

# **INFORME FINAL DEL ESTUDIO**

**DIGESTIBILIDAD PROTEICO-ENERGÉTICA DE LA TORTA DE CASTAÑA, *Bertholletia excelsa* (LECYTHIDACEAE) EN JUVENILES DE “PACO”, *Piaractus brachypomus* (SERRASALMIDAE) EN CONDICIONES CONTROLADAS. PUERTO MALDONADO- PERÚ.**

**Br: KAREN DEL PILAR PORTOCARRERO SOUZA**

**PUERTO MALDONADO- AGOSTO 2019**

## I. INTRODUCCIÓN

El paco, *Piaractus brachypomus* es una de las especies más representativas de la amazonia peruana y sudamericana, con características corporales que atraen al mercado consumidor y con atributos productivos favorables (Ribeiro *et al.*, 2016)

Según el Ministerio de la Producción (2016), se registró 1391t de *P. brachypomus* en el 2016, siendo Cusco, San Martín y Madre de Dios las principales regiones productivas con 701, 438 y 251.7t, respectivamente; éste último se había mantenido como principal productor hasta un año atrás. La acuicultura en esta región ha mostrado un crecimiento del 20% en los últimos 8 años (2009-2016) representando el 0.28 en la producción nacional y destacando principalmente su producción de paco. Madre de Dios cuenta con un mercado estratégico por su posicionamiento geográfico e interconexión por el Eje Vial de la Infraestructura Regional Sudamericana – IIRSA SUR con países como Brasil y Bolivia y las regiones del sur del país. Sin embargo, la mayor limitación del sector es la alimentación y se hace necesario el uso de insumos alternativos regionales que pueda minimizar esta problemática.

El estudio de fuentes alternativas con insumos regionales otorga ventajas asociados a costos productivos y operativos, sin afectar el desempeño productivo de las especies cultivadas. En *P. brachypomus* y *C. macropomum* han sido utilizados diferentes fuentes alternativas sustituyendo parcial y/o totalmente la harina de pescado; investigaciones con pijuayo, camu camu, aguaje, maca, copoazu, castaña, mucuna, macambo, sacha inchi, yuca, plátano, cebada, papaya, guayaba, palta y garbanzo (Ayllón y Payahua, 2003; Palacios *et al.*, 2006)

La digestibilidad de materias primas es uno de los aspectos que menos se han estudiado para *P. brachypomus* y *C. macropomum* éste indica la efectividad de un insumo alimenticio y la calidad de una dieta o ingrediente que, aparentemente puede parecer excelente debido a su composición química, pero si no son digeridos resultará en una dieta de mala calidad. Existen varios factores que pueden influenciar la digestibilidad de los peces como la especie, edad, nivel de inclusión del insumo, interacción de los nutrientes, cantidad de alimento digerido, y frecuencia alimenticia (Andrighetto, 1982; Guevara y Chipama, 2015).

En Madre de Dios una de las actividades de mayor importancia económica y social es la castaña (*Bertholletia excelsa*) que beneficia aproximadamente a 20,000 personas directa e indirectamente. Es una actividad que causa mínima perturbación al ecosistema y es reconocida por promover la conservación del bosque amazónico (IIAP, 2001; Duchelle, 2009; Arias 2010). El uso de *B. excelsa* ha sido escasamente estudiado como fuente alternativa en la dieta alimenticia de peces, teniendo solo investigaciones de Mercado (2008), Suarez (2009) y Chirinos (2015); dos de ellos en *P. brachypomus* y uno en *C. macropomum*. La torta de castaña (prensado o molido de las almendras), contiene alto valor de proteína vegetal y un adecuado balance de aminoácidos, posee hasta 95% de digestibilidad y la hace propicia para la alimentación de peces.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

### **• DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro “Roger Beuzeville Zumaeta” (CIRBZ), del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Madre de Dios; situada a 20 km de la ciudad de Puerto Maldonado al margen derecho de la carretera Interoceánica Puerto Maldonado – Cuzco, sector “El Castañal” Distrito y Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios (Anexo: Foto 1). ubicada en las coordenadas geográficas de Altitud entre 250-350 m.s.n.m; Latitud Sur 11°35” y Longitud Oeste 69° 10”, con una Temperatura de ambiente promedio anual 26°C y precipitación anual de 2200 mm respectivamente.

