

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS**

**“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE DIETAS ALIMENTARIAS EN  
BASE A TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) EN LA  
ALIMENTACIÓN DE PACO (*Piaractus brachipomus*) EN LA REGION MADRE  
DE DIOS”**

**Presentado por:**

**Bach. Esther Yanet Colquehuanca Mamani**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO-PERU**

**2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE DIETAS ALIMENTARIAS EN BASE A TORTA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) EN LA ALIMENTACIÓN DE PACO (*Piaractus brachypomus*) EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS”

TESIS PRESENTADO POR:

Br. ESTHER YANET COLQUEHUANCA MAMANI

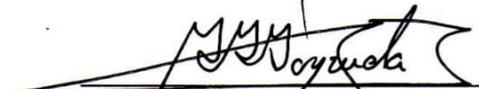
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESIDENTE DE JURADO:

  
\_\_\_\_\_  
ING. Mg. Sc. JOSE DAVID VELEZVIA DÍAZ

PRIMER MIEMBRO:

  
\_\_\_\_\_  
M. Sc. GILMAR GAMALIEL GOZQUETA CAMACHO

SEGUNDO MIEMBRO:

  
\_\_\_\_\_  
M. Sc. EDWIN FEDERICO ORNA RIVAS

DIRECTOR:

  
\_\_\_\_\_  
Ph. D. SABINO ATENCIO LIMACHI

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MARCELINO JORGE ARANIBAR ARANIBAR

ASESOR:

\_\_\_\_\_  
ING. ZOOT. FIDEL SANTIAGO POMIANO GONZALES

ÁREA: Pesquería

LINEA: Acuicultura

TEMA: Cultivo de peces en aguas continentales y marinas

## DEDICATORIA

Doy gracias a DIOS por darme la vida, cuidarme y acompañarme hasta haber logrado mi meta, la primera de muchas que tengo y también a mis padres Cesilio y Emilia, mis hermanas Silvana y Dina que siempre estuvieron en cada momento, a mis profesores por inculcarme sus conocimientos y a mis amigas que siempre me apoyaron.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas por haberme formado como profesional.

Al Dr. Sabino Atencio Limachi por su apoyo incondicional y dirigir el presente trabajo, así mismo al MVZ Dr. Marcelino J. Aranibar por haberme brindado su apoyo en el asesoramiento de la investigación.

Al Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero por haberme apoyado en la ejecución de mi tesis.

Al Ing. Zootecnista Fidel Pomiano Gonzales por su apoyo incondicional en el asesoramiento de la investigación y ser parte de la ejecución de mi proyecto de tesis.

Al Ing. José David Velezvia Díaz, por su aliento y deseo de superación, al Ing. Edwin Orna Rivas por su apoyo y orientación incondicional en el desarrollo de mi borrador de tesis, al Blgo. Gilmar Goyzueta Camacho por su enseñanza y comprensión, así mismo a mis docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas en especial del Área de Pesquería por brindarme sus conocimientos académicos en mi formación profesional.

Al Ing. Rudy Álvaro Pancca Arpasi por su apoyo en la parte estadística de mi proyecto de tesis.

A mis amigas Lic. en Biología Karen Dery Cornejo Callocondo y Lic. en Biología Daney Flores Encinas por darme su tiempo en terminar mi borrador de tesis.

ÍNDICE	Pág.
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>11</b>
Objetivo general .....	13
Objetivos específicos .....	13
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1. SACHA INCHI.....</b>	<b>17</b>
a) Descripción .....	17
b) Producción de sachá inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> ) en el Perú .....	17
c) Obtención de torta de sachá inchi .....	18
d) Valor nutricional de la torta de sachá inchi .....	19
<b>2.2.2. PACO (<i>Piaractus brachypomus</i>) .....</b>	<b>20</b>
a) Descripción morfológica.....	20
b) Descripción taxonómica del paco .....	21
c) Cultivo de Paco .....	21
d) Etapas de desarrollo .....	22
e) Alimentación .....	23
f) Nutrición del Paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ).....	23
g) Requerimientos Nutricionales .....	24
h) Características químicas del agua para la producción de Paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ).....	28
<b>2.2.3. TIPOS DE ALIMENTOS .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>32</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. UBICACIÓN DE ESTUDIO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.1. POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO: .....</b>	<b>36</b>

