investigación tuvo una duración de 63 días en la fase experimental desde el 24 de abril hasta el 25 de junio del 2013.

### 3.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental

### 3.3. Instalaciones, equipos y materiales

#### 3.3.1. Laboratorios

Los análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio “Natura” E.I.R.L ubicado en la ciudad de Coronel Portillo - Pucallpa para realizar los análisis de hematocrito, hemoglobina, centrifugar las muestras para la obtención del suero y mantenerlas en refrigeración. Los análisis del perfil bioquímico sanguíneo se realizó en el laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia – UNAS en la ciudad de Tingo María.

#### 3.3.2. Equipos

Los equipos utilizados en el experimento, toma de datos y análisis, se usó varios equipos: kit de análisis de agua, balanza digital, ictiómetro, termómetro, tubos de ensayo, gradillas, centrifugas, refrigeradoras, baño maría, espectrofotómetro, cámara fotográfica.

#### 3.3.3. Materiales

##### 3.3.3.1. Manejo de alevinos de paiche en laboratorio

En el manejo de alevinos se utilizaron 12 tinas plásticas circulares de color azul, con capacidad de 85 L; las cuales fueron adecuadas a un

sistema de recambio de agua, siendo perforadas con un radio de 1 cm a la altura que contenga 56 L, en donde se colocó un tubo de pvc de 1 cm de radio de 40 cm de largo ubicado de forma horizontal (22 cm dentro y 18 cm fuera de la tina) y 18 cm de forma vertical unidos por un codo de 1 cm de radio, los que sirvieron para el recambio de agua y mantener el nivel del agua (56 L) constantemente. Las tinas fueron colocadas a una altura de 0.80 m sobre 02 tanques de concreto rectangulares sostenidos por listones de 120 x 16 x 3.5 cm y tablas 0.80 m x 6 m de ancho y largo respectivamente.

### 3.3.3.2. Abastecimiento de agua a las unidades experimentales

El abastecimiento de agua al laboratorio de manejo de alevinos de paiche, procede de un pozo tubular de 100 m de profundidad, almacenándose en un tanque elevado de 25 m de altura y de 30 m<sup>3</sup>. Las tinas fueron abastecidas de agua mediante un tubo de pvc perforado uniformemente, el ingreso de agua se controló mediante una llave que permitió mantener la entrada de agua a un caudal de 1.7L/min. El recambio de agua se realizó por un tiempo de 4:30 horas diarias divididas en 1:30 horas (7:00 a.m, 12:00 y 5:00 p.m) en los primeros 33 días, en los últimos 30 se incrementó a 6 horas diarias divididas en 1:30 horas (7 a.m, 11 a.m, 2:30 pm y 5:00 p.m).

Las tinas fueron aseguradas con una tapa para evitar que los alevinos salgan al saltar, para ello se colocó encima una tapa construida con tablillas de madera y malla de color verde con 2/4 de trama y un marco de 72

cm x 70 de largo y ancho respectivamente. Previo a la instalación del experimento las tinas fueron desinfectadas con lejía (1 cojín de 125 ml por 10 litros de agua).

### 3.4. Material biológico

Los peces experimentales fueron alevinos de la especie *Arapaima gigas* de 75 días de edad con un peso inicial de  $75.06 \pm 10$  g y  $22.69 \pm 1.2$  cm de talla en promedio; obtenidos por reproducción natural en condiciones de cautiverio del IIAP – Ucayali, posterior al manejo de levante, fueron criados 300 alevinos hasta 75 días de edad en 2 tanques rectangulares de concreto recubiertos con mayólica en la parte interna, con capacidad de 1000 L, recambio constante de agua y alimentados ad libitum con un alimento balanceado (50% de proteína). Para el trabajo experimental, de los 300 alevinos criados se tomó 168 alevinos que fueron distribuidos en tres tratamientos y cuatro repeticiones.

### 3.5. Metodología

#### 3.5.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

La calidad de agua fue monitoreada y analizada mediante un kit de análisis de aguas dulces FRESHWATER AQUACULTURE modelo AQ - 2 marca LAMOTTE el mismo que detalla los procedimientos de análisis para

cada parámetro. Los análisis fueron tomados durante los días 12, 42 y 62 de la evaluación, 2 análisis por fecha después de 2 y 13 horas del recambio, realizándose en total 6 análisis, para lo cual se tomó al alzar muestra de agua de una repetición por tratamiento; al inicio del ensayo se realizó un análisis del agua del tanque de abastecimiento . Los parámetros registrados fueron: amonio, nitrito, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, alcalinidad, dureza, pH y temperatura.

### 3.5.2. Parámetros biométricos

Los parámetros biométricos fueron evaluados cada 10 días, con excepción de la primera evaluación, que se registró a los 13 días.

- Periodo 1 de 0 a 23 días experimentales (75 – 98 días de edad)
- Periodo 2 de 0 a 43 días experimentales (75 –118 días de edad)
- Periodo total de 0 a 63 días experimentales (75 – 138 días de edad)

#### 3.5.2.1. Consumo de alimento diario (CAD)

Para alimentar a los alevinos de paiche se utilizó un alimento comercial tipo extrusado “Puripaiche” de 6 mm de diámetro.

La energía digestible del “Puripaiche” fue calculada mediante la información nutricional que ofrece la Empresa Purina.

Cuadro 1. Composición proximal del alimento extrusado "Puripaiche" utilizado en la alimentación de alevinos de paiche sometidos a tres diferentes densidades, durante 63 días experimentales.

Nutriente	Unidad de medida	Cantidad
Humedad	%	12
Materia seca	%	88
Ceniza	%	12
Proteína	%	50
Extracto etéreo	%	10
Fibra cruda	%	2
Extracto libre de nitrógeno	%	14
Energía digestible	kcal/kg	3540

Fuente: PURINA (2010)

Para el cálculo de extracto libre de nitrógeno (ELN) se utilizó la siguiente fórmula.

$$ELN = (H^{\circ} + PC + EE + CZ + FC)$$

Donde:

ELN= Extracto libre de nitrógeno

H°= Humedad

PC= Proteína cruda

EE= Extracto etéreo

CZ= Ceniza

FC= Fibra cruda

El cálculo de la energía digestible (g) se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cal/g} = \sum(4(\text{PC} + \text{FC} + \text{ELN}) + \text{EE} \times 9)$$

Donde:

Cal= Calorías (cal/g  $\Rightarrow$  Kcal/kg, se realiza extrapolando a 1000g)

$\Sigma$ = Sumatoria

El alimento fue suministrado con una tasa de alimentación del 3% de su biomasa, con una frecuencia de 2 horas durante los 7 días de la semana. Las raciones para cada repetición y el alimento no consumido fueron pesadas diariamente. Los cálculos se realizaron mediante la siguiente fórmula.

➤ Biomasa

$$B = N^{\circ}A \times Wp$$

Donde:

B: Biomasa

N<sup>°</sup>A: Número de alevinos

Wp: Peso promedio de los alevinos

➤ Suministro de alimento (SA):

$$AS = \frac{TA \times B \text{ (kg)}}{100}$$

Donde:

AS = Alimento suministrado

TA = Tasa alimentaria

B (kg) = Biomasa de los alevinos (kg)

### 3.5.2.2. Ganancia de peso diario (GPD)

La ganancia de peso diario se determinó mediante la diferencia entre el peso final ( $P_f$ ) y el peso inicial ( $P_i$ ) dividido entre el número de días experimentales y se realizó cada 10 días registrando el peso del total de los alevinos de cada tratamiento y sus repeticiones. Utilizando una balanza digital de marca DS425 con un rango de 0 - 3 Kg y una sensibilidad de 0.1 gr.

$$GDP = \frac{P_f(g) - P_i(g)}{N}$$

Donde:

GDP = Ganancia de peso diario

$P_f$  (g) = Peso final en gramos

$P_i$  (g) = Peso inicial en gramos

N = Días de evaluación

### 3.5.2.3. Conversión alimenticia aparente (CAA)

Es la relación entre el alimento consumido (AC) y la ganancia de peso (GP). Se calculó en cada evaluación el mismo que es un indicador del efecto de la densidad en el ensayo y se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$CAA = \frac{AC}{GPD}$$

Donde:

CAA = Conversión alimenticia aparente

AC = Alimento consumido

GP = Ganancia de peso diario

#### 3.5.2.4. Incremento de talla

La talla se registró midiendo al 100% de la población. El incremento de este parámetro biométrico se obtuvo midiendo la longitud del total de alevinos, por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones. Se utilizó un ictiómetro de 50 cm graduado al milímetro, realizándose 07 evaluaciones con un intervalo de 10 días.

$$GT = L_f - L_i$$

Donde:

GT = Incremento de talla

$L_i$  = Longitud inicial (cm)

$L_f$  = Longitud final (cm)

#### 3.5.2.5. Factor de condición (K)

El grado de robustez o índice corporal manifiesta el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio donde vive.

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

Donde:

K = Factor de condición

PT = peso total (g)

L = Longitud total (cm)

#### 3.5.2.6. Biomasa (kg/m<sup>3</sup>)

La crianza de peces involucra calcular la intensidad de la biomasa por 1m<sup>3</sup> de agua. Para reportar la biomasa real del ensayo en kg/m<sup>3</sup> se realizó extrapolándolo los datos de la biomasa real, mediante una herramienta matemática denominada regla de tres simple.

#### 3.5.3. Parámetros sanguíneos

Los parámetros sanguíneos se evaluaron en tres periodos:

- Periodo 1: 0 días experimentales (75 días de edad)
- Periodo 2: 33 días experimentales (108 días de edad)
- Periodo 3: 63 días experimentales (138 días de edad)

##### 3.5.3.1. Detalles iniciales

Las tomas de muestra de sangre se realizaron en tres periodos: La primera toma de muestras fue al día 0 de iniciado el ensayo, para ello se capturó al azar 4 alevinos de paiche de la población; la segunda toma de muestras se realizó en el día 33 y la tercera a los 63 días de iniciado el ensayo;

para la segunda y tercera toma, se tomó 1 paiche de cada repetición por tratamiento (12 paiches). En total se extrajo sangre de 28 alevinos y se tomaron 56 muestras.

Las muestras que se utilizó fue de 2 formas; muestras de sangre entera y suero sanguíneo; las muestras de sangre entera para los análisis de hematocrito y hemoglobina, entretanto que las muestras de suero sanguíneo fueron para determinar las concentraciones de glucosa, proteína albúmina, colesterol, triglicéridos, alanina aminotransferasa, aspartato aminotransferasa. La toma de las muestras se hizo por las mañanas y en ayuno.

#### 3.5.3.1.1. Captura y anestesia

Los alevinos fueron capturados al azar de cada repetición por tratamiento y mediante un carcal, para ello se redujo el nivel del agua de las tinas a 20 litros con la finalidad de capturarlos con facilidad y disminuir el stress. Posteriormente se colocaron a los alevinos en una solución anestésica. Para ello se utilizó un balde con 6 litros de agua, luego con una jeringa de tuberculina se mezcló 0.2 ml de Eugenol U.S.P marca comercial "Moyco" (4 - alil - 2 - metoxifenol) más 0.2 ml de alcohol de 96°, se agitó y procedió a mezclar homogéneamente.

Posteriormente los alevinos fueron introducidos a la solución anestésica por un tiempo de 50 segundos aproximadamente hasta observar las

características de anestesia de un nivel II; que consiste en la pérdida parcial del equilibrio, dificultad para mantener la posición normal de nado y sin movimiento; luego se extrajo sangre mediante la punción de la arteria caudal. Este proceso conllevó 2 punciones por alevino y se usó 2 jeringas de 3 ml y 2 agujas de tuberculina por cada pez.

#### 3.5.3.1.1. Toma de muestra de sangre para determinar el perfil bioquímico sanguíneo

El perfil bioquímico sanguíneo se analizó mediante la extracción de 1.5 ml de sangre de la arteria caudal (1<sup>ra</sup> punción) y se colocó en un tubo de ensayo previamente identificado, luego se refrigeró (30 min después de la extracción) las muestras y fue trasladado en una caja de tecnopor al Laboratorio "Natura" de la ciudad de Coronel Portillo – Pucallpa, para obtener suero se centrifugó 1.5 ml de sangre entera, se usó una Centrífuga marca GERMANY modelo PCL de 3000 RPM un tiempo de 3 min, separándose el suero mediante una micropipeta marca DRAND de 100 µl.

La muestra de suero se mantuvo en refrigeración a temperatura de - 6 °C. Al concluir el ensayo se trasladó las muestras en una caja de tecnopor bajo refrigeración al Laboratorio de Sanidad Animal de la Facultad de Zootecnia

fueron leídas en un espectrofotómetro marca URIT modelo Urit – 180, calibrado para cada parámetro y bajo indicaciones de WINER LAB (2008).

#### 3.5.3.1.2. Toma de muestra de sangre para el análisis de valores hematológicos

En este procedimiento se utilizó una jeringa previamente heparinizada con anticoagulante de marca comercial “hemonor” (Heparina sódica 250000 UI/5 ml) para “bañar” la jeringa. La punción se hizo en la arteria caudal del alevino a 1.5 cm de distancia de la primera punción en dirección a la cabeza (2<sup>da</sup> punción). Para determinar los valores hematológicos se utilizó sangre fresca entera y a partir de los 30 min de ser extraídas puesto en refrigeración, trasladadas y posteriormente analizadas en el Laboratorio “Natura” de la ciudad de Coronel Portillo – Pucallpa.

#### 3.5.3.2. Análisis de los valores hematológicos

##### 3.5.3.2.1. Hematocrito

El porcentaje del hematocrito se determinó utilizando sangre entera fresca, posteriormente se llenó los tubos capilares que contenían anticoagulante sellándose con plastilina, a cada una de las muestras T1, T2, T3 con sus respectivas repeticiones, luego se llevó a centrifugar en una centrífuga digital regulable para microhematocrito marca “GERMANY” modelo KHT 400, a

1000 RPM por 10 minutos de acuerdo con el método de microhematocrito en tubos capilares (TAVARES *et. al.*, 1999).

#### 3.5.3.2.2. Hemoglobina

Los valores de hemoglobina se determinó utilizando el reactivo Drabkin x 500 ml del laboratorio BIOLABTEST. Luego se calibró el espectrofotómetro a una longitud de onda de 546nm, luego se determinó la densidad óptica de un patrón artificial (hemoglobina estándar de 18 g de BALTEK), después se tomó 15 µl de sangre de las muestras al cual se le adicionó 2.5 ml de solución Drabkin, se agitó para homogenizar y en el espectrofotómetro se hizo la lectura; al final se multiplicó el resultado por 0.3388 para obtener los resultados.