### **• ADECUACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron tres tanques de concreto de 3 m<sup>2</sup> (tanques de alimentación), y 9 incubadoras de fibra de vidrio con fondo cónico (Sistema Guelph modificado) con un volumen de 200 litros; adaptada la parte cónica con llaves para recolección de las muestras de heces (Anexo: Foto 2). Tanto los tanques como las incubadoras fueron acondicionados con flujo de agua abierto y aireación permanente con difusores. Cada incubadora representó una repetición, por lo que fueron tres repeticiones por cada dieta suministrada.

### **• OBTENCIÓN DE LA TORTA DE CASTAÑA**

Para realizar la elaboración de la torta de castaña cruda y tostada, se utilizó la Planta de Alimentos Balanceados del Centro de Investigación Roger Beuzeville Zumaeta (CIRBZ), del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Madre de Dios. El molido de la torta de castaña cruda se realizó en un Molino modelo MMT-35/5RX, AÑO 2011, durante 10 minutos y posteriormente fueron almacenadas en baldones con tapas, para ser usado posteriormente en el mezclado de la dieta. Para la obtención de la torta de castaña tostada, se realizó el proceso de tostado, en la secadora marca GALIX TECH por un tiempo de 30 minutos, a temperatura 60°C. obteniéndose un tostado agradable, posteriormente se prosiguió al molido de la torta de castaña tostada, para posteriormente ser almacenada, y poder ser utilizada para su fácil integración a las dietas balanceadas (Anexo: Imagen 1).

Posteriormente se realizó el envío de 500 g de cada muestra (torta de castaña cruda y torta de castaña tostada), al laboratorio de análisis bromatológicos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina de Lima para su respectivo Análisis bromatológico. Para obtener los resultados de la composición nutricional.

- **FORMULACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES**

La formulación de las dietas fue procesada en el software ZOOTEC 3.0 (2005), que permite formular raciones a mínimo costo y está basado en la técnica de programación lineal (PL); para la formulación de las dietas experimentales (los tres tratamientos), se realizaron de acuerdo a los requerimientos proteicos y energéticos requerido por *Piaractus brachypomus* paco, etapa juvenil. Para la preparación de la dieta referencia se utilizó: harina de pescado, harina de maíz y harina de soya al 69.5%; para la dieta 1: torta de castaña al 30%, y dieta 2: torta de castaña tostada al 30%. Para evaluar la digestibilidad aparente de los nutrientes se utilizó el método indirecto, utilizando óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador inerte adicionado a las dietas en una concentración del 0.5%.

- **PREPARACIÓN DE LAS DIETAS**

Las dietas experimentales fueron elaboradas en la Planta de Alimentos Balanceados del Centro de Investigación Roger Beuzeville Zumaeta (CIRBZ), del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Madre de Dios. Antes de la preparación de las dietas se procedió al molido del maíz amarillo para su fácil integración en las dietas. Se inicio con el pesado de los insumos utilizando la balanza electrónica marca KAMBOR; en la preparación de las dietas se utilizaron ingredientes tales como: maíz amarillo, harina de pescado, harina de soya, harina de torta de castaña cruda, harina de torta de castaña tostada; también se utilizó la balanza digital gramera marca OHAUS para el pesado de los micro-insumos como: Carbonato de calcio, Fosfato monodivalente, Sal común, L-Lisina HCL 78%, Antioxidante, Aflaban, Fungiban, DL-Metionina 99%, Cloruro de colina, Premezcla Vit-Min acuic., Aceite de cocina, el óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Seguidamente se efectuó la mezcla homogenizando los insumos por dieta, en la mezcladora modelo MHT- 150-X por 10 minutos, añadiendo el aceite homogéneamente agregando también el óxido de cromo (Anexo: Imagen 2).

