UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"EFECTO DE LA TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis*) SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE JUVENILES DE PACO (*Piaractus brachypomus*), EN LA REGIÓN UCAYALI".

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

OSCAR RUIZ RAMIREZ

PUCALLPA – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Pucallpa, a los... 04 días del mes de... MAYO del 20.18
Siendo las... 11:30 am horas y de acuerdo a lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los integrantes del Jurado Calificador nombrados por la DECANATURA, con documento:

Memorando Múltiple N° 028/2018_UNU-URACA_D-FCA

Para proceder a la sustentación pública de tesis Titulada:

"Efecto de la torta de Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.) sobre el desempeño productivo de juveniles de Paco (Piaractus Brachypomus) en la Región Ucayali.

Presentado por el (la) Bachiller en Ciencias Agropecuarias

Oscar Ruiz Ramirez ... ante el Jurado

Conformado por los siguientes catedráticos:

Dr. Edgardo Braul Gomero (Presidente)

Ing. Luis Angel Capuñay Bonites (Secretario)

Ing. Roger Panduro Bartra (Miembro)

Finalizada la sustentación de la misma se procedió a la evaluación respectiva y en seguida se deliberó llegando a las siguientes conclusiones: el (la) tesista ha sido

APROBADO por UNANIMIDAD quedando el (la) graduado (a) expedito para que se otorgue el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Siendo las... 12:35 AM Horas del mismo día se dio por concluido la Ceremonia.

Presidente

Miembro

Secretario

Esta tesis fue aprobada por el jurado calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el título de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Edgardo Braúl Gomero ……
Presidente

Ing. Zoot. Luis Capuñay Benites, M. Sc. ……
Secretario

Ing. Roger Panduro Bartra ……
Miembro

M.V. Víctor Fernández Delgado ……
Asesor

Bach. Oscar Ruíz Ramírez ……
Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo,_____

Autor de la TESIS titulada:

_____

_____

_____

Sustentada el año: _____

Con la asesoría de:_____

En la Facultad: _____

Escuela profesional de:-_____

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:
Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.
Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.
Tercero: Autorizo la publicación,

☐ **Total** (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)
☐ **Parcial** (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.
Fecha: ____ / ___/ _____

Email: _____ Firma: _____

Teléfono: _____ DNI: _____

DEDICATORIA.

A Dios, que siempre está conmigo, guiándome en cada momento, dándome sabiduría y fuerzas para lograr mis objetivos de la vida.

A mis Padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo durante mis estudios académicos.

A cada uno de mis hermanos por su constante apoyo durante la ejecución de mi proyecto, por sus buenos consejos y fe en mi persona.

AGRADECIMIENTO.

Mi más sincero agradecimiento a las instituciones y personas que han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación:

- A la Universidad Nacional de Ucayali, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.
- A la Facultad de Ciencias Agropecuarias que, por intermedio de sus docentes, quienes me brindaron valiosas enseñanzas para lograr mi formación de Ingeniero Agroindustrial.
- Al M.V. Víctor Fernández Delgado, por el asesoramiento, valioso y constante apoyo durante toda la etapa de realización del presente trabajo de investigación.
- A la Ing. Lupe Quiñones Ruiz por brindarme las instalaciones, los peces a evaluar y demás materiales en el fundo piscícola “San Benito”.
- Al instituto de investigación de la amazonia peruana (IIAP-UCAYALI), por brindarme los materiales necesarios para evaluar mi tesis, así mismo agradecer al co- asesor Blgo. Pesq.Humberto Arbildo Ortiz por brindarme sus conocimientos y experiencias en el campo de la acuicultura en la amazonia peruana.
- Así mismo, agradecer a la Unidad de Investigación de la Universidad Nacional de Ucayali por el financiamiento en el proyecto de tesis ejecutado

INDICE.

Pág.

RESUMEN…… x

ABSTRACT…… xi

I. INTRODUCCION…… 1

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA…… 3

2.1. El cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)…. 3

2.1.1. Generalidades…… 3

2.1.2. Clasificación taxonómica…… 4

2.1.3. Distribución…… 5

2.1.4. Información nutricional…… 5

2.1.5. Torta de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). 6

2.2. Paco (*Piaractus brachipomus)*…… 8

2.2.1. Generalidades…… 8

2.2.2. Clasificación taxonómica…… 8

2.2.3. Características…… 9

2.2.4. Requerimientos nutricionales del paco (*Piaractus brachypomus*)…… 11

2.2.4.1. Proteínas y aminoácidos…… 11

2.2.4.2. Lípidos y proteínas…… 13

2.2.4.3. Vitaminas y minerales…… 14

2.3. Alimento concentrado…… 14

2.3.1. Materias primas utilizadas en alimentos balanceados…… 15

2.3.2. Balance de raciones…… 16

2.4. Alimentación y nutrición de peces amazónicos…… 17

2.4.1. Presentación física del alimento balanceado. 17

2.4.2. Tasa de alimentación…… 18

2.4.3. Ajuste de la cantidad de alimento…… 18

2.4.4. Descripción del proceso de industrialización de alimento balanceado para peces…… 18

2.4.4.1. Recepción de materia prima…… 19

2.4.4.2. Almacenamiento..... 19
2.4.4.3. Pre-molienda..... 19
2.4.4.4. Alimentación de materia..... 20
2.4.4.5. Dosificación..... 20
2.4.4.6. Mezclado..... 20
2.4.4.7. Post molienda..... 21
2.3.4.8. Extrusión..... 22
2.3.4.9. Secado..... 22
2.3.4.10. Tamizado..... 23
2.3.4.11. Ensacado..... 23
2.3.4.12. Almacenado..... 23
2.4.5. Calidad de agua en el cultivo de paco..... 25
III. MATERIALES Y METODOS..... 26
3.1. Ubicación y duración del experimento..... 26
3.2. Ecología y clima..... 26
3.3. Materiales..... 27
3.3.1. Material biológico..... 27
3.3.2. Materiales inertes..... 27
3.3.3. Instalaciones del estudio..... 28
3.3.4. Equipos 28
3.3.5. Insumos..... 29
3.3.6. Reactivos..... 29
3.4. Metodología..... 30
3.4.1. Obtención de torta de sacha inchi..... 30
3.5. Tratamientos en estudio..... 31
3.6. Muestreos biométricos..... 31
3.7. Variables evaluadas..... 32
3.7.1. Ganancia de peso..... 32
3.7.2. Longitud total..... 32
3.7.3. Índices zootécnicos..... 32
3.7.4. Monitoreo físico químico de la calidad de agua del estanque..... 34
3.7.5. Parámetros físicos..... 35

3.7.6. Parámetros químicos..... 35
3.7.7. Análisis proximal del filete..... 35
3.7.7.1. Humedad (%H)..... 36
3.7.7.2. Proteína bruta (%PB)..... 36
3.7.7.3. Extracto etéreo (%EE)..... 36
3.7.7.4. Cenizas o material mineral (MM)... 37
3.8. Distribución de las unidades experimentales..... 37
3.9. Elaboración de la dieta experimental..... 38
3.10. Descripción del flujograma de elaboración de la dieta experimental..... 38
3.11. Densidad de siembra..... 41
3.12. Frecuencia y tasa de alimentación..... 41
3.13. Evaluación biométrica..... 41
3.14. Diseño experimental..... 42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 43
4.1. Ganancia de peso..... 43
4.2. Longitud total..... 44
4.3. Calidad de agua..... 45
4.4. Análisis proximal de filete..... 46
4.5. Índices zootécnicos..... 49
V. CONCLUSIONES..... 51
VI. RECOMENDACIONES..... 52
VII. LITERATURA CITADA..... 53
VIII. ANEXO..... 60

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Acuicultura y Pesquería “San Benito” la altura C.F.B km 10, ubicado en la carretera Federico Basadre km. 10 md int. 3 km., desarrollándose entre los meses de diciembre del 2016 y marzo del 2017, teniendo una duración de 100 días, con la finalidad de aprovechar los recursos agroindustriales de la zona de Pucallpa y como una forma de mejorar los índices productivos de (*Piaractus brachipomus);* los tratamientos en estudio fueron los siguientes: un testigo sin inclusión de torta de sacha inchi y los tratamientos con inclusión de 5%, 10% y 20% de inclusión de torta de sacha inchi. Se utilizó un diseño completo al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (con 10 juveniles de paco por repetición), concluyendo que la inclusión de torta de sacha inchi ($p>0.05$) no influenciaron sobre la ganancia de peso de juveniles de paco. Se observan mejor ganancia de peso en juveniles que consumieron dietas extrusadas sin adición de torta de sacha inchi en relación a aquellos que consumieron dietas extrusadas con adición de torta de sacha inchi. La inclusión de torta de sacha inchi ($p>0.05$) no influenciaron la conversión alimenticia de juveniles de paco; se reporta eficiente y semejante conversión alimenticia para los alevinos alimentados con dietas adicionadas sin y con 5% y 10% de torta de sacha inchi en relación a aquellos que consumieron dietas con 20% quienes reportaron 4.1 de conversión alimenticia. La inclusión de torta de sacha inchi, ($p>0.05$) no influenciaron el incremento de talla de alevinos de paco. Se observaron semejante productividad en biomasa en todos los tratamientos, con excepción de los juveniles que consumieron dietas adicionadas con 20% de torta de sacha inchi, los cuales reportaron apenas 1.18 kg/m^3 de productividad en biomasa. Los juveniles del tratamiento testigo, que consumieron dietas sin inclusión de torta de sacha inchi, reportaron 1.44 kg/m^3 de productividad en biomasa.

Palabras clave: dietas extrusadas, torta de sacha inchi, paco

ABSTRACT.

The present research work was carried out within the San Benito fish farm, located at Km 10 of the Federico Basadre Road, between the coordinates 8 ° 24'318 "South Latitude and 79 ° 36'23" Of Longitude West, to an altitude of 154 msnm, in the district of Callería, province of Coronel Portillo, department of Ucayali. The duration of the study was 100 days, starting in December 2016 and ending in March 2017. In order to take advantage of the agro industrial resources of the Pucallpa area and as a way to improve the productive indexes of (*Piaractus brachipomus*); the treatments under study were as follows: one control without inclusion of sacha inchi cake and treatments of 5%, 10% and 20% inclusion of sacha inchi cake. A complete randomized design was used, with 4 treatments and 3 replicates (with 10 paco juveniles per replicate), concluding that inclusion of sacha inchi cake ($p > 0.05$) did not influence weight gain of paco juveniles. Weight gain was observed in juveniles that consumed pelletized diets without addition of sacha inchi cake in relation to those who consumed pelletized diets with the addition of sacha inchi cake. The inclusion of sacha inchi cake ($p > 0.05$) did not influence the feed conversion of paco juveniles; we report an efficient and similar feed conversion for fingerlings fed with diets added without and with 5% and 10% sacha inchi cake in relation to those who consumed diets with 20% who reported 4.1 of feed conversion. The inclusion of sacha inchi cake, ($p > 0.05$) did not influence the increment of size of paco fingerlings. A similar biomass productivity was observed in all treatments, with the exception of juveniles that consumed diets added with 20% sacha inchi cake, which reported only 1.18 kg / m^3 of biomass productivity. Juveniles from the control treatment, which consumed diets without sacha inchi cake, reported 1.44 kg / m^3 of biomass productivity.

Keywords: Extruded diets, sacha inchi cake, paco

LISTA DE CUADROS.

