

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



**TESIS**

**INCLUSIÓN DE TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)  
EN DIETAS EXTRUSADAS DE JUVENILES DE PACO (*Piaractus  
brachypomus*) SOBRE: PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ELABORADO POR:**

**MURGA RAMIREZ YORMIN WILDER**

**TINGO MARÍA – PERÚ**  
**OCTUBRE – 2023**



## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

A las 07:00 p.m. del 18 de diciembre de 2023, los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron para calificar la Tesis titulada **"INCLUSIÓN DE TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN DIETAS EXTRUSADAS DE JUVENILES DE PACO (*Piaractus brachypomus*) SOBRE: PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO"**, presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **YORMIN WILDER MURGA RAMIREZ**.


Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para el otorgamiento del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.


Tingo María, 19 de diciembre de 2023

  
Ing. M. Sc. **JUAN LAO GONZÁLES**  
Presidente

  
Ing. M. Sc. **MARCO ANTONIO ROJAS PAREDES**  
Miembro

  
Blgo. Pesq. **CARLOS ÁLVAREZ JANAMPA**  
Miembro



  
Dr. **DANIEL MARCO PAREDES LÓPEZ**  
Asesor

  
Dr. **RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE**  
Asesor



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 248 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
INCLUSIÓN DE TORTA DE SACHA INCHI (Plukenetia volubilis L.) EN DIETAS EXTRUSADAS DE JUVENILES DE PACO (Piaractus brachypomus) SOBRE: PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO	MURGA RAMIREZ YORMIN WILDER	18 % Dieciocho

Tingo María, 13 de agosto de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui  
JEFE

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



**INCLUSIÓN DE TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN DIETAS  
EXTRUSADAS DE JUVENILES DE PACO (*Piaractus brachypomus*) SOBRE:  
PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO**

Autor	: Wilder Yormin Murga Ramirez.
Asesores	: Ing. M Sc. Daniel Marco Paredes López : Rizal Alcides Robles Huaynate.
Programa de investigación	: Producción Animal Sostenible
Línea de investigación	: Nutrición, alimentación y sanidad de animales domésticos, silvestres y acuáticos en ecosistemas
Eje temático	: Nutrición Animal y Pastos
Lugar de ejecución	: Piscicultura “El encanto de Sapai”, Distrito de José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco.
Duración	: Inicio: octubre 2017. Término: noviembre 2017.
Financiamiento	: Recursos propios S/ 9450.54

Tingo María – Perú

2023

## **DEDICATORIA**

A Dios, ya que sin Él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas.

A mí estimada madre Teodolfa Ramirez Gomez y mi papá Guilde Murga Espinoza, por sus consejos, apoyo incondicional comprensión y ayuda para alcanzar mis objetivos y metas en mí vida profesional.

A mis hermanas Esmeralda, Flor, Skiner y Gagñe, por su gran cariño, comprensión y por los momentos inolvidables.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Zootecnia que contribuyó en mi formación profesional.
- Al Dr. Rizal Robles Huaynate y Dr. Daniel Paredes Lopez, asesores del presente trabajo, por su labor como formador, su amistad, su apoyo desinteresado y supervisión de la presente tesis.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. M.Sc. Juan Lao Gonzales, Blg. Carlos Janampa y al ing. Marco rojas Paredes.
- A mis amigos Darwain Martin Penadillo, Frans Martínez Ruiz, Bécquer Tucto Bedoya, Miguel Sayan Morales, por apoyarme en la culminación del trabajo de investigación y por su amistad y confianza, y a todos con quienes de alguna una forma contribuyó en la formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I.INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1.    Objetivo general .....	1
1.2.    Objetivos específicos .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1.    Sacha inchi .....	3
2.2.    Factores anti nutricionales contenidos en el sachu inchi.....	3
2.3.    Valoración nutricional de la torta de sachu inchi (TSI) .....	4
2.4.    El paco (Piaractus brachypomus).....	4
2.5.    Características generales .....	5
2.6.    Perfil bioquímico sanguíneo .....	5
2.6.1. Transaminasa: AST y ALT .....	5
2.6.2. Hemoglobina y hematocrito .....	6
2.6.3. Proteína sérica y albúmina .....	6
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>7</b>
3.1.    Lugar y fecha de ejecución del ensayo .....	7
3.2.    Tipo de investigación .....	7
3.3.    Instalaciones .....	7
3.4.    Preparación de estanques .....	7
3.5.    Jaulas flotantes .....	7
3.6.    Equipos.....	8
3.7.    Animales experimentales .....	8
3.8.    Insumo en estudio .....	8
3.9.    Alimento y alimentación .....	9
3.10.   Variable independiente .....	9
3.11.   Factores en estudio y tratamientos .....	9
3.12.   Tratamientos .....	11
3.13.   Croquis de distribución .....	11
3.13.   Diseño y análisis estadístico .....	11
3.14.   Variables dependientes .....	12
3.15.   Metodología para el cálculo de las variables respuestas .....	12
3.15.1. Examen del perfil sanguíneo .....	12
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>15</b>

<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>VI. PROPUESTAS A FUTURO .....</b>	<b>22</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Valores de nutrientes de la TSI .....	4
Tabla 2. Análisis proximal y energía bruta de la torta de Sacha inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.)	9
Tabla 3. Raciones balanceadas para alevinos de Paco, con diferentes inclusiones de torta de sachá inchi .....	10
Tabla 4. Perfil bioquímico sanguíneo de juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> en función a la inclusión de TSI y tres momentos, n=4 .....	15
Tabla 5. Niveles de aspartato aminotransferasa (AST) de juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> en función de la adición de TSI y edad .....	16

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
Figura 1. Interacción entre los factores inclusión de harina de TSI y tres momentos, sobre las concentraciones de aspartato aminotransferasa.....	16

## RESUMEN

El trabajo se realizó en la piscicultura el encanto de Saipai, localizado en la provincia de Leoncio Prado – Huánuco, con el objetivo de determinar los niveles de hemoglobina, hematocrito, proteína sérica, albúmina, aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) en juveniles de Paco, alimentados con dietas extrusadas incluidas con diferentes niveles de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), para ello se utilizaron 60 Pacos con 2.5 meses de edad, con peso vivo de  $81.72 \pm 14.1$ g y una longitud total de  $14.28 \pm 0.48$  cm, los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $5 \times 3$  (5 niveles de inclusión de TSI x 3 momentos 0, 30 y 60 días de evaluación) con 15 tratamientos y 4 repeticiones; las evaluaciones se hicieron a 0, 30 y 60 días de iniciado el ensayo. Los resultados mostraron que las inclusiones de cinco niveles de torta de sachá inchi en sus respectivas raciones alteraron ( $p < 0.05$ ) los valores de ALT, AST, HTO, HB y ALB, entretanto los valores de proteína sérica no fueron alterados; entretanto, la edad de los peces alteró a las variables de ALT, AST y ALB sérica; pero apenas hubo interacción de ambos factores para AST, dónde se muestra que a los 30 y 60 días de evaluación los valores de ALT fueron influenciados por las inclusiones de TSI verificándose que los peces alimentados con raciones incluidas con 8% de TSI reportaron ( $p < 0.05$ ) mayores niveles de ALT en referencia a los otros niveles de inclusión. En conclusión, podemos indicar que los juveniles de *P. brachyomus* alimentados con raciones extrusadas incluidas con 8% de TSI incrementan los valores de ALT y las inclusiones de 24 y 32% de TSI redujeron los valores de ALT.

Palabras clave: Factores antinutricioales, Insumos no tradicionales, Inclusión óptima, Factor de condición, Mérito económico.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la producción de sachá inchi fue en promedio 2461 toneladas métricas anuales desde el 2011 hasta al 2017, siendo las regiones con mayor producción San Martín, Amazonas, Madre de Dios, Loreto, Huánuco y Ucayali, esta planta es ampliamente utilizada por su alta calidad de su aceite y como sub producto se tiene a la torta de sachá inchi que es un producto procesado de las almendras después de extraer el aceite que contiene los ácidos grasos esenciales como los omega 3, 6 y 9, además contiene alto contenido proteico y se caracteriza como un reemplazante a la tradicional torta de soja en la alimentación de peces.

La torta de Sachá inchi es un sub producto del procesamiento de las almendras de sachá inchi que fueron extraídos el aceite, este sub producto es considerado como un insumo proteico y es utilizado en la alimentación animal; pero como toda planta leguminosa también contiene factores antinutricionales, los cuales son bioproductos secundarios que generan las plantas para defenderse de ataque de ciertas enfermedades; por tanto, estos FANs limitan su uso en ciertas especies de animales domésticos, pero en peces tropicales como el paco se han verificado que son más tolerantes a la torta de sachá inchi, es por ello se pretende extrusar las dietas de los juveniles de paco para mejorar la calidad del producto.