Finalmente se llevó a la extrusora para conseguir un pellet estable, que garantizara flotabilidad y duración al medio acuático y facilitar el consumo de los peces. Para luego ser secados en la secadora por un tiempo de 15 minutos, luego fueron juntados y guardados en baldones con tapa, listos para ser utilizados hasta el momento que sean suministrados a los peces. Se prepararon 8 kg de alimento para cada dieta, para poder alimentar a los peces por 60 días. Posteriormente se pesó 500 g de alimento de cada dieta para ser enviado al laboratorio de análisis bromatológicos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina de Lima para el respectivo análisis bromatológico (Anexo: Imagen 3).

- **OBTENCIÓN DE LOS JUVENILES**

Los peces fueron obtenidos del centro de investigaciones, un total de 90 ejemplares de juveniles de paco *piaractus brachyomus*, a las primeras horas de la mañana, trasladándolos en bandejas con mucho cuidado de no estresarlos. Seguidamente se procedió al baño profiláctico con tetraciclina y sal al 4%, para luego ser sumergidos en bandejas de 60 litros de agua que contenía 0.02 ml de eugenol, con el propósito de que los peces estén tranquilos y no se lastimen en el momento de la toma de datos biométricos; posteriormente se tomó los datos de biometría (Anexo: Imagen 4), pesándolos en una balanza electrónica marca KAMBOR y medidos con un ictiometro de 60 cm de longitud; se manejaron animales con peso promedio de 120 g, al finalizar la toma de datos los fueron colocados en los tanques de aclimatación y adaptación.

- ❖ **PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

**Aclimatación y Adaptación a las dietas experimentales:**

Los peces fueron seleccionados 7 días antes de iniciar el experimento; colocados en los tanques de concreto (30 peces por tanque), a partir del tercer día fueron alimentados hasta aparente saciedad dos veces al día (8 y 16 h) sin realizar la colección de heces, ahí permanecieron una semana en período de adaptación y aclimatación a las condiciones y dietas experimentales. Con el fin de coleccionar material fecal libre de alimento y contaminación de otros nutrientes.

**Recolección y Manejo de heces:**

Al octavo día después de la ración nocturna, una hora después de la última alimentación los peces fueron transferidos de los tanques de alimentación a las incubadoras para la recolección de heces, habiéndose colocado diez peces por incubadora, la colecta de heces se realizó 9 horas después de la última comida, durante 12 horas con intervalos de una hora.

Las heces sedimentadas fueron cuidadosamente extraídas del sistema de colección de heces, una vez realizado este proceso se utilizó una balanza gramera marca scout-pro para pesar las heces en húmedo; posteriormente fueron congeladas a menos 20 grados evitando procesos de descomposición, para luego ser liofilizadas, e inmediatamente almacenadas y refrigeradas a una temperatura de -17 °C para su posterior análisis (Anexo: Foto 3). Después del periodo de recolección de heces, los peces fueron trasladados a los tanques de alimentación, donde fueron alimentados con sus respectivas dietas, hasta ser utilizados para la siguiente colecta.

Las heces colectadas fueron enviadas al laboratorio de análisis bromatológicos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina de Lima para el respectivo análisis bromatológico.

### III. RESULTADOS

#### ÍNDICES DE CRECIMIENTO Y VALORES DE ENERGÍA Y PROTEÍNA DE LA TORTA DE CASTAÑA DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN JUVENILES DE PACO

En la **Tabla 1**, se muestran los valores promedios tanto del peso, longitud inicial, como del peso y la longitud final de los peces durante la fase experimental. El peso y la longitud final no muestran diferencias significativas. La ganancia de biomasa de los peces, cultivadas durante el estudio muestra un crecimiento bajo debido al manejo en estudio.

**Tabla 1.** Resultados de los promedios pesos y longitudes finales, ganancia de peso, de paco.

Tratamientos	Variables					
	PI (g)	PF (g)	LTI (cm)	LTF (cm)	GP (g)	GL(cm)
Paco	120.37	131.43	17.25	17.56	11.06	0.31
	121.25	133.23	17.58	17.67	11.98	0.09
	120.83	132.52	17.50	17.65	11.69	0.15

**Leyenda:** Peso inicial: PI, Peso final: PF, GP: Ganancia de peso, Longitud total inicial: LTI, Longitud total final: LTF.