En el texto **Pág.**

Cuadro 1. Composición química del sacha inchi (100 g)…. 6

Cuadro 2. Composición química de la torta de sacha inchi y torta de soya en 100 g…… 7

Cuadro 3. Aminoácidos requeridos por juveniles de paco… 12

Cuadro 4. Requerimientos de proteínas según la etapa de la especie…… 12

Cuadro 5. Datos de las condiciones climáticas en los meses de Diciembre del 2016 - Marzo del 2017. Pucallpa, Perú, 2018…… 27

Cuadro 6. Tratamientos en estudio…… 31

Cuadro 7. Parámetros medidos durante la ejecución de la Investigación…… 35

Cuadro 8. Porcentaje de insumos y nutrientes en función a los tratamientos…… 38

Cuadro 9. Resultados de la ganancia de peso de juveniles de paco. Pucallpa, Perú, 2018……..…… 43

Cuadro 10. Resultados de la longitud total en juveniles de paco. Pucallpa, Perú, 2018……...…… 44

Cuadro 11. Parámetros de calidad de agua. Pucallpa, 2018 45

Cuadro 12. Análisis proximal del filete de juveniles de paco. Pucallpa, 2018…… 46

Cuadro 13. Índices zootécnicos de juveniles de paco. Pucallpa, 2017…… 49

Cuadro 1A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 15 días…….. 61

Cuadro 2A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 30 días…….. 61

Cuadro 3A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 45 días…….. 61

Cuadro 4A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 60 días…….. 62
Cuadro 5A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 100 días…….. 62
Cuadro 6A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 15 días…….. 62
Cuadro 7A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 30 días……. 62
Cuadro 8A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 45 días……. 63
Cuadro 9A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 60 días……. 63
Cuadro 10A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 100 días……. 63
Cuadro 11A. ANOVA para la conversión alimenticia……. 63
Cuadro 12A. Ración utilizada durante el experimento……. 64
Cuadro 13A. Presupuesto de alimento concentrado por tratamiento…… 64
Cuadro 14A. Tasa de alimentación porcentual para paco.. 66

LISTA DE FIGURAS

En el texto **Pág.**

Figura 1. Planta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)……. 3
Figura 2. La especie *Piaractus brachypomus*…… 9
Figura 3. Proceso de industrialización de alimento balanceado para peces…….... 24
Figura 4. Diagrama de la obtención de torta de sacha inchi…… 30
Figura 5. Distribución y dimensiones de las jaulas experimentales…… 37
Figura 6. Flujograma de elaboración de alimentos para peces…… 40
Figura 7. Acondicionamiento de las jaulas de manejo….. 66
Figura 8. Preparación de muestras…… 67
Figura 9. Insumos a utilizar en la formulación de alimento. 67
Figura 10. Mescla de los insumos…… 68
Figura 11. Obtención del pellet…… 68
Figura 12. Secado ad libitum del alimento…… 69
Figura 13. Raciones para los diferentes tratamientos en estudio…… 69
Figura 14. Pesado de los peces en estudio…… 70
Figura 15. Muestra de peces para el análisis proximal de filete…… 70
Figura 16. Pesado de las muestras…… 71
Figura 17. Obtención del filete…… 71
Figura 18. Muestras de filete…… 72

I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo de peces amazónicos en la Región Ucayali viene desarrollándose de forma gradual desde hace varios años y representa una alternativa económica importante para el poblador Amazónico. A su vez esta actividad contribuye a la alimentación de la población, tanto rural como urbana y ayuda a disminuir la presión de pesca, aportando a la conservación de los recursos hidrobiológicos (Tello, 1998).

La Región Amazónica cuenta con una gran diversidad biológica y numerosas especies de consumo y ornamentales con potencialidad de cultivo; entre las que destaca el (*Piaractus brachypomus),* conocido comúnmente como "Paco".

Por otro lado la Amazonía Peruana posee condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos acuícolas, orientados hacia una actividad económica con posibilidades de contribuir al PBI regional y nacional. Sin embargo unos de los principales problemas o limitantes para su desarrollo, es la poca disponibilidad de alimentos balanceados de bajo costo que estén a disposición de los productores de bajos recursos económicos (IIAP, 2000).

En tal sentido los objetivos principales de la industria de la acuicultura en la actualidad son: aumentar el crecimiento, rendimiento en la supervivencia, la eficiencia alimenticia, y la resistencia de los organismos acuáticos; que muestren un efecto positivo sobre los costos de producción (Gatlin III, 2002). Para superar estos problemas es necesario estudios que permitan generar alimentos alternativos para alimentación de los peces los mismos que pueden ser obtenidos en la región. Dentro de las especies de origen vegetal que pueden ser aprovechados en la Región Ucayali se encuentra el sacha inchi (*Plukenetia*

volubilis L.), un cultivo que ha venido tomando importancia económica e industrial en el mercado, nacional e internacional ofertándose como una alternativa viable, debido a sus propiedades medicinales y buena acogida en los mercados por su contenido de ácidos grasos esenciales (ácido linolénico, rinológico y oleico, conocidos como omega 3, 6 y 9 respectivamente) y vitamina E. el cual puede representar un fuente de alimento alternativo para la alimentación de los peces (Arévalo, 1995).

Por tal motivo el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de la torta de Sacha inchi (0%, 5%, 10% y 20%) como sustituto de la harina de pescado sobre el desempeño productivo y composición próximal del filete de juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*).

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. EL CULTIVO DE SACHA INCHI *(Plukenetia volubilis L.).*

2.1.1. Generalidades.

La especie (*Plukenetia volubilis* L.), es conocida de acuerdo al idioma o lugar en que se desarrolla, con los siguientes nombres: Sacha Inchi, Sacha maní, Maní del monte, Maní del inca, Supua (Bolivia), Sacha yuchi, Amui-o, Sacha yuchiqui, Sampannanki, Suwaa, e Inca peanut. Es una planta trepadora, voluble, semileñosa, de altura indeterminada. Sus hojas son alternas, de color verde oscuro, oval o elípticas, aserradas y pin inervadas, de 9 a 16 cm de largo 6 a 10 cm de ancho.

El ápice es puntiagudo y la base es plana o semi arriñonada (Manco, 2003). El Sacha Inchi crece y tiene buen comportamiento a diversas temperaturas que caracterizan a la Amazonía (mínimo 10 ºC y máximo 36 ºC). Las temperaturas muy altas son desfavorables y ocasionan la caída de flores y frutos pequeños, principalmente los recién formados (Arévalo, 1995).



Fuente: Manco, 2003.

Figura 1. Planta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

En la Amazonía existen, muchos productos o subproductos que podrían ser utilizados como insumos en la formulación de raciones para los peces cultivados. Dentro de los productos de origen vegetal se encuentra el sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), una especie de la familia (*Euphorbiaceae*) que actualmente viene siendo también utilizada en la alimentación humana.

Esta especie nativa de la amazonia peruana, produce almendras que posee uno de los más altos contenidos de ácidos grasos esenciales para el organismo (omega 3, 6, y 9), diversos compuestos antioxidantes, además de poseer un elevado contenido proteico (29%) de muy buena digestibilidad (Manco, 2006).

2.1.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica más actualizada del Sancha Inchi según Mostacero (1993), es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Tracheobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Rosidae
Orden	:	Malpighiales
Familia	:	Euphorbiaceae
Subfamilia	:	Acalyphoideae
Tribu	:	Plukenetieae
Subtribu	:	Plukenetiinae
Género	:	*Plukenetia*
Especie	:	*P. volubilis* L.

2.1.3. Distribución.

El área de distribución del sacha inchi se extiende desde Surinam y el sector noroeste de la cuenca amazónica en Venezuela y Colombia hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Dostert, 2009).

El sacha inchi es una planta nativa de la Amazonía peruana descrita por primera vez, como especie, en el año 1753 por el Naturalista Linneo; de ahí su nombre científico *Plukenetia volubilis* Linneo. El orden a que pertenece (*Euphorbiaceae*) está distribuido en todo el mundo abarcando alrededor de 1280 géneros con 8000 especies.

2.1.4. Información nutricional.

El aceite de sacha inchi es la fuente vegetal más rica en ácidos grasos insaturados (93%) de gran importancia para la nutrición por su alto contenido de ácidos grasos esenciales (84%). Dentro de sus componentes se encuentran principalmente proteínas, aminoácidos, ácidos grasos esenciales (omega tres, seis y nueve) y vitamina E (tocoferoles y tocotrienoles) en contenidos significativamente elevados, con respecto a semillas de otras oleaginosas como maní, palma, soja, maíz y girasol (Calram, 2007). Una gran fortaleza del sacha inchi es el 48,6% de omega 3 que tiene, necesario para que el organismo humano mantenga la salud y como este no puede sintetizarlo es preciso ingerirlo, ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química del Sacha inchi (100 g).

Componentes	Gramos (g)
Materia seca	------
Proteína	59.13
Grasa cruda	6.93
Fibra	17.3
Calcio	0.08
Fósforo	0.53
Energía kcal/kg	4860

Fuente: PROM AMAZONIA, 2011.

2.1.5. Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

La torta obtenida después del proceso de extracción del aceite de sacha inchi, contiene alta cantidad de proteína (59.1%) y grasa (6.9%) en base seca, y surge como alternativa de la torta de soja, pues la actividad avícola y pecuaria importa aproximadamente 100 mil toneladas de torta de soya al año.

Desde el punto de vista nutritivo podría constituir una fuente inagotable de proteína vegetal, comparable a otras leguminosas tradicionales, sin embargo evaluaciones biológicas preliminares en polvo de sacha inchi atomizado, hacen prever que sus proteínas son comparativamente inferiores al de caseína (Obregón, 1993).

La torta obtenida después del proceso de extracción del aceite de sacha Inchi, contiene 59.13% de proteína y 6.93% de grasa en base seca, surge como alternativa de la torta de soya, pues la actividad avícola y pecuaria importa aproximadamente 100 mil toneladas de torta de soya al año (Pérez de Cuéllar, 2012).

Cuadro 2. Composición química de la torta de Sacha Inchi y torta de soya

COMPONENTES	SOYA (g)	SACHI INCHI (g)
Materia seca	89,0	-
Proteína	44,0	59,13
Grasa cruda	-	6,93
Fibra	7,0	17,3
Ca	0,29	0,08
P	0,65	0,53
ME kcal/kg	2230 kcal/kg	4860 kcal/kg

Fuente: PROM AMAZONIA, 2011.

Primo (1979), dice que las tortas comerciales extraídas por prensado y solvente, después de un proceso tecnológico adecuado pueden ser usadas en la preparación de alimentos para consumo humano. Se ha identificado que estas proteínas, en proporción mayoritaria son de tipo globulinas, solubles en agua y ph alcalinos (Badui, 1985); sin embargo la solubilidad de las harinas de las tortas comerciales no permite su utilización en la elaboración de alimentos líquidos, debido a que produce sedimentación.

La torta de sacha inchi, extraída por prensado contiene más del 40% de proteína y 36% de aceite, presenta el inconveniente de baja solubilidad, además las harinas obtenidas, aún tendrían compuestos no digeribles probablemente oligosacáridos como rafinosa, arabinosa, que son responsables de menor digestibilidad y solubilidad de las proteínas, en el caso de soya (Salas, 1981).

2.2. PACO *(Piaractus brachypomus).*

2.2.1. Generalidades.

Paco *(Piaractus brachypomus)* es una de las especies recomendables a ser explotada con estos fines; hace parte de los peces nativos de las regiones de la Amazonia y la Orinoquia de Sur América (Díaz y López, 1995; Orozco, 1990); pertenece a la Familia (*Characidae)*, de la Subfamilia (*Serrasalminae)*, la cual junto con la gamitana (*Colossoma macropomum*) comparten igual número de cromosomas (2n=54) (García, 2000).

Es una especie de gran rusticidad, adaptable a condiciones limnológicas desfavorables (Hernández, 1994); presenta buenos parámetros productivos y buena palatabilidad. Aunque se han desarrollado investigaciones alrededor de sus parámetros productivos (Vásquez-Torres, 2004), aun no se tiene un conocimiento sobre su morfología externa, aspecto que permitiría identificar características discriminantes propias de grupos de individuos con desempeños productivos óptimos, generando información sobre caracteres a ser utilizados como parámetros de comparación en las poblaciones.

2.2.2. Clasificación taxonómica.

Según el (Lauzanne y Loubens, 1985). La clasificación de la especie *Piaractus brachypomus* es la siguiente:

Reino **:** Animal
Phyllum **:** Chordata
Sub phyllum **:** Vertebrata
Súper clase **:** Gnathostomata
Clase **:** Osteichthyes

División **:** Halecostomi
Sub división **:** Teleostei
Infra división **:** Euteleostei
Súper orden **:** Ostariophysi
Orden **:** Characiformes
Familia **:** Characidae
Género **:** Piaractus
Especie **:** *P. brachypomus*
Nombre común **:** Paco.



Fuente: IIAP (2000).

Figura 2. La especie *Piaractus brachypomus*.

2.2.3. Características.

Según el IIAP (2000) las características del *Piaractus brachypomus* son:

- El paco, tiene la misma distribución geográfica que la gamitana en la que comparten hábitat y nicho ecológico.
- Tiene una mancha negra “un ojo” sobre el opérculo óseo. Se parecen a las pirañas más feroces.

- Mismos hábitos reproductivos, aunque alcanza su madurez sexual al 3 año con un peso 2,5 a 3,0 Kg. llegan a madurar en cautiverio pero no desova (inducción hormonal).
- Durante su reproducción aparece un color rojo intenso en la parte pectoral (similar al de las pirañas).
- Se diferencia también de la gamitana en su menor altura y por poseer una espina en la base de la aleta dorsal la que es relativamente corta.
- Es omnívoro, prefiriendo frutas y semillas que caen al agua acepta con facilidad el alimento artificial, en la época de sequía se alimenta de insectos pequeños, moluscos y crustáceos.
- En condiciones de cultivo en 10 meses de crianza puede alcanzar 8 Kg. Hay más dependiendo de la densidad de siembra. Es una especie que soporta al manipuleo en cultivo.
- Esta especie al igual que la gamitana requiere de administración de hormonas para el desove en ambientes controlados. Cada hembra produce 100,000 óvulos /kg de peso.
- Tiene el mismo comportamiento reproductivo que la gamitana, se reproduce al inicio de la creciente de los ríos entre los meses de Octubre a Diciembre, pudiendo prolongarse hasta Marzo.
- Se utiliza en el consumo humano, tanto al estado fresco como seco salado, su contenido de proteína es de 17,7%.Tiene menos espinas que la gamitana y su filete representa el 40.10%.