#### 3.5.3.3. Análisis del perfil bioquímico sanguíneo

##### 3.5.3.3.1. Glucosa

La glucosa se determinó usando treinta tubos de ensayo previamente rotulados: 1B (blanco), 1S (stándard) y 28D (desconocido). En el tubo S se añadió 20 µl de suero patrón, en el tubo D 20 µl de muestra y 2 ml de reactivo de trabajo a los 3 tubos, se llevó a baño maría a 36.9 °C por 10 min. Después se hizo lectura en el espectrofotómetro a 505 mn.

#### 3.5.3.3.2. Proteína

La proteína se determinó utilizando el paquete analítico del laboratorio WINER quienes indican el siguiente método: colocar en tres tubos de ensayo respectivamente rotulados; 1B (blanco), 1S (estándar) y 28D (desconocido). Luego se colocó 50 µl de agua destilada en el tubo B, 50 µl de suero patrón en la S y en la D 50 µl de la muestra; para después añadir 3.5 ml de reactivo EDTA/Cu a los tres tubos, se mezcló y posteriormente incubamos a 36.9°C por 15 minutos. Finalmente se procedió a leer los resultados en un espectrofotómetro a 540 nm llevando a cero con el blanco.

#### 3.5.3.3.3. Albúmina

La albumina se determinó utilizando treinta tubos de ensayo respectivamente rotulados: 1B (blanco), 1S (estándar) y 28D (desconocido). En el tubo S añadió 10 µl de suero patrón, en el tubo D 10 µl de muestra y 3.5 ml de reactivo BCF a los 3 tubos; luego mezclamos e incubamos a 26°C por 10 minutos; se procedió a leer los resultados en el espectrofotómetro a 625 nm.

#### 3.5.3.3.4. Colesterol

El colesterol se determinó utilizando treinta tubos de ensayo rotulados: 1B (blanco), 1S (stándard) y 28 (desconocido). En el tubo S se añadió 20 µl de suero patrón, en el tubo D 20 µl de muestra y 2 ml de reactivo

de trabajo a los 3 tubos, se llevó a baño de agua a una temperatura de 36.9 °C por 15 min. Luego se realizó la lectura en el espectrofotómetro a 505 nm llevando el equipo a cero con el blanco.

#### 3.5.3.3.5. Triglicéridos

Los triglicéridos se determinaron mediante la homogenización inicial de las muestras, para ello se utilizaron treinta tubos de ensayo rotulados: 1B (blanco), 1S (estándar) y 28D (desconocido). En el tubo S se añadió 10 µl de suero patrón, en el tubo D 10 µl de muestra y 1ml de reactivo de trabajo a los 3 tubos, se llevó a baño de agua a una temperatura de 36.9 °C por 5 min., luego se enfrió y se realizó la lectura en el espectrofotómetro a 505 nm.

#### 3.5.3.3.6. Aspartato aminotransferasa (AST)

La AST se determinó utilizando trece tubos de ensayo rotulados: 1 para B (blanco) y 28 para D (desconocido). En los tubos B y D se añadió 0.5 ml de sustrato de AST a cada tubo, seguidamente se llevó a baño de agua a una temperatura de 36.9 °C por 3 min. Luego se añadió 100 µl de suero al tubo B y 100 µl de agua destilada al tubo D, se agitó buscando homogenizar para llevar por 30 min a Baño María a 36.9 °C. Después se agregó a los dos tubos 0.5 ml de reactivo 2.4 DNFH, mezcló y llevó a incubar a 36.9 °C por 10 min, se agregó a los dos tubos 5 ml de diluyente para enzimas. Se tomó lectura en el espectrofotómetro a 505 nm llevando el aparato a cero con agua destilada.

### 3.5.3.3.7. Alanina aminotransferasa (ALT)

La ALT se determinó utilizando trece tubos de ensayo rotulados: 1 para B (blanco), y 28 para D (desconocido). En los tubos B y D se añadió 0.5 ml de sustrato de AST a cada tubo, luego se llevó a baño de agua a una temperatura de 36.9 °C por 3 min. Luego se añadió 100 µl de suero al tubo B y 100 µl de agua destilada al tubo D, se agitó homogenizando y llevamos por 30 min a Baño María a 36.9 °C. Después se agregó a los dos tubos 0.5 ml de reactivo 2.4 DNFH mezcló y llevó a incubar a 36.9°C por 10 min, transcurrido este tiempo se agregó a los dos tubos 5 ml de diluyente para enzimas; se retiró, mezcló por inversión y se esperó 2 min. Se tomó lectura en el espectrofotómetro a 505 mn llevando el equipo a cero con agua destilada.

### 3.6. Variable independiente

Densidad de crianza

### 3.7. Tratamientos













Los tratamientos se distribuyeron en tres densidades 7,14 y 21 alevinos de paiche (*Arapaima gigas*) por 56L de agua, con 9.9, 18.8, 27.6 kg/m<sup>3</sup> de biomasa inicial respectivamente.

T 1: 7 alevino/56 L de agua (9.9 kg/m<sup>3</sup>)

T 2: 14 alevinos/56 L de agua (18. 8 kg/m<sup>3</sup>)

T 3: 21 alevinos/5 L de agua (27.6 kg/m<sup>3</sup>)

### 3.8. Croquis de distribución de los tratamientos

 T1R4	 T3R3	 T2R4	 T3R2	 T3R4	 T2R4
 T3R1	 T2R1	 T1R3	 T1R2	 T1R1	 T2R2

### 3.9. Análisis estadístico

Los parámetros biométricos fueron analizados utilizando el diseño completamente al azar (DCA) utilizando la covariable peso, con 3 tratamientos y 4 repeticiones, la unidad experimental fue de 7, 14 y 21 alevinos para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente.

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = j-ésimo peso en el i-ésimo tratamiento

U = media poblacional

$T_i$  = efecto del j-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental

Los parámetros sanguíneos se analizaron utilizando el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3 x 3 (tres densidades de crianza y tres periodos de toma de sangre). Todos los análisis de varianza y comparación de medias se realizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS, 1998) y el test de Tukey.

### 3.10. Variable dependiente

#### Parámetros biométricos

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso diario
- Conversión alimenticia aparente
- Incremento de talla
- Factor de condición
- Biomasa en  $\text{kg/m}^3$

#### Valores hematológicos

- Hematocrito
- Hemoglobina

#### Perfil bioquímico sanguíneo:

- Glucosa
- Proteína
- Albumina
- Colesterol

- Triglicéridos
- Alanina aminotransferasa
- Aspartato aminotransferasa

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Parámetros biométricos

Los resultados de consumo de alimento diario (CAD), ganancia de peso diario (GDP) y conversión alimenticia aparente (CAA), los cuales se muestran en el Cuadro 2. En el periodo 1, 2 y total las variables de CAD y GDP no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) sin embargo la CAA muestra diferencia estadística significativa ( $P<0.05$ ) observándose que los tratamientos T1, T2 con 47.66 y 97.13 kg/m<sup>3</sup> de biomasa final presentan mejor conversión en relación al T3 con 136.89 kg/m<sup>3</sup> de biomasa final, además, la CAA fue semejante entre los alevinos de los T1 y T2.

La Figura 1 muestra el comportamiento en cuanto al consumo de alimento diario entre tratamientos, donde se observa que los alevinos del T1 reducen su consumo de alimento a los 63 días experimentales mientras el T2 y T3 se muestran más estables. Así mismo el ritmo de variación de la, GDP y CAA para los tres tratamientos se observan en las Figuras 2, 3 y 4 respectivamente, tendiendo a incrementarse la CAA y reduciéndose la GDP a los 63 días experimentales (Periodo 3).

Cuadro 2. Parámetros de crecimiento de alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales.

T	P. Inicial (g)	P. Final (g)	CAD (g)	GDP (g)	CAA (g)
Periodo 1 : 0 - 23 días experimentales (75 – 98 días de edad)					
T1	69.7 ± 6.56 <sup>a</sup>	148.5±11.04 <sup>a</sup>	3.12 ± 0.26 <sup>a</sup>	3.53 ± 0.21 <sup>a</sup>	0.88 ± 0.03 <sup>a</sup>
T2	83.2 ± 6.49 <sup>a</sup>	165.9±8.12 <sup>a</sup>	3.12 ± 0.25 <sup>a</sup>	3.36 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.06 <sup>a</sup>
T3	71.9 ± 5.36 <sup>a</sup>	146.1±9.25 <sup>a</sup>	3.14 ± 0.21 <sup>a</sup>	3.28 ± 0.22 <sup>a</sup>	0.95 ± 0.05 <sup>a</sup>
CV	16.65	14.55	1.77	8.74	1.77
P	0.82	0.53	0.88	0.52	0.34
Periodo 2 : 0 - 43 días experimentales (75 - 118 días de edad)					
T1	69.7 ± 6.56 <sup>a</sup>	283.6±15.87 <sup>a</sup>	4.23 ± 0.32 <sup>a</sup>	5.11± 0.22 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.03 <sup>a</sup>
T2	83.2 ± 6.49 <sup>a</sup>	288.2±16.60 <sup>a</sup>	4.17 ± 0.25 <sup>a</sup>	4.59 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.90 ± 0.02 <sup>a</sup>
T3	71.9 ± 5.36 <sup>a</sup>	266.1±16.05 <sup>a</sup>	3.99 ± 0.20 <sup>a</sup>	4.60 ± 0.33 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.04 <sup>a</sup>
CV	16.65	10.45	5.34	9.59	5.34
P	0.82	0.13	0.31	0.11	0.17
Periodo 3 : 0 - 63 días experimentales (75 - 138 días de edad)					
T1	69.6 ± 6.56 <sup>a</sup>	363.8 ± 11.57 <sup>a</sup>	4.43 ± 0.24 <sup>a</sup>	4.71 ± 0.14 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.05 <sup>a</sup>
T2	83.2 ± 6.49 <sup>a</sup>	402.4 ± 13.69 <sup>a</sup>	4.84 ± 0.24 <sup>a</sup>	4.95 ± 0.14 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.05 <sup>a</sup>
T3	71.9 ± 5.36 <sup>a</sup>	361.6 ± 17.47 <sup>a</sup>	4.74 ± 0.25 <sup>a</sup>	4.62 ± 0.24 <sup>a</sup>	1.02 ± 0.03 <sup>b</sup>
CV	16.65	8.3	5.26	7.77	5.26
P	0.82	0.52	0.13	0.52	0.04

Letras diferentes dentro de la columna, diferencia estadística (P<0.05); P= Significancia; CV = Coeficiente de variación; T= Tratamiento; P= Peso, CAD= Consumo de alimento diario; GDP= Ganancia de peso diario; CAA= Conversión alimenticia aparente. T1= (7 alevinos); T2= (14 alevinos); T3= (21 alevinos).