Con respecto a los valores de energía y proteína de la torta de castaña, cruda y tostada; y las dietas se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Porcentaje de nivel de proteína y energía de los insumos; y las dietas utilizadas en el estudio de digestibilidad de la torta de castaña en juveniles de paco y gamitana.

Insumos y tratamientos (Dietas)					
	Torta de castaña cruda	Torta de castaña tostada	Dieta referencial –D0	Dieta – D1	Dieta-D2
<b>Proteína</b>	49.6	52.8	27.8	30.9	30.7
<b>Energía</b>	334.5	353.2	383.3	371.2	362.1

% de proteína – Informe: 4945-2018; \* \* % de proteína- informe 4946-2018 y de las dietas informes: 7956, 7957, 7958-2108: La Molina Calidad Total Laboratorios 2018.

## ❖ PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA

Se midieron los parámetros físico-químicos del agua, tanto de los tanques de alimentación como de las incubadoras de digestibilidad, ambos fueron acondicionados con flujo de agua abierto y aireación permanente con difusores; Los parámetros físico-químicos del agua se registraron una vez por semana, a las 8 y 16 horas, utilizando un multiparámetro (YSI556) Y un kit de nitrito (Lamotte) para evaluar la calidad del agua. En la **Tabla 3**, se observan los valores promedios de los parámetros físicos y químicos del agua, los valores en términos generales de la calidad del agua, estuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de paco *P. brachypomus*, se registró el promedio de la temperatura fue 27.3, Transparencia de 28.8, potencial de hidrógeno 6.33, oxígeno disuelto de 2.96, alcalinidad de 19.7 y nitritos de 0.46.

**Tabla 3:** Promedios de los parámetros físico y químicos del agua registrados en las incubadoras.

Parámetros físico-químicos de la calidad de agua en las incubadoras					
Especie	T (°C)	p H	O <sub>2</sub> (mg/l)	Alc. (mg/l)	NO <sub>2</sub> (mg/l)
Paco	27.5± 0.5	6.3± 0.2	2.4±0.5	18.8±3.2	0.5 ±0.08

## IV. CONCLSUIONES

- ✓ La torta de castaña tostada, fue mejor que torta de castaña cruda en la dieta de los juveniles de paco.
- ✓ La Torta de Castaña *Bertholletia excelsa* por su disponibilidad y valor nutricional pueden ser utilizado como insumo alternativo en dietas balanceadas para juveniles de paco *Piaractus brachypomus*
- ✓ Los valores de los parámetros físico químicos del agua en las incubadoras, se mantuvieron dentro de los rangos idóneos para Paco, durante la investigación.
- ✓ La tasa de supervivencia de los peces fue del 100 % indicando que es resistente al manipuleo.

## V. RECOMENDACIONES

1. Realizar los análisis bromatológicos en laboratorios que requieran muestras menores de 500 gramos para los análisis de proteína y energía
2. Realizar estudios de digestibilidad en otras especies amazónicas y evaluar cada etapa de producción.
3. Se recomienda utilizar los tenores de digestibilidad de proteína y energía digestible obtenidos de la torta de castaña en la formulación comercial de alimentos balanceados para juveniles de paco.
4. Trabajar con peces juveniles menores de 300 gramos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Hernández A. Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura y V Seminario Nacional de Acuicultura, Acuicultura y Desarrollo Sostenible. Santafé de Bogotá-Colombia; 1994. pp. 9 -23.
- Díaz F. y López R. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y de la cachama negra (*Colossoma macropomum*): Fundamentos de acuicultura continental. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Bogotá-Colombia; 1995. pp. 207-221.
- Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola. Ministerio de la Producción. 1<sup>a</sup> ed. Lima (Perú); 2018.p.205.
- Mori L. Estudo da possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zea mays*, L) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*. Cuvier, 1818). Dissertação de Mestrado. Brasil: INPA/Manaus; 1993. pp.45.
- Corvera R. servicio para la integración de la información del estado actual de la diversidad biológica y genética de la castaña (*Bertholletia excelsa*) en el Perú. Informe final (IIAP) -Madre de Dios; 2014. pp.39.
- Glória M y Regitano M. Concentrado e isolado protéico de torta de castanha do pará: obtenção e caracterização química e funcional. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000; 20(2):240-245.