2.2.4. Requerimientos nutricionales del paco (*Piaractus brachypomus).*

Los peces requieren consumir cantidades equilibradas de Proteínas, Carbohidratos, Grasas, Vitaminas y Minerales en su dieta; y que estos aporten suficiente energía, de acuerdo a la especie y la etapa de desarrollo fisiológico para satisfacer su demanda de nutrientes y energía, de manera que puedan desempeñarse óptimamente. Existe escasa información acerca de los requerimientos nutricionales del *Piaractus brachypomus*, sobre todo de la calidad de proteína y perfil de aminoácidos que se usan en las dietas empleadas en el cultivo de esta especie. Los requerimientos de la especie *(Piaractus brachypomus)* son los siguientes:

2.2.4.1. Proteínas y aminoácidos.

Las proteínas son los principales constituyentes del pez (65- 75% de su peso seco). De todos los nutrientes es el más importante e indispensable para el buen desempeño en crecimiento y resultados en producción (Landines *et al*., 2011). El nivel óptimo de proteína en las dietas para peces varían según; la especie y estado fisiológico del pez, calidad de la proteína (digestibilidad, perfil de aminoácidos y procesado), relación proteína/energía, y las condiciones de cultivo y ambientales (Elangovan y Shim; 1997; Albeitar, 2001). Una ingesta proteica insuficiente conlleva una reducción o cese del crecimiento y una pérdida de peso en los peces (Deng y Wilson, 2003). En caso contrario, un aporte excesivo de proteínas en la dieta implica el que sólo una parte de la misma podrá ser utilizada en la generación de nuevas proteínas y el resto catalizada para

dar lugar a carbohidratos o grasas, o para producir energía (Landines *et al*., 2011).

No siempre una ración alimenticia con alto contenido de proteína promueve el mejor desempeño productivo de los peces; más importante que la cantidad es su calidad, es decir la presencia del perfil de aminoácidos esenciales, ya que son estos los que finalmente serán depositados en los tejidos bajo la forma nuevas proteínas (Vásquez, 2004). Y los juveniles de (*Piaractus brachypomus)* requieren de los aminoácidos que se muestran en la Cuadro 3 (Vásquez y Arias, 2013).

Cuadro 3. Aminoácidos requeridos por juveniles de Paco.

Aminoácidos	Requerimientos (% por dieta)
Arginina	1,62
Histidina	0,56
Isoleucina	1,05
Leucina	1,24
Lisina	1,81
Metionina	0,62
Cistina	0,25
Fenilalanina	1,03
Treonina	1,12
Valina	1,24

Fuente: Vásquez y Arias (2013).

Por otro lado en el cuadro 4 se presentan los requerimientos nutricionales según la etapa de la especie.

Cuadro 4. Requerimientos de proteínas según la etapa de la especie.

ETAPA	(%) DE PROTEÍNA EN EL ALIMENTO
ALEVINOS	30
ENGORDE	25
REPRODUCTORES	35

Fuente: IIAP (2000).

2.2.4.2. Lípidos y proteínas.

Los peces requieren lípidos en la dieta, grasas y aceites principalmente, para utilizarlos como fuentes de energía metabólica (Vásquez, 2004). Los lípidos son la única fuente de ácidos grasos esenciales; nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo y crecimiento de los peces. Los ácidos grasos, son la fuente preferida de energía metabólica para el crecimiento, reproducción y natación en los peces (Tocher, 2003). El grupo de lípidos denominados fosfolípidos y particularmente, sus ácidos grasos, tienen un papel generalizado en el mantenimiento de la integridad estructural y funcional de las membranas celulares de los tejidos del pez.

Los carbohidratos no son considerados nutrientes esenciales, sin embargo su presencia en las dietas para peces es estratégica, puesto que sirven de aglutinantes y son usadas como fuente de energía para salvar la proteína cuando no hay energía suficiente en la dieta y esto puede mejorar el uso de la misma para el crecimiento de los peces (Lavell, 1998; Sanz, 2009). Los peces omnívoros logran transformar y almacenar el exceso de carbohidratos en su dieta en forma de lípidos (Shiau, 1997). De otro lado, se ha demostrado que su ausencia en la dieta reduce significativamente la ganancia de peso diario a consecuencia directa de una hipotrofia muscular; es decir la reducción del tamaño celular hasta un 50% (Peragon *et al*., 1999).

En juveniles de *Piaractus brachypomus,* observaron respuestas altamente satisfactorias con 36% o más de carbohidratos y 4 - 6% de lípidos en la dieta, los valores mayores al 8% de lípidos afectan negativamente el desempeño (Vásquez, 2001). Para el mismo género *Piaractus mesopotamicus*

obtuvieron buen crecimiento con valores de 46% de carbohidratos asociado a un valor de lípidos de 4% en la dieta (Abimorad *et al*., 2007).

2.2.4.3. Vitaminas y minerales.

Las vitaminas son sustancias orgánicas, esenciales para el crecimiento, mantenimiento, salud y reproducción. La mayoría de las vitaminas que se encuentran presentes en los ingredientes comúnmente utilizados en la fabricación de raciones, no siempre están presentes en las cantidades requeridas por el pez, razón por la cual es recomendable la utilización de suplementos vitamínicos comerciales para garantizar calidad y niveles mínimos en las dietas (Vásquez, 2004). Con respecto a minerales, estas son sustancias inorgánicas, necesarios para el normal funcionamiento de los procesos vitales del pez y dentro de las principales funciones de los minerales en el cuerpo del pez está el de formar parte de la estructura ósea (calcio, fósforo, magnesio, sodio y potasio).

Sin embargo los peces absorben minerales del agua a través de sus branquias, siendo el contenido de minerales de ésta es muy importante. De esta manera los peces que habitan en aguas blandas (bajo contenido mineral) requieren suplementos comerciales de minerales en sus dietas.

2.3. ALIMENTO CONCENTRADO.

Un concentrado suele describirse como un alimento o una mezcla de alimentos que proporciona nutrientes primarios (proteína, hidratos de carbono y grasa) y contiene menos del 18% de fibra bruta. No obstante, en el comercio de los alimentos el término concentrado se ha destinado casi universalmente para los

suplementos preparados comercialmente. En este sentido el término concentrado hace referencia a una concentración de proteínas, minerales, o vitaminas que es superior a las encontradas en los alimentos básicos. Estos concentrados se presentan corrientemente en forma de mezclas, las cuales pueden suministrar varios nutrientes individuales con los que deben reforzarse los alimentos básicos para obtener raciones adecuadas (Mauricio *et al.*, 2004).

2.3.1. Materias primas utilizadas en alimentos balanceados.

Según Mauricio *et al.*, 2004, la clasificación internacional de los alimentos es:

- **Forrajes secos y alimentos toscos:** henos de gramíneas, pajas o tamos cosechados, rastrojos, cáscaras, pulpa de café, cascarilla de avena o algodón, etc.
- **Pasturas:** son las pasturas cultivadas permanentemente, naturales o mejoradas.
- **Ensilajes:** forrajes que han sido cortados y almacenados en silos para que sufran fermentación ácida que permiten su conservación por algún tiempo.
- **Alimentos energéticos o concentrados:** granos de cereales (maíz, cebada), subproductos de Molinería de cereales (salvados, harinas, pulidoras, cascarillas, gérmenes, etc.).
- **Alimentos proteicos:** de origen animal (harinas de carne, sangre), origen marino (harina de pescado), de procedencia vegetal (soya, fríjol, algodón, ajonjolí, girasol, maní, palma, coco, etc.).

- **Otros alimentos:** subproductos de origen vegetal (melaza, panela, azúcar, pastas, forreduras) los suplementos minerales, vitamínicos y aditivos como antibióticos colorantes, aromatizantes, hormonas, medicamentos, etc.

2.3.2. Balance de raciones.

Para realizar el balance satisfactorio de una ración, desde el punto de vista nutricional y económico, las normas de alimentación son guías de orientación de cómo componer las dietas que deben ajustarse según la experiencia y resultados obtenidos con los animales (Mauricio *et al.*, 2004). Esto significa que para cada especie animal se deben formular diferentes clases de raciones según las categorías de los animales (iniciación, crecimiento, desarrollo, pre postura).

Ahora bien, según Cedeño, “Las bases fundamentales para establecer en la práctica las categorías de los alimentos son los requerimientos de energía y de proteína”. Existen varios métodos para calcular raciones, lo que se debe buscar al hacerlo es maximizar la producción y la ganancia de peso del animal a un nivel óptimo garantizando la rentabilidad, entre ellos están:

- **Cuadrado de Pearson:** se utiliza para balancear los nutrientes (proteína o energía) en una mezcla de ingredientes.
- **Método por tanteo:** se utiliza para calcular raciones para cerdos y aves. Se realiza con calculadora logrando así buenos resultados ya que son muy aproximadas a los requerimientos.

- **Método de programación lineal:** tiene un amplio uso entre compañías de alimentos. Se utiliza para obtener mezclas que tengan al menos la cantidad necesaria del nutriente, es decir, para producir mezclas a costos mínimos.

2.4. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE PECES AMAZÓNICOS.

La alimentación es uno de los aspectos más importantes durante el cultivo de peces, representa el mayor gasto para el piscicultor y por lo tanto, debe ser bien manejada. Los alimentos son productos sólidos o líquidos que ingieren los peces y de los cuales obtienen los nutrientes que necesitan para vivir, estos alimentos en el medio natural son diversos y pueden ser flores, frutos, semillas, hierbas, insectos, crustáceos, huevos, larvas plancton, otros peces, etc.

Los nutrientes, son compuestos químicos contenidos en los alimentos que aportan a las células todo lo que necesitan para vivir. Estos nutrientes son: proteínas, aceites, vitaminas, minerales y tienen como función aportar energía para el funcionamiento celular de los peces y estos puedan realizar diversas actividades (nadar, buscar alimento, respirar, reproducirse, huir), además proporcionar los elementos materiales necesarios para formar la estructura del organismo en el crecimiento y renovación (Pereyra, 2013).

2.4.1. Presentación física del alimento balanceado.

Según Pereyra (2013), la presentación del alimento balanceado para peces debe indicar las siguientes características:

- **Tamaño de la partícula:** Menor al tamaño de la boca del pez.

- **Estabilidad de la partícula:** La partícula debe mantener su integridad dentro del agua (no debe disgregarse).
- **Humedad:** Debe mantener un porcentaje de humedad adecuado, para prevenir el enmohecimiento del alimento.

2.4.2. Tasa de alimentación.

La cantidad de alimento a suministrar está en relación al tamaño y peso del pez y se relaciona con la biomasa o peso vivo, que no es otra cosa que el peso de todos los peces presentes en el estanque. El peso total se obtiene multiplicando el peso promedio por el número total de peces.

Se aconseja que el suministro diario se haga varias veces; por ejemplo, tres a cuatro cuando se trate de alevinos y dos veces para juveniles y adultos (Pereyra, 2013).

2.4.3. Ajuste de la cantidad de alimento.

Durante el cultivo es necesario controlar la cantidad y la calidad de alimento, porque es el parámetro más importante de la rentabilidad de los proyectos en piscicultura, por eso es necesario muestrear periódicamente los peces, puede ser cada quince días o mensualmente, con el fin de ajustar la ración o cantidad de alimento diario a proporcionar. De esta manera se puede controlar el estado general de los peces, sobrevivencia del cultivo, asegurarnos que están aprovechando bien el alimento y creciendo tanto en longitud como en peso. Conociendo el peso promedio y el número de peces en el estanque se estima la biomasa total, con la cual se calcula la ración diaria (Pereyra, 2013).

2.4.4. Descripción del proceso de industrialización de alimento balanceado para peces.

El procedimiento para elaborar alimento balanceado en peces se detalla a continuación:

2.4.4.1. Recepción de materia prima.

El proceso de elaboración de alimento balanceado empieza por la inspección preliminar de la calidad de la materia prima en el camión antes de ingresar a las instalaciones de la planta, en los cuales se realiza los siguientes análisis: Como ejemplo tomemos harinas de origen marino se analiza humedad, TVN (total de nitrógenos volátiles) que nos indica la frescura de dicha harina y cuyo valor no debe superar los 120 mg/100 gr y en el caso de la humedad su rango varía entre 6% y 10% cualquier otro valor fuera de estos rangos será razón suficiente para rechazar dicha materia prima.

2.4.4.2. Almacenamiento.

Una vez que cada materia prima haya cumplido con los parámetros normales ingresan a la bodega de almacenamiento en donde será ubicada en pallets de 25 sacos debidamente rotulado indicando el número de lote, proveedor, fecha de ingreso y cantidad de sacos, nuevamente se realiza un segundo análisis químicos complementario de acuerdo a cada materia prima, si después de estos análisis los resultados están dentro de los parámetros especificados de cada materia prima estos podrán ser utilizados en el proceso para la elaboración del alimento balanceado.