3.2. DESCRIPCION DETALLADA DE LA METODOLOGÍA .....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	44
4.1. Determinar los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sacha inchi ( <i>Plukenetia volubilis</i> ) para el paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en estanques naturales.....	44
4.2. Evaluar el efecto de crecimiento con dietas alimentarias en ganancia de peso, longitud y conversión alimenticia, en los diferentes niveles en la alimentación del paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ).....	47
4.2.1. Incremento del Crecimiento quincenal del peso de los Peces .....	47
4.2.2. Incremento quincenal de la longitud de los peces .....	50
4.2.3. Parámetros que Influyen en el crecimiento de peces.....	55
4.2.4. Peso promedio de los 4 tratamientos del paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) .....	57
4.2.5. Talla promedio de los 4 tratamientos del paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) .....	59
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. LITERATURA CITADA .....	63

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis proximal de los residuos industriales de la torta de sachá inchi *Plukenetia volubilis*, en la cachuela Fondepes-Madre de Dios octubre 2014.

Tabla 2. Comportamiento del paco a las variaciones de oxígeno disuelto en el agua de cultivo, en Fondepes-Madre de Dios de mayo a octubre 2014.

Tabla 3. Efecto del pH sobre las especies acuícolas, en Fondepes-Madre de Dios de mayo a octubre 2014.

Tabla 4. Diferencias entre una dieta peletizada y extruida, en Fondepes-Madre de Dios de mayo a octubre 2014.

Tabla 5. Tasa de Alimentación porcentual para Paco y Gamitana.

Tabla 6. Raciones experimentales utilizadas en los ensayos de alimentación para paco (*Piaractus brachypomus*) expresado en 10 kg.

Tabla 7. Composición Porcentual, Nutricional y Energética de las Raciones Experimentales Utilizando el Software UFFDA.

Tabla 8. Datos de Peso del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.

Tabla 9. Datos de talla del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 Tratamientos.

Tabla 10. Factor de conversión alimenticia de los cuatro tratamientos.

Tabla 11. Prueba del Análisis de Varianza.

Tabla 12. Comparaciones de la Prueba de Tukey del Peso en la Alimentación de Paco (*piaractus brachypomus*).

Tabla 13. Resultados de Comparaciones de la Prueba de Tukey de la talla en la Alimentación de Paco (*piaractus brachypomus*).

Tabla 14. Parámetros Físicoquímicos que Influyen en el Cultivo de Paco (*Piaractus brachypomus*) Promedios Mensuales.

Tabla 15. Pesos Promedios en Gramos del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.

Tabla 16. Tallas Promedios en Centímetros del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación del estudio fondo nacional de desarrollo pesquero.
- Figura 2. Diagrama de distribución del estanque de 4 parcelas experimentales.
- Figura 3. Secado del estanque
- Figura 4. Encalado del estanque.
- Figura 5. Tendido de malla en parcelas
- Figura 6. Enterrado de malla.
- Figura 7. Ingreso de agua al estanque
- Figura 8. Poniendo peces en la Parcela.
- Figura 9. Medición de temperatura
- Figura 10. analisis de agua.
- Figura 11. medida del paco
- Figura 12. peso del paco.
- Figura 13. insumos para mi tratamiento
- Figura 14. Pesado de los insumos.
- Figura 15. Cocinado del maíz
- Figura 16. Mezclado de los insumos.
- Figura 17. Preparando el alimento
- Figura 18. Secado del alimento
- Figura 19. Almacenado de alimento.
- Figura 20. Dando alimento al boleo.
- Figura 21. Peces de muestra.
- Figura 22. Pescando para biometría
- Figura 23. Biometría del paco.
- Figura 24. pez paco en la tina
- Figura 25. Pesado final del paco.
- Figura 26. Comparación de peso del paco (*Piaractus brachypomus*) en g. de los 4 tratamientos.

Figura 27. Comparación de crecimiento del Paco (*Piaractus brachypomus*) en cm. de los 4 tratamientos.

Figura 28. Representación gráfica de temperatura mensual.

Figura 29. Representación gráfica del PH del agua.

Figura 30. Representación gráfica de oxígeno disuelto del agua.

Figura 31. Representación gráfica de peso en gramos del paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.