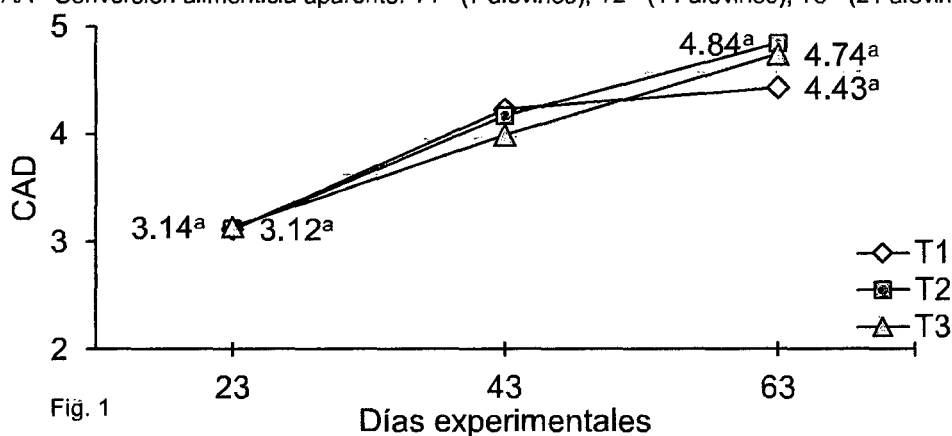


Fig. 1

Días experimentales

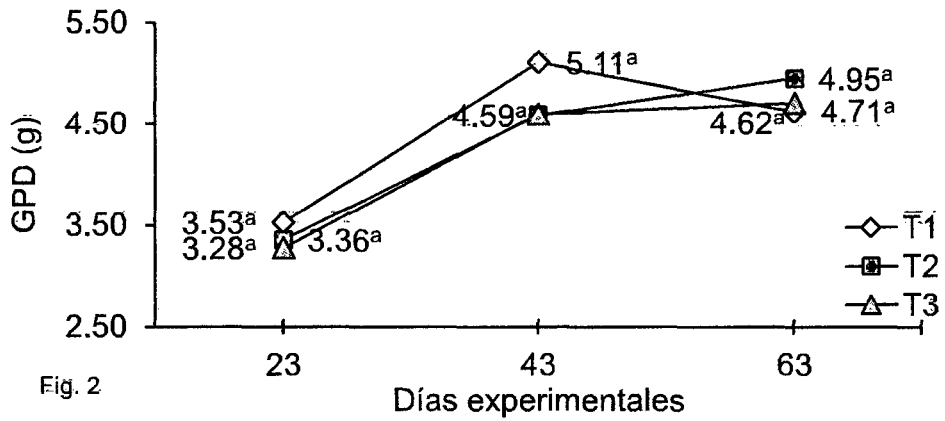


Fig. 2

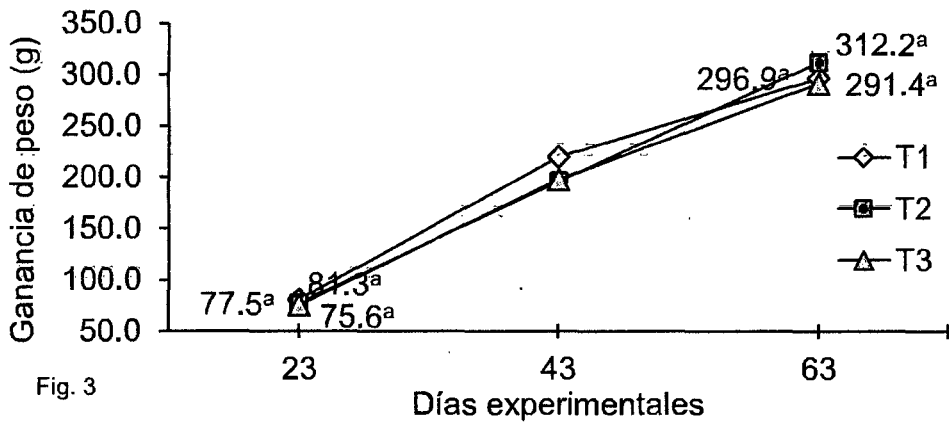


Fig. 3

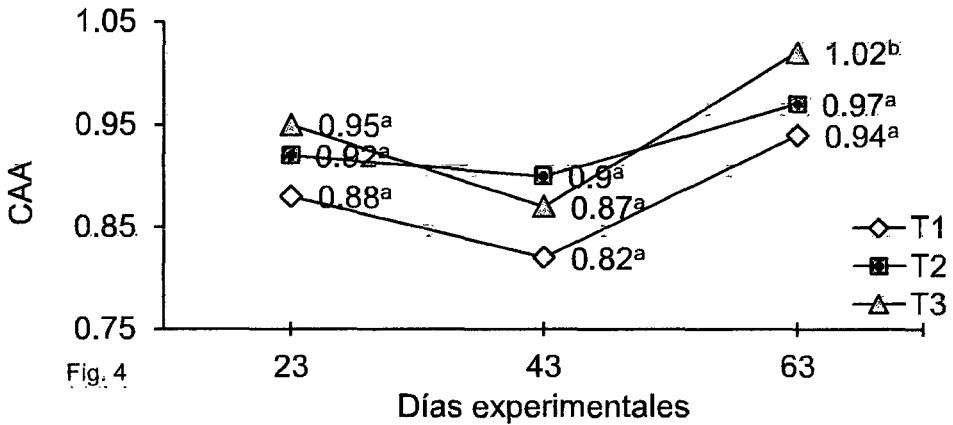


Fig. 4

Figuras 1, 2, 3, 4. Curva de variación de consumo de alimento diario (CAD), ganancia de peso diario (GPD) peso acumulado y conversión alimenticia aparente (CAA) respectivamente, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.

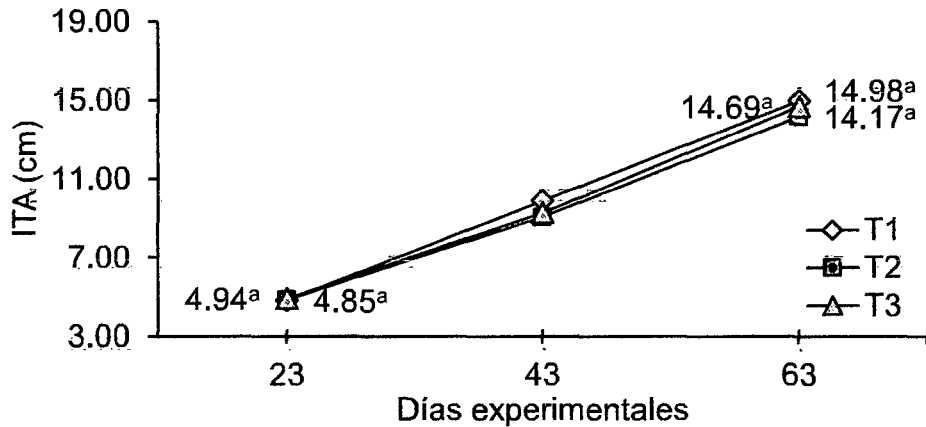
El incremento de Talla Acumulada (ITA) de los alevinos sometidos a tres densidades se reportan en el Cuadro 3. No existe diferencia estadística significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ) en cuanto al incremento de talla, sin embargo el T1 y T2 muestran menor incremento, indicando que el T1 incremento más talla incluso habiendo iniciado con talla menores (22.12 cm) frente al T2 (23.53 cm) y T3 (22.43 cm).

Cuadro 3. Incremento de talla acumulada (cm) de alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días

Tratamiento	Talla Inicial (cm)	Talla Final (cm)	ITA (cm)
Periodo 1 : 0 - 23 días experimentales (75 – 98 días de edad)			
T1 (7 alevinos)	22.12 ± 0.71 <sup>a</sup>	27.04 ± 0.65 <sup>a</sup>	4.85 ± 0.17 <sup>a</sup>
T2 (14 alevinos)	23.53 ± 0.62 <sup>a</sup>	28.32 ± 0.53 <sup>a</sup>	4.89 ± 0.14 <sup>a</sup>
T3 (21 alevinos)	22.43 ± 0.51 <sup>a</sup>	27.41 ± 0.46 <sup>a</sup>	4.94 ± 0.18 <sup>a</sup>
CV	5.38	4.49	6.31
P	0.75	0.7	0.92
Periodo 2 : 0 - 43 días experimentales (75 - 118 días de edad)			
T1 (7 alevinos)	22.12 ± 0.71 <sup>a</sup>	32.18 ± 0.57 <sup>a</sup>	9.90 ± 0.17 <sup>a</sup>
T2 (14 alevinos)	23.53 ± 0.62 <sup>a</sup>	32.59 ± 0.47 <sup>a</sup>	9.29 ± 0.30 <sup>a</sup>
T3 (21 alevinos)	22.43 ± 0.51 <sup>a</sup>	31.60 ± 0.49 <sup>a</sup>	9.08 ± 0.45 <sup>a</sup>
CV	5.38	3	6.29
P	0.75	0.21	0.21
Periodo 3 : 0 - 63 días experimentales (75 - 138 días de edad)			
T1 (7 alevinos)	22.12 ± 0.71 <sup>a</sup>	37.38 ± 0.28 <sup>a</sup>	14.98 ± 0.53 <sup>a</sup>
T2 (14 alevinos)	23.53 ± 0.62 <sup>a</sup>	37.80 ± 0.44 <sup>a</sup>	14.69 ± 0.30 <sup>a</sup>
T3 (21 alevinos)	22.43 ± 0.51 <sup>a</sup>	36.76 ± 0.46 <sup>a</sup>	14.17 ± 0.44 <sup>a</sup>
CV	5.38	2.33	4.27
P	0.75	0.24	0.23

Letras diferentes dentro de la columna, indica diferencia estadística ( $P<0.05$ ); P= Significancia; CV = Coeficiente de variación; ITA= Incremento de talla acumulada.

La tendencia de los resultados en ITA, se muestra en la Figura 5; donde se observa un mayor incremento de talla en el T1 durante los 33 – 63 días experimentales.



Figuras 5. Tendencia del incremento de talla acumulada, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.

En el Cuadro 4 se exhiben los resultados del factor de condición (K) y biomasa en  $\text{kg/m}^3$  (BM). El análisis estadístico muestra que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el factor de condición a los 23 y 63 días experimentales (periodo 1 y 3); la biomasa  $\text{kg/m}^3$  es altamente significativa entre tratamientos ( $P > 0.0001$ ) manteniéndose proporcional a la biomasa inicial y se incrementa de acuerdo a los días experimentales.

La Figura 6 evidencia un incremento progresivo del K hasta los 43 días experimentales (periodo 2) y tiende a decrecer a los 63 días experimentales en los tres tratamientos; la Figura 7 muestra la BM  $\text{kg/m}^3$  en crecimiento progresivo en relación a la densidad y días experimentales.

Cuadro 4. Factor de condición y biomasa ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días.

Tratamiento	K	BM ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
Día 0: 75 días de edad		
T1 (7 alevinos)	$0.64 \pm 0.00^a$	$9.93 \pm 1.24^c$
T2 (14 alevinos)	$0.63 \pm 0.01^a$	$18.86 \pm 2.28^b$
T3 (21 alevinos)	$0.63 \pm 0.00^a$	$27.66 \pm 2.99^a$
CV	2.02	6.57
P	0.83	0.0001
Periodo 1 : 0 - 23 días experimentales (75 – 98 días de edad)		
T1 (7 alevinos)	$0.74 \pm 0.00^a$	$20.38 \pm 1.38^c$
T2 (14 alevinos)	$0.73 \pm 0.01^{ab}$	$38.54 \pm 2.23^b$
T3 (21 alevinos)	$0.71 \pm 0.01^b$	$55.84 \pm 3.47^a$
CV	2.56	7.3
P	0.04	0.0001
Periodo 2 : 0 - 43 días experimentales (75 - 118 días de edad)		
T1 (7 alevinos)	$0.85 \pm 0.01^a$	$37.82 \pm 1.98^c$
T2 (14 alevinos)	$0.83 \pm 0.01^a$	$68.30 \pm 3.66^b$
T3 (21 alevinos)	$0.84 \pm 0.01^a$	$101.18 \pm 6.01^a$
CV	2.45	9.92
P	0.41	0.0001
Periodo 3 : 0 - 63 días experimentales (75 - 138 días de edad)		
T1 (7 alevinos)	$0.67 \pm 0.01^b$	$47.66 \pm 1.44^c$
T2 (14 alevinos)	$0.74 \pm 0.01^a$	$97.13 \pm 3.91^b$
T3 (21 alevinos)	$0.73 \pm 0.01^a$	$136.89 \pm 6.55^a$
CV	2.3	8.38
P	0.02	0.0001

Letras diferentes dentro de la columna, indica diferencia estadística ( $P < 0.05$ ); CV = coeficiente de variación; P= Significancia; K= Factor d condición.

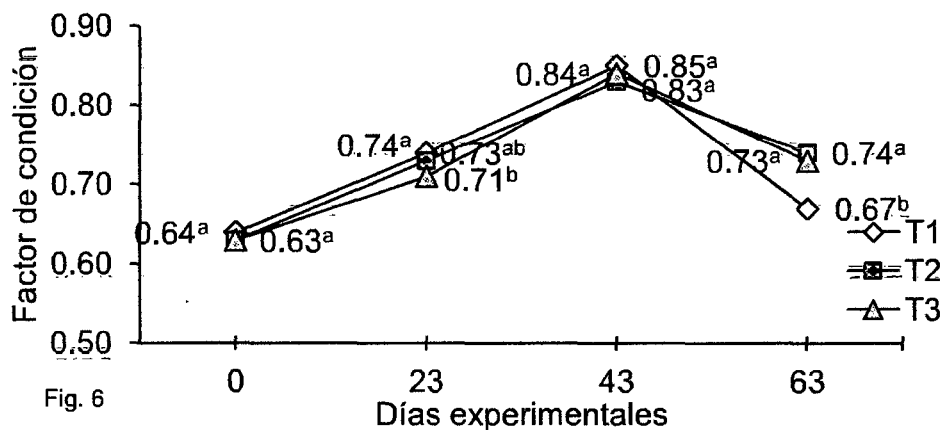


Fig. 6

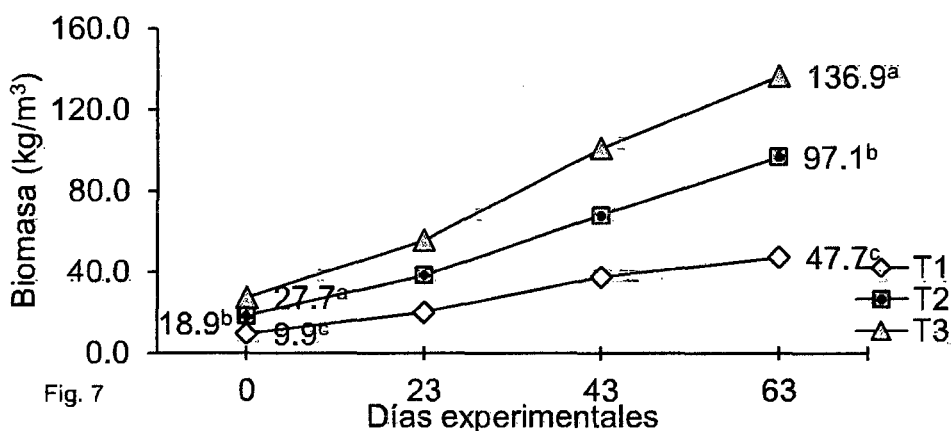


Fig. 7

Figuras 6, 7. Curva de variación del factor de condición y biomasa en  $\text{kg/m}^3$  respectivamente, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.

#### 4.2. Valores hematológicos

En relación a los valores hematológicos los resultados se muestran en el Cuadro 5, éstos se presentan bajo el efecto del factor densidad, edad y la interacción entre densidad por la edad. Para el factor densidad no hubo variación estadística significativa ( $P > 0.05$ ) en relación al hematocrito y hemoglobina; el T2 ( $97.13 \text{ kg/m}^3$ ) presenta el menor porcentaje de hematocrito con 29.93 %, comparado con el T1 ( $47.66 \text{ kg/m}^3$ ) y T3 ( $136.89 \text{ kg/m}^3$ ) con 30.58

y 30.25 % respectivamente; la hemoglobina alcanzó valores de 8.33, 8.43 y 8.56 g/dL para el T1, T2, y T3 respectivamente, siendo evidente que la densidad no hizo variar los valores hematológicos.

Cuadro 5. Valores hematológicos en alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales.