2.4.4.3. Pre-molienda.

Consiste en una disminución del tamaño de la partícula de todos los granos que constituyen una dieta específica, su objetivo principal es la reducción del tamaño de la partícula para que en un posterior proceso se realice una buena mezcla. Para realizar dicha operación se puede utilizar los siguientes equipos: Molino de martillos o molinos de rodillo dependiendo del grano a moler un parámetro de control de es el tamaño de la partícula luego de la molienda y deberá ser no mayor a 600 micrones.

2.4.4.4. Alimentación de materia.

Esta es una de las operaciones más simples del proceso, consiste en tomar las materias primas en estado de harina y depositarlas en tolvas específicas para cada una de ellas, correctamente numeradas e identificadas para su posterior utilización, esta es la última oportunidad que tiene la planta de realizar una inspección de cada materia prima, al momento de abrir los sacos uno a uno, para ello los operadores deberán estar bien capacitados para poder colaborar con el control de calidad.

2.4.4.5. Dosificación.

Esta operación consiste en el pesaje de cada uno de los ingredientes que compone la dieta, generalmente se realiza por un sistema de Bach donde un computador dosifica mediante tornillos sin fin uno a uno los ingredientes que han sido depositados en las diferentes tolvas a una báscula

común y al final la cual emite un reporte impreso de los pesos e ingredientes realizados en el Bach.

2.4.4.6. Mezclado.

La operación de mezclado es una de las operaciones típicas en el proceso de elaboración de alimento balanceado, dicha operación consiste en homogenizar cada uno de los ingredientes en estado de harina que componen una dieta o fórmula, frecuentemente hay que tomar pequeñas características físicas de los ingredientes, como tamaño de partículas, densidad, carga estática, higroscopia, coeficiente de fricción, humedad, consistencia. En muchos casos se debe añadir líquidos para lo cual se debe tener mucho cuidado al aplicarlo, siempre será mediante aspersión evitando hacer grumos. Las más eficientes son las mezcladoras horizontales de paleta las cuales mezclan en un corto tiempo con un coeficiente de mezclado entre 5% y 7%, en dos minutos.

2.4.4.7. Post molienda.

Dicha operación consiste en la reducción de partículas, es una de las que mayor consumo de energía y tiempo requiere, esta operación puede tener el 60% del costo de producción de un alimento. De acuerdo a la especie a alimentar varía el tamaño de partícula de la molienda, para el caso nuestro que es la acuicultura el tamaño de partícula promedio deberá ser del 95% de su peso menor o igual a 250 micrones, el 5% restante no deberá ser mayor a 400 micrones, para esto es necesario haber hecho una pre molienda. Debemos recordar que a menor diámetro de partícula mayor será su estabilidad

en el agua y mejor performance de la especie alimentada, así mismo a menor diámetro de partícula mayor será su consumo de energía por lo cual se debe guardar el equilibrio costo – calidad.

2.4.4.8. Extrusión.

El proceso por el cual mediante la humidificación, expansión de almidones y/o proteínas son plastificadas por la combinación de humedad, presión, calor y fricción mecánica, esto a elevada temperaturas da como resultado la gelatinización de los almidones y de una expansión exotérmica.

En la operación el tiempo de acondicionamiento mínimo 90 segundos, pero es preferible 270 a 350 segundos dependiendo de los ingredientes que se incorporan en la formula. El tiempo de residencia se puede ajustar cambiando el ángulo de las paletas y/o disminuyendo la velocidad del acondicionador. Aplicar vapor saturado de 1-2 bar (15-30 psi) de presión. Los puntos de inyección de vapor deben ser a la parte inicial del acondicionador para permitir más tiempo de contacto con la mezcla.

2.4.4.9. Secado.

La operación de secado de alimentos extruidos normalmente es realizada en secadores continuos, el producto es transportado en forma transversal y el aire caliente en forma horizontal a través de una cama de producto; el aire caliente que pasa a través de la cama de producto usualmente a una velocidad de 65 m/min. Siendo el secado una relación entre tiempo y temperatura, es muy importante determinar el área de secado. Las humedades

iniciales promedios de un alimento extruidos con las cuales Ingresan al secador son entre 20% a 30% de humedad, saliendo de este normalmente entre 11% y 13%; es importante que la temperatura del secado no sea mayor a 120 grados centígrados, evitando de esta forma la destrucción de vitaminas en especial la vitamina C y algunas proteínas susceptibles a la temperatura.

2.4.4.10. Tamizado.

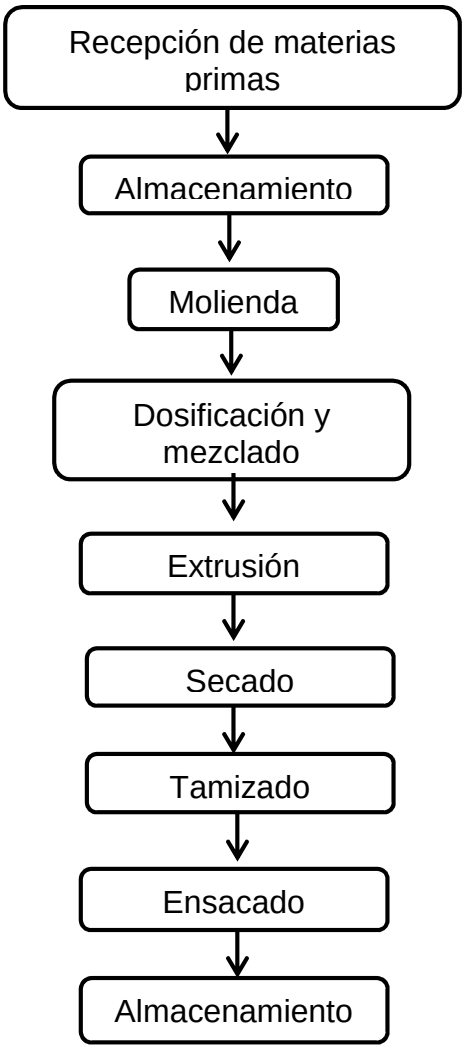
Una vez que los pellets han sido enfriados estos necesitan ser tamizados que no es otra cosa que retirar partículas de alimento que van entre 0 y 500 micras denominado finos; esto se realiza en un equipo determinado llamado zaranda la cual en su interior posee diferentes mallas produciendo la separación entre los pellets y los finos. Los pellets seguirán a la siguiente etapa final que es la de ensacado, mientras que los finos retornarán al proceso de extrusión.

2.4.4.11. Ensacado.

Consiste en que una vez los pellets enfriados y retirados todos los finos el producto deberá ser empacado normalmente en sacos de polipropileno o de papel con pesos que van entre 20 a 40 kilos; de esta manera facilitar el transporte y su manipulación. En dicho saco debe constar en nombre del producto; porcentaje de proteína y la especie a alimentar, además deberá llevar una etiqueta, indicando la fecha de producción, numero del lote. Finalmente deberá ser sellado mediante una cosida con hilo de pabilo.

2.4.4.12. Almacenado.

Una vez ensacado el producto se lo tiene que almacenar, para proteger la calidad del alimento, porque consiguiente si el alimento no se almacena apropiadamente este podrá deteriorarse ya que las vitaminas y aditivos son sensibles al calor y algunas también a la luz como es el caso de la vitamina C, para que esto no suceda se deberán tomar las siguientes consideraciones para su almacenamiento; El alimento deberá ser almacenado en un lugar seco, fresco y bien ventilado.



Fuente: IIAP (2000)

Figura 3. Proceso de industrialización de alimento balanceado para peces.

2.4.5. Calidad de agua en el cultivo de paco.

El paco *(Piaractus brachypomus)* es considerada un pez de aguas cálidas, y cuando se cultiva se debe brindar condiciones propicias respecto a los parámetros físico-químicos del agua, para su normal desarrollo. El rango de temperatura en el cual se desarrollan los pacos, está entre 25 °C y 32 °C, obteniendo el mayor crecimiento entre 25 °C y 30 °C. Las concentraciones de oxígeno disuelto deben mantenerse entre 3 mg/l y 12mg/l, valores que son frecuentes de encontrar en aguas cálidas; es necesario controlar este parámetro, ya que bajas concentraciones pueden causar pérdidas del apetito y retardar el crecimiento, pudiendo llegar hasta la muerte por asfixia.

El pH debe fluctuar entre 6,5 a 9, con un óptimo entre 7,5 y 8. En cuanto a alcalinidad y dureza del agua, (*Piaractus brachypomus)* puede adaptarse y crecer bien con valores de 30 ppm a 200 ppm; es bueno indicar que en la piscicultura las mejores aguas, respecto a la alcalinidad y dureza, se dan cuando tienen valores similares; pero cuando existe mucha diferencia entre ambos, el pH puede variar fuertemente, fundamentalmente subir a niveles altos durante la fotosíntesis *(*Benítez *y* Venegas*,* 2003*;* Oldepesca*,* 2010*;* Poleo *et al.,* 2011*).*

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El trabajo experimental de investigación se ejecutó en el fundo piscícola “San Benito” la altura C.F.B km 10, interior margen derecha-Ucayali, ubicado en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali. Sus coordenadas geográficas son 8o24’18’’ S y 79o36’23’’ O.

El presente trabajo tuvo una duración de 100 días iniciándose en el mes de diciembre del 2016 y culminando en marzo del 2017.Los análisis bromatológicos del filete de pescado se realizaron dentro del Laboratorio de química de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad nacional de Ucayali.

3.2. ECOLOGÍA Y CLIMA.

Según el Sistema Holdrige, Ucayali se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional”, cuyas condiciones climáticas promedio para la zona de Pucallpa son:

- Temperatura máxima anual 36. 5 °C
- Temperatura media anual 26. 9 °C
- Temperatura mínima anual 17. 4 °C
- Precipitación promedio anual 1773 mm; Cochrane (1992).

A continuación, el cuadro 05, se muestran los datos de condiciones climáticas durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 5. Datos de las condiciones climáticas en los meses de Diciembre del 2016 - Marzo del 2017. Pucallpa, Perú, 2018.

Meses	T Max.(°c)	T min. (°c)	T media(°c)	H.R. (%)	P. pluvial (mm)
Diciembre	29.5	20.7	25.4	81.9	96.1
Enero	31.5	20.9	26.2	78.5	100.1
Febrero	28.5	22.3	25.4	81.9	250.2
Marzo	29.5	20.0	26.2	80.5	120.1

Fuente: Estación Meteorológica (Universidad Nacional de Ucayali)

Durante los meses que duró el trabajo de investigación, no se observaron variaciones importantes en cuanto a los índices de temperatura máxima, mínima y media, observándose un rango de temperatura media de 25,4 a 26,2 °C, de igual manera, no se observó variaciones significativas para la humedad relativa en los meses evaluados, sin embargo, para la precipitación pluvial, en el mes de febrero se registró mayor precipitación pluvial en comparación a los demás meses.

3.3. MATERIALES.

3.3.1. Material biológico.

- 120 juveniles de paco.

3.3.2. Materiales inertes.

- 02 rollos de malla de plástico doble (1.20m × 30m).
- 25 listones de madera de 2×1.

- 10 listones de madera de 2×2.
- 07 listones de madera de 2×3.
- Herramientas 01 C/U: serrucho, martillo, comba, wincha y machete.
- 02 kg de clavos de 3”.
- 02 kg de clavos de 2”.
- 02 Bandejas 20 lt.
- Bolsas herméticas.
- 01 cuaderno de campo.
- 01 plumón para madera.
- 01 cinta métrica.

3.3.3. Instalaciones del estudio.

- 01 estanque de tierra de 1200 m2, 20m × 60m (A×L).
- 12 jaulas flotantes de 1m×1m×1.20m.
- 12 letreros de identificación por tratamientos.

3.3.4. Equipos.

- Medidor Multiparámetro portátil HI991300(O_2, ph, STD, C, T°).
- 01 moto bomba de 10 Hp y sistema de bombeo.
- 01 balanza de gramera digital Cap. Max. de 2000 gr.
- Estufa HERAUS de 0°-115°C.
- pH-metro digital NAHITA.
- Balanza analítica OHAUS de precisión de 0.001 mg.

3.3.5. Insumos

Para el trabajo de investigación se usaron los siguientes insumos:

- Torta de harina de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*).
- Harina de maíz.
- Harina de pescado.
- Torta de soya.
- Polvillo de arroz.
- Sal común (N_aCl).
- Fosfato monocálcico.
- Colina.
- Metionina.
- Carbonato de cálcio.
- Lisina.
- Premix vitamínico (Propevet).
- Antioxidante.
- Vitamina C.

3.3.6. Reactivos para realizar análisis físico químico del filete de paco

- Ácido sulfúrico 0.05N (H_2SO_4).
- Ácido bórico a 4% (H_3BO_3).
- Oxido de sodio 0.001N (Na_2O).
- Rojo de metilo como indicador de ph.