De acuerdo con estudios se han concluido que la torta de sachá inchi presentan altas cantidades de glucósidos, saponinas y otros factores anti nutricionales que afectan a las aves a nivel del hígado y sanguíneo, pero en peces aún no se reportan datos de evaluaciones hepáticas y sanguíneas. En tal sentido se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los efectos del consumo de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en dietas extrusadas en la alimentación de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*) sobre los perfiles de transaminasa, proteína sérica, hemoglobina, hematocrito y albúmina; en la Piscicultura “El encanto de Saipai” – Saipai?

Para tal interrogante se ha planteado la hipótesis: El consumo de raciones extrusadas con diferentes proporciones de torta de sachá alteran los índices cuantitativos del aspartato aminotransferasa y alanina transferasa, hemoglobina, hematocrito y albúmina de la sangre de los juveniles de paco.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son:

### 1.1. Objetivo general

Evaluar el perfil bioquímico sanguíneo de juveniles de paco alimentados con dietas extrusadas incluidas con diferentes niveles de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

## 1.2. Objetivos específicos

- Determinar los niveles de hemoglobina, hematocrito, proteína sérica, albúmina, aspartato aminotransferasa (AST) y alanina aminotransferasa (ALT) en juveniles de Paco, alimentados con dietas extrusadas incluidas con diferentes niveles de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Sacha inchi

La planta de sachá inchi, es una especie que produce muy bien en América y Perú, siendo los departamentos más productivos: San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto (MINAGRI, 2018). Además, esta planta tiene diferentes nombres el cual depende del lugar como: sachá inchi y otros, pero su nombre científico es *Plukenetia volubilis* L. y pertenece a la familia de las Euphorbiaceas (MINAGRI, 2018).

Arfini y Atonioli (2013) comentan que el sachá inchi es una planta comoliana o trepadora, el cual se ha catalogado por primera vez en el año 1753 por el botánico Linneo en la Amazonia peruana, el término sachá inchi se origina de dos términos quechuas sachá que quiere decir silvestre e inchi que se refiere al maní que morfológicamente se parecen al maní. Asimismo, esta planta toma otros nombres como sachá yuchiqui, sachá inchik, sachá yuchi, maní silvestre, maní del monte, maní del inca.

### 2.2. Factores anti nutricionales contenidos en el sachá inchi

Alcivar et al. (2020) y Kodahl (2020) indican que la semilla como la torta de sachá inchi contienen factores antinutricionales como compuestos fenólicos, taninos, inhibidores de tripsina, alcaloides, saponinas, ácido fítico y lectinas y que estos FANs ponen en dificultades su uso de la torta de sachá inchi en la nutrición de animales domésticos teniendo como principal acción la reducción del consumo de alimento de raciones que contienen torta de sachá inchi.

Asimismo, Aranda (2009) determinó que la almendra de sachá inchi contiene factores antinutricionales como saponinas, alcaloides y una reducida concentración de cumarinas fijas. También, el sub producto de sachá inchi es la torta de sachá inchi que posee altos niveles de proteína y a la vez contiene factores antinutricionales como indicado anteriormente y a la vez posee el inconveniente de tener bajo valor biológico, y la presencia de polisacáridos no amiláceos como rafinosa, arabinosa, los cuales no son digeridos por el monogástrico causando bajo valor digestible y soluble principalmente de las proteínas cuando comparado a la soja (Salas, 1981).

Quintana (2009) evaluó la inhibición de taninos en almendras y en la torta de sachá inchi, mediante tratamientos térmicos, concluyéndose que la cocción de la almendra molida por 15 minutos a 95 °C y la torta de sachá inchi molida y cocida por 5 minutos a 95 °C, redujeron los taninos en 79 y 45%, respectivamente.

Hurtado Ramírez et al. (2014) evaluaron la inclusión de 0%, 6%, 10% y 14% de torta de sachia inchi en dietas para gallinas en postura sobre el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado, concluyéndose que hubo variación significativa de la hemoglobina, hematocrito y alanina aminotransferasas ALT; también, se verificó aumento del peso del hígado conforme se aumentó la adición de torta de sachia inchi en las respectivas raciones y a nivel celular disminuyó el lumen de los espacios sinusoidales y aumentó de tamaño de la parte nuclear de los hapatocitos.

Entretanto; Reátegui-Inga et al. (2015) investigaron la adición de 0, 7 y 14% de torta de sachia inchi en raciones de pollos parrileros de 1 a 45 días de edad y observaron efecto depresor de la ingestión de alimento, incremento de peso y deficiente transformación de alimento en músculo, el cual probablemente se debe a la presencia de metabolitos secundarios como los alcaloides, taninos y saponinas.

### 2.3. Valoración nutricional de la torta de sachia inchi (TSI)

Pascual y Mejia (2007) determinaron que la TSI en base a materia seca, posee 59.13% de proteína total y 6.93% de lípidos; debido a su condición de ser un insumo proteico semejante a la soja, se torna como una alternativa para ser incluido en las raciones balanceadas y a la vez sustituir al principal insumo proteico como es la torta de soja. Palpa (2009) valoró nutricionalmente a la TSI el cual se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de nutrientes de la TSI

Nutrientes	Valores
Mat. seca (%)	94.25
Prot. bruta (%)	52.77
E. etéreo (%)	3.50
Fibra bruta (%)	4.86
Materia mineral	5.40
Energía total (kcal/kg)	5068.20

Fuente: Palpa (2009).

### 2.4. El paco (*Piaractus brachypomus*)

Clasificación taxonómica del paco

Reyno: Animalia

Phylum: Chordata

Sub filo: Vertebrata

Clase: Actinopterigii

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Género: *Piaractus*

Especie: *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)

## 2.5. Características generales

El *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) es un pez amazónico de las cuencas de Perú, Venezuela, Colombia y Brasil, entre sus principales características físicas son el color pardo grisáceo en el dorso y flancos, pero el abdomen de de una tonalidad blanquecina con manchas de color anaranjado (Guerra et al., 2000).

Según Woynarovich y Woynarovich (1998) comenta que el *Piaractus brachypomus* es un pez amazónico que se adaptó muy bien a temperaturas de 24 a 28 grados celcius, en su etapa adulta puede lograr 85 cm de tamaño total y pesar aproximadamente 20 kg. El paco se adapta muy bien al manejo con gran soporte a la manipulación y presenta una reproducción estacional siendo en las épocas de lluvias donde aumenta el caudal de los ríos entre octubre a diciembre.

## 2.6. Perfil bioquímico sanguíneo

Crooks *et al.* (2003) Perozo *et al.* (2003) comentan que los parámetros hematológicos nos ayudan a identificar las condiciones de salud de los peces; sin embargo, estos valores deben ser monitreados y comparados en referencia a los valores referenciales. Cuando el animal inicia un proceso de estrés lo que inicialmente sucede es la pérdida del equilibrio homeostático causandao baja productividad. Según Spinetti (1987) comenta que los patrones de sangre son cambiados por los compuestos secundarios de la TSI, alterando la digestibilidad y el funcionamiento del hígado.

### 2.6.1. Transaminasa: AST y ALT

La aspartatoaminotransferasa (AST) también denominado transaminasa glutámica oxalacético (TGO) es una enzima muy importante ubicada en el hígado y que tiene la misión de indicar la lesión de tejidos blandos, principalmente del hígado (Kaneko et al., 2008). Además, los autores indican que, los valores normales de ALT son entre 9.5 a 37.2 UI/L el cual depende genética y especie (Miranda et al., 2007) y 70 a 220 UI/L para AST (Jínez *et al.*, 1998).

La enzima alanina aminotransferasa (ALT) conocida como transaminasa glutámico pirúvica TGP también es un marcador importante del hígado. Esta enzima está activa en isoenzimas celulares y en las mitocondrias del músculo esquelético, hígado, corazón, riñones, cerebro, páncreas, pulmones, glóbulos blancos y eritrocitos. Es bajo en especificidad y más susceptible al hígado. La ALT está presente en elevadas proporciones en el hígado, por lo que es más afín de este órgano. Por tanto, un incremento de ALT sanguíneo significa la presencia de daño en las células del hígado y otros órganos descritos (Limdi y Hyde, 2003).

### **2.6.2. Hemoglobina y hematocrito**

La hemoglobina es una proteína que contiene hierro que da color rojo a la sangre contenida en los glóbulos rojos y es responsable de transportar oxígeno y dióxido de carbono desde y hasta la sangre y desde los pulmones hasta los tejidos (ABCMÉDICO, 2010). El rango para aves es del 23 al 55% para el hematocrito y del 7 al 18,6 para la hemoglobina (Universidad de Zaragoza, 2011).

Ríos et al. (2005) alimentaron a cabras con *Ipomoea punchulosa* (aguapei, mandiyurá), una planta que es tóxica debido a su presencia de alcaloides. Las cabras han sido alimentados (50 g/kg PC/día) con las plantas mencionadas anteriormente durante 3 semanas; observaron una disminución en la concentración de glóbulos rojos de aproximadamente un 40%, la hemoglobina disminuyó de  $11.8 \pm 4.5$  a  $5.32 \pm 2.3$  g/dl y las células sanguíneas disminuyeron de un 33% a un 27%. También se analizaron los glóbulos blancos.