Factores	Parámetros	
	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g/dL)
Densidad	P= 0.71	P= 0.71
Edad	P= 0.0001	P= 0.0008
Densidad x edad	P= 0.33	P= 0.89
CV (%)	6.5	7.94
Densidad		
T1 (7 alevinos)	30.58 ± 1.14 <sup>a</sup>	8.33 ± 0.19 <sup>a</sup>
T2 (14 alevinos)	29.93 ± 0.75 <sup>a</sup>	8.43 ± 0.27 <sup>a</sup>
T3 (21 alevinos)	30.25 ± 0.80 <sup>a</sup>	8.56 ± 0.23 <sup>a</sup>
Edad (días)		
75 <sup>1</sup>	29.75 ± 0.54 <sup>b</sup>	9.03 ± 0.12 <sup>a</sup>
108 <sup>2</sup>	33.33 ± 0.70 <sup>a</sup>	7.84 ± 0.19 <sup>b</sup>
138 <sup>3</sup>	27.60 ± 0.41 <sup>c</sup>	8.45 ± 0.22 <sup>ab</sup>
CV	6.49	7.93

Letras diferentes dentro de la columna, indica diferencia estadística ( $P < 0.05$ ); CV = coeficiente de variación; 1, 2, 3 = 0, 33, 63 días experimentales respectivamente.

En cuanto al factor edad los porcentajes de hematocrito y niveles de hemoglobina si mostraron diferencia estadística ( $P < 0.05$ ); con respecto a hematocrito se registra el nivel más alto (33.3 %) a los 108 días de edad (33 días experimentales); los valores de hemoglobina indican un valor superior a

los 75 días de edad en el inicio del ensayo. La interacción entre la densidad por la edad no muestran variación estadística ( $P>0.05$ ).

#### 4.3. Perfil bioquímico sanguíneo

El Cuadro 6 muestra los resultados del perfil bioquímico sanguíneo de los factores de densidad, edad y la interacción entre la densidad por la edad. En cuanto al factor densidad, la glucosa, triglicéridos y aspartato aminotransferasa (AST) no muestran variación ( $P>0.05$ ) entre tratamientos; entretanto para la proteína, albumina, colesterol y alanina aminotransferasa (ALT) existe diferencia significativa ( $p<0.05$ ) en este mismo factor.

Los mayores concentraciones de glucosa, triglicéridos y AST se registran en los tratamientos T3 ( $136.89 \text{ kg/m}^3$ ), T1 ( $47.66 \text{ kg/m}^3$ ) y T2 ( $97.13 \text{ kg/m}^3$ ) respectivamente. El T3 presenta concentraciones levemente superiores de proteína, albumina y colesterol, mientras que en la ALT muestra menor concentración, el T2 muestra las concentraciones más bajas de proteína, albumina y colesterol, entretanto que registra una concentración alta de ALT.

Con respecto al factor edad los resultados de glucosa, proteína, colesterol, triglicéridos y alanina aminotransferasa presentan diferencias estadística significativa ( $P<0.05$ ) entre las diferentes edades, por otro lado las concentraciones de albúmina y aspartato aminotransferasa no presentan variación estadística ( $P>0.05$ ).

Cuadro 6. Concentraciones promedio del perfil bioquímico sanguíneo en alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales, en función a la densidad, edad e interacción del factor densidad por la edad.

Factores	Parámetros						
	Glucosa mg/dL	Proteína total g/dL	Albumina mg/dL	Colesterol mg/dL	Triglicéridos mg/dL	AST UI/L	ALT UI/L
Densidad	P= 0.75	P= 0.0182	P= 0.0443	P= 0.0163	P= 0.5363	P= 0.7686	P= 0.0037
Edad	P= 0.0084	P= <0.0001	P= 0.1981	P= 0.0117	P= 0.0009	P= 0.5154	P= 0.0010
D x edad	P= 0.6233	P= 0.0155	P= 0.3686	P= 0.2663	P= 0.6733	P= 0.5182	P= 0.0743
CV	31.2	12.65	15.16	29.11	42.18	18.34	31.13
<b>Densidades</b>							
T1	50.72 ± 4.82 <sup>a</sup>	2.46 ± 0.12 <sup>ab</sup>	0.86 ± 0.03 <sup>ab</sup>	167.61 ± 16.77 <sup>ab</sup>	275.49 ± 43.01 <sup>a</sup>	9.99 ± 0.45 <sup>a</sup>	13.25 ± 1.46 <sup>a</sup>
T2	54.69 ± 6.11 <sup>a</sup>	2.32 ± 0.10 <sup>b</sup>	0.78 ± 0.04 <sup>b</sup>	125.88 ± 5.36 <sup>b</sup>	229.40 ± 35.74 <sup>a</sup>	10.21 ± 0.54 <sup>a</sup>	13.33 ± 1.33 <sup>a</sup>
T3	55.58 ± 5.16 <sup>a</sup>	2.70 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.04 <sup>a</sup>	182.20 ± 19.63 <sup>a</sup>	239.97 ± 29.10 <sup>a</sup>	9.67 ± 0.57 <sup>a</sup>	8.50 ± 1.26 <sup>b</sup>
CV	31.19	12.64	15.16	29.11	42.18	18.34	31.12
<b>Edad (días)</b>							
75 <sup>1</sup>	40.31 ± 1.57 <sup>b</sup>	2.00 ± 0.06 <sup>b</sup>	0.91 ± 0.03 <sup>a</sup>	123.30 ± 13.12 <sup>b</sup>	143.48 ± 13.17 <sup>b</sup>	9.50 ± 0.46 <sup>a</sup>	13.00 ± 1.18 <sup>a</sup>
108 <sup>2</sup>	59.99 ± 6.02 <sup>a</sup>	2.66 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.03 <sup>a</sup>	177.80 ± 19.90 <sup>a</sup>	314.82 ± 32.48 <sup>a</sup>	10.43 ± 0.53 <sup>a</sup>	14.00 ± 1.57 <sup>a</sup>
138 <sup>3</sup>	60.69 ± 5.03 <sup>a</sup>	2.81 ± 0.16 <sup>a</sup>	0.84 ± 0.04 <sup>a</sup>	174.59 ± 16.56 <sup>a</sup>	286.59 ± 36.28 <sup>a</sup>	9.91 ± 0.54 <sup>a</sup>	8.08 ± 1.09 <sup>b</sup>

Letras diferentes dentro de la columna, indica diferencia estadística (P<0.05); CV = coeficiente de variación; P= Significancia; D= Densidad; 1, 2, 3 = 0, 33, 63 días experimentales; AST= Aspartato aminotransferasa; ALT= Alanina aminotransferasa; Alev= Alevinos; T1, T2, T3= 7, 14, 21 alevinos respectivamente

Las concentraciones de glucosa, proteína, colesterol y triglicéridos son inferiores a los 75 días de edad de los alevinos, tendiendo a incrementarse conforme avanza la edad, sin embargo, mantienen concentraciones estadísticamente iguales desde los 108 - 138 días de edad; las concentraciones de alanina aminotransferasa presentan mayor concentración entre los 75 a 108 días y son estadísticamente iguales, tendiendo a disminuir a los 138 días de edad presentando una menor concentración comparado a edades menores.

La interacción entre la densidad por la edad para los indicadores del perfil bioquímico sanguíneo, no presentan variación estadística ( $P < 0.05$ ), con excepción de la proteína que es estadística diferente ( $P < 0.05$ ) y se detalla en el Cuadro 7.

La densidad y edad demandó mayor concentración de proteína sérica en el T3 con respecto a la densidad y a los 138 días de edad (63 días experimentales), alcanzando una concentración de 3.39 g/dL en la interacción, concentración superior comparado a las densidades inferiores (T1 y T2) y a menor edad (75 y 108 días).

La Figura 8 muestra la tendencia de variación de la proteína sérica en la interacción entre la densidad por la edad, en donde se observa que varía en el T3 y a los 138 días de edad (63 días experimentales).

Cuadro 7. Interacción de la densidad por la edad para la proteína, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades y evaluados durante 63 días experimentales.

Densidad	Edad		
	75	108	138
T1 (7 alevinos)	2.00 <sup>Ab</sup>	2.00 <sup>Ab</sup>	2.00 <sup>Ab</sup>
T2 (14 alevinos)	2.65 <sup>Aa</sup>	2.63 <sup>Aa</sup>	2.71 <sup>Aa</sup>
T3 (21 alevinos)	2.75 <sup>ABa</sup>	2.30 <sup>Bab</sup>	3.39 <sup>Aa</sup>

AB= Columnas; ab= Filas; Letras diferentes dentro de la columna, indica diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

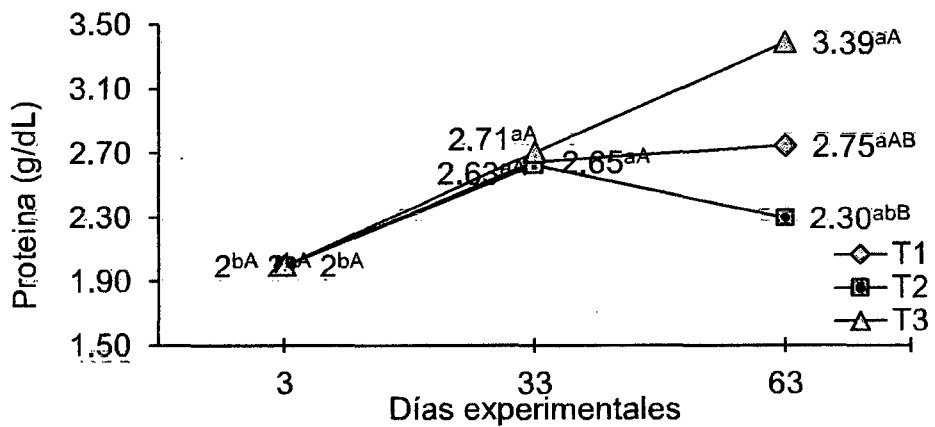


Figura 8. Curva de variación de la proteína en relación a la interacción entre la densidad por la edad, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.

## V. DISCUSIÓN

### 4.1. Parámetros biométricos

#### - Consumo de alimento

En este estudio los resultados muestran que la densidad no influyó sobre el consumo de alimento diario, además; no coincide con GRANADO (2000) quien especifica que la alta densidad reduce el consumo de alimento. Según PADILLA *et al.*, (2003) una adecuada tasa y frecuencia de alimentación son indispensables en la crianza de alevinos, por otro lado TORO (2012) menciona que el estrés por alta densidad es eliminada utilizando buenas técnicas de alimentación; que muy probablemente ocurrió en el presente bioensayo, donde no hubo efecto de las diferentes densidades sobre la ganancia diaria de peso.

Este comportamiento puede explicarse a partir de que, el paiche tiene más predisposición a consumir alimento cuando el número de individuos por grupo es mayor, compensando el consumo de alimento diario de los alevinos en condiciones estresantes más intensas que tienden a reducir el

consumo, la tasa de alimentación fue ajustada cada 10 días, y la frecuencia de alimentación con intervalo de 2 horas.

- Ganancia de peso diario

La ganancia de peso obtenidos en este ensayo son iguales entre tratamientos durante el periodo total del experimento y son superiores a los reportados por DEL RISCO *et al.* (2008) quienes obtuvieron una GDP de 4.5 g con una densidad de 1 alevino/50L en condiciones de laboratorio; los mismos autores mencionan 286 g de ganancia de peso acumulado; difieren con las conclusiones de DEZA *et al.* (2002); GRANADO (2002) y PADILLA (2003), los que aseguran que la alta densidad de crianza genera efectos negativos en la GDP.

El paiche es un pez rústico y presenta respiración aérea, estas cualidades muy posiblemente hicieron que la alta densidad de crianza no afecte la ganancia de peso ni el consumo de alimento.

- Conversión alimenticia aparente

En el presente bioensayo la densidad causó variación estadística significativa en la conversión alimenticia entre tratamientos. Sin embargo son superiores a los mencionados por DEL RISCO *et al.*; (2008) quienes reportan 1.12 de conversión alimenticia en alevinos criados en condiciones de

laboratorio con una densidad de 1 alevino/50L y alimentado con 45% de proteína; incluso son superiores a los datos registrados en alevinos de paiche criados en jaulas flotantes con un alimento peletizado y 50% de proteína, reportados por ALDEA (2002) y PADILLA (2003) quienes indican conversiones de 1.2 y 3.1 respectivamente.

El incremento en la conversión alimenticia se relaciona con la demanda de energía que requiere el organismo para hacer frente a los factores estresantes, evidenciándose en el T3 ( $136.89 \text{ kg/m}^3$ ) según SOBERÓN (2007). La baja CAA en general obtenido en este estudio puede ser atribuida al nivel de proteína en la ración (50%), las características del alimento y técnicas de alimentación arriba mencionadas que facilitaron el consumo de alimento y a las características de los peces que presentan baja conversión alimenticia.

#### - Incremento de talla

El incremento de talla en este bioensayo T1 (14.98 cm), T2 (14.69 cm) y T3 (14.17 cm) no presentaron variación estadística; son superiores a los reportados por DEL RISCO *et al.* (2008) quienes obtuvieron 13.73 cm de GTA en el mismo tiempo de evaluación (63 días experimentales). La relación entre ganancia de peso e incremento de talla guardaron una relación directamente proporcional, obteniendo un crecimiento alométrico negativo (factor de condición  $< 2.5$ ) (CIFUENTES, 2013).

El incremento de talla no fue afectado por la densidad debido a las características innatas que presenta el paiche y ratifica los resultados obtenidos en los parámetros biométricos de consumo de alimento y ganancia de peso, evidenciando su potencialidad para su cultivo.

- Factor de condición

En relación al factor de condición el análisis estadístico mostró diferencias significativas, obteniendo promedios finales de 0.67, 0.74 y 0.73 en los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente y se asemejan a los datos presentados por DEL RISCO *et al.* (2008) de 0.79 distanciándose de PADILLA (2006) quien reporta 0.97.

El descenso del factor de condición no es producto de la densidad directamente, sino obedece a un cambio en la conducta de los alevinos debido a factores de crecimiento, reflejado en la resistencia a la labor de manejo el que involucró: limpieza diaria de las tinas, ruidos de maquinaria por mantenimiento de instalaciones, bajas en la temperatura del agua, estos factores disminuyeron el consumo de alimento al generar stress y es apoyado por SIERRA (2012), CIFUENTES (2012).