3.4. METODOLOGÍA.

3.4.1. Obtención de torta de sacha inchi.

El principal insumo de la dieta se obtuvo de la planta de procesamiento de sacha inchi instalada en el campus universitario, que corresponde al proyecto “Centro de capacitación, transformación y procesamiento de plantas medicinales y alimenticias en la UNU” del Fondo General de Contravalor Perú-Japón utilizando el método de prensado mecánico para la obtención de la torta de sacha inchi en los cual se llevara a cabo a un proceso de secado en estufa a una temperatura de 150 ºC por un periodo de 24 horas como máximo. Los demás insumos utilizados en la dietas serán adquiridos de centro comerciales. Ver figura 4.

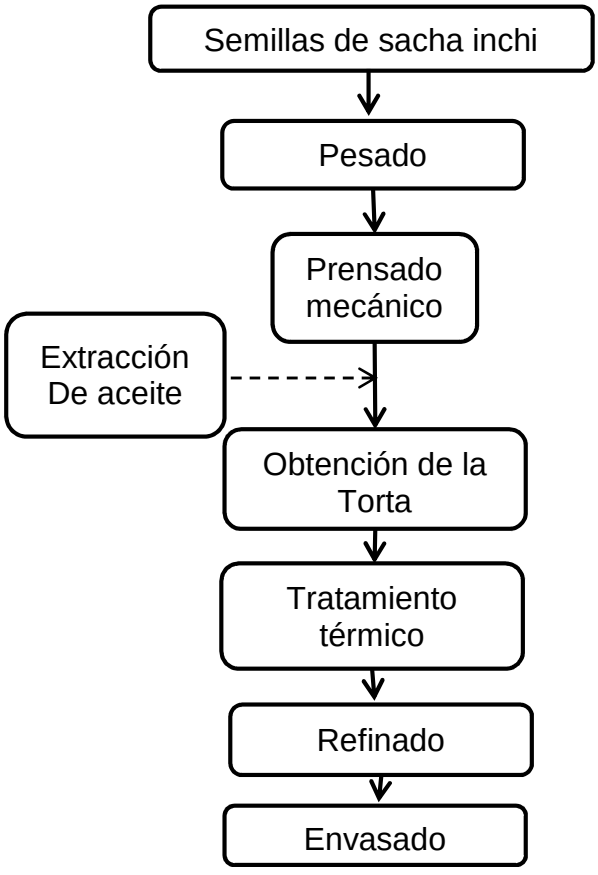


Figura 4. Diagrama de la obtención de torta de sacha inchi.

3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

El siguiente cuadro muestra los tratamientos que fueron estudiados en el presente trabajo de investigación.

Cuadro 6. Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Descripción
T^1	Alimento formulado sin adición de torta de Sacha inchi (0%)
T^2	Alimento formulado con adición de torta de Sacha inchi (5%)
T^3	Alimento formulado con adición de torta de Sacha inchi (10%)
T^4	Alimento formulado con adición de torta de Sacha inchi (20%)

3.6. MUESTREOS BIOMÉTRICOS.

En el desarrollo de los peces existen diferentes indicadores que van midiendo la productividad, y que se constituyen en los indicadores técnicos para medir el desempeño productivo, permitiendo realizar una evaluación del manejo que se ejecuta en una producción determinada (Russell, 2008).

Los muestreos se realizaron cada 15 días a las 12 unidades experimentales, con el fin de determinar el incremento de la longitud total (cm) e incremento de peso (gr), reajustar la ración de alimento a suministrar y conocer el estado de salubridad de los juveniles de paco dejando de alimentar un día después de realizar la biometría.

Para la captura de los peces, las jaulas flotantes se retiran de la piscigranja y manualmente se traslada los 10 peces a un balde de plástico con 18 litros de agua, posteriormente se registra el peso (gr) utilizando una balanza

gramera digital y la longitud (cm) con un ictiometro. Posteriormente los ejemplares evaluados son colocados en un balde de 20 litros con una solución salmuera (20 gr de cloruro de sodio /20 Lt) con un tiempo de 5 minutos, como medida preventiva de microorganismo por el manipuleo, al término del mismo de retornaron a sus respectivas jaulas flotantes.

3.7. VARIABLES EVALUADAS.

3.7.1. Ganancia de peso.

Esta variable se midió cada 15 días, tomando los pesos de los juveniles de paco y el conjunto de las cuatro repeticiones de cada tratamiento.

3.7.2. Longitud total.

Esta variable se midió cada 15 días, tomando las medidas comprendidas desde el hocico y el final de la columna vertebral de cada especie para lo cual se utilizó un ictiometro.

3.7.3. Índices zootécnicos.

Los parámetros de crecimiento tanto en peso (g) así como en longitud (cm) fueron evaluados de la siguiente manera:

a) Biomasa (B).

Se calcula el peso promedio de los peces evaluados por el número de individuos.

$$B = W \text{ promedio} \times N° \text{ de individuos}$$

b) Ganancia de peso (GP).

Se calcula restando el peso promedio final menos el peso promedio inicial.

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

c) Longitud ganada (LG).

Se calcula restando la longitud promedio final menos la longitud promedio inicial

$$\text{LG} = L \text{ promedio final} - L \text{ promedio inicial}$$

d) Biomasa ganada (BG).

Se determina restando la biomasa promedio final menos la biomasa promedio inicial.

$$\text{BG} = B \text{ promedio final} - B \text{ promedio inicial}$$

e) Ganancia de peso por día (GPD).

Se determina la ganancia de peso entre los días evaluados.

$$\text{GPD} = \frac{\text{GP}}{\text{tiempo}}$$

f) Consumo de alimento por día (CAD).

Se determina la biomasa por la tasa de alimentación sobre 100.

$$\text{CAD} = \frac{\text{B} \times \text{T.A}}{100}$$

g) Consumo de alimento (CA).

Se calcula el consumo de alimento por día por el número de días evaluados.

$$C.A = CAD \times 15$$

h) Factor de condición (K).

Se determina calculando el peso sobre la longitud total multiplicado por 100.

$$K = \frac{\text{PESO (g)}}{\text{LONGITUD}^3\text{(cm)}} \times 100$$

i) Conversión alimenticia.

Se determina calculando el alimento ingerido por el pez sobre la biomasa ganada.

$$C.A = \frac{\text{ALIMENTO CONSUMIDO}}{\text{BG}}$$

j) Sobrevivencia (S).

Se determina calculando los números de peces cosechados entre los números de peces sembrados multiplicando por 100.

$$S = \frac{\text{N°peces cosechados}}{\text{N° peces sembrados}} \times 100$$

3.7.4. Monitoreo físico químico de la calidad de agua del estanque.

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 cada 20 días.

Cuadro 7: Parámetros medidos durante la ejecución de la investigación.

VARIABLES	UNIDAD	FRECUENCIA	HORA
Temperatura	°C	18 – 20 °c	08:00 am y 3:00 pm
Oxígeno disuelto	Ppm	Diaria	08:00 am y 3:00 pm
pH	UI	Diaria	08:00 am y 3:00 pm
Conductividad eléctrica	µS/cm	Diaria	08:00 am y 3:00 pm

3.7.5. Parámetros físicos.

a) Temperatura (°C): Se determinó con el medidor Multi paramétrico YSI® 556 MPS, (Rango: -5 a 45, Precisión: ±0, 15 y Resolución: O, 1 °C).

3.7.6. Parámetros químicos.

a) Oxígeno disuelto (mg/L): Se determinó con el medidor Multi paramétrico YSI® 556 MPS, (Rango: O a 50 mg/L, Precisión: O a 20 mg/L; ± 2% (0,2 mg/L) de la lectura y 20 a 50 mg/L; ±6% (0,6 mg/L) de la lectura, Resolución: 0,01 mg/L).

b) PH: Se determinó con el medidor Multi paramétrico YSI® 556 MPS, (Rango: O a 14 unidades y Precisión: ±0,2 unidades).

3.7.7. Análisis proximal del filete.

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), se calcularon los tenores de humedad y materia seca, del filete.

3.7.7.1. Humedad (% H).

La humedad de las muestras se determinó por desecación en estufa a 105°C hasta peso constante, se utilizó una estufa y una balanza analítica con precisión de 0.0001 g.

- % Materia seca = (Masa muestra seca 105°C / Masa muestra inicial) * 100
- % Humedad = 100 – % Materia Seca.

3.7.7.2. Proteína bruta (%PB).

Se determinó el contenido de proteínas (% N x 6,25) a partir de la composición del nitrógeno total de las muestras, mediante la técnica de Kjendhal. El método consiste en la digestión de las muestras con ácido sulfúrico concentrado a 400 °C a la que se adicionó un catalizador. Seguido de una destilación con Na (OH) al 40 % en presencia de una solución indicadora con ácido bórico al 4%. Por último se realizará una titulación con HCl 0,1 N.

- Proteína (%) = (Valor ml – Valor media patrón ml) x 0,1 x 14,004 x 6,25 x 100.
- Peso de la muestra (mg).

3.7.7.3. Extracto etéreo (% E.E).

Se determinó el contenido de grasa total presente en la muestra por el método de Soxhlet, utilizando el solvente orgánico hexano ($C_6 H_{14}$) para la extracción. El porcentaje de grasa total se calcula de la siguiente manera:

- Lípidos (%) = (Masa muestra final / Masa muestra inicial) * 100.

3.7.7.4. Cenizas o material mineral (M.M).

Se determinó mediante calcinación de las muestras en horno mufla a una temperatura de 550 ºC por tres horas, hasta obtener peso constante.

- % Cenizas totales = (Masa final / Masa inicial) * 100.

3.8. DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en un estanque de tierra del fundo piscícola “san Benito”, cuyas medidas es de 20 m de ancho por 60 m de largo, para ello fue necesario acondicionarlo, realizando primeramente la limpieza. Seguidamente se realizó la construcción de las 12 jaulas con medida de 1m de ancho por 1m de largo por 1.20m de altura, finalmente se efectuó el llenado de agua al estanque a través de bombeo y agua de lluvia.

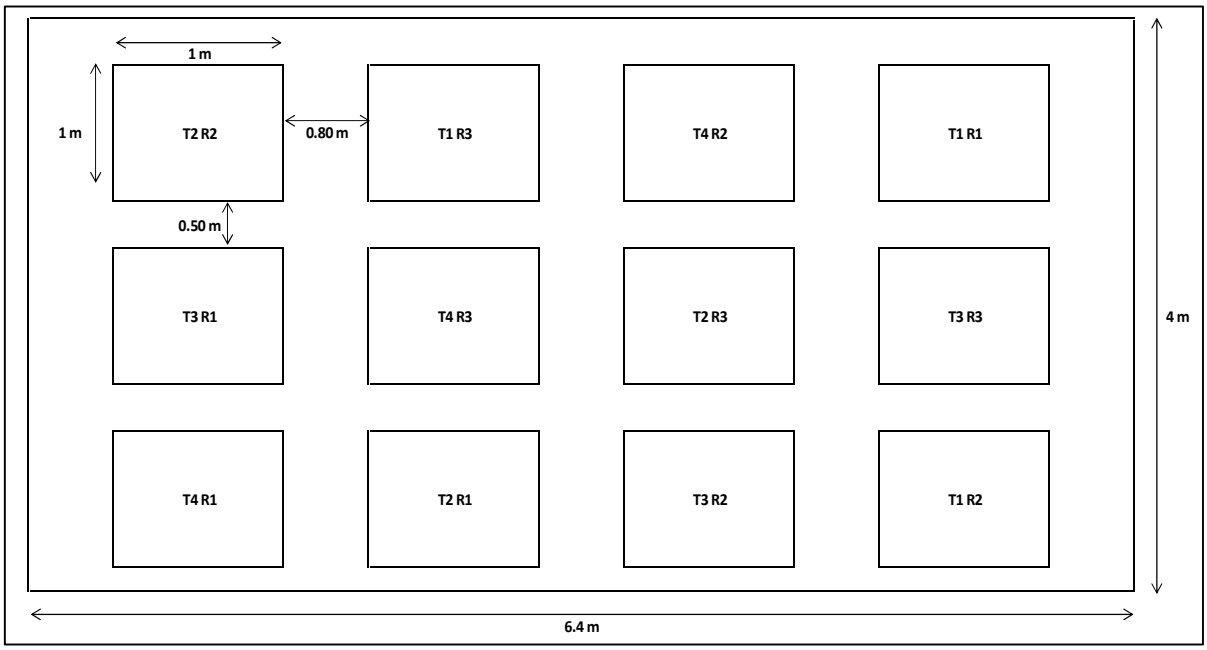


Figura 5. Distribución y dimensiones de las jaulas experimentales.

3.9. ELABORACIÓN DE LA DIETA EXPERIMENTAL.

Las dietas se elaboraron en la instalación del instituto de investigación de la amazonia peruana-sede Ucayali (IIAP-Ucayali), fueron preparados de acuerdo a las formulaciones, las cantidades de insumos y micro insumos señalados en el cuadro 8, que cubrieron los requerimientos nutricionales del paco *(Piaractus brachypomus)* en la etapa juvenil durante el periodo de evaluación de la investigación.

Cuadro 8. Porcentajes de insumos y nutrientes en función a los tratamientos.