### **2.6.3. Proteína sérica y albúmina**

Toda la materia sérica se puede dividir en dos porciones principales, albúmina y globulina, el primero es la proteína más concentrada en la sangre. Los niveles bajos de proteínas en sangre indican ascitis, hemorragias, enfermedades renales, hepáticas, problemas nutricionales, etc. La albúmina es una proteína abundante en el plasma y la produce con exclusividad el hígado, por tanto, medir la albúmina sanguínea es una excelente indicación, buen estado del hígado (Soza, 2007); De igual forma, este autor señala que los márgenes de mínimo y máximo en aves son de 1.1 a 2.74 mg/dl para la albúmina y de 2.4 a 5.34 mg/dl para las proteínas séricas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y fecha de ejecución del ensayo**

El ensayo de investigación se realizó en las Instalaciones de la Piscicultura “El encanto de Sapai”, el cual se encuentra ubicado en el caserío de Saipai, Distrito de José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, geográficamente se ubicada a 09° 51’ 00’’ de latitud sur y 75° 23’ 27’’ de longitud oeste y a una altitud de 630 m.s.n.m. Ecológicamente se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT). El ensayo tuvo una duración de 60 días, entre los meses de octubre y noviembre del 2017.

#### **3.2. Tipo de investigación**

Investigación experimental

#### **3.3. Instalaciones**

El ensayo se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Piscicultura El encanto de Sapai, el cual cuenta con 1.5 h. de espejo de agua.

#### **3.4. Preparación de estanques**

El estanque tuvo un área de 1000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m) de espejo de agua, una profundidad de 1.5 metros y una pendiente de 2%; dicho estanque fue secado por completo, retirando ramas, piedras, palos, troncos caídos, etc., enseguida fue mantenido en reposo por cinco días, la preparación del estanque se realizó con la adición de cal viva, para la desinfección, en una proporción de 40 kg por cada 1000 m<sup>2</sup>. Para el favorecimiento en la producción de fito y zooplancton se utilizó fertilizante orgánico (gallinaza) en cantidades de 150 kg por cada 1000 m<sup>2</sup>, seguidamente se realizó el pre-llenado hasta aproximadamente 20 cm y se mantuvo por dos días, luego completamos el llenado del estanque, posteriormente se instalaron las jaulas y se dio inicio el trabajo experimental.

#### **3.5. Jaulas flotantes**

Se fabricaron cinco baterías de cinco jaulas cada una y cada batería fue colocado en el agua con una separación de 0.5 m; para facilitar la flotación de las jaulas se utilizaron botellas descartables de tres litros. Cada jaula tuvo las siguientes dimensiones 1 x 1 x 0.8 m, estas jaulas fueron construidas con tubos de PVC de ½” y las paredes con malla anchovetera de ½”, incluido

la tapa para evitar la fuga de los peces; estas jaulas fueron colocadas en el estanque anteriormente descrito, con flujo constante de agua.

### **3.6. Equipos**

La calidad del agua fue determinada con un kit de marca LA MOTTE – Modelo AQ-2, con la cual se evaluaron la alcalinidad, dióxido de carbono, dureza y temperatura, para la evaluación del oxígeno disuelto se utilizó un equipo marca YSI – Modelo Y60020, asimismo para evaluar el pH se utilizó un equipo marca HANNA – Modelo 98128; las mediciones de pH y temperatura del agua fueron realizados diariamente y el resto de las evaluaciones cada 15 días.

Para determinar las características biométricas y de las raciones, se usó una balanza digital OHAUS - Modelo SB2, con capacidad de 2000 g, con una sensibilidad de 1 g., para el control de las longitudes se utilizó un ictiómetro de 30 cm, fabricada con una cinta métrica y una base de madera. Durante el ensayo se determinaron los siguientes valores de calidad de agua: 5.14 mg/L de oxígeno disuelto, 63.48% de saturación de oxígeno, 28.99 °C de temperatura, 6.88 de pH, 14.75 ppm de CO<sub>2</sub>, 0.06 ppm de nitrito y 0.60 ppm de amonio.

### **3.7. Animales experimentales**

La población total de juveniles fue obtenida por reproducción inducida de la Piscicultura “El Encanto de SAIPAI”, para el experimento se seleccionaron 60 juveniles de “paco” *Piarabtus brachypomus*, con una edad de 75 días con  $81.72 \pm 14.13$  g y una longitud de  $14.28 \pm 0.48$  cm, a los cuales se distribuyeron aleatoriamente en cinco grupos, cada grupo con 4 repeticiones y cada repetición con 3 peces. Todos los peces recibieron semejantes condiciones de manejo durante la ejecución del experimento.

### **3.8. Insumo en estudio**

La TSI que se utilizó en el experimento fue adquirido de la empresa STEVIAPERU S.A.C - Tingo María, una muestra de 100 g fue enviada al Laboratorio de Química – UNALM para su análisis químico proximal más energía total (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis proximal y energía bruta de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Nutrientes	Datos
Materia Seca	82.59 %
Proteína total	49.83 %
Grasa	12.28 %
Fibra total	4.60 %
Materia mineral	4.79 %
ELN	11.09 %
Energía Total	3726 kcal/kg

Fuente: Laboratorio de Química – UNALM (2017)

### 3.9. Alimento y alimentación

Se formularon cinco raciones con inclusiones de 0%, 8%, 16%, 24% y 32% de TSI (Tabla 3), estas raciones fueron isoenergéticas e isoproteicas, las cuales fueron extrusadas a 3 mm de diámetro con un equipo extrusor de la marca Vulcano. La alimentación se hizo de manualmente y dos veces por día (8.00 y 17.00 horas), la proporción del alimento ofrecido fue calculado en función a la biomasa, (7% para el mes uno y 5% para el mes dos).

### 3.10. Variable independiente

Proporciones de adición de TSI

### 3.11. Factores en estudio y tratamientos

#### Inclusión de torta de sachá inchi

Ración extrusada sin adición de TSI.

Ración extrusada con adición de 8% de TSI.

Ración extrusada con adición de 16% de TSI.

Ración extrusada con adición de 24% de TSI.

Ración extrusada con adición de 32% de TSI.

#### Edad de los peces

Peces con 2.5 meses de edad

Peces con 3.5 meses de edad

Peces con 4.5 meses de edad

Tabla 3. Raciones balanceadas para alevinos de Paco, con diferentes inclusiones de torta de sachá inchi

Insumos (%)	Tratamientos				
	0%	8%	16%	24%	32%
Maíz amarillo	37.20	26.77	26.89	26.00	26.12
Polvillo de arroz	0.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Afrecho de trigo	15.00	15.00	15.00	15.00	12.00
Torta de soya 45	25.90	15.50	8.10	4.60	0.00
Harina de pescado 60	12.60	13.40	12.60	8.80	8.00
Torta de Sacha Inchi (TSI)	0.00	8.00	16.00	24.00	32.00
Almidón	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Fosfato bicalcico	1.28	0.99	1.01	1.03	1.27
Sal	0.31	0.53	0.53	0.53	0.56
Suplemento Vit+Min	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Vitamina C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
BHT	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Lisina	0.00	0.06	0.15	0.25	0.3
Metionina	0.11	0.11	0.11	0.10	0.12
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
Valores nutricionales					
Proteína bruta, %	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Energía dig., kcal /kg	3045.17	2972.76	3015.59	3058.41	3100.16
Extracto etéreo, %	3.06	5.04	5.29	5.53	5.21
Fibra bruta, %	3.44	4.11	3.98	3.86	3.70
Calcio, %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fosforo, %	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Sodio, %	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30
Lisina, %	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51
Metionina, %	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

### 3.12. Tratamientos

**T1:** Ración extrusada sin adición de TSI a 3.5 meses de edad.

**T2:** Ración extrusada sin adición de TSI a 4.5 meses de edad.

**T3:** Ración extrusada con adición de 8% de TSI a 3.5 meses de edad.

**T4:** Ración extrusada con adición de 8% de TSI a 4.5 meses de edad.

**T5:** Ración extrusada con adición de 16% de TSI a 3.5 meses de edad

**T6:** Ración extrusada con adición de 16% de TSI a 4.5 meses de edad

**T7:** Ración extrusada con adición de 24% de TSI a 3.5 meses de edad

**T8:** Ración extrusada con adición de 24% de TSI a 4.5 meses de edad

**T9:** Ración extrusada con adición de 32% de TSI a 3.5 meses de edad

**T10:** Ración extrusada con adición de 32% de TSI a 4.5 meses de edad

**T11:** Peces sin alimentación experimental a los 2.5 meses de edad.

### 3.13. Croquis de distribución

Los peces fueron distribuidos de la siguiente forma:

T1R3	T3R3	T2R1	T5R4
T5R1	T4R2	T1R1	T2R2
T4R1	T2R4	T3R2	T5R3
T3R4	T4R3	T4R4	T1R4
T5R2	T1R2	T3R1	T2R3

T: 5 Tratamientos

R: 4 Repeticiones

UE: 10 Alevinos

### 3.13. Diseño y análisis estadístico

Los peces fueron evaluados con un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 5 x 3 (5 niveles de inclusión de TSI y 3 tiempos (0, 30 y 60 días), con 15 tratamientos y 4 repeticiones y un pez por repetición. Los resultados fueron evaluados mediante el análisis de variancia cuyo modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ijk} = u + I_i + T_j + (IT)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- $Y_{ijk}$  = i-ésima inclusión del j-ésimo tiempo del k-ésimo error
- $u$  = Media poblacional
- $I_i$  = Efecto de la i-ésima inclusión de TSI ( $i = 0\%$ ,  $8\%$ ,  $16\%$ ,  $24\%$  y  $32\%$ )
- $T_j$  = efecto del j-ésimo tiempo ( $j = 0, 30, 60$  días)
- $(IT)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésima inclusión y de la j-ésimo tiempo
- $e$  = Error experimental

Los promedios de los tratamientos fueron comparados con la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK) al 5%.