Estas causas son evidentes al observar el descenso del factor de condición en el T1, siendo este, el tratamiento con menor densidad (47.66 kg/m<sup>3</sup>), y se explica a partir de que estos contaban con mayor espacio para

desplazarse al huir de los factores estresantes, demandando mayor energía para este fin.

- Biomasa ( $\text{kg/m}^3$ )

La producción de biomasa final es altamente significativa entre tratamientos, produciendo hasta  $136.9 \text{ kg/m}^3$  (T3). Las producciones obtenidas son altamente superiores a los reportados por DEL RISCO *et al.*, (2008) que obtuvieron una producción de  $7.3 \text{ kg/m}^3$  de biomasa final en alevinos de paiche, criados con densidades de 1 alevino/50L en condiciones de laboratorio; es superior a los reportados por TELLO *et al.* (2006) con una producción de  $26 \text{ kg/m}^3/\text{año}$  en juveniles de paiche en jaulas flotantes.

En términos generales los efectos de la densidad, pésima calidad de agua y rutina de manejo, no fueron suficientes para alterar los resultados de los parámetros biométricos; los mismos que se muestran superiores comparados a parámetros biométricos obtenidos en esta misma especie en crianza semiintensiva. No se registró mortalidad ni canibalismo durante el periodo experimental. Los resultados obtenidos en cada parámetro biométrico sumado a la pésima calidad de agua y bajo recambio, evidencian el enorme potencial de esta especie para su crianza intensiva y a gran escala.

## 4.2. Valores hematológicos

### - Hematocrito

Los porcentajes de hematocrito en alevinos de paiche registrados en este estudio son de 30.58, 29.53 y 30.25% para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente; porcentajes levemente inferiores a los reportados en crianza semiintensiva por TAVARES (2007) que reporta 34% de hematocrito en juveniles de paiche; FONSECA (2010) registra 33.8% en alevinos de la misma especie; sin embargo son ligeramente superiores al presentado por SERRANO (2013) que registra 25.2% en alevinos de 30 a 180 días de edad.

Entretanto Investigaciones en alevinos de peces amazónicos criados en un sistema semiintensivo reportan 24.3% de hematocrito en *Pseudoplatystoma fasciatum* tomados del ambiente natural, 28.8% en *Colossoma macropomum* y 22.9% en *Piaractus brachypomus* en crianza semiintensiva (RANZANI, 2005; CENTENO 2007; GARAY, 2012).

El evidente incremento del hematocrito a los 108 días (33 días experimentales) y su posterior descenso al final de la evaluación puede estar relacionado a un proceso de adaptación, requiriendo más glóbulos rojos para hacer frente a los factores estresantes, características fisiológicas innatas del paiche que desarrolló para adaptarse y sobrevivir a los cambios bruscos medioambientales de la Amazonía, adaptarse luego al nuevo medio.

## - Hemoglobina

No se registró diferencia estadística significativa en relación a la hemoglobina por efecto de la densidad. Los valores promedios de hemoglobina en el T1 (8.3 g/dL) T2 (8.4 g/dL) y T3 (8.6 g/dL) son cercanos a los presentados por SERRANO (2013) con un nivel de 8.7g/dL; 9.1 g/dL reportados por FONSECA (2010) y 10.4 g/dL en juveniles de paiche por TAVARES (2007). Al comparar con otras especies Amazónicas se diferencian: por ejemplo con alevinos de *Pseudoplatystoma fasciatum* 5.4 g/dL, RANZANI (2005) y GARAY (2011) 6.37 g/dl en alevinos de *Piaractus brachypomus*.

Las variaciones en los valores hematológicos en peces son explicados por CATELLANOS (2003), ASMINE (2004), CENTENO *et al.* (2007); SANZ (2007), BARANDICA (2008), (TAVARES, 2009), FONSECA (2010), quienes consideran factores tales como el requerimiento de oxígeno, concentración de sales, alta difusión de gases en el agua, edad del alevino, alimentación, densidad, bacterias, parásitos etc.

Las diferencias de los porcentajes de hematocrito y valores de hemoglobina entre tratamientos obtenidos en este estudio y los reportados por los autores arriba mencionados en esta misma especie, está relacionado al tipo de sistema de crianza, calidad de alimentación; eficiente adaptación del paiche ante el desequilibrio de su medio y capacidad para vivir en ambientes adversos y la influencia de la edad principalmente.

### 4.3. Perfil bioquímico sanguíneo

#### - Glucosa

Las concentraciones de glucosa entre tratamientos de 50.7, 54.7, 55.6 para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente con respecto a la densidad no son estadísticamente significativos, son cercanos al reportado en alevinos de paiche por BRANDAO (2004) que presenta una concentración de 88,9 mg/dL; FONSECA (2010) con 61.9 mg/dL en alevinos de la misma especie. El incremento progresivo de la glucosa con respecto a la edad (días experimentales) en este ensayo, es registrado en estudios realizados por TAVARES (2007) que evaluó juveniles de paiche con pesos por encima de 790 g reportando una concentración de glucosa de 152. 4 mg/dL; entretanto que FONSECA (2010) indica una concentración de 48.5 mg/dL.

La glucosa presenta mayor concentración en el T3 (136.89 kg/ m<sup>3</sup>) a los 138 días de edad y responde al requerimiento de más energía en los alevinos con mayor densidad para hacer frente a los factores estresantes producto de la densidad y suplir las demandas de energía en el metabolismo debido a un incremento de almacenamiento de tejido en relación al crecimiento debido a la edad.

### - Proteína y albúmina

La proteína presenta diferencias estadística significativa entre tratamientos. Las concentraciones de 2.5, 2.3, 2.7 g/dL en el T1, T2, y T3 respectivamente se acercan a las concentraciones reportados en crianza semiintensiva por FONSECA (2010), quien indica 1.99 g/dL en alevinos y 3.5 g/dL en juveniles de 2.350 kg; difieren a los reportados por TAVARES (2007) en juveniles de paiche alimentados con 40% de proteína y pesos de 734 g, quien indica una concentración de 6.5 g/dL.

En los resultados obtenidos es evidente un ligero incremento en el requerimiento de proteína en el T3 (136.89 kg/m<sup>3</sup>), el incremento de ese nutriente es debido a que los peces tienen preferencia por la proteína como fuente energética y la transformación de tejido mediante el metabolismo; así mismo HIPHER (1993) añade que factores como la alimentación, dinamismo de la especie, edad, factores estresantes y metabolismo basal, los que también influyen en el incremento o disminución de la proteína.

El incremento de proteína sérica también está relacionado a la pérdida de agua a nivel celular por concentración de solutos, deficiencia de oxígeno que condiciona la oxidación de la proteína. Un factor muy importante a considerar es también la interacción conjunta en los peces de los sistemas nervioso, endocrino e inmune que pudieron actuar generando sistemas de

defensa ante los efectos de la densidad, el mismo que compromete más concentración de proteína en la sangre.

En el caso de la albumina el análisis estadístico muestra diferencias estadísticas entre tratamientos, presentando menor concentración el T2 (0.78 g/dL), y concentraciones más elevados con 0.86 y 0.92 g/dL el T1 y T3 respectivamente. Las bajas concentraciones de albúmina en los alevinos, es debido a una baja presión sanguínea relacionado a la baja masa corporal y baja concentración de inmunoglobulinas que poseen (HERRERA, 2004).

Las concentraciones de albúmina en el suero es un buen indicador de la salud hepática. No existen datos referenciales disponibles en cuanto a las concentraciones de albúmina en paiche, sin embargo estos datos pueden servir de referencia para trabajos futuros.

#### - Colesterol y triglicéridos

Las concentraciones de colesterol presentan diferencia estadística significativa en relación a la densidad y las concentraciones varían de 167.6, 125.9, 182.2 mg/dL para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente y son bajos comparados al reportado por TAVARES (2007) quien indica una concentración de 204.1 mg/dL en juveniles de paiche en un sistema semiintensivo; así mismo FONSECA (2010) reporta concentraciones de 280.2

mg/dL en alevinos y 255.8 mg/dL, en juveniles de paiche en el mismo sistema de crianza.

La concentración de triglicéridos no fue afectado por la densidad; los resultados entre tratamientos son de 275.5, 229.4, 239.9 mg/dL, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente; estas concentraciones son superiores a los reportados por FONSECA (2010) en alevinos quien presenta 73.5 mg/dL; el mismo autor reporta en juveniles de paiche, una concentración de 397.6 mg/dL, entretanto que TAVARES (2007) en juveniles de paiche reporta concentraciones de 308.1 mg/dL.

La variación en las concentraciones de colesterol y triglicéridos registrado en este estudio se relacionan con la preferencia que tienen los peces al utilizar los triglicéridos en lugar de los carbohidratos para generar energía, así mismo a la presencia de enzimas comprometidas en el metabolismo de los triglicéridos según HEPHER (1993).

La mayor concentración de triglicéridos comparado a los datos reportados por los autores mencionados se puede atribuir a la calidad del alimento suministrado, frecuencia de alimentación y al sistema de crianza. Las variaciones con respecto a la edad, presenta la mayor concentración a los 108 días de edad en los dos indicadores, puede deberse a la preferencia por la proteína como fuente de energía y a la alta capacidad de adaptación del paiche.

- Aspartato aminotransferasa y alanina aminotransferasa

Los resultados obtenidos no muestran diferencia estadística en las concentraciones de aspartato aminotransferasa, sucediendo lo contrario con la alanina aminotransferasa. Aun no existe literatura disponible que reporten datos referenciales para las enzimas ALT y AST en paiche. Estudios realizados en otras especies indican concentraciones de 5,67 U/l de AST en salmón atlántico y el caso de la trucha arcoíris 4,83 U/l HERRERA (2004); entretanto MARCANO (2011) reporta concentraciones de ALT en paco (*Piaractus brachipomus*) de 4,83 U/l.

En cuanto al descenso de las concentraciones de alanina aminotransferasa, HERRERA (2004) menciona que esta enzima se incrementa cuando existen daños hepáticos, pero al mismo tiempo es directamente proporcional al incremento de la aspartato aminotransferasa. Según los resultados obtenidos las concentraciones de ALT disminuye y no existe incremento considerable en la AST, lo que permite descartar daños hepáticos producidos por los efectos de la densidad, dejando un espacio para nuevas investigaciones en el comportamiento de la ALT y AST en alevinos de paiche.

Las concentraciones reportadas en otras especies son bajas comparados a los obtenidos en este estudio en alevinos de paiche; sin embargo por las concentraciones obtenidas entre tratamientos y en ambas enzimas, se puede afirmar que son rangos propios de la especie.

## VI. CONCLUSIONES

- La densidad no causó efecto sobre los parámetros biométricos de consumo de alimento diario, ganancia de peso diario e incremento de talla, con excepción de la conversión alimenticia que fue mejor y el factor de condición inferior en el tratamiento con menor densidad; el mayor incremento de biomasa se registró en los alevinos criados con  $18.8 \text{ kg/m}^3$ .

- Los parámetros hematológicos de hematocrito y hemoglobina no fueron influenciados por la densidad.

- La densidad no causó efecto sobre las concentraciones de glucosa, triglicéridos y aspartato aminotransferasa; entretanto, las concentraciones de proteína, albumina y colesterol sérico fueron incrementados en los alevinos criados con alta densidad; la alanina aminotransferasa fue baja en los alevinos criados con alta densidad.

- Los valores de hematocrito y hemoglobina; así como las concentraciones de glucosa, proteína, colesterol, y alanina aminotransferasa varían con respecto a la edad, mientras que las concentraciones de albumina y aspartato aminotransferasa se mantienen estables.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar bioensayos en alevinos y juveniles de paiche con densidades proporcionales a los realizados en este estudio, analizando los indicadores de la respuesta primaria a los factores estresantes y respuesta del sistema inmune.

- Realizar trabajos de investigación sobre parámetros de calidad de agua bajo el efecto de la densidad de crianza y su influencia en la capacidad del paiche para contrarrestar a factores estresantes del medio acuático.

## ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the biometric parameters, hematology and blood chemistry profile of paiche fingerlings (*Arapaima gigas*) reared under different densities. 168 fingerlings with initial height and weight  $75.1 \pm 10$  g and  $22.7 \pm 1.2$  cm, respectively were used. They were randomly distributed into 3 treatments with 7, 14 and 21 alevines/56L (T1:  $9.9 \text{ kg/m}^3$ , T2:  $18.8 \text{ kg/m}^3$  and T3:  $27.6 \text{ kg/m}^3$ ) and each treatment with 4 replications. Biometric results as daily feed intake (T1: 4.4 g, T2: 4.8 g; T3: 4.7g), daily weight gain (T1: 4.7 g, T2: 4.9 g; T3: 4.6 g) and size (T1: 14.9 cm, T2: 14.7 cm, T3: 14.2 cm) did not show difference ( $P > 0.05$ ) between densities, also the final biomass production was 47.6, 97.2,  $136.9 \text{ kg/m}^3$  for T1, T2 y T3 respectively. Hematocrit values (T1: 30.6%, T2: 29.9%; T3: 30.3%), hemoglobin (T1: 30.6 g/dL, T2: 8.4 g / dL; T3: 8.6 g/dL), glucose concentrations (T1: 50.7 g / dL, T2: 54.7 g/dL, T3: 55.6 g/dL), triglycerides (T1: 275.5 g/dL, T2: 229.4 g/dL, T3: 239.9 g/dL) and aspartate aminotransferase (T1: 9.9 IU/L, T2: 10.2 IU/L, T3: 9.7 IU/L) did not show statistical variation ( $P > 0.05$ ). In general, terms, density of rearing did not affect biometric parameters, did not cause changes in hematological values and partially affected blood biochemical profile, evidencing high tolerance of paiche to be raised at high densities.