Insumos (%)	T^1	T^2	T^3	T^4
	0%	**5%**	**10%**	**20%**
Harina de maíz	50.20	51.20	52.20	54.40
Harina de pescado	25.00	20.00	15.00	5.00
Torta de sacha inchi	0.00	5.00	10.00	20.00
Torta de soya	12.00	13.20	12.60	11.60
Polvillo de arroz	7.20	6.60	6.00	5.00
Aceite de soya	1.00	1.00	1.00	1.00
Premix vitamínico	1.00	0.60	0.60	0.60
Premix minerales	0.60	0.60	0.60	0.60
Sal común	1.00	1.00	1.00	1.00
Vitamina C	1.00	1.00	1.00	1.00
TOTAL	**99.00**	**100.20**	**100.00**	**100.20**

3.10. DESCRIPCIÓN DEL FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN DE LA DIETA EXPERIMENTAL.

a) Materia prima.

Consistió en adquirir todos los insumos tanto macro como micro ingredientes necesarios para elaborar la dieta.

b) Recepción.

Este proceso consiste en recepcionar los ingredientes necesarios para elaborar el alimento de acuerda a la formulación de la dieta.

c) Pesado.

Se pesaron las cantidades requeridas de insumos y aditivos por cada tratamiento experimental por separado en la balanza digital. Ya que la exactitud en los pesos garantiza que los ingredientes estén en las proporciones correctas según las formulaciones para cada dieta experimental.

d) Mezclado.

Se mezclaron por separado todos los ingredientes ya pesados para cada dieta formulada. Consistió en homogenizar cada uno de los ingredientes que compone la formula. El mezclado asegura que cada pellet contenga todas las propiedades nutritivas y garantiza que el pez reciba una dieta equilibrada.

e) Peletizado.

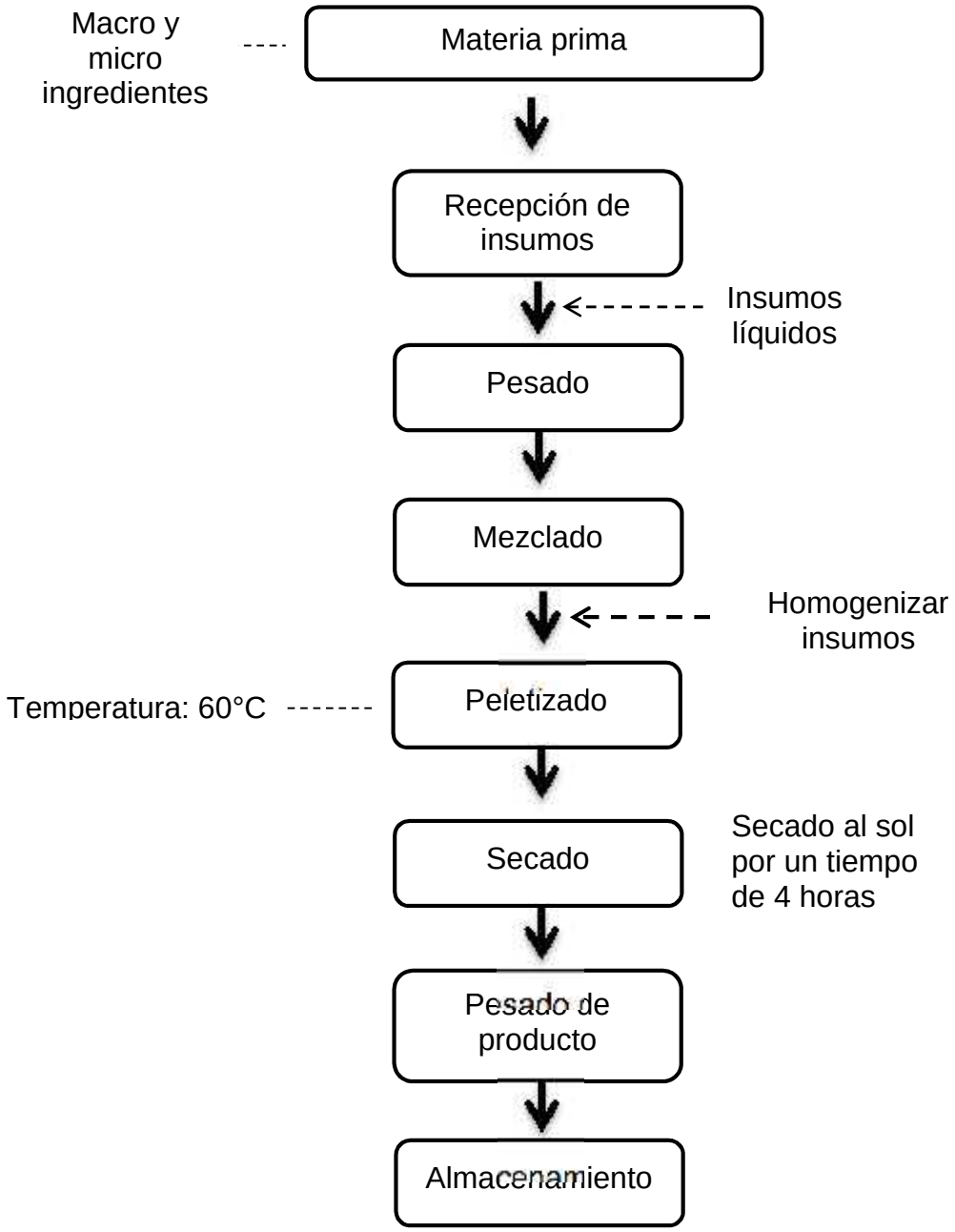
Según el proceso el alimento a granel pasa por un proceso de extrusión a través de un molino de carne simple con un molde de diámetro de 4mm de espesor, con longitud dos veces al diámetro.

f) Secado.

En este proceso se realizaron secado a sol dentro de 4 a 5 horas para evitar que el producto se deteriore por exceso de humedad. El secado se realizó en los horarios de 11 am hasta 3pm y luego se colocaron en estufa a una temperatura de 26 °C por el resto de horas.

g) Almacenado.

Las dietas experimentales fueron almacenadas de acuerdo al tratamiento en sacos de polietileno de 20 kilos debidamente rotulado para protegerlos de humedad y conservarlo en un ambiente fresco.



Fuente: Ilap (2000)
Figura 6. Flujo grama de elaboración de alimentos para peces.

3.11. DENSIDAD DE LA SIEMBRA.

Para el proceso de siembra se utilizaron peces homogéneos trasladándose hasta las jaulas experimentales debidamente pesadas (gr) y medidos (cm) en baldes de 20 litros la cantidad de 10 peces específicamente para

cada jaula, es decir para cada tratamiento y su repetición, para nivelar la temperatura del agua en las jaulas se climatizo por unos 5 minutos, posteriormente se liberó los juveniles de paco en su jaula respetiva.

3.12. FRECUENCIA Y TASA DE ALIMENTACIÓN.

El suministro del alimento de los peces se llevó a cabo en dos entregas diarias entres las 8:00 am y 5:00 pm, la distribución del alimento se realizó en un solo lugar y en forma manual; lanzando al voleo el alimento sobre la superficie dentro de cada unidad experimental se inició con una tasa de alimentación de 4 % de la biomasa ganada y a medida que se realizaron los muestreos biométricos los niveles de la tasa de alimentación se ajustaron a un 3 %; a consecuencia del crecimiento de los peces y para reajustar la cantidad de alimento a suministrar. El alimento balanceado ofrecido es de 28 % de PB. El ajuste de la cantidad de alimento a suministrar a la población se efectuó después de cada evaluación biométrica.

3.13. EVALUACIÓN BIOMÉTRICA.

El muestreo de los peces se realizó cada 15 días con el fin de determinar el incremento de longitud total (cm) e incremento de peso (gr) reajustando la ración de alimento y conocer el estado de salubridad de los juveniles de paco dejando de alimentar el mismo día de la evaluación y continuar la alimentación al día siguiente. La primera evaluación biométrica de las unidades experimentales se realizó el mismo día de la siembra, registrando longitud inicial (cm) y peso inicial (gr) en cada uno de las unidades experimentales. Para la captura de los peces se manipulo las jaulas hacia la superficie de la tierra, luego los 10 peces recibieron

una baño profiláctico en una solución salmuera (20 gramos de cloruro de sodio por 20 litros de agua) como medida preventiva de patógenos por el manipuleo posteriormente se registra la talla con un ictiometro y el peso con una balanza digital, al término de la evaluación se devolvieron los peces a sus jaulas respectivas.

3.14. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó el diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento (con 10 juveniles por repetición), se utilizó la prueba de promedio de Tukey y un $\alpha = 0,05$.

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

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera, $_j$ – ésima observación en el $_i$–ésimo tratamiento en estudio.

U = Media general.

T_i = Efecto del $_i$-ésimo tratamiento en estudio.

E_{ij} = Residual.

F.V.	G.L.
Tratamiento	**3**
Error	**8**
Total	11

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. GANANCIA DE PESO.

La inclusión de diferentes niveles de torta de sacha inchi, ($p>0.05$) no influenciaron sobre la ganancia diaria de peso de juveniles de paco (ver Anexos 1, 2, 3, 4 Y 5A).

Cuadro 9. Resultados de la ganancia de peso de juveniles de paco. Pucallpa, Perú, 2018.

Tratamiento	Descripción	15 días	30 días	45 días	60 días	100 días
T^1	Alimento formulado con 0% de torta de sacha	301.70**a**	356.17**a**	398.87**a**	450.37**a**	489.93**a**
T^2	Alimento formulado con 5% de torta de sacha inchi	253.17**a**	300.67**a**	324.60**a**	376.56**a**	420.30**a**
T^3	Alimento formulado con 10% de torta de sacha inchi	264.50**a**	305.37**a**	344.00**a**	390.35**a**	430.37**a**
T^4	Alimento formulado con 20% de torta de sacha inchi.	273.12**a**	320.73**a**	355.82**a**	405.76**a**	446.87**a**

Sin embargo numéricamente el **T^1** tuvo una mejor ganancia de peso (3.02 g en promedio) con respecto a los demás tratamientos **T^2**= 2.68 g, **T^3**= 2.64 g y **T^4** = 2.52 g. Se puede observar que a más inclusión de torta de sacha inchi la ganancia de peso es baja.

Luque-Dávila *et al.,* (2015) Estudiaron la alimentación de juveniles de paco con 28% de proteína durante 100 días y obtuvieron 1.03 g de ganancia diaria de peso, el cual es menor a los datos obtenidos con torta de sacha.

Da Silva *et al*., (1984) obtuvo un crecimiento diario de 1,54 g/día, alimentando con una dieta compuesta con 100 % de torta de babazú (*Orbignya martiana*), mientras que Mercado *et al*., (2008), Obtuvo un crecimiento diario de 0,37 g/día alimentando a juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*) en base a Torta de Castaña (*Bertholletia excelsa*), mientras que nosotros obtuvimos un incremento de peso diario de 2.68 g/dia (**T^2**) en paco, alimentado a base de torta de sacha inchi, lo que demuestra que la torta de sacha inchi es más eficiente que los insumos antes mencionados.

4.2. ÍNDICE DE CRECIMIENTO.

El cuadro 10 presenta los resultados correspondientes a la prueba de Tuckey para la longitud total en juveniles de paco, durante el trabajo de investigación.

Cuadro 10. Resultados de la longitud total en juveniles de paco. Pucallpa, Perú, 2018.

Tratamiento	Descripción	15 días	30 días	45 días	60 días	100 días
T^1	Alimento formulado sin la torta de sacha inchi	21.57	22.03	22.13	22.73	23.00
T^2	Alimento formulado con 5% de torta de sacha inchi	21.08	21.63	21.80	22.53	22.93
T^3	Alimento formulado con 10% de torta de sacha inchi	21.21	21.67	21.97	22.37	22.67
T^4	Alimento formulado con 20 % de torta de sacha inchi.	21.35	21.67	21.90	23.17	23.23

Para longitud total de paco juveniles, se realizó el análisis de varianza (ver Anexos 6, 7, 8, 9 y 10A), los cuales no muestran diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos en estudio durante todo el tiempo de evaluación.

La inclusión de diferentes niveles de torta de sacha inchi, ($p>0.05$) no influenciaron en el incremento de talla de juveniles de paco. Numéricamente, se observan mayor incremento de longitud en juveniles que consumieron dietas adicionadas con mayores niveles de torta de sacha inchi (**T^4** = 0.62 cm).

4.3. CALIDAD DE AGUA.

Cuadro 11.Parámetros de calidad de agua. Pucallpa, 2018.