Figura 32. Representación gráfica de talla en centímetros del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro de Investigación la Cachuela-Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero que se encuentra en el km. 2.5 carretera Cachuela Puerto Maldonado, entre los meses de junio a octubre 2014. Los objetivos planteados fueron: Evaluar el efecto de crecimiento con dietas alimentarias en ganancia de peso, longitud y conversión alimenticia, en los diferentes niveles en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*) y determinar los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en estanques naturales. La metodología consistió en acondicionar un estanque de 400 m<sup>2</sup>, dividido en 4 parcelas experimentales de 5 m. x 20 m. y 1.50 m. de profundidad, en la que se sembró 100 peces juveniles de paco de 50 g. en cada parcela haciendo un total de 400 peces dentro del estanque en experimento, esta investigación fue experimental. Los peces fueron alimentados durante 5 meses, para el análisis estadístico del primer objetivo se utilizó el análisis de varianza que presentan los valores que se encuentran entre 10% a 30 % de inclusión de sachá inchi en la formulación de alimento balanceado, cuyas muestras en peso y longitud son equivalentes para todos los experimentos, así mismo se considera una prueba control o en vacío sin inclusión de sachá inchi. Los resultados se validaron utilizando las pruebas estadísticas ANOVA y la prueba de Tukey para comparar las medias, mediante el paquete estadístico SPSS indica que existe diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) entre los puntos de muestreo, señalando que los valores promedio de peso y talla en los 4 tratamientos son estadísticamente diferentes, lo que indica que el peso y talla de los peces sufrió variaciones apreciables a lo largo de los 5 meses. Para el primer objetivo se realizó usando raciones experimentales utilizadas en los ensayos de alimentación para paco (*Piaractus brachypomus*) expresado en 10 kg. Así mismo, las raciones fueron formuladas mediante el software UFFDA. Las restricciones abarcan a los niveles de torta de sachá inchi, energía digestible, proteína, fibra, grasa, calcio y fósforo. Para el segundo objetivo se realizó midiendo pesos y tallas con la cual inicio con un peso de 50.02 g hasta llegar a 258.9 g en el mes de octubre y una talla de 13.05 cm hasta 21.95 cm en el último mes; el tratamiento 2 al igual que el primero inicio con 50.02 g hasta llegar a 231.9 g y con una talla de 12.85 cm hasta llegar a 21.4 cm; el tratamiento 3 de igual manera se inició con un peso de 50.02 g hasta llegar a 281.9 g con una talla de 12.85 cm y llegó en octubre a 49.4 cm; y para el último tratamiento 4 igual se inició con peso de 50.02 g hasta 235.8 g y el talla fue de 12.85 cm hasta el último mes de octubre se obtuvo 20.7 cm.

**PALABRAS CLAVE:** Ad libitum, Biometría, Crecimiento, Conversión alimenticia, Ganancia de peso, Nutrición, Pellet, Poiquiloterma, Reofílico.

## I. INTRODUCCION

La Acuicultura en nuestra región Amazónica se presenta como una actividad con futuro, tanto para aumentar la oferta de pescado como para la conservación de las especies que están sufriendo sobrepesca, como la gamitana y el paiche, entre otras (Rodríguez *et al.*, 1996; Francalossi, 1997).

La creciente demanda por parte de la acuicultura mantiene la presión sobre los precios de la harina (S/ 4.0 /kg de harina estándar) y aceite de pescado, por este motivo cada vez más los productores sustituyen con materia prima a base de plantas para reducir su dependencia a la harina y aceite de pescado. En mayo de 2013, la relación de precios entre la harina de pescado y harina de soja alcanzó 3:6:1 (en comparación con el promedio de 10 años de 3:3:1), pero en setiembre bajó a 1:6:1 debido a los cambios drásticos en los precios de harina de soja. (Rodríguez *et al.*, 1996; Francalossi, 1997).

El 2013 fue un pésimo año para las exportaciones pesqueras, envíos de pesqueras se contrajeron 19% hasta los US\$2.697,2 millones, debido a la menor cuota otorgada a fines del 2012. Las exportaciones de la harina de pescado cayeron un 19% en el año 2013 hasta los US\$2.697,2 millones (FOB) frente a los US\$3.326,6 millones del año anterior, de acuerdo con cifras al cierre del año de la (Cómex Perú, 2013).

El procesamiento del recurso en el 2014 acumuló un volumen de 1'078,700 TMB; es decir, hubo una disminución de 38% de harina de pescado en comparación a 2013, como resultado de la reducción en los volúmenes de producción de harina de pescado (52.9%) y aceite de pescado (44.7%).