**Keywords:** Alevino, blood biochemical, density, paiche, hematological values.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUAMARKET 2013. Diccionario del agua. [En línea]: (<http://www.aguamarket.com>. Revista, 02 Jun. 2013).
- ALCANTARA, B. 2002. Paiche el gigante del Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe//Publicacion>. Documento, 16 Nov. 2012).
- ALDEA, G. 2002. Cultivo de paiches (*Arapaima gigas*) (Cuvier, 1982) con dietas artificiales en jaulas flotantes. [En línea]: ([http://www.siamazonia.Org\\_publicaciones\\_pdf](http://www.siamazonia.Org_publicaciones_pdf). Tesis, 14 May. 2013).
- ASMINE, B.; DIAZ, B. 2004. Parámetros hematológicos de la paragua, *Chaetodipterus faber* (Broussonet) (Pices: *Ephippidae*), en condiciones de cultivo. [En línea]: (<http://www.scielo.org>. Tesis, 12 May. 2013).
- BARANDICA, M; TORT B. 2008. Neuroendocrinología e inmunología de la respuesta al estrés en peces. [En línea]: ([http://www.accefyn.org\\_pdf](http://www.accefyn.org_pdf). Documento, 16 Abr. 2013).
- BISIOMEX. 2003. Informe de PKID sobre la hepatitis pediátrica. Aspartato aminotransferasa. [En línea]: (<http://www.biosimex.com.mx/pdf.pdf>. Revista, 19 Nov. 2012).
- BLANCO, A. 2005. Amoniaco en el acuario. [En línea]: (<http://www.peces tropicales.idoneos.com>. Revista, 02 Jun. 2013).

- BRANDÃO, R. 2004. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. [En línea] (<http://www.SciELO Brasil>. Tesis, 19 Nov. 2012).
- BUENAÑO, C. 2010. Hemograma de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en tres densidades. [En línea]: (<http://www.espe.edu.ec>, pdf. Tesis, 19 Nov. 2012).
- CATELLANOS, A. 2003. Valoración hematológica y química sanguínea del yamú brycon, en tres etapas de cultivo. [En línea]: (<http://www.redalyc.org.com>. Tesis, 28 May. 2013).
- CENTENO, L.; SILVA, R.; BARRIOS, R.; SALAZAR, R.; MATULE, C.; PEREZ, J. 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. [En línea]: (<http://www.bioline.org.br/pdf>. Tesis, 19 Nov. 2012).
- CIFUENTES, R.; GONZÁLEZ, J. 2013. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro. [En línea]: (<http://www.scielo.cl/scielo>. Documento, 25 ago. 2013).
- COLLIER H. 1944. The standardization of blood haemoglobin determinations. Can. Med. Assoc. J., 50: 550-552.
- CRESCÊNCIO, R.; ITUASSÚ, D.; ROUBACH, R.; PEREIRA F. 2005. Influencia do periodo de alimentação no consumo e ganho de peso do, *pirarucú*. pesquisa Agropecuaria. Brasileira. [En línea]: (<http://www.scielo.br/scielo>. scrip, pdf. Tesis, 11 May. 2013).

- DEL RISCO, M.; VELASQUEZ, J.; SANDOVAL, M.; PADILLA, P. 2008. Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento en el crecimiento de juveniles de paiche, *Arapaima gigas*. [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe/pdf>. Tesis, 8 Jun. 2013).
- DEZA, S. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) "paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. [En línea]: (<http://www.Folia Amazónica.2002.-iiap.org.pe>. Tesis, 19 Nov. 2012).
- DÍAZ, O. 2009. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. [En línea]: (<http://www.redalyc>. Tesis, 19 Nov. 2012).
- FER, D. 2011. Bacterias nitrificantes. [En línea]: (<http://www.acuariovida.com>. Revista, 28 Jun. 2013).
- FINK, V. 1978. Amazonia central e seus peixes. Suplemento. Acta amazónica. 8 (4): 19-42.
- FONSECA, D. 2010. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucú (*Arapaima gigas*) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. [En línea]: (<http://www.SciELO Brasil>. Tesis, 03 Ene. 2013).
- FORELLAT, B. 2010. Relación entre hematocrito y hemoglobina. [En línea]: (<http://www.scielo.pdf>. Documento, 04 Jul. 2013).
- FRANCO 2005. Contribución al conocimiento de la reproducción del pirarucú (*Arapaima Gigas*) (Cuvier, 1817). [En línea]: (<http://www.apps.udla.edu.com>. Documento, 01 Dic. 2012).

- GARAY, M.; y PAREDES, L. 2011. Caracterización hematológica del paco (*Piaractus brachypomus*, characidae) en tres etapas de crecimiento (alevinos, juveniles y adultos) bajo condiciones de cultivo en el distrito de José Crespo y Castillo. Tesis, Universidad Nacional Agraria de la selva – Tingo María.
- GARCÍA, A. 2007. La dureza del agua: Definición e influencia sobre peces y plantas. [En línea]: (<http://www.scielo.sa.cr/scielo>. Documento, 01 May. 2013).
- GRANADO, A. 2000. Efecto de la densidad de cultivo sobre el crecimiento del morocoto, (*Piaractus brachypomus*), Cuvier, 1818, (Pisces: Characiformes), confinado en jaulas flotantes. [En línea]: (<http://wwwri.biblioteca.udo.edu.ve>. Tesis, 04 Ene. 2013).
- HAHN-VON, H. 2011. Parámetros hematológicos de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1757), en el Centro Experimental Piscícola de la CM. [En línea]: (<http://www.vet.Zoote.com>. Tesis, 22 Dic. 2012).
- HEPHER, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. México – D.F. LIMUSA. pág. 33 - 71; 81 - 117.
- HERNÁNDEZ, P.; HERNÁNDEZ, A.; CORREDOR, M.; CASALLAS, C. 2007. Consumo de oxígeno en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) durante diferentes etapas de desarrollo corporal. Universidad de los Llanos. Revista Orinoquia. Villavicencio, Colombia. [En Línea]: (<http://www.redalyc>. Tesis, 08 Dic. 2012).

- HERRERA, F. 2004. Perfil metabólico de salmón atlántico salmo salar y trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile. [En línea]: ([http://www cybertesis/tesis, pdf](http://www.cybertesis/tesis_pdf). Tesis, 07 Dic. 2012).
- HOSHIBA, M. 2009. Respostas fisiológicas de estresse no matrinxã (*Brycon amazonicus*) após exercício físico intenso durante a captura. Acta Amazonica. [En línea]: (<http://www.Scielo Brasil>. Tesis, 11 Dic. 2012).
- IIAP. 2002. Producción y manejo de alevinos de Paiche. Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana. 2009 [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe>. Documento, 11 Dic. 2012).
- IMBIRIBA, E. P.; LOURENÇO, J.; B.; DE MOURA, C.; BRANDAO, G.; ULIANA, D.; BRITO, F. L. 1996. Criação do pirarucu. EMBRAPA – CPATU. Brasilia – DF. 93 pp. [En línea]: (<http://www.acta.inpa.gov>. Documento 12 Jul. 2013).
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.2002. Composición química de las aguas subterráneas naturales. Hidrogeología aguas subterráneas. [En línea]: (<http://www.aguas.igme.es.pdf>. Documento, 28 Mar. 2013).
- JARAMILLO, N.; VALDEBENITO, I. 2005. Estudio hematológico básico del puye (*Galaxias maculatus*) en estado post larval y adulto. [En línea]: ([http://www.unne.edu.veterinaria, pdf](http://www.unne.edu.veterinaria_pdf). Documento, 03 Ene. 2013).
- KEVERN, T. 1989. Parámetros fisicoquímicos: alcalinidad. [En línea]: ([http://www.uprm.edu/biology/-alcalinidad, pdf](http://www.uprm.edu/biology/-alcalinidad_pdf). Documento, 08 Jun. 2013).

- KUBITZA, K. (2000). Acerca del cultivo de tilapia nilotica y tilapia roja. [En línea]: (<http://www.minagri.gob.ar>, pdf. Documento, 2 Sep. 2013).
- LAGLER, F.; BARDACH, E.; MILLER, R.; MAY, R. 1990. Ictiología. Escuela de Recursos Naturales de la Universidad de Michigan. [En línea] (<http://www.148.206.53.231/tesiuami.pdf>. Libro, 09 May. 2013).
- LAURA, S. 2006. Sistemas de recirculación en acuicultura. Producción peces. [En línea]: (<http://www.produccion-animal>. Documento, 20 May. 2013).
- LOZANO, S. 2007. Efecto de dos tipos de alimentación en la concentración de ARN de paiches juveniles (*Arapaima gigas* C.) criados en jaulas en Tingo María. Tesis .universidad nacional agraria de la selva – Tingo María. Perú - 2007.
- LUCHINI, L. 2006. Tilapia: su cultivo y sistemas de producción. [En línea]: (<http://www.minagri.gob>. Documento, 24 Ago. 2013).
- MARCANO, R. 2011. Determinación de parámetros bioquímicos y análisis estructural del riñón cefálico del pez *Colossoma macropomum* expuesto a cadmio. [En línea]: (<http://www.ri.bib.edu>. Tesis, Nov. 2012).
- NAVARRETE, O. 2009. El paiche. Proceso. [En línea]: (<http://www.webcindario.com.PAICHE.pdf>. Documento, 12 Ago. 2013).
- NUÑEZ, J. 2008. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum*, [En línea]: (<http://www.from the Bolivian Amazon. Aguacult, com>. Tesis, 19 Nov. 2012).
- OCAMPO, A. 1999. Diagnóstico del estrés en peces. [En línea]: (<http://www.medigraphic.com>, pdf. Documento, 16 May. 2013).

- OLIVEIRA, M. 2009. Efeito do praziquantel sobre as variáveis sanguíneas de *Colossma macropomum* cuvier 1818 (Characidae: Serrasalminidae) e sua eficiência como anti-helmintico no controle de parasitas monogenoides (plathyhelminthes: monogenoidea). [En línea] (<http://www.tede.inpa.gov.pdf>, Tesis, 27 Ago. 2013).
- PADILLA, P. 2005. Crecimiento compensatorio de alevinos paiche *Arapaima gigas*, en ambientes controlados. [En línea]: ([http://www.Folia Amazonica, 2002. - ijap.org.pe](http://www.FoliaAmazonica,2002.-ijap.org.pe), Tesis, 01 Dic. 2012).
- PADILLA, P. 2006. Efecto de la tasa de alimentación en el crecimiento del paiche (*Arapaima gigas*). [En línea]: ([http://www.Folia Amazonica, 2002. - ijap.org.pe](http://www.FoliaAmazonica,2002.-ijap.org.pe), Tesis, 19 de Nov. 2012).
- PADILLA, P.; ISMINIO, R.; ALCÁNTARA, F. 2003. Producción y manejo de alevinos de paiche en ambientes controlados. [En línea]: (<http://www.ijap.org>, Tesis, 27 Ago. 2013).
- PETRY, A. 2008. Comparação entre as características hematológicas de tilápia do Nilo em propriedades de Joinville e Chapecó, Santa Catarina. [En línea]: (<http://www.tcc.cca.ufsc.pdf>, Tesis, 03 Ene. 2013).
- POLEO, G. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas. [En línea]: (<http://www.scielo.pdf>, Tesis, 10 Jul. 2013).
- PURINA. 2010. Programa Purina para la alimentación de paiches. [En línea]: (<http://www.nutrimientospurina.com.pdf>, Documento, 6 Nov. 2013)
- RAMOS, C. 2009. Relación longitud-peso y factor de condición en el barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) (kishinouye, 1920) (perciformes:

- scombridae), capturado en el litoral de Oaxaca, México. Rev. Invest, pdf. Tesis, 21 Jul. 2013).
- RANZANI, P.; SALLES, P.; EIRAS, C. 1999. Análises hematológicas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, estado de São Paulo. [En línea]: (<http://www.ftppesca/RanzaniPaiva.pdf>. Tesis, 30 Jun. 2013).
- RANZANI, T.; ROMAGOZA, E. 2005. Hematological parameters of "cachara", (*Pseudoplatystoma fasciatum*) (Osteichthyes, *pimelodidae*), Reared In Captivity. [En línea]: (<http://www.sp.gov.b>. Tesis, 14 May. 2013).
- REBAZA, M.; REBAZA, C. 2003. Observación de la reproducción del paiche (*Arapaima gigas*) en ambientes controlados en el IIAP, Ucayali. [En línea]: (<http://www.iiap.org.pe>, pdf. Documento, 02 Dic. 2012).
- REY, J.; SOLARI, A. 2010. Síndrome de insuficiencia hepática. [En línea]: (<http://www.fundacion-barcelo.com>. Documento, 04 Ene. 2013).
- RODRÍGUEZ, B. 2006. Respostas de estresse em pirarucú (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. Acta Amazônica. [En línea]: (<http://www.SciELO Brasil, Pdf>. Tesis, 03 Ene. 2013).
- RODRÍGUEZ, G.; ESCOBAR, A. 2011. La calidad de agua y la productividad de un estanque de acuicultura. Fundamentos de acuicultura. [En línea]: (<http://www.orton.catie.ac.cr>. Documento, 04 Jul. 2013).
- RUALES, W.; VÁSQUEZ T. 2012. Transporte iónico en el epitelio branquial de peces de agua dulce. [En línea]: (<http://www.Rev. Lasallista Investigación - scielo.org.com>. Documento. 04 Jul. 2013).