PARÁMETROS	T^1	T^2	T^3	T^4
Temperatura	30.5 °C	30.5 °C	30.5 °C	30.4 °C
Oxigeno	4.7 mg/L	4.7 mg/L	4.6 mg/L	5 mg/L
Conductividad	32 µS/cm	30.1 µS/cm	30.7 µS/cm	30.5 µS/cm
S.T.D	18.85	17.55	18.2	18.2
pH	8.25	9.07	8.46	8.85

Según Pereyra, G. 2013. La temperatura es uno de los parámetros más importantes, pues determina el crecimiento, reproducción y vida de los peces, los peces en la amazonia se desarrollan bien en un rango de temperatura de 20 °C a 32 °C; sin embargo, la temperatura óptima para el cultivo paco y otros peces es de 26 a 30 °C, lo cual se corrobora en los datos obtenidos de 30.4 a 30.5 °C.

Según de Freitas, F. 2015. La concentración mínima de oxígeno que debe mantenerse en un estanque es de 5 mg/L, sin embargo, algunas especies requieren mayores concentraciones. También debe tenerse en cuenta la densidad de siembra, pues cuanto mayor es la densidad mayor debería ser tasa de

renovación de agua, a fin de mantener la concentración de oxigeno adecuado para los peces. Los datos obtenidos de 4.6 a 5 mg/L están en el rango óptimo.

Según de Freitas, F. 2015. El agua cuyo pH varía entre 6,5 y 8,5 (al amanecer) en general es la más apropiada para la producción de peces en estanques. La mayor parte de los peces de cultivo muere en aguas con pH inferior a 4,5 y pH igual o superior a 11. Los datos obtenidos de 8.25 a 8.46 están en el rango aceptable.

Según de Freitas, F. 2015. Conductividad es la capacidad del agua en conducir corriente eléctrica como una función de la concentración de sales disueltas e ionizado en el agua. La conductividad aumenta con la temperatura y la cantidad de iones presentes (calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos y cloruros), puede ser controlada por una sonda o un aparato llamado conductimetro. Los altos valores de conductividad (por encima de 70 µS/cm) pueden indicar alta descomposición de la materia orgánica, en las aguas oligotróficas la conductividad es menor. Con respecto a los datos obtenidos de 30.1 a 32 µS/cm nos indican que tenemos bajos niveles de descomposición de materia orgánica.

4.4. ANÁLISIS PROXIMAL DEL FILETE.

Cuadro 12. Análisis proximal del filete de juveniles de paco, Pucallpa, 2018.

Trata	(%) M.S	(%)Humedad	(%)Cenizas	(%)Grasas	(%)Proteínas
T^1	22.23	77.77	6.13	12.5	16.4
T^2	23.21	76.79	4.7	12.4	16.0
T^3	32.14	67.86	4.9	12.2	16.1
T^4	23.49	76.51	4.16	12.2	16.2

Kinsella y col. (1977), al realizar un estudio sobre la composición proximal de algunas especies de agua dulce, indican que el porcentaje de proteína encontrado está dentro de un rango estrecho, desde 17 a 21.3%, pero que el valor más frecuente encontrado es de 19%. Sin embargo en el presente trabajo de investigación se tiene como promedio de proteína 16.4%.

Los valores de ceniza no concuerdan con diferentes trabajos consultados en la bibliografía. Kinsella y col. (1977), encuentran que los valores de ceniza varían desde 1.0 a 1.3% en todas las especies de agua dulce estudiadas. Por otra parte, al analizar 21 especies de agua dulce, Thurston y col. (1959), encuentran que los valores de ceniza varían desde 0.9 hasta 1.3, para lo cual en el presente trabajo de investigación tenemos como resultado desde 4.16 hasta 6.13 lo cual quiere decir que el filete tiene un alto porcentaje de fibra.

La grasa, sin embargo, merece una atención particular, ya que se observa claramente un elevado porcentaje 12%. Se evidencia que a medida que la cantidad de grasa aumenta, el contenido de humedad disminuye, en general el contenido de grasa y humedad varían inversamente uno con el otro, encontrándose que los pescados considerados grasos contienen una humedad relativamente baja. Así, se ha encontrado que especies de agua dulce como el coporo que contienen un bajo porcentaje de humedad (74%) y un 6.78% de grasa (González, 1980); la trucha de lago, también de agua dulce, contiene una humedad de 70.8% y un contenido de grasa de 9.3% (Thurston y col., 1959). La variación en el contenido de grasa, tanto de una especie a otra, como la existente en ejemplares de la misma especie, generalmente es explicada por diferentes

causas: época de captura, edad, sexo, área geográfica, (Stansby, 1954) y alimentación (Ramachandran y Gopakumar, 1981).

En nuestro caso en particular, los ejemplares usados son criados en estanques y su reproducción es inducida. De allí, que la razón primordial del aumento de grasa, es debido a la alimentación que se les suministra. Para los ejemplares usados en este primer estudio, la alimentación fue básicamente a base de “Sacha inchi”. Este es un alimento, que hasta el momento está en estudio.

Como se ha explicado anteriormente, la especie estudiada es de costumbre migratoria, cuya característica es transmitida genéticamente, sin embargo los ejemplares utilizados son criados en cautiverio, por lo que su movimiento es sumamente restringido, lo cual podría ser un factor determinante en la acumulación de la grasa, debido a que gastan muy poca energía durante el período que permanecen en las jaula.

4.5. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS.

Cuadro 13.Índices zootécnicos de juveniles de paco. Pucallpa, 2018.

Evaluación (Días)	15 Días				30 Días				45 Días				60 Días				100 Días			
Variables	**T^1**	**T^2**	**T^3**	**T^4**	**T^1**	**T^2**	**T^3**	**T^4**	**T^1**	**T^2**	**T^3**	**T^4**	**T^1**	**T^2**	**T^3**	**T^4**	**T^1**	**T^2**	**T^3**	**T^4**
Peso promedio (g)	301.7	253.2	264.5	233.8	356.2	300.7	305.4	293.3	398.9	324.6	344.0	334.6	450.4	376.6	390.4	381.9	489.9	420.3	430.4	411.3
Longitud promedio (cm.)	21.6	21.1	21.2	21.4	22.0	21.6	21.7	21.7	22.1	21.8	22.0	21.9	22.7	22.5	22.4	23.2	23.0	22.9	22.7	23.2
Población (cantidad peces)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Biomasa (Kg.)	3.0	2.5	2.6	2.3	3.6	3.0	3.0	2.9	4.0	3.2	3.4	3.3	4.5	3.8	3.9	3.8	4.9	4.2	4.2	4.1
Tasa de alimentación (%)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Ganancia de peso (g)	53.8	47.6	46.4	20.8	54.5	47.5	40.9	59.5	42.7	23.9	38.6	41.2	51.5	52.0	46.4	47.3	39.6	43.7	40.0	29.4
Ganancia de talla (cm)	0.9	1.0	0.7	1.1	0.5	0.6	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.2	0.6	0.7	0.4	1.3	0.3	0.4	0.3	0.2
Biomasa ganada (Kg.)	1.6	1.4	1.4	0.6	1.6	1.4	1.2	1.8	1.3	0.7	1.2	1.2	1.5	1.6	1.4	1.4	1.2	1.3	1.2	0.9
Ganancia de peso/día (g)	3.6	3.2	3.1	1.4	3.6	3.2	2.7	4.0	2.8	1.6	2.6	2.7	3.4	3.5	3.1	3.2	1.7	1.9	1.7	1.3
Ganancia de peso por día acumulada (g)	3.6	3.2	3.1	1.4	7.2	6.3	5.8	5.4	10.1	7.9	8.4	8.1	13.5	11.4	11.5	11.3	15.2	13.3	13.2	12.5
Consumo de alimento/día (kg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Consumo de alimento (kg)	4.5	4.5	4.5	4.5	8.7	7.2	7.2	7.2	4.4	3.0	3.0	3.0	4.0	4.5	4.5	4.5	6.0	4.5	4.5	4.5
Consumo de alimento/por periodo (kg)	6.8	6.0	6.3	6.6	2.8	2.7	2.6	2.7	4.7	4.4	4.5	4.7	3.5	3.2	3.4	3.6				
Conversión alimenticia	2.8	2.6	2.8	6.0	4.2	4.2	5.2	3.7	2.2	3.8	2.2	2.2	3.1	2.8	3.2	3.3	2.9	2.5	2.8	4.1
Sobrevivencia (cantidad de peces)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Factor condición (K)	2.9	2.7	2.7	2.4	3.3	2.9	2.9	2.8	3.7	3.1	3.2	3.2	3.9	3.3	3.5	3.1	4.0	3.5	3.7	3.3

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) en el **T^1** fue de 2.9 gr, en el **T^2** fue de 2.5 gr, el **T^3** fue de 2.8 gr y para el **T^4** fue de 4.1gr. Resultando más eficiente **T^2** = 2.5 gr con un 5% de torta de sacha inchi, seguido por **T^3** con un factor de conversión de 2.8 gr, con un 10% de torta de sacha inchi.

Luna &Hernández (1988) alimentaron a la gamitana con pellets a base de dieta de maíz al 9% de proteína bruta, obteniendo un FC de 2.23 gr, cercano a nuestro resultado obtenido en el **T^2** que fue de 2.5, siendo menos eficiente los tratamientos a base de torta de sacha inchi.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. Los tratamientos con adición de 0% 5%, 10% y 20% y el alimento comercial, presentaron resultados variables en cada momento de evaluación para la ganancia de peso de juveniles de paco, notándose que a mayor adición de torta de sacha inchi la ganancia de peso es menor.

2. La inclusión de diferentes niveles de torta de sacha inchi (0%, 5%, 10% y 20%) no influenciaron en el incremento de talla de juveniles de paco.

3. La tasa de conversión alimenticia, no muestra diferencias significativas en ninguno de los tratamientos estudiados.

4. Los valores de los parámetros físico químico del agua del estanque se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de esta especie durante los 100 días que se llevó la investigación.

VI. RECOMENDACIONES.

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Se debe tener en cuenta el tipo de cultivo ya que generalmente la densidad de siembra es de un ejemplar (alevino) por m^2 ($1/m^2$) o hasta un alevino por cada dos metros cuadrados de estanque ($0.5/m^2$).

2. La cantidad de alimento a suministrar está en relación al tamaño y peso del pez y se relaciona con la biomasa presente en el estanque.

3. Realizar estudios sobre requerimientos proteicos de la torta de sacha inchi y sus potencialidades en la alimentación de esta especie hasta obtener un peso comercial.

4. Realizar estudios de digestibilidad de la torta de sacha inchi en la alimentación de especies amazónicas, desde la etapa de alevinos hasta la etapa comercial, para cuantificar el aprovechamiento de este insumo regional.

VII. LITERATURA CITADA.

Abimorad, E.; Carneiro, J.; Urbinati, E. (2007). Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* 1 Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. Aguaculture Research. 38: 36-44.

Albeitar, (2001). Portal Veterinaria. Importancia de la Proteína en los Peces.

Arévalo, G. 1995. Informes de Resultados de Investigación. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. E.E. «El Porvenir». Tarapoto - Perú. 20 pp.

BADUI, 1985. Química de alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza España.

Benites, E. & Venegas, C. (2003). Guía para el Cultivo de Cachama; Primera Edición; Universidad Nacional de Loja; pg. 12-13-22-23.

Calram S. A. C. (2007). Análisis y recomendaciones de la cadena de valor de sacha inchi en la región San Martín. Lima: Perú Biodiverso.

Cochrane, T. T. 1992. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. En Toledo J. M. (ed): manual para la evaluación Agronómica, Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali – Colombia. CIAT. Pp. 23 –44.

DA SILVA, A.B.; LOVSHIN, L.L.; DOS SANTOS, E.P.; DE MELO, J.T.C.; SOBRINHO, A.C. 1984b. A complementary analyses of a preliminary

pisciculture experimental with *Colossoma macropomum*. Ciênc. Cult., 36: 464-472.

De Freitas, F. 2015. La calidad del agua y las buenas prácticas en acuicultura. El Centro de Acuicultura de la Unesp – CAUNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: fernandafreitasb@ig.com.br.

Deng, D. F. and Wilson, R. P. (2003). Dietary ribofl avin requirement ofjuvenile sunshine bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*). Aquaculture, 218: 695-701.

Díaz FJ y López RA. El cultivo de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus)* y de la cachama negra (*Colossoma macropomum*): Fundamentos de Acuicultura Continental. Instituto Nacional del Pesca y Acuicultura (INPA). Rodríguez, Polo y Salazar Eds. Santafé de Bogotá, 1995. p. 207 – 221.

Dostert N, Roque J, Brokamp G, Cano A, La Torre M, et al. Datos botánicos de sacha inchi. Lima: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Programa Desarrollo Rural Sostenible-PDRS. 2009: 3-5.

Elangovan, A. y Shim, K. F. (1997). "Growth response of juvenile Barbodes altus fed isocaloric diets with variable protein levels. Aguaculture. 158: 321-329.

García, V. A: 2000. Cytogenetical studies in Rhoeo spathacea (Commelinaceae). IV. Ringforming diploid and desynaptic tetraploid sibs. Cytologia 65:179-197.

Gatlin III, D.M. (2002) Nutrition and Fish Health. In: Halver, J.E. and Hardy, R.W., Eds., Fish Nutrition, 3rd Edition, Academic Press, London, 671-702.