A fines de 2014, las exportaciones de productos pesqueros alcanzaron un volumen total de 1'525,219 TMB, que permitieron obtener un ingreso de divisas de 2,906.5 millones de dólares -FOB, (cláusula de comercio internacional, que se utiliza para operaciones de compraventa en que el transporte de la mercancía se realiza por barco) un incremento de 4.6% y 5%, respectivamente, en comparación a 2013.

Por otro lado, el Perú es el principal país productor de Sacha Inchi a nivel mundial, en el 2012, se estimaron cerca de 2.000 hectáreas sembradas el Sacha Inchi, se cultiva en San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto; en 2005 la producción en Perú fue de 1,8 mil toneladas y se espera que llegue a las 2,8 mil toneladas para el 2015.

El Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), ha iniciado hace varios años estudios sobre el manejo y cuidado de los alevinos, pero hoy en día se le está dando una mayor importancia al uso de alimentos balanceados, ya que es determinante reducir costos para que sea más rentable la actividad acuícola. En la acuicultura el rubro de la alimentación es el más costoso y en algunos casos sobrepasa el 60%.

Cualquier insumo a utilizar en la alimentación de peces, deberá tener la capacidad de aportar nutrientes para cubrir los requerimientos nutricionales. El sachá inchi se produce abundantemente en zonas tropicales y por lo tanto es una materia prima disponible en Puerto Maldonado. La semilla de sachá inchi se presenta como un alimento alternativo en la alimentación de peces por su alto valor nutritivo, Aranibar en el 2012 utilizó 15% en la ración de truchas con resultados bastante halagadores, usando el Rendimiento Productivo y Comercial de Truchas Arco Iris Innovados con Alimentos Orgánicos Procesados.

El Valor Bruto de la Producción (VBP) pesquera en Puerto Maldonado aumentó 3,1 por ciento, con relación a junio de 2012, debido principalmente al incremento que mostró la producción de Paco y Gamitana. El valor bruto de la producción (VBP) acumulado, durante enero – junio de 2013, se expandió en 10,8 por ciento, respecto a similar período de 2012, como resultado de la mayor producción de paco.

Por otro lado, el cultivo de paco a nivel nacional ha incrementado en los últimos años, en el 2000 fue 26 TM y al 2011 fueron 130 TM y en Puerto Maldonado del 2002 (0.02 TM) al 2011 (78.21 TM) PRODUCE, (2011) y es necesario formular raciones alimentarias de bajo costo y altamente nutritivas.

El trabajo de Investigación tiene como propósito conocer y evaluar el efecto de diferentes niveles de dietas alimentarias incluyendo la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de paco (*Piaractus brachypomus*) en etapa juvenil, en sistemas de crianza intensiva en estanques naturales de la Región Madre de Dios, de esta manera ver la posibilidad de realizar dietas con insumos de la región que sean capaces de proporcionar los nutrientes necesarios para su nutrición, crecimiento y si influyen sobre los parámetros biométricos.

### Objetivo general

Evaluar el efecto de dietas alimentarias en base a torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de paco (*Piaractus brachypomus*) en etapa de juvenil, en estanques naturales.

### Objetivos específicos

- Determinar los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para el paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques naturales.
- Evaluar el efecto de crecimiento con dietas alimentarias en ganancia de peso, Longitud y Conversión alimenticia, en los diferentes niveles en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*).

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. ANTECEDENTES

**Cantelmo & De Souza (1986)** se estudió el efecto de raciones balanceadas con cuatro diferentes niveles proteicos de (20, 25, 30 y 35%) en el crecimiento de juveniles de *Piaractus brachypomus*, no se encontró hasta el final del periodo experimental, diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

**Da Silva et al. (1984a)**, evaluaron la eficiencia del maíz (*Zea mays*), con 14% de proteína bruta en la alimentación de alevinos de gamitana, *C. macropomum*. Los peces tuvieron una ganancia de peso de 118% y un crecimiento diario de 2,18g.

**Da Silva et al. (1984b)** Además, el mismo año realizaron otro experimento para evaluar la eficiencia de una dieta compuesta con 100% de torta de babazú (*Orbignya martiana*) conteniendo 24% de proteína bruta, en el crecimiento del *C. macropomum*. La ganancia de peso fue de 44.8% en el periodo de 360 días, con crecimiento de 1,54 g/día.