- Chirinos N. Efecto de dietas extruidas en base a torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) y fruto de macambo (*Theobroma bicolor*), sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles (*Piaractus brachypomus*). (Tesis Ing. Agroind.). Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios; 2015. pp.108.
- Mercado J. Efecto de dietas prácticas a partir del uso de castaña (*Bertholletia excelsa*), Pijuayo (*Bactris gasipaes*), y Mucuna (*Mucuna pruriens*), en la alimentación de pacos juveniles (*Piaractus brachypomus*). (Tesis Ing. Agroind.). Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios; 2008. pp.128.
- Gardini K. y Cáceres E. Uso harina de castaña, *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae) en dietas para alevines de Paco, *Piaractus brachypomus* (Pisces, Serrasalmidae) Cultivados en Corrales. (Tesis para optar Título de Biólogo Acuicultor). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2015. pp.83.
- Suarez J. Utilización de la torta de castaña, *Bertholletia excelsa* (Lecythidaceae) en dietas de crecimiento para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum* (Pisces, Serrasalmidae) criados en estanques de tierra. (Tesis para optar Título de Biólogo). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2009. pp.73.
- NRC National Research Council. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press & ton. DC; 1993. pp.114.
- FAO. Control de calidad de insumos y dietas acuícolas: I Curso Regional de Capacitación del Proyecto GCP/RLA/102/IT. Santiago (CHL); 1994.
- Abimorad E. y Carneiro D. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles-fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. En: Aquaculture nutrition, 2007; 13:1-9.
- Abimorad E., Squassoni G. y Carneiro, D. Apparent digestibility of protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu *Piaractus mesopotamicus*. En: Aquaculture Nutrition, 2008; 14:374–380.
- Batista K., Lochmann R. y Alcantara, B. Apparent digestible energy and nutrient digestibility coefficients of Diet ingredients for Pacu *Piaractus brachypomus*. En: Journal of the World Aquaculture Society, 2004; 35 (2):237-244.

## VII. ANEXOS

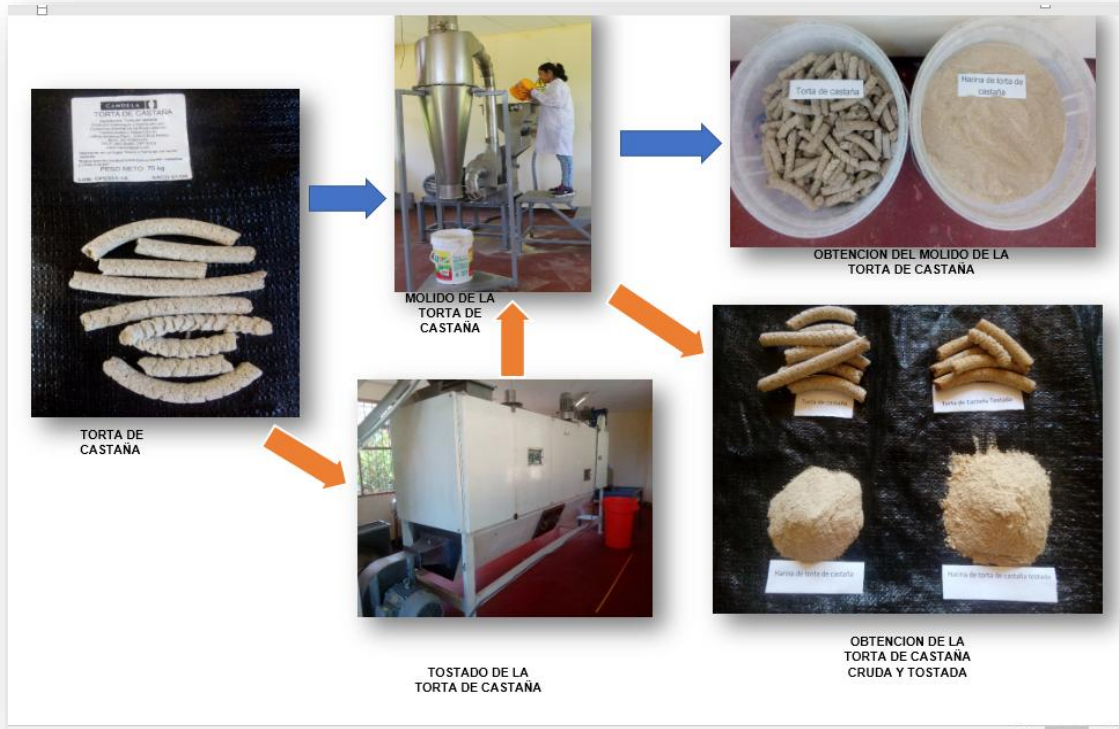
**Foto1.** Centro “Roger Beuzeville Zumaeta” (CIRBZ), del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Madre de Dios