González, E. (1980). “Estudio de los cambios que se producen durante la refrigeración y congelación del coporo del río Orinoco *Prochilodus mariae* Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

Hernández A. Memorias del VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura y V Seminario Nacional de Acuicultura. Acuicultura y Desarrollo Sostenible. Santafé de Bogotá, octubre 25 – 28. 1994, p. 9 – 23.

IIAP, 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la amazonia peruana.

Kinesella, J.E.; Shimp, J.L.; Mai, J and Weihrauch, J, (1977a). “Sterol, phospholipid, mineral content and proximate composition of filletes of select fresh-water fish species”. J. Food Biochem. 1:131.

Landines, M., Rodríguez, L., Rodríguez, D. (2011). Estrategias de alimentación para cachama y yamú a partir de prácticas de restricción alimenticia. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Agricultura.

Lauzanne, L. y Loubens, G. (1985). Peces del río Mamoré. Orstom-Cordebeni-UTB.

Lavell, T. (1998). Nutrition and feeding offish. Kluwer Academic Publishers. Boston, 267p.

LUNA, T. & HERNÁNDEZ, C.S. 1988.Utilización de alimentos de complemento en el cultivo semi intensivo de alevinos de *Colossoma macropomum*. In: An.

VI Simp. Latinoamericano y V Simp. Bras. de Acuicultura, Florianópolis-SC.520-525.

LUQUE-DÁVILA, W., ZURITA, M., BORGES, G. 2015. Harina de carne y afrecho de arroz para alimentación de alevines de Morocoto (*Piaractus brachypomus*) con diferentes niveles de proteína. Zootecnia Tropical. v. 33, N. 2, p. 135-144.

MANCO, E. (2006). Cultivo de sacha inchi. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Dirección de Investigación Agraria. San Martín, PE.

Manco, E. 2003. Situación y Avances del Cultivo de Sacha Inchi en el Perú. Dirección Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. INIA, Lima, Perú. 30pp.

Mauricio, S. R.; Figueroa, J. D. y Taba, S. 2004. Caracterización de accesiones de maíz por calidad de grano y tortilla. Rev. Fitotec. Mex. 27:213-222.

MERCADO, J; Pereira, G. Quispe, E. 2008. Resultados preliminares de utilización de torta de castaña (*Bertholletia excelsa*), harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*) y harina de mucuna (*Mucuna pruriens*) en dietas prácticas para juveniles de paco (*P. brachypomus*). En seminario acuicultura y piscicultura andino-amazónica. 02-03 y 04 de octubre 2008. Cusco-Perú.

Mostacero L, Mejía C. Taxonomía de fanerógamas peruanas. Trujillo: CONCYTEC, 1993: 219.

OBREGON L., A. 1993. Obtención de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en polvo secado por atomización. Tesis de maestría. UNA-La Molina, Perú.

Oldepesca, (2010) Estimates of heritability and genotype – environment interactions for body weight in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L,) raised Ander communal rearing conditions. Aquaculture 2006;254:139-147.

Orozco JJ. Estudio de crecimiento y de producción de cachama negra (*Colossoma macropomum*) y la cachama negra (*Colossoma bidens*) a densidades altas en tanques y jaulas flotantes. Informe CERER-U, de Lieje. Bélgica. 1990, 42 p.

Peragón, J.; Barroso, J. B.; García, L.; De la Higuera, M.; Lupiáñez, J. A. (1999). Carbohydrates affect protein-tumover rates, growth, and nucleic acid content in the white muscle ofrainbow trout (*Onccorhynchus mykiss).* Aquaculture, 179: 425-437.

Pereyra Panduro, G. (2013). Guía Técnica "Piscicultura". Madre de Dios.

Pérez de Cuéllar, Javier. 2012. Sacha Inchi, tantos beneficios del Perú. Proyecto omega. Agroindustrias Amazónicas. Folleto Feria Internacional Agroindustrial Quito.

Poleo, G., Aranbarrio, J., Mendoza, L. y Romero, O. (2011). Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. Pesq. agropec. bras., Brasília., 46 (4): 429-437.

PRIMO YUFERA, E. 1979. Química agrícola III. Alimentos. Edit. Alhambra S.A., México.

Prom Amazonia, 2011. Tecnología de la extracción de aceite de Sacha Inchi. Iquitos. Recursos Genéticos y Biotecnología (PRONARGEB). Estación Experimental El Porvenir. Tarapoto.

Ramachandra Nair, K. and Gopakumar, K. (1981). “Effect of dietary deposition of fat and fatty acid composition of Tilapia (*Tilapia mossambica*). J. Food Sci. Technol. 18:108.

SALAS V., F. 1981. Obtención de bebida de soya en polvo a partir de soya integral. Tesis grado. UNA-La Molina.

Shiau, S. Y. (1997). "Utilization of carbohydrates in warmwater fish-with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* XO. aureus. Aquaculture. 151: 79-96.

Stansby, M.E. (1954). “Composition of certain species of fresh-water fish”. I. Introduction: The determination of the variation of composition of fish”. Food Research. 19:231.

Tello, Salvador. 1998. Analysis of a Multispecies Fishery: The commercial Fishery fleet of Iquitos, Amazon Basin, Peru. A Thesis submited to Oregon State University in partial fulfillment of the requirements for the dregree of Master of Sience. 83 p.

Thurston, C.; Stansby, M.; Karrick, N.; Miyauchi, D. and Clegg, W. (1959). “Composition of certain species of fresh-Water Fish. II. Comparative data for 21 species of lake and river fish”. Food research. 24:493.

Tocher, D.R. (2003). Metabolism and functions oflipids and fatty acids in teleost fish. Rev. Fish. Sci. 11: 107-184.

Vásquez, W. (2001). Relaciao carboidratos: lipídios sobre o crescimento e a utilizaciao de nutrientes em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus*. Tese Doutorado, Programa de pós-graduaciao em Biología Tropical e Recursos Naturais. Manaus-AM, Universidade de Amazonas. 36-48pp.

Vásquez, W. (2004). Principios de nutrición aplicada: al cultivo de peces. Colombia. Editorial Juan XX:lll Ltda. 101p.

Vásquez, W. é Arias, J. A. (2013). Crescimento de juvenis de *Piaractus brachypomus* alimentados com dietas contendo diferentes perfis de aminoácidos essenciais. Brasil. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 48(8): 849-856.

W Vásquez-Torres - Villavicencio, 2004. Colombia: Universidad de los Llanos, Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces.

VIII. ANEXO.

ANEXO 1.

Cuadro 1A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 15 días.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4072,818[a]	3	1357,606	3,233	,082
Intersección	805267,287	1	805267,287	1917,878	,000
Tratamiento	4072,818	3	1357,606	3,233	,082
Error	3358,992	8	419,874		
Total	812699,097	12			
Total corregida	7431,810	11			

a. R cuadrado = ,548 (R cuadrado corregida = ,379)

Cuadro 2A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 30 días.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4160,323[a]	3	1386,774	,884	,489
Intersección	1155060,750	1	1155060,750	736,513	,000
Tratamiento	4160,323	3	1386,774	,884	,489
Error	12546,267	8	1568,283		
Total	1171767,340	12			
Total corregida	16706,590	11			

a. R cuadrado = ,249 (R cuadrado corregida = -,033)

Cuadro 3A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 45 días.

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5665,022[a]	3	1888,341	,882	,490
Intersección	1439015,021	1	1439015,021	671,963	,000
Tratamiento	5665,022	3	1888,341	,882	,490
Error	17132,067	8	2141,508		
Total	1461812,110	12			
Total corregida	22797,089	11			

a. R cuadrado = ,248 (R cuadrado corregida = -,033)

Cuadro 4A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 60 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6736,097	3	2245,366	1,280	,345
Intra-grupos	14034,680	8	1754,335		
Total	20770,777	11			

Cuadro 5A. ANOVA para la ganancia de peso de juveniles de paco a los 100 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8852,329	3	2950,776	1,578	,269
Intra-grupos	14959,520	8	1869,940		
Total	23811,849	11			

Cuadro 6A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 15 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,398	3	,133	,475	,708
Intra-grupos	2,236	8	,279		
Total	2,634	11			

Cuadro 7A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 30 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,323	3	,108	,358	,785
Intra-grupos	2,407	8	,301		
Total	2,730	11			

Cuadro 8A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 45 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,177	3	,059	,197	,896
Intra-grupos	2,393	8	,299		
Total	2,570	11			

Cuadro 9A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 60 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,073	3	,358	2,843	,105
Intra-grupos	1,007	8	,126		
Total	2,080	11			

Cuadro 10A. ANOVA para la longitud total de juveniles de paco a los 100 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,489	3	,163	1,449	,299
Intra-grupos	,900	8	,113		
Total	1,389	11			

Cuadro 11A. ANOVA para la conversión alimenticia.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3,287	3	1,096	,644	,608
Intra-grupos	13,617	8	1,702		
Total	16,904	11			

Cuadro 12A. Ración utilizada durante el experimento.

Insumos (%)	T^1	T^2	T^3	T^4
	0%	**5%**	**10%**	**20%**
Harina de maíz	2.51	2.56	2.61	2.72
Harina de pescado	1.25	1.00	0.75	0.25
Torta de sacha inchi	0.00	0.25	0.50	1.00
Torta de soya	0.60	0.66	0.63	0.58
Polvillo de arroz	0.36	0.33	0.30	0.25
Aceite	0.05	0.05	0.05	0.05
Premix vitamínico	0.05	0.03	0.03	0.03
Premix minerales	0.03	0.03	0.03	0.03
Sal común	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamina C	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL	5 kg	5kg	5kg	5kg

Cuadro 13A. Presupuesto de alimento concentrado por tratamientos.

Insumos (%)	T^1	Precio (S/.)	Total
	0%		
Harina de maíz	50.20	1.8	90.36
Harina de pescado	25.00	3.5	87.5
Torta de sacha inchi	0.00	1.20	0.0
Torta de soya	12.00	2.20	26.4
Polvillo de arroz	7.20	0.50	3.6
Aceite de soya	1.00	2.0	2.0
Premix vitamínico	1.00	5.0	5.0
Premix minerales	0.60	5.0	3.0
Sal común	1.00	0.50	1.50
Vitamina C	1.00	6.0	6.0
TOTAL	**99.00**		**224.36**

Insumos (%)	T^2 5%	Precio (S/.)	Total
Harina de maíz	51.20	1.8	92.16
Harina de pescado	20.00	3.5	70.0
Torta de sacha inchi	5.00	1.20	6.0
Torta de soya	13.20	2.20	29.04
Polvillo de arroz	6.60	0.50	3.3
Aceite de soya	1.00	2.0	2.0
Premix vitamínico	0.60	5.0	3.0
Premix minerales	0.60	5.0	3.0
Sal común	1.00	0.50	0.50
Vitamina C	1.00	6.0	6.0
TOTAL	**100.20**		**215.0**

Insumos (%)	T^3 10%	Precio	Total
Harina de maíz	52.20	1.8	93.96
Harina de pescado	15.00	3.5	52.5
Torta de sacha inchi	10.00	1.20	12
Torta de soya	12.60	2.20	27.72
Polvillo de arroz	6.00	0.50	3.0
Aceite de soya	1.00	2.0	2.0
Premix vitamínico	0.60	5.0	3.0
Premix minerales	0.60	5.0	3.0
Sal común	1.00	0.50	0.5
Vitamina C	1.00	6.0	6.0
TOTAL	**100.00**		**203.68**

Insumos (%)	T4 20%	Precio	Total
Harina de maíz	54.40	1.8	97.92
Harina de pescado	5.00	3.5	17.5
Torta de sacha inchi	20.00	1.20	24.0
Torta de soya	11.60	2.20	25.52
Polvillo de arroz	5.00	0.50	2.50
Aceite de soya	1.00	2.0	2.0
Premix vitamínico	0.60	5.0	3.0
Premix minerales	0.60	5.0	3.0
Sal común	1.00	0.50	0.50
Vitamina C	1.00	6.0	6.0
TOTAL	**100.20**		**181.94**

Cuadro 14A. Tasa de alimentación porcentual para paco.

PESOS PROMEDIO (g)	TASA DE ALIMENTACIÓN %
50 – 100	5.0
100 – 200	4.0
200 – 300	3.0
300 – 400	2.5
400 – 500	2.0
500 – 600	1.5
600 – 700	1.2
700 – 800	1.0

ANEXO 2.

IMÁGENES DURANTE EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Figura 7. Acondicionamiento de las jaulas de manejo.



Figura 8. Preparación de muestras.



Figura 9. Insumos a utilizar en la formulación de alimento.



Figura 10. Mescla de los insumos.



Figura 11. Obtención del pellet.



Figura 12. Secado ad libitum del alimento.



Figura 13. Raciones para los diferentes tratamientos en estudio.



Figura 14. Pesado de los peces en estudio.



Figura 15. Muestra de peces para el análisis proximal de filete.



Figura 16. Pesado de la muestras.



Figura 17. Obtención del filete.



Figura 18. Muestras de filete.