**Eckmann (1987)**, lo que menciona que el alimento para juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) con 6 tipos de raciones conteniendo harina de pescado y harina de sangre de vacuno en varias proporciones. Así mismo registró promedios de tasas de crecimiento específico entre 1.1 a 2.5% de peso seco /día.

**Guerra et al. (1996)**, afirma que los peces de agua dulce, requieren más concentración de ácido linolénico que de ácido linoleico; sin embargo, los peces tropicales como gamitana, paco y sábalo cola roja deben crecer mejor cuando son alimentados con dietas que contienen una mezcla de los ácidos linolénico y linoleico.

**Gutiérrez et al. (1996)**, determino que los juveniles de Paco alimentados con una dieta de 29.8% de proteína bruta (PB) y 2.700 Kcal. /Kg. de energía digestible producen una adecuada ganancia de peso y una eficiente retención de proteína, con una relación de energía digestible/proteína de 9.0 Kcal. /g. de proteína en un estudio realizado en el Perú.

**Luna & Hernández (1988)**, compararon dos dietas a base de maíz (9% de PB) y una peletizada (14% de PB) en la alimentación natural de gamitana *Colossoma macropomum* en sistema de cultivo semi-intensivo, donde se observaron que la tasa de crecimiento de los peces con alimento natural varió entre 0,51-1,61 g. /día y la C.A fue más eficiente.

**Macedo (1979)**, empleó cuatro diferentes niveles de proteína bruta (14, 18, 22 y 26%) en la alimentación de la gamitana, *Colossoma macropomum* tanto en acuarios como en estanques de tierra. Señala que al inicio esta especie necesita un 22% proteína bruta y posteriormente puede ser reducido a 18% sin perjudicar el crecimiento de los ejemplares.

**Mercado et al. (2008)**, evaluó dietas prácticas en base a Torta de Castaña (*Bertholletia excelsa*), Harina de Pijuayo (*Bactris gasipaes*) y Harina de Mucuna (*Mucuna pruriens*) y su efecto en el desempeño productivo de juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*). Para evaluar la eficiencia de las dietas experimentales se determinó algunos parámetros como: Peso vivo, Longitud total, Ganancia de peso diario, Conversión alimenticia. No se encontraron efectos significativos ( $P > 0,05$ ) en Conversión Alimenticia.

**Mori (1993)**, evaluó el crecimiento de alevinos de *Colossoma macropomum*, comparando una ración patrón con tres niveles de sustitución de harina de maíz, *Zea mays* por harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*) en el Brasil, y se concluyó que no hubo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en el crecimiento, ganancia de peso, ni en la composición corporal de los peces entre las cuatro raciones estudiadas.

**Pezzato (1990)**, probó diferentes niveles de lípidos de origen animal y vegetal sobre el desempeño del paco, *Piaractus mesopotamicus*, utilizando dietas isoproteicas (26% de PB). En las raciones experimentales fueron aumentadas 8, 16 y 24% de grasa de origen vegetal (aceite de soya) o grasa animal (manteca de chanco). Según el autor, las mejores ganancias de peso y conversión alimenticia fueron obtenida con raciones de grasa animal, ya que el paco tiene la capacidad de utilizar, con eficiencia, lípidos tanto de origen animal como vegetal, como reserva energética o como fuente “ahorradora de proteínas”.

**Roubach (1991)**, evaluó el efecto de cuatro dietas en base a frutos y semillas de *Pseudobombax munguga*, *Hevea spp.*, *Oriza sativa* y *Cecropia spp.*, sobre el crecimiento, ganancia de peso y composición corporal de alevinos de *C. macropomum*, concluyendo que *Pseudobombax munguga*, proporcionó una mejor ganancia de peso, probablemente por presentar mayor porcentaje proteico (21,3% MS). predominando la mayor cantidad de extracto etéreo (EE).

**Saint-Paul (1984)**, alimentando tambaqui, *Colossoma macropomum* con dos raciones conteniendo 27.5 y 42.1% de proteína bruta se observó ganancias de peso de 0.8 a 0.9 g.

/día con la primera dieta de proteína bruta, y con la segunda dieta se obtuvo ganancias de peso de 1.3 g. /día y un índice de conversión alimenticia de 1.5.