### 3.14. Variables dependientes

Indicadores bioquímicos sanguíneos

- ✓ Alanina aminotransferasa pirúvica, actividad ALT (U/L)
- ✓ Aspartato aminotransferasa AST (U/L)
- ✓ Hematocrito, %
- ✓ Hemoglobina, g/dL
- ✓ Proteína sérica, g/dL
- ✓ Albúmina, g/dL

### 3.15. Metodología para el cálculo de las variables respuestas

#### 3.15.1. Examen del perfil sanguíneo

El primer día (2.5 meses de edad), a los 30 (3.5 meses de edad) y 60 (4.5 meses de edad) días del ensayo, respectivamente se tomaron muestras de sangre de 60 juveniles de *P. brachypomus*. El primer día las 20 muestras de sangre correspondieron a la edad control antes que consumieran las raciones experimentales. A los 3.5 meses de edad se tomaron 20 muestras de sangre, correspondiente a cuatro repeticiones de cada grupo de ración experimental (0, 8, 16, 24 y 32% de inclusión de torta de sachá inchi). A los 4.5 meses de edad nuevamente se tomaron 20 muestras de sangre, correspondiente a cuatro repeticiones de cada grupo de ración experimental (0, 8, 16, 24 y 32% de inclusión de torta de sachá inchi).

Se tomaron muestras de sangre de la vena caudal en los días 0, 30 y 60. Estas muestras se recolectaron por la mañana y en ayunas. La sangre entera fue colectada con EDTA (150 U) como anticoagulante (secado durante 24 h, previo etiquetado y sellado del tubo de ensayo); las muestras de sangre sin anticoagulante se centrifugaron a 3000 rpm durante 3 minutos para separarlas y luego todas las muestras se almacenaron a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para procesarlas

juntas. Se utilizan dos tipos de muestras de sangre: patron de sangre completa y sangre para extracción de plasma; la sangre entera fue evaluada el hematocrito y la hemoglobina y el plasma para transaminasas, la albúmina y las proteínas séricas.

#### **a. Determinación de las enzimas ALT y AST (VALTEK LAB)**

Los tubos fueron etiquetados para su identificación en base a tratamientos y número de réplicas, además, se les adjunta otro tubo con una etiqueta “B” (blanca); Se agregaron 0.5 ml de solución AST y 0.1 ml de agua destilada a todos los tubos excepto al tubo blanco, seguido de la incubación de dichos tubos a 37 °C durante 30 min. Después del período de incubación, agregue 0.5 ml de reactivo de color. en todos los tubos, en seguida se incubaron a temperatura ambiente (20 °C) durante 20´; a continuación, se agregaron 5 ml de NaOH 0.4 N a todos los tubos y finalmente se mezclaron nuevamente para leer a 505 nm (500 – 550 nm) en el blanco de reactivo.

Los tubos fueron etiquetados para su identificación según los métodos de procesamiento y replicación, además, se adjunta otro tubo etiquetado con la letra “B” (blanca), se agregan 0.5 ml de reactivo AST, 0.2 ml de muestra a todos los tubos excepto al tubo en blanco. ; entretanto que al tubo blanco se le agregaron 0.5 mL de reactivo AST y 0.1 mL de agua destilada; en seguida se incubaron los tubos a 37 °C durante 30 minutos; Después del período de incubación, se agregó 0.5 ml de sustrato de color a todos los tubos; en seguida, fue incubado a temperatura ambiente (aprox. 20°C) durante 20´; a continuación, se agregaron 5 ml de NaOH 0,4 N a todos los tubos y finalmente se mezclaron nuevamente para tomar lectura a 505 nm (500 – 550 nm) en el blanco.

#### **b. Hematocrito (técnica de micro-hematocrito)**

El capilar de microhematocrito se llenó aproximadamente  $\frac{3}{4}$  con una de las muestras de sangre, con un extremo cubierto herméticamente con plástico; Luego se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos, finalmente se tomó la lectura en una micro platina.

#### **c. Hemoglobina (VALTEK LAB)**

Se elaboró una muestra en blanco que poseía solución de Drabkin (5 ml) y esta muestra estaba destinada a poner a cero el espectrofotómetro. Para preparar la muestra de prueba se utilizaron 5 ml de solución de Drabkin con 20 µl de sangre; Para preparar las dos

muestras (blanco y muestra problema), incubamos durante 10 minutos a temperatura ambiente, tras lo cual leímos el espectrofotómetro a 540 nm.

**d. Proteína total (WIENER LAB: 2000)**

Tome los tubos etiquetados; B (muestra en blanco) y M (muestra de plasma), en seguida agregue 50 ul de agua destilada al tubo by en la muestra M 50 ul, luego agregue 3,5 ml de sustrato EDTA/Cu a todos los tubos. Estos fueron mezclados usando una varilla para luego pasar incubación a 37°C por 15' (baño maría) y finalmente se leyeron los resultados usando un espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm.

**e. Albumina (WIENER LAB: 200)**

Tome los tubos etiquetados; B (muestra en blanco) y M (muestra de suero). En el tubo M se añadieron 10 µl de muestra y 3,5 ml de reactivo BCF a 3 tubos; Luego se mezcla el contenido del tubo con un hisopo de algodón, se incuba a 28°C durante 10 minutos y finalmente se leen los resultados en un espectrofotómetro a 625 nm o en un colorímetro, reduciendo el blanco de fármaco intentando volver a 0.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 4 se detalla los valores de bioquímica y hematología de juveniles de *Piaractus brachypomus* alimentados con raciones adicionadas con diversas proporciones de harina de TSI y en tres diferentes momentos.

Tabla 4. Perfil bioquímico sanguíneo de juveniles de *Piaractus brachypomus* en función a la inclusión de TSI y tres momentos, n=4

Factores	ALT UI/L	AST UI/L	HTO %	HB g/dL	PROT g/dL	ALB mg/dL
Inclusión de TSI						
0%	5.89 a	4.95 c	20.00 a	9.65 a	5.22	1.86 ab
8%	5.13 ab	6.37 a	20.25 a	9.55 a	5.00	1.80 ab
16%	5.12 ab	5.45 b	17.17 b	8.83 b	4.59	1.62 b
24%	4.62 b	4.64 c	20.42 a	9.23 ab	5.04	1.79 ab
32%	5.04 ab	4.47 c	17.58 ab	9.30 ab	5.35	2.00 a
Momentos (M)						
Inicio	4.68 b	4.05 c	19.65	9.34	4.97 b	2.29 a
Un mes	4.96 b	5.10 b	18.65	9.34	6.31 a	1.28 c
Dos meses	5.85 a	6.38 a	18.95	9.24	3.84 c	1.87 b
p-valor de los factores						
TSI	0.0653	0.0001	0.0048	0.0047	0.4205	0.0199
Momentos	0.0023	0.0001	0.4701	0.7939	0.0001	0.0001
TSI x M	0.2263	0.0001	0.7796	0.9161	0.2664	0.5733
cv (%)	20.02	11.40	13.73	5.76	19.81	14.58

ALT UI/L: Alanina aminotransferasa, AST UI/L: Aspartato aminotransferasa, HTO %: Hematocrito; HB g/dL: Hemoglobina; PROT g/dL: Proteína total sérica, ALB mg/dL: Albúmina. abc: Letras diferentes dentro de la misma columna para cada factor, indican diferencia estadística (SNK, 5%). cv: Coeficiente de variación.

En la Tabla 5 se exponen los valores de aspartato aminotransferasa (AST) en UI/L de juveniles de *Piaractus brachypomus* alimentados con raciones adicionadas con diversas proporciones de TSI y en tres diferentes momentos (Inicio, un mes y dos meses).