**Foto2.** a) Tanques de concreto (tanques de alimentación); b) Incubadoras de fibra de vidrio con fondo cónico (Sistema Guelph modificado)



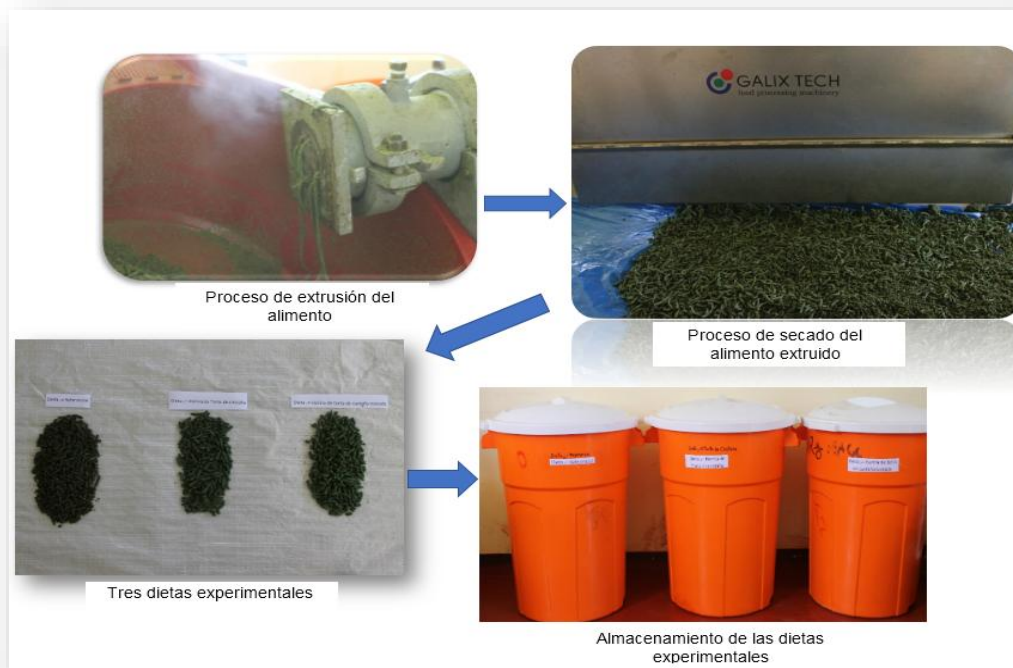
**Imagen 1.** Proceso para la obtención de la torta de castaña cruda y torta de castaña tostada.



**Imagen 2.** Proceso de preparación de las dietas. Pesado, y mezcla de los insumos.



**Imagen 3.** Proceso de extrusado y secado del alimento; obtención de las tres dietas experimentales y almacenamiento.



**Imagen 4.** Datos biométricos de juveniles de paco *piaractus brachypomus*.



**Pesado de juvenil de paco *piaractus brachypomus***



**Medición de juvenil de paco *piaractus brachypomus***

**Foto 3.** Proceso de Recolección y manejo de heces: a) colecta de heces sedimentada; b) eliminación de escamas y filtración; c) pesado y congelado de las muestras; d) proceso de liofilización.