- SAGRATZKI, C. 2003. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. [En línea]: ([http://www.Pesquisa - SciELO Brasil, pdf](http://www.Pesquisa-SciELOBrasil.pdf). Tesis, 29 Nov. 2013).
- SANGUINO, O. 2007. Potencial acuícola de Pirarucú (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica. [En línea]: ([http://www.ibcperu.org. pdf](http://www.ibcperu.org.pdf). Documento, 04 Dic. 2012).
- SANZ, A.; ALVAREZ, M.; HIDALGO, M.; DOMEZAIN, J.; MORALES, A.; GARCÍA, G. 2007. Constantes eritrocitarios en peces de cultivo intensivo en agua dulce. Universidad de Granada. [En línea]: ([http://www.fundacionoesa.Ciencia. org, pdf](http://www.fundacionoesa.Ciencia.org.pdf). Tesis, 01 Dic. 2012).
- SCHULTZ, H. 1953. A pesca tradicional do pirarucú entre os indios karaja. do Museo Paulista, (7): 248 – 255. Revista, 03 Jul. 2013.
- SERRANO, M.; LEGUÍA, P.; QUISPE, H. 2013. Valores hematológicos del paiche (*Arapaima gigas*) DE LA AMAZONÍA PERUANA. [En línea]: (<http://www.unmsm.edu.pe>. Tesis, 27 Ago. 2013).
- SIERRA, F. 2012. El ruido como fuente de estrés para los peces de cultivo. [En línea]: (<http://www.aquafeed.co/peces>. Revista, 02 Jun. 2013).
- SOBERÓN; CHU-KU Y ALCANTARA. 2007 Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* "paco" en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. [En línea]: ([http://www.iiap.org.pe. pdf](http://www.iiap.org.pe.pdf). Tesis, 02 Ene. 2013).
- SOZA, A. 2007. Albúmina. [En línea]: Hepatitis. [En línea]: ([http://www.cl/albumina, htm](http://www.cl/albumina.htm). Revista, 4 Jun. 2013).

- TAVARES, D. 2009. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. [En línea]: (<http://www.scielo.br/scielo.pdf>. Documento, 05 Dic. 2012).
- TAVARES, D.; FRASCÁ, S.; MORAES, F.; CAMPOS, F. 1999. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Parâmetros eritroleucométricos, trombométricos glicemia do matrinxã *Brycon cephalus*). *Ars Veterinaria*. Pdf .Tesis. 09 Ago. 2013.
- TAVARES-DIAS, M.; BARCELLOS, J.; MARCON, J.; MENEZES, G.; ONO, E.; AFFONSO, E. 2007. Hematological and biochemical parameters for the pirarucú (*Arapaima gigas*), 1822 (Osteoglossiformes, *Arapaimidae*). [En línea]: ([http://www. Electronic Journal of Ichthyology.pdf](http://www.Electronic Journal of Ichthyology.pdf). Tesis, 13 Dic. 2012)
- TELLO, M.; VALDIVIESO, G.; REBAZA, M.; REBAZA C.; ALCÁNTARA, K. 2006. Análisis económico de la crianza de paiche (*Arapaima gigas*) en jaulas flotantes a partir de los resultados obtenidos en el lago de Imiría, Ucayali. [En línea]: (<http://www.iiap.org>. Documento, 27 Ago. 2013).
- TORO, F. 2012. Efectos de tres densidades de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de yaque (*Leiarius marmoratus*) (Pisces: Pimelodidae). [En línea]: (<http://www.sistemas agroecológicos.com>. Tesis, 27 Ago 2013).
- TÓRREZ, V.; ARÉVALO, H. 2012. Efecto del nivel de proteína dietaria sobre el crecimiento y parámetros séricos en cachama blanca (*Piaractus brachipomus*). *Revista Colombiana*. [En línea]: (<http://www.rccp.udea.edu.com>. Tesis, 10 de May. 2013).

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. (2010). Dureza del agua. [En línea]:

(<http://www.filtrosyequipos.com>, pdf. Documento, 14 May. 2013).

WALTON, J. 1982. Aspects of intermediary metabolism in salmonid fish.

Nutrición en acuicultura. Madrid – España. Pag, 247.

WIENER LAB. 2008. Método colorimétrico para la determinación de Proteínas

Totales y Albúmina en suero. [En línea]: (<http://www.Wiener>

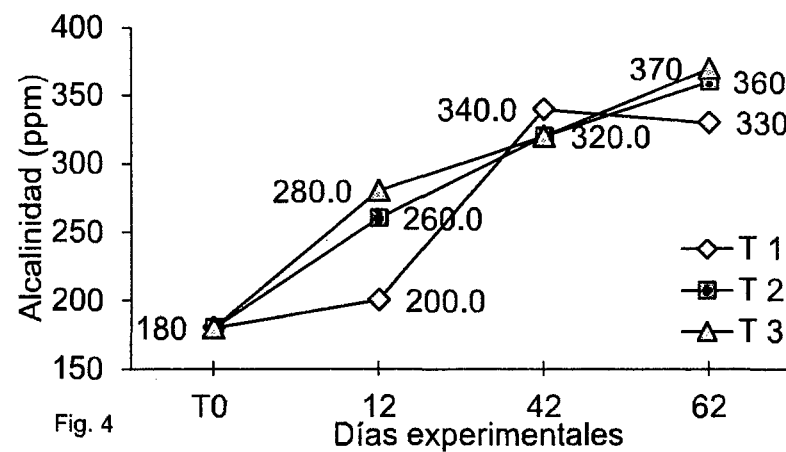
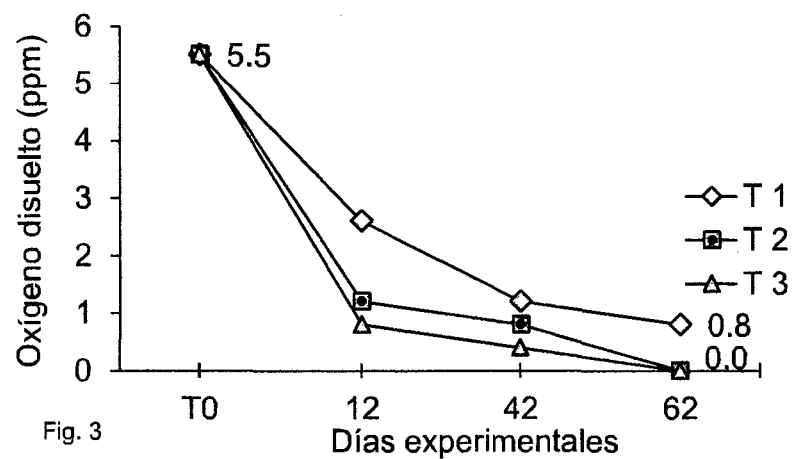
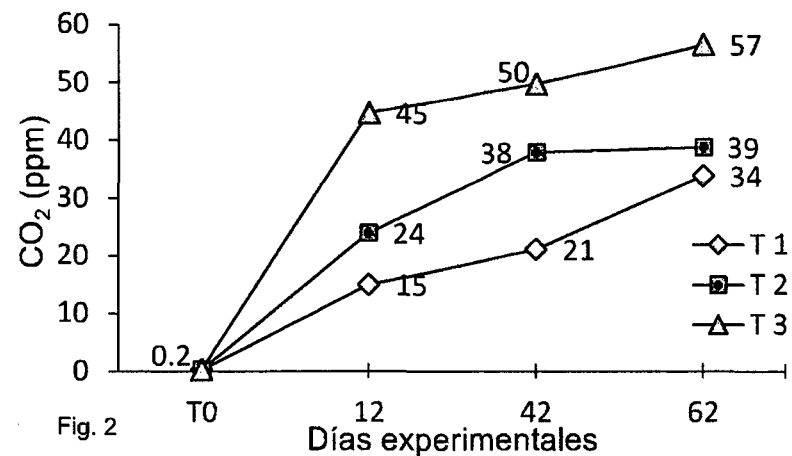
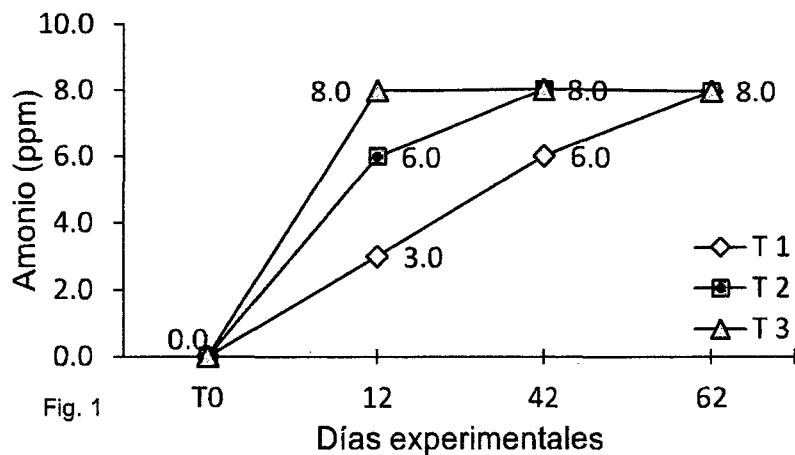
[Laboratorios S.A.I.com.ar](http://www.LaboratoriosS.A.I.com.ar). Documento, 10 Dic. 2012).

ANEXO

Cuadro 1. Concentración de los parámetros físicoquímicas del agua después de 2 y 13 horas de recambio, en la crianza de alevinos de paiche.

Densidad	Parámetros							T° °C
	Amonio ppm	Nitrito ppm	Oxígeno disuelto ppm	CO <sub>2</sub> ppm	Alcalinidad ppm	Dureza ppm	PH	
T. A	0	0	5.5	0.2	180	42	7.2	26
2 horas después del recambio								
Días experimentales: 12								
T1 (7 alevinos)	1.5	0.05	4.1	3	200	44	7	26
T2 (14 alevinos)	2.5	0.06	3.1	5	208	48	7	26
T3 (21 alevinos)	2.8	0.05	2.3	14	215	55	7	26
Días experimentales: 42								
T1 (7 alevinos)	1	0.05	3	7	200	44	7	26
T2 (14 alevinos)	3	0.05	1.2	18	200	56	7	26
T3 (21 alevinos)	7	0.05	0.8	26	212	56	7	26
Días experimentales: 62								
T1 (7 alevinos)	3	0.05	2.1	19	210	46	7	26
T2 (14 alevinos)	7	0.1	1.8	26	215	62	6.5	26
T3 (21 alevinos)	8	0.15	0.9	40	214	64	6.5	26
13 horas después del recambio								
Días experimentales: 12								
T1 (7 alevinos)	3	0.05	2.60	15	200	60	7.0	26
T2 (14 alevinos)	6	0.05	1.20	24	260	80	7.0	26
T3 (21 alevinos)	8	0.07	0.80	45	280	64	7.0	26
Días experimentales: 42								
T1 (7 alevinos)	6	0.06	1.20	21	340	64	6.8	26
T2 (14 alevinos)	>8	0.2	0.80	38	320	52	6.3	26
T3 (21 alevinos)	>8	0.2	0.40	50	320	72	6.3	26
Días experimentales: 62								
T1 (7 alevinos)	>8	0.1	0.80	34	330	68	6.8	26
T2 (14 alevinos)	>8	0.15	0.00	39	360	72	6.5	26
T3 (21 alevinos)	>8	0.8	0.00	57	370	78	6.4	26

T°= Temperatura; °C= Grados centígrados ppm= Partes por millón; T.A= Tanque de abastecimiento.



Figuras 1, 2, 3, 4. Curva de variación de las concentraciones de amonio (ppm), dióxido de carbono (ppm), oxígeno disuelto (ppm) y alcalinidad (ppm) respectivamente, después de 13 horas de recambio de agua en alevinos de paiche sometidos a tres densidades de crianza.

Cuadro 2. Peso promedio obtenido en campo durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Tratamiento	Repetición	Peso (g)/días experimentales						
		0	13	23	33	43	52	63
T1 (7 alevinos)	1	87.67	145.36	175.53	241.23	323.73	377.83	390.94
T1 (7 alevinos)	2	71.14	122.8	157.47	210.77	294.06	333.4	343.37
T1 (7 alevinos)	3	60.36	99.96	129.06	178.8	261.49	329.49	374.96
T1 (7 alevinos)	4	59.47	108.17	131.96	191.26	255.09	307.91	345.71
T2 (14 alevinos)	1	82.16	137.52	159.24	206.71	284.08	347.94	396.21
T2 (14 alevinos)	2	70.15	122.51	147.34	211.76	267.13	333.85	387.39
T2 (14 alevinos)	3	80.96	131.39	167.63	197.64	270.91	342.65	377.99
T2 (14 alevinos)	4	101.37	166.19	185.97	246.94	338.83	411.42	439.89
T3 (21 alevinos)	1	83.04	135.85	154.5	222.52	306.52	373.37	407.89
T3 (21 alevinos)	2	67.26	117.35	138.26	199.81	276.82	335.37	369.24
T3 (21 alevinos)	3	78.01	137.86	166.88	166.61	236.07	302.78	332.04
T3 (21 alevinos)	4	59.16	104.36	124.56	186.51	245.15	297.29	337.33

Cuadro 3. Talla promedio (g) obtenido en campo durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Tratamiento	R	Talla (cm)/días experimentales						
		0	13	23	33	43	52	63
T1 (7 alevinos)	1	24.07	27.89	28.66	31.20	33.66	35.30	38.07
T1 (7 alevinos)	2	22.26	26.47	27.53	30.17	32.46	34.13	37.11
T1 (7 alevinos)	3	21.14	24.83	25.84	28.43	31.21	33.40	37.56
T1 (7 alevinos)	4	21.00	25.36	26.13	28.94	31.37	33.53	36.76
T2 (14 alevinos)	1	23.75	27.39	28.21	30.06	32.31	34.84	37.56
T2 (14 alevinos)	2	22.07	25.96	27.22	29.62	32.01	34.13	37.21
T2 (14 alevinos)	3	23.24	27.31	28.06	29.98	32.03	34.24	37.34
T2 (14 alevinos)	4	25.07	29.05	29.77	31.41	33.99	36.34	39.09
T3 (21 alevinos)	1	23.47	27.60	27.92	30.51	32.92	35.10	37.93
T3 (21 alevinos)	2	21.99	26.33	27.14	29.68	31.76	33.90	37.07
T3 (21 alevinos)	3	23.03	27.39	28.32	29.25	30.85	33.04	36.12
T3 (21 alevinos)	4	21.22	25.11	26.24	28.55	30.85	33.25	35.93

R= Repetición

Cuadro 4. Consumo de alimento diario (CDA) durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Día experimental	Consumo diario de alimento (g)			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
13	2.59 ± 0.23	2.60 ± 0.22	2.59 ± 0.20	0.61
23	3.12 ± 0.26	3.12 ± 0.25	3.14 ± 0.21	1.77
33	3.58 ± 0.28	3.59 ± 0.24	3.39 ± 0.18	3.87
43	4.23 ± 0.32	4.17 ± 0.25	3.99 ± 0.20	5.34
53	4.45 ± 0.32	4.53 ± 0.26	4.42 ± 0.23	5.24
63	4.43 ± 0.24	4.84 ± 0.24	4.74 ± 0.25	5.26