Tabla 5. Niveles de aspartato aminotransferasa (AST) de juveniles de *Piaractus brachypomus* en función de la adición de TSI y edad

Momento	Inclusión de harina de torta de sacha inchi, %				
	0%	8%	16%	24%	32%
Inicio	3.65 c A	4.50 b A	4.70 b A	3.90 b A	3.50 b A
Un mes	4.78 b B	6.73 a A	5.90 a A	4.15 b B	3.95 b B
Dos meses	6.43 a B	7.88 a A	5.75 a B	5.88 a B	5.95 a B

abc-AB: Letras minúsculas diferentes en columna y letras mayúsculas diferentes en fila, indican diferencia significativa (SNK, 5%).

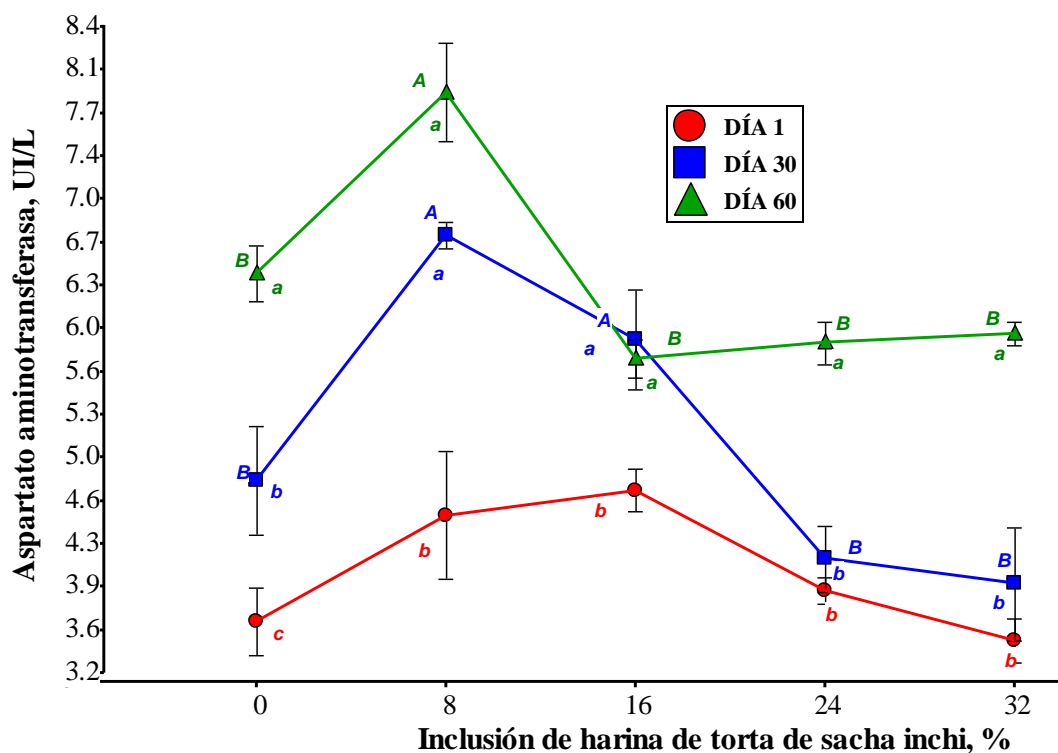


Figura 1. Interacción entre los factores inclusión de harina de TSI y tres momentos, sobre las concentraciones de aspartato aminotransferasa.

Los resultados del ensayo muestran que los parámetros sanguíneos presentan alta sensibilidad, indicando que de acuerdo a los que son sometidos los animales, las variables hematológicas y bioquímicas presentan sus alteraciones. En esta ocasión, el paco consumió raciones extrusadas con diferentes proporciones de TSI, que a pesar de ser incluido en proporciones de 32%, los peces mantuvieron su desempeño, pero las constantes hematológicas fuerin diferentes.

**Factor: Inclusión de torta de sachá inchi en raciones de paco**

Los valores de alanina aminotransferasa (ALT) se redujeron ( $p < 0.05$ ) cada vez que la ración del paco tuvo mayor inclusión de harina de TSI, a pesar Dufour et al. (2000) y Bondini et al., (2007) señalan que la actividad elevada de la ALT en suero se asocia a un daño hepático; por tanto, en este trabajo se verifica que a pesar de consumir raciones con 32% de TSI los pacos *Piaractus brachyomus* no mostraron efectos de daño hepático, argumentándose que los pacos son especies omnívoras con tendencia frugívora (Cruz-Callas et al., 2011) y probablemente el sistema digestivo está preparado para procesar adecuadamente a los factores antinutricionales de plantas leguminosas; en este sentido, Alcívar et al. (2020) valoraron nutricionalmente a la TSI, dónde reportaron 89.3 % de materia seca, 41.5% de proteína total, pero también determinaron altos niveles de FANS como saponinas y grupos alfa aminos y alcaloides, los cuales tienen incidencia en la nutrición acuícola como mejoradores de absorción de nutrientes, de la capacidad digestiva, así como también refuerzo del sistema inmunológico y resistencia de patógenos (Acosta et al., 2019).

Estos datos son corroborados por Sánchez (2017) y Gamez (2018) quienes concluyen que la inclusión de hasta 30 y 32% de TSI, respectivamente en alimento de *Piaractus brachyomus* mantuvieron un comportamiento de desempeño productivo semejante a los peces alimentados con raciones sin inclusión de TSI. Estos datos se constatan con trabajos realizados por Dairiki et al. (2018) quienes concluyen que la adición de hasta 40% de TSI en raciones peletizadas para juveniles de gamitana *Colossoma macropum* mostraron semejante desempeño biométrico.

Sin embargo, cuando fueron alimentados otras especies como Tilapia se observa que 10% de sustitución de harina de pescado por TSI mantiene los índices productivos, pero mayores sustituciones empeoran los índices productivos (Miranda Gelvez y Guerrero Alvarado (2015).

Entretanto, los valores de aspartato aminotransferasa (AST) tuvo un incremento ( $p < 0.05$ ) cada vez que se aumentó harina de TSI en sus raciones de 0% hasta 16%; sin embargo, cuando las raciones tuvieron inclusiones de 24% y 32% de harina de TSI, los valores de AST fueron ( $p > 0.05$ ) semejantes a los valores de peces que consumieron raciones sin inclusión de harina de TSI.

Los pacos que se alimentaron con raciones con 16% de adición de harina de TSI observaron los valores más bajos de hematocrito (17.17%) en relación con los pacos de otros tratamientos; además, los pacos que se alimentaron con raciones con 32% de harina de TSI expresaron valores de hematocrito (17.58%) semejantes a los otros tratamientos.

Los pacos que se alimentaron con raciones con 16% de adición de harina de TSI reportaron ( $p<0.05$ ) los valores más bajos de hemoglobina (8.83 g/dL) en relación con los pacos de otros tratamientos, a excepción de pacos que consumieron raciones con las mayores adiciones de TSI 24 y 32%, respectivamente.

La proteína sérica total no fue influenciada ( $p>0.05$ ) por las diferentes inclusiones de TSI en las raciones de juveniles de paco. Entretanto los valores de albúmina fueron ( $p<0.05$ ) menores en peces que se alimentaron con raciones incluidas con 16% de TSI (1.62 mg/dL) en relación con los pacos del tratamiento que se alimentaron con raciones adicionadas con 32% de TSI (2.00 mg/dL).

### **Factor: Momento de toma de muestras de sangre**

Los valores de ALT fueron menores ( $p<0.05$ ) al inicio y al mes de iniciado el ensayo en comparación a la toma de sangre al segundo mes; entretanto, los valores de AST fueron ( $p<0.05$ ) en aumento con los momentos de toma de muestras de sangre, siendo menor al inicio y gradualmente mayor a los dos meses. Los valores de hematocrito y hemoglobina de juveniles de paco ( $p>0.05$ ) no mostraron cambios con los momentos de toma de muestras de sangre. Entretanto; los valores de proteína sérica total en los tres momentos fueron diferentes ( $p<0.05$ ), mostrándose concentraciones bajas a los dos meses, altos al mes e intermedio al inicio. En cuanto a los valores de albúmina, se observa ( $p<0.05$ ) mayores concentraciones al inicio, bajas concentraciones al mes e intermedio a los dos meses.

Apenas los valores de AST mostraron ( $p<0.05$ ) interacción entre los porcentajes de adición de TSI en las raciones y los momentos de toma de sangre, notándose que al inicio ( $p<0.05$ ) los valores de AST fueron ( $p>0.05$ ) semejantes entre las diferentes adiciones de TSI en sus respectivas raciones; entretanto al mes se observa mayores niveles de AST en pacos alimentados con 8% y 16% de adición de TSI en relación con los otros tratamientos. Además, a los dos meses ( $p<0.05$ ) se observa únicamente mayor concentración de AST en pacos alimentados con raciones adicionadas con 8% de TSI, en relación con los otros tratamientos que mostraron bajos niveles de AST.

Desde el punto de vista de las diferentes concentraciones de adición de TSI, se denota que cuando no se incluyó TSI en raciones de paco el AST se incrementa gradualmente con los momentos (inicio, un mes y dos meses); entre tanto, cuando los pacos se alimentaron con raciones adicionadas con 8% y 16% de TSI al inicio presentaron los valores de AST más bajos en relación a uno y dos meses, las cuales fueron semejantes; sin embargo, cuando las

inclusiones fueron de 24% y 32% de TSI en raciones de paco se observa bajos niveles de AST al inicio y a un mes en comparación a la toma de muestras a los dos meses.

El incremento de AST se refiere a un alto catabolismo proteico y daño de los hepatocitos (Begum, 2005). Este fenómeno es actualmente observado como una respuesta de los organismos bajo los efectos de una aguda intoxicación (Montanha et al., 2014).

ALT y AST son enzimas no plasmáticas usadas como indicador de estrés del hígado, comúnmente relatado como daño en la histología hepática, las concentraciones de los biomarcadores (Benzo pireno, diclorodifeniltricloro y tributil estaño) incrementan las actividades plasmáticas de ALT en cinco días de experimento; pero cuando expuestos a 15 días no se observaron diferencias; entretanto, los valores de AST no fueron influenciados por la exposición por cinco y quince días (Oliveira et al., 2015).

La ALT (Alanina aminotransferasa) es una enzima citosólica particular de las células del hígado denominado hepatocito, cuando se incrementa se verifica una alteración como la inflamación o necrosis del hígado. Los valores de ALT nos dan un dato más puntual que la AST; sin embargo, cuando ocurre daños graves generalmente se encuentra con altos valores. Por tanto, se da la relación positiva entre el daño al hígado y mayores niveles de ALT, indica un daño más severo en el hígado que si el resultado fuera más moderado. Además, la ALT se mantiene en más horas en la sangre circulante que la AST.

La AST (aspartato aminotransferasa) una de las características de esta enzima es que presenta una alta sensibilidad, sin embargo, presenta poca especificidad, cuando se requiere evaluar las alteraciones del hígado; esta sensibilidad se debe a que esta enzima se concentra a nivel del citosol y de las mitocondrias de los hepatocitos principalmente; por tanto, cuando hay una lisis o rompimiento de las células del hígado, los niveles de AST se incrementarán. Tradicionalmente cuando ocurre aumento en las proporciones de AST. Esta se asocia a las perturbaciones o desafíos ocurridos en el hígado. La AST no es un marcador del hígado muy específico, debido a que también se ubican en grandes cantidades en el músculo estriado y cardíaco. Gozales-García (2012) comenta que la ALT es una enzima homodimérica dependiente de piridoxal-5-fosfato que cataliza la transaminación reversible entre L-alanina y  $\alpha$ -cetoglutarato para formar piruvato u L-glutamato.

La ALT y AST son las aminotransferasas cuantitativamente más importantes en el hígado de peces teleostos (Conwey y Walton, 1989). Metón et al. (1999) comprobaron que la actividad de la ALT disminuye después de un periodo de ayuno prolongado, mientras que la AST mostro una ligera tendencia a aumentar; sin embargo, el efecto del ayuno en otras especies de peces es variable. Los niveles de actividad de ALT en suero se utilizan como marcador

biológico para la detección de lesiones hepáticas (Karmen, 1955; Sherman, 1991). Una actividad elevada en suero se asocia a daño hepático (Dufour et al., 2000; Bondini et al., 2007).

El mecanismo por el cual la ALT intracelular aparece en suero es debido en su mayor parte a la fuga desde los hepatocitos dañados (Gores et al., 1990). Herrera-Farfan (2004) reporta valores hematológicos y sanguíneos del trucha arco iris: Proteína total 39.45 g/L, Albumina 9.12 g/L, ALT 5.54 U/L y AST 180.94 U/L. También, Loaiza-Escobar (2017) obtuvieron  $1.29 \times 10^6$  y  $1.20 \times 10^6$  de eritrocitos, para recirculación y biofloc, 13.1 y 14.8 g/dL de hemoglobina,  $3004.8$  y  $3078.8 \times 10^3$  de leucocitos, proteínas totales 32.73 y 35.53 mg/dL, AST 295 y 499 U/L, ALT 30.5 y 48.3 g/L y albúmina 10.7 y 11.3 g/L.

Delgado Ramírez et al. (2013) estudió diferentes densidades de cultivo de paiche y reportaron valores de AST semejantes; entretanto, los valores de ALT fueron raducidos en paiches cultivados con altas densidades en relación con aquellas cultivadas en bajas densidades. En otro trabajo realizado en pollos con uso de 6% de torta de sachá inchi, observaron megalocitosis del hígado, el cual es una afectación al hígado producto de los factores antinutricionales de la torta de sachá inchi; sin embargo, hay la posibilidad que los efectos de la torta de sachá inchi en pacos son reducidos, debido a que es una especie eminentemente frugívora el cual tiene el organismo mejor adaptado para modular los efectos adversos de la torta de sachá inchi.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones del trabajo se concluye

- Los valores de alanina aminotransferasa (ALT) sérico de pacos progresivamente se redujeron cuando se incluyó mayores niveles de torta de sachá inchi en sus respectivas raciones. Entretanto los valores de aspartato aminotransferasa (AST) se mostraron en mayores concentraciones séricos cuando los pacos consumieron raciones con 8% de inclusión de torta de sachá inchi; además, expresando un aumento progresivo con su edad (inicio, 30 y 60 días).
- Los valores de hematocrito y hemoglobina muestran una reducción significativa en pacos alimentados con raciones incluidas con 16% de torta de sachá inchi; entretanto, los tratamientos con 0, 8, 24 y 32% de torta de sachá inchi mostraron valores altos y semejantes.
- La proteína sérica no fue influenciada por las diferentes inclusiones de torta de sachá inchi; sin embargo, los valores de albumina mostraron bajo nivel en pacos alimentados con raciones incluidas con 16% de torta de sachá inchi.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

- Continuar con los ensayos de uso de torta de sachá inchi en raciones de paco, evaluando los efectos histopatológicos del hígado.

## VII. REFERENCIAS

- ABCMÉDICO, (2010). Analisis bioquímicos (En línea): TUOTROMEDICO, ([www.tuotromedico.com/indice analisis.htm](http://www.tuotromedico.com/indice_analisis.htm)) documento, 11 febrero, 2011.
- Acosta, R., Rosen, Y., y Ra'anán A. (2019). El uso de saponinas en acuicultura. International Aquafeed. <https://aquafeed.co/entrada/el-uso-de-saponinas-enacuicultura--20648/>.
- Alcívar, J., Martínez, M., Lezcano, P., Scull, I., & Valverde, A. (2020). Technical note on physical-chemical composition of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake. Cuban Journal of Agricultural Science, 54(1), 1-5. DOI: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2079-34802020000100019&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000100019&lng=es&tlng=es).
- Aranda, J. (2009). Monografías de Saha Inchi (*Plukenetia volubilis* L). [En Línea]: SCRIBD. ([http://es.scribd.com/maite\\_almedo\\_1/d/57340946-SACHA-INCHI](http://es.scribd.com/maite_almedo_1/d/57340946-SACHA-INCHI). Documento, 3 de diciembre 2013).
- Arfini, F., Antonioli, F. (2013). Sacha inchi. Investigación sobre las condiciones para el reconocimiento de la indicación geográfica en el Perú. Publisher: Cooperazione Italiana allo Sviluppo, Fundación Terre des Hommes Italia, Università degli Studi di Parma, CIED Perú. Editor: CIED Perú. ISBN: 978-612-46554-0-1.
- Begum, G. (2005). In vivo biochemical changes in liver and gill of *Clarias batrachus* during cypermethrin exposure and following cessation of exposure. Pesticide Biochemistry and Physiology. Volume 82, Issue 3, July 2005, Pages 185-196.
- Bondini, S.; Kallman, J.; Wheeler, A.; Prakash, S.; Gramlich, T.; Jondle, D.; Younossi, Z. (2007). Impact of non-alcoholic fatty liver disease on chronic hepatitis B. *Liever Int.* 27:607-611.
- Conwey, C. Walton, M. (1989). Intermediary metabolism Fish Nutrition ed J.E. Halver: 259-329.
- Crooks, K., Garcelon, O., Scott, C., Wilcox, C., Timm, S., Van, Vuren, D. (2003). Hematology and serum chemistry of the Island Spotted Skunk on Santa Cruz Island. *J Wildlife Dis* 39: 460-466.
- Cruz-Casallas, P.E., Medina-Robles, V.M. & Velasco-Santamaría, Y.M., (2011). Fish farming of native species in Colombia: current situation and perspectives. *Aquaculture Research*, 42(6), pp.823–831. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2109.2011.02855.x> [Accessed October 30, 2012].