Cuadro 5. Ganancia de peso diario (GDP) promedio, durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Día experimental	Ganancia de peso diario (g)			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
13	3.98 ± 0.29	3.99 ± 0.25	4.10 ± 0.24	7.44
23	3.53 ± 0.21	3.36 ± 0.11	3.28 ± 0.22	8.74
33	4.18 ± 0.22	3.89 ± 0.21	3.73 ± 0.35	13.7
43	5.11 ± 0.22	4.59 ± 0.25	4.60 ± 0.33	9.59
53	5.17 ± 0.16	4.99 ± 0.22	4.89 ± 0.28	7.18
63	4.71 ± 0.14	4.95 ± 0.14	4.62 ± 0.24	7.77

CV= Coeficiente de variación

Cuadro 6. Conversión alimenticia aparente (CAA) promedio, durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Día experimental	Conversión alimenticia aparente			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
13	0.65 ± 0.03	0.65 ± 0.03	0.63 ± 0.03	0.61
23	0.88 ± 0.03	0.92 ± 0.06	0.95 ± 0.05	1.77
33	0.85 ± 0.03	0.92 ± 0.06	0.93 ± 0.10	3.78
43	0.82 ± 0.03	0.90 ± 0.02	0.87 ± 0.04	5.34
53	0.85 ± 0.04	0.90 ± 0.02	0.90 ± 0.02	5.24
63	0.94 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.03 <sup>b</sup>	5.26

CV= Coeficiente de variación

Cuadro 7. Incremento de talla (IDT) promedio, durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Día experimental	Incremento en talla (cm)			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
13	4.02 ± 0.16	3.89 ± 0.10	4.18 ± 0.11	0.39
23	4.85 ± 0.17	4.89 ± 0.14	4.94 ± 0.18	6.31
33	7.41 ± 0.21	6.97 ± 0.29	6.98 ± 0.31	6.4
43	9.90 ± 0.17	9.29 ± 0.30	9.08 ± 0.45	6.29
53	11.78 ± 0.28	11.65 ± 0.24	11.28 ± 0.47	4.9
63	14.98 ± 0.53	14.69 ± 0.30	14.17 ± 0.44	4.27

CV= Coeficiente de variación

Cuadro 8. Biomasa (kg/56 litros de agua) promedio, durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Día experimental	Biomasa (kg)			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
0	0.56 ± 0.04	1.05 ± 0.04	1.55 ± 0.04	6.87
13	0.94 ± 0.06	1.79 ± 0.07	2.66 ± 0.06	6.57
23	1.14 ± 0.08	2.16 ± 0.09	3.13 ± 0.08	7.22
33	1.52 ± 0.16	2.89 ± 0.17	4.12 ± 0.16	10.90
43	2.12 ± 0.20	3.82 ± 0.21	5.67 ± 0.19	9.85
53	2.51 ± 0.20	4.75 ± 0.22	6.96 ± 0.20	8.23
63	2.67 ± 0.23	5.43 ± 0.24	7.67 ± 0.22	8.34

CV= Coeficiente de variación

Cuadro 9. Biomasa (extrapolado) (BM) promedio, durante 63 días experimentales en alevinos de paiche, en el IIAP – Pucallpa.

Día experimental	Biomasa (kg/m <sup>3</sup> )			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
0	9.93 ± 1.24 <sup>c</sup>	18.86 ± 2.28 <sup>b</sup>	27.66 ± 2.99 <sup>a</sup>	6.57
13	16.31 ± 1.24 <sup>c</sup>	31.92 ± 2.28 <sup>b</sup>	47.48 ± 2.99 <sup>a</sup>	6.57
23	20.38 ± 1.38 <sup>c</sup>	38.54 ± 2.23 <sup>b</sup>	55.84 ± 3.47 <sup>a</sup>	7.3
33	27.18 ± 1.70 <sup>c</sup>	51.64 ± 2.75 <sup>b</sup>	73.56 ± 4.40 <sup>a</sup>	11.1
43	37.82 ± 1.98 <sup>c</sup>	68.30 ± 3.66 <sup>b</sup>	101.18 ± 6.01 <sup>a</sup>	9.92
53	44.87 ± 1.83 <sup>c</sup>	84.92 ± 3.93 <sup>b</sup>	124.28 ± 6.58 <sup>a</sup>	8.27
63	47.66 ± 1.44 <sup>c</sup>	97.13 ± 3.91 <sup>b</sup>	136.89 ± 6.55 <sup>a</sup>	8.38

CV= Coeficiente de variación

Cuadro 10. Factor de condición (K) promedio, durante 63 días experimentales en alevinos.

Día experimental	Factor de condición			CV
	T 1 (7 alevinos)	T 2 (14 alevinos)	T 3 (21 alevinos)	
0	0.64 ± 0.00	0.63 ± 0.01	0.63 ± 0.00	2.02
13	0.66 ± 0.00	0.67 ± 0.01	0.65 ± 0.00	2.49
23	0.74 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.56
33	0.78 ± 0.01	0.78 ± 0.02	0.75 ± 0.03	5.65
43	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01	0.84 ± 0.01	2.45
53	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01	0.84 ± 0.01	2.8
63	0.67 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.73 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.3

CV= Coeficiente de variación

Cuadro 11. Valores hematológicos obtenidos en el Laboratorio "Natura" – Pucallpa, en alevinos de paiche sometidos a tres densidades durante 63 días.

Día experimental	Tratamiento	Repetición	Hematocrito	Hemoglobina
3	B	1	32	9.6
3	B	2	30	9.0
3	B	3	30	9.0
3	B	4	27	8.5
33	1	1	32	7.4
33	1	2	35	7.8
33	1	3	37	7.7
33	1	4	36	8.4
63	1	1	27	8.1
63	1	2	29	8.5
63	1	3	24	7.7
63	1	4	28	8.3
33	2	1	28	7.3
33	2	2	35	7.6
33	2	3	33	7.9
33	2	4	32	7.9
63	2	1	29	9.3
63	2	2	29	9.9
63	2	3	27	7.1
63	2	4	27	8.0
33	3	1	33	7.2
33	3	2	32	7.6
33	3	3	35	9.7
33	3	4	32	7.6
63	3	1	29	8.2
63	3	2	27	8.5
63	3	3	28	8.6
63	3	4	28	9.2

B= Dato inicial.

Cuadro 12. Concentraciones del perfil bioquímico sanguíneo, obtenidos en el Laboratorio de "Sanidad Animal" de la Facultad de Zootecnia UNAS - Tingo María, de alevinos de paiche durante 63 días experimentales en el IIAP – Pucallpa.

Días exp <sup>1</sup> .	Trat.	Rep.	Gluc.	Prot.	Alb.	Col.	Trig.	AST	ALT
3	B	1	35.00	2.26	0.770	128.57	219.01	11.0	13.0
3	B	2	45.10	1.68	1.027	118.7	117.02	9.5	7.0
3	B	3	45.96	1.95	0.808	136.76	115.02	10.5	14.0
3	B	4	35.18	2.10	1.032	109.15	122.87	7.0	18.0
33	1	1	54.13	2.72	0.837	167.28	438.06	7.2	18.0
33	1	2	82.86	2.73	0.817	234.68	310.29	10.5	19.0
33	1	3	46.50	2.66	1.556	197.79	267.46	10.0	18.0
33	1	4	34.43	2.49	0.723	154.69	252.49	12.0	17.0
63	1	1	58.59	2.79	0.955	126.43	407.49	12.0	11.0
63	1	2	71.14	2.57	0.945	305.09	143.48	10.0	6.0
63	1	3	68.85	3.29	0.848	202.51	594.73	10.0	5.0
63	1	4	30.90	2.34	0.771	129.65	317.91	10.0	13.0
33	2	1	39.73	2.49	0.778	140.01	290.89	8.5	16.0
33	2	2	52.52	2.49	0.736	133.05	536.70	14.0	13.0
33	2	3	40.26	2.39	0.614	135.75	200.78	10.0	24.0
33	2	4	90.33	3.14	0.827	73.83	162.76	9.0	11.0
63	2	1	55.83	2.28	0.867	132.16	379.82	10.0	9.0
63	2	2	102.08	2.29	0.806	137.92	236.42	12.0	9.0
63	2	3	53.19	2.23	0.532	130.38	212.72	12.0	11.0
63	2	4	61.08	2.40	0.597	134.25	158.74	9.0	15.0
33	3	1	77.78	2.98	1.032	333.55	215.00	10.0	9.0
33	3	2	89.46	2.47	0.808	254.26	394.88	12.0	8.0
33	3	3	70.24	3.01	1.027	174.72	433.51	10.0	8.0
33	3	4	41.62	2.38	0.770	133.95	275.05	12.0	7.0
63	3	1	49.58	3.86	1.185	191.22	237.05	11.0	5.0
63	3	2	43.74	1.83	0.865	149.69	221.82	10.0	4.0
63	3	3	67.58	2.62	0.794	208.52	296.58	6.0	5.0
63	3	4	65.71	3.68	0.955	247.28	231.80	7.0	4.0

1= Día experimental; Trat= Tratamiento; Rep= Repetición; Gluc= Glucosa; Prot= Proteína; Alb= Albúmina; Col= Colesterol; Trig= Triglicéridos; AST= Aspartato aminotransferasa; ALT= Alanina aminotransferasa.

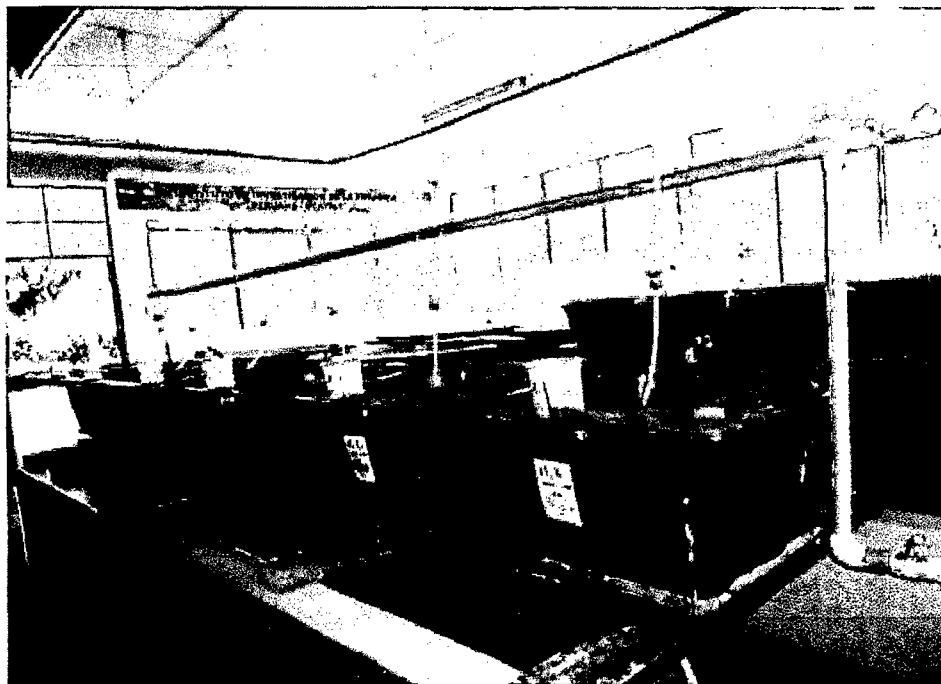


Imagen 1. Instalaciones del experimento



Imagen 2. Análisis de la calidad de agua del bioensayo



Imagen 3. Biometría de los alevinos experimentales



Imagen 4. Extracción de sangre de los alevinos experimentales

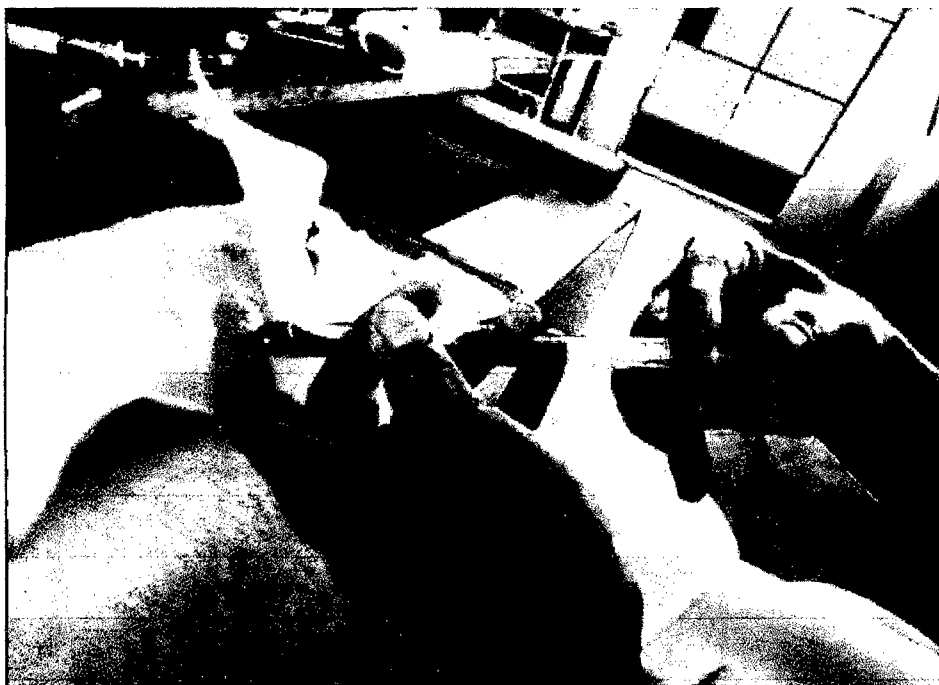


Imagen 5. Manejo de muestras



Imagen 6. Análisis del perfil bioquímico sanguíneo