- Dairiki, J., Araújo-Dairiki, T., Litaiff, I., Maeda, J., Boijink, Ch., Pinto da Rocha, T., Chaves, F. (2018). Nutricao de juveis de tambaqui com sachá inchi. Boletim de pesquisa y desenvolvimento 24. Embrapa Amazonia Occidental, Manaus AM. Brasil. 2018. p60.
- Delgado Ramírez, J.; Rebaza Alfaro, C.; Paredes López, D.; Robles Huaynate, R.; Bazán Albites, R. (2013). Efecto de tres densidades de cultivo en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche *arapaima gigas* sobre sus parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y biométricos. Folia Amazónica V. 22 N. 1-2, 15 – 24.
- Dufour, D.; Lott, J.; Nolte, F.; Gretch, D.; Koff, R.; Seeff, L. (2000). Diagnosis and monitoring of hepatic injury. Performance characteristics of laboratory test. Clin. Chem. 46: 2027-2049.
- Gores, G.; Herman, B.; Lemasters, J. (1990). Plasma membrane bleb formation and rupture: a common feature of hepatocellular injury. Hepatology 11: 690-698.
- Hansen, P. Stowersand, F. (1980). Resultado de análisis de aceite y proteína del cultivo de Sachá Inchi. Universidad de Cornell. USA.
- Herrera-Farfan, E. (2004). perfil metabólico de salmon atlántico *salmo salar* y trucha arcoiris *oncorhynchus mykiss* de tres pisciculturas en fase de agua dulce en el sur de Chile. Memoria de título presentada como parte de los requisitos para optar al título de Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Veterinarias Instituto de Patología Animal. P. 40.
- Hurtado Ramírez, L.; Paredes López, D.; Robles Huaynate, R. (2014). Efecto de la torta de Sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.) en el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado de aves de postura. Universidad Científica del Perú Ciencia amazónica (Iquitos) 2014; 4(1): 60-66.
- INTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONIA PERUANA (IIAP) (2000). Cultivo Y Procesamiento De Peces Nativos: Una Propuesta Productiva Para La Amazonia Peruana. Iquitos-Perú. 86 pág.
- Gamez, Y. (2018). Desempeño bioeconómico del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818) en fase de crecimiento, alimentados con dietas con inclusión de torta de sachá inchi (*Plukenetia volúbilis* L.). Tesis de Ingeniero Zootecnista, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Huánuco – Perú. p. 71.
- González-García, J. (2012). Alanina aminotransferasa en *Sparus aurata*: control de la expresión génica mediante RNAi y de la actividad enzimática por aminoácido. Memoria. Universitat de Barcelona Facultat de Farmacia. P. 206.

- Guerra, H., Rebaza, M., Alcantara, F., Rebaza, C., Deza, S., Salvador, T., Cortez, J., Padilla, P., Montreuil, V., Tello, G., (2000). Cultivo y Procesamiento de peces nativos. Programa de Ecosistemas Acuáticos – Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (PEA-IIAP). Iquitos, Perú. 85p.
- Jínez, T., Cortés, C., Ávila, E., Casaubon, T. y Salcedo, R. (1998). Efecto de niveles elevados de semilla de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en dietas para pollos sobre el comportamiento productivo y funcionamiento hepático. <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1998/vm981f.pdf> [Consultado marzo 30, 2019].
- Kaneko, J., Harvey, J.M., Bruss, M.L., (2008). Clinical Biochemistry of Domestic Animals, fifth ed. Academia Press, London.
- Karmen, A. (1955). A note on the spectrometric assay of glutamic-oxalacetic transaminase in human blood serum. *J. Clin Invest* 34: 131-133.
- Kodahl, N. (2020). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)-from lost crop of the Incas to part of the solution to global challenges? *Planta*. 2020 Mar 17;251(4):80. doi: 10.1007/s00425-020-03377-3. PMID: 32185506.
- Manco, E. (2006). Situación y avances del cultivo de sachá inchi en el Perú. INIA. El porvenir-Tarapoto. 11p. Documento 2 de diciembre 2013.
- Metón, I.; Caseras, A.; Mediavilla, D.; Fernández, F.; Baanante I. (1999). Molecular cloning of a cDNA encoding 6-phosphofructo-2-kinase/fructose-s,6-biphosphatase from liver of *Sparus aurata*: nutritional regulation of enzyme expression. *Biochim Biophys Acta*. 1444: 153-165.
- Limdi, J., Hyde, G. (2003). Evaluación de las Pruebas de Función Hepática Anormales. [En línea]: BAGO (<http://www.bago.com/bagoarg/biblio/gastro195web.htm>, documento virtual, 20 de marzo del 2011)
- Loaiza Escobar, J. (2017). Caracterización hematológica, morfométrica y química del tejido sanguíneo, de juveniles de Cachama blanca (*Piaractus brachyomus*) mantenidas en un sistema biofloc y un sistema de recirculación de agua. Trabajo de grado para optar por el título de Médico Veterinario, Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Programa de Medicina Veterinaria Caldas, Antioquia. P. 51.
- Ministerio de Agricultura MINAGRI. (2018). Estadística Agraria trimestral. Sistema de Información Agraria (SIAG), jul.- del 2002.

- Miranda-Gelvez, R. y Guerrero-Alvarado, C. (2015). Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) Respuestas Cúcuta-Colombia Vol. 20 No. 2 Julio - diciembre 2015 ISSN 0122-820X E-ISSN 2422-5053. PP: 82-92
- Miranda, S., Rincón, H., Muñoz, R., Higuera, A., Arzálluz, A., Urdaneta, H. (2007). Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles dietéticos de harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata* (L. Walp.) durante la fase de crecimiento. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95917208.pdf>. [Consultado 15 mayo 2011]
- Montanha, F. P.; Fredianelli, A. C.; Wagner, R.; Sacco, S. R.; Rocha, D. C. C.; Pimpão, C. T. (2014). Clinical, biochemical and haemathological effects in *Rhamdia quelen* exposed to cypermethrin. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.3, p.697-704.
- Oliveira, H.; Liebel, S.; Rossi, S.; Azevedo, A.; Barrera, E.; Garcia, J.; Grötzner, S.; Neto, F.; Randi, M.; Ribeiro, C. (2015). Mixtures of benzo(a)pyrene, dichlorodiphenyltrichloroethane and tributyltin are more toxic to neotropical fish *Rhamdia quelen* than isolated exposures. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 122, 106–115.
- Palpa, P. (2009). Determinación del valor nutricional de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la alimentación de los pollos de carne. Tesis del Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María. 49 p.
- Pascual y Mejia (2007). Extracción y caracterización de aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) *Anales científico UNALM*, [En línea]: TUMI (<http://tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/enero-marzo2000.pdf>, Documento, 03 diciembre del 2015).
- Perozo, J., Ferrer, M., Alvarado, H., Mavarez, Y., Gil, M. (2003). Valores hematológicos en pollos de engorde expuestos De forma continua a bajas dosis de Aflatoxina b1 En el estado Zulia, Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia.
- Quintana, R. (2009). Inhibición de factores antinutricionales (taninos), presentes en la semilla y torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante diferentes tratamientos térmicos. Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María 63 p.

- Reátegui-Inga, R.; Paredes López, D.; Robles Huaynate, R. (2015). Determinación del efecto del consumo de la torta de sacha inchi (*plukenetia volúbilis* L.) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. *Folia Amazónica* v. 24, n. 2, 131-138.
- Ríos, E., Belmonte, C., Rodríguez, C., Ortiz, L., Ciotti, E., Bogado, F., Agosta, O. (2005). Intoxicación con *Ipomoea fistulosa* (aguapeí, mandiyurá) en cabras. Efectos sobre el hemograma e ionograma. [En línea]: UNNE (<http://www.unne.edu.ar/Web/cyVcom2005/4-VeterinariaN017.pdf>, docur\_nento virtual, 20 de junio del 2011).
- Sánchez, C. (2017). Evaluación de dos niveles de inclusión de torta de sacha inchi (*Plukenetia huayllabambana*) en la dieta para alevinos de *Colossoma macropomum*. Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3285>.
- Salas, V. F. (1981). Obtención de bebida de soya en polvo a partir de soya integral. Tesis grado. UNA-La Molina.
- Sherman, K. E. (1991). Alanine aminotransferase in clinical practice. A review. *Ach Intern. Med.* 151: 260-265.
- Soza, A. (2007). Albúmina. [En línea]: Hepatitis (<http://www.hepatitis.cl/albumina.htm>, documento, 02 de marzo de 2011).
- UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. (2011). Valores hematológicos normales. [En línea]: [Cea.unizar.es](http://cea.unizar.es)([http://cea.unizar.es/Disenos\\_experimentales/Sangre/alores%20hematologicos.pdf](http://cea.unizar.es/Disenos_experimentales/Sangre/alores%20hematologicos.pdf). [Consultado 15 mayo 2011].
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. (2009). Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- Woynarovich, A. y Woynarovich, E. (1998). Reproducción Artificial de Las Especies *Colossoma* y *Piaractus*. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). Taller ed. Lima-Perú.67 pág.

## **VIII. ANEXO**

**Anexo 1.** Datos de valores hematológicos y bioquímico de sanguíneos de *P. brachypomus*, en función de la edad y proporción de inclusión de torta de sachá inchi

Edad	Trata	Rep	ALT	AST	HTO T	HB	PROT	ALB	HTO
1	0	1	6.30	3.60	63.43	9.87	4.61	2.76	20
1	0	2	6.00	4.10	62.03	9.86	6.01	2.83	22
1	0	3	5.80	4.00	62.73	9.70	4.48	1.93	21
1	0	4	5.20	2.90	64.90	10.00	4.84	2.17	18
1	8	1	4.20	3.80	64.16	9.74	4.88	2.75	19
1	8	2	4.80	4.20	62.73	9.25	4.83	2.07	21
1	8	3	4.30	6.00	63.43	10.10	4.98	2.07	20
1	8	4	5.00	4.00	63.43	9.07	4.63	2.08	20
1	16	1	4.50	5.10	64.90	8.40	4.65	2.31	18
1	16	2	3.90	4.80	65.65	8.71	3.63	2.04	17
1	16	3	3.50	4.30	63.43	9.41	3.16	2.05	20
1	16	4	4.20	4.60	64.16	8.81	4.44	2.04	19
1	24	1	3.10	3.90	63.43	9.26	4.55	2.38	20
1	24	2	3.80	3.60	63.43	9.33	4.17	1.76	20
1	24	3	4.70	4.00	64.16	8.41	6.51	2.14	19
1	24	4	5.00	4.10	62.73	9.80	4.69	2.29	21
1	32	1	6.10	3.80	64.16	8.44	6.10	2.54	19
1	32	2	4.20	3.60	63.43	9.84	6.24	2.41	20
1	32	3	4.80	3.60	64.16	9.37	5.99	3.00	19
1	32	4	4.10	3.00	63.43	9.51	6.08	2.20	20
30	0	1	5.30	3.50	63.43	9.87	4.93	1.17	20
30	0	2	8.80	5.00	62.03	9.86	7.84	1.42	22
30	0	3	6.20	5.30	62.73	9.70	7.00	1.22	21
30	0	4	4.60	5.30	64.90	10.00	7.82	1.26	18
30	8	1	4.70	6.70	64.16	9.74	5.63	1.24	19
30	8	2	5.30	7.00	62.73	9.25	4.81	1.22	21
30	8	3	4.50	6.50	63.43	10.10	7.67	1.67	20
30	8	4	4.00	6.73	63.43	9.07	8.30	1.17	20
30	16	1	2.90	7.00	66.42	8.40	4.78	0.87	16
30	16	2	4.70	5.30	68.03	8.71	4.11	0.69	14
30	16	3	5.30	5.30	68.87	9.41	6.06	1.36	13
30	16	4	6.80	6.00	67.77	8.81	7.90	0.76	23
30	24	1	5.30	4.20	62.73	9.26	3.79	1.38	21
30	24	2	4.10	4.80	63.43	9.33	7.37	1.38	20
30	24	3	2.40	3.50	62.73	8.41	5.27	1.46	21
30	24	4	4.10	4.10	62.73	9.80	7.40	1.30	21
30	32	1	6.40	3.30	64.16	8.44	5.21	1.78	19
30	32	2	5.30	5.30	69.73	9.84	7.22	1.13	12
30	32	3	3.50	3.60	66.42	9.37	5.94	2.09	16
30	32	4	4.90	3.60	66.42	9.51	7.22	1.06	16
60	0	1	5.00	6.43	62.03	9.76	4.66	1.99	22

60	0	2	6.40	5.90	65.65	8.69	3.37	1.82	17
60	0	3	5.80	6.40	62.03	9.80	3.86	1.77	22
60	0	4	5.30	7.00	65.65	8.70	3.27	1.92	17
60	8	1	6.30	8.80	60.67	10.02	3.30	1.80	24
60	8	2	6.00	7.00	64.16	9.72	3.63	1.80	19
60	8	3	5.80	8.20	65.65	8.66	4.07	1.86	17
60	8	4	6.60	7.50	61.34	9.92	3.24	1.82	23
60	16	1	5.30	5.90	67.21	7.92	4.63	2.16	15
60	16	2	5.80	6.00	66.42	9.17	3.96	1.82	16
60	16	3	7.60	5.30	64.16	8.96	4.18	1.68	19
60	16	4	6.90	5.80	66.42	9.22	3.61	1.68	16
60	24	1	6.50	5.40	62.03	9.86	4.54	2.09	22
60	24	2	3.50	6.00	60.67	9.98	3.93	1.60	24
60	24	3	5.30	6.20	62.73	9.25	5.07	1.98	21
60	24	4	7.60	5.90	61.87	8.02	3.29	1.70	15
60	32	1	5.30	5.80	66.42	9.10	3.46	1.89	16
60	32	2	5.00	6.00	63.43	9.00	3.80	2.01	20
60	32	3	5.30	6.20	61.34	9.82	3.76	1.96	23
60	32	4	5.60	5.80	63.73	9.31	3.15	1.98	11

**Anexo 2.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de ALT

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36.97	14	2.64	2.48	0.0109
Edad	14.93	2	7.46	7.00	0.0023
Trata	10.17	4	2.54	2.38	0.0653
Edad*Trata	11.87	8	1.48	1.39	0.2263
Error	47.99	45	1.07		
Total	84.97	59			

**Anexo 3.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de AST

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	93.57	14	6.68	19.20	<0.0001
Edad	54.29	2	27.15	77.98	<0.0001
Trata	28.05	4	7.01	20.14	<0.0001
Edad*Trata	11.23	8	1.40	4.03	0.0011
Error	15.67	45	0.35		
Total	109.24	59			

**Anexo 4.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de hematocrito

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	140.15	14	10.01	5.32	<0.0001
Edad	16.91	2	8.45	4.49	0.0167
Trata	89.53	4	22.38	11.89	<0.0001
Edad*Trata	33.71	8	4.21	2.24	0.0419
Error	84.69	45	1.88		
Total	224.84	59			

**Anexo 5.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de hemoglobina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.03	14	0.43	1.50	0.1504
Edad	0.13	2	0.07	0.23	0.7939
Trata	4.99	4	1.25	4.34	0.0047
Edad*Trata	0.91	8	0.11	0.40	0.9161
Error	12.93	45	0.29		
Total	18.96	59			

**Anexo 6.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de proteína sérica

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75.74	14	5.41	5.42	<0.0001
Edad	61.37	2	30.69	30.76	<0.0001
Trata	3.97	4	0.99	0.99	0.4205
Edad*Trata	10.40	8	1.30	1.30	0.2664
Error	44.89	45	1.00		
Total	120.63	59			

**Anexo 7.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de albúmina sérica

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.66	14	0.83	11.92	<0.0001
Edad	10.28	2	5.14	73.54	<0.0001
Trata	0.91	4	0.23	3.26	0.0199
Edad*Trata	0.47	8	0.06	0.84	0.5733
Error	3.14	45	0.07		
Total	14.80	59			

**Anexo 8.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) de hematocrito

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161.83	14	11.56	1.68	0.0933
Edad	10.53	2	5.27	0.77	0.4701
Trata	118.83	4	29.71	4.33	0.0048
Edad*Trata	32.47	8	4.06	0.59	0.7796
Error	308.75	45	6.86		
Total	470.58	59			

**Anexo 9.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos sin inclusión de torta de sachá inchi.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.67	2	7.84	18.94	0.0006
Edad	15.67	2	7.84	18.94	0.0006
Error	3.72	9	0.41		
Total	19.40	11			

**Anexo 10.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con 8% de inclusión de torta de sachá inchi.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23.57	2	11.79	20.91	0.0004
Edad	23.57	2	11.79	20.91	0.0004
Error	5.07	9	0.56		
Total	28.65	11			

**Anexo 11.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con 16% de inclusión de torta de sachá inchi.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.42	2	1.71	5.99	0.0222
Edad	3.42	2	1.71	5.99	0.0222
Error	2.57	9	0.29		
Total	5.99	11			

**Anexo 12.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con 24% de inclusión de torta de sachá inchi.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.25	2	4.63	31.13	0.0001
Edad	9.25	2	4.63	31.13	0.0001
Error	1.34	9	0.15		
Total	10.59	11			

**Anexo 13.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con 32% de inclusión de torta de sachá inchi.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13.61	2	6.80	20.69	0.0004
Edad	13.61	2	6.80	20.69	0.0004
Error	2.96	9	0.33		
Total	16.57	11			

**Anexo 14.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con un día iniciado el ensayo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.44	4	1.11	3.46	0.0341
Trata	4.44	4	1.11	3.46	0.0341
Error	4.81	15	0.32		
Total	9.25	19			

**Anexo 15.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con 30 días de iniciado el ensayo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.54	4	5.64	11.07	0.0002
Trata	22.54	4	5.64	11.07	0.0002
Error	7.63	15	0.51		
Total	30.18	19			

**Anexo 16.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para AST en pacos con 60 días de iniciado el ensayo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.30	4	3.07	14.31	0.0001
Trata	12.30	4	3.07	14.31	0.0001
Error	3.22	15	0.21		
Total	15.52	19			