**Saint-Paul (1985)**, se evaluó la eficiencia del arroz bravo (*Oryza glumaepatula*), con 0.91% de proteína bruta, sobre el desempeño en el crecimiento de la gamitana. Los peces crecieron de 97,4 para 117,6 g./día lo que hace (0,5 g. diarios) en 43 días, con una tasa de conversión alimenticia de 3,9. El cual se comparó con la dieta control, con 42,1% de proteína bruta, los peces crecieron en el mismo periodo de 91,5 para 147,9 g. (1,3 g./día) con una tasa de conversión de 1,5.

**Zanoni (1996)**, efectuó un experimento para determinar la exigencia o tolerancia nutricional de fibra bruta y su influencia en el crecimiento y composición de carcasa de Paco (*Piaractus brachypomus*). se utilizaron 192 juveniles de paco, con peso promedio inicial de 45g, mantenidos en tanques de fibra de vidrio con capacidad para 150 litros de agua, con circulación constante y temperatura de 28°C. El alimento fue ofrecido "ad libitum", dos veces al día, con dietas peletizadas con 30% de proteína bruta. Las dietas experimentales contenían 4, 8, 12 y 16% de fibra bruta. El experimento fue de 60 días, donde los mejores resultados de ganancia de peso y longitud, eficiencia y conversión alimenticia fueron observados en el tratamiento que contenía 16% de fibra bruta.

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

## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1. SACHA INCHI

#### a) Descripción

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. La familia Euphorbiaceae está distribuida en todo el mundo abarcando alrededor de 280 géneros con 8000 especies. En el Perú se le conoce desde siglos atrás bajo diferentes nombres, entre ellos: sacha inchi, sacha maní, maní del inca, maní del monte, maní jibaro<sup>2</sup>, inca peanuts (**Arévalo, 2000**)

El sacha inchi produce una almendra que posee uno de los más altos contenidos de ácidos grasos esenciales para el organismo, como son Omega 3, 6 y 9. Asimismo posee un elevado contenido proteico (33%) de muy buena digestibilidad, además de compuestos antioxidantes. En nuestros días se cultiva en varios departamentos de la selva alta y baja del Perú, como son San Martín, Loreto, Ucayali, Pasco y Junín, es originario de la selva peruana donde se le encuentra en estado silvestre en San Martín, Ucayali, Amazonas, Madre de Dios y Loreto, es también fuente de beta carotenos y vitamina A, ambas vitaminas tienen capacidad antioxidante. Esta almendra, contiene altas cantidades de aceite (54%) y proteína (27%), Puede ser consumido en su estado natural como maní, es muy recomendable para todas las edades, especialmente en niños y adultos mayores. Presentado en forma de aceite, harina y en otras presentaciones (**Inchaustegui, 2010**).

El sacha inchi es una planta rústica, crece en suelos ácidos y con alta concentración de aluminio. Nuestro territorio selvático favorece el crecimiento de esta planta, que por sus características es llamada a ser importante alternativa para suelos ácidos (**Mejía, 2000**).

#### b) Producción de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en el Perú

En el Perú, el Sacha Inchi crece en San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto. La mayor parte de la producción se realiza en Ucayali (51%) y en San Martín (49%). El Sacha Inchi se encuentra disponible entre los meses de marzo a setiembre. En Ucayali la producción llegó a 938 toneladas en 2005, cultivándose en 625 hectáreas, mientras que en San Martín la producción llegó a 900 toneladas en 600 hectáreas. La producción nacional en el Perú conjuntamente llegó a 1,8 mil toneladas en

este año y se espera que se incremente a 2,8 mil toneladas para el 2015 (investigación de mercado de PROMPEX).

### c) **Obtención de torta de sachá inchi**

Durante el proceso de extracción de aceites se generan subproductos como harinas, expeller, cascarillas, gomas, lecitina que son ampliamente utilizados para la industria en general, la alimentación humana y animal. Se entiende por subproductos oleaginosos, a los residuos sólidos resultantes de la extracción industrial del aceite de granos oleaginosos, obtenidos por presión y/o disolvente, provenientes de la elaboración de mercadería normal, sin el agregado de cuerpos extraños ni aglutinantes (**Conwey,1979**)

En función del proceso de industrialización que se somete a la materia prima, se ha establecido para la comercialización de estos insumos la siguiente clasificación

- **Expellers:** residuos de elaboración por prensa continua (**Mondragón, 2009**).
- **Harina de extracción:** residuos de la elaboración por disolvente y salvo estipulación especial no se diferencian por su granulación, pudiendo ser: fina, en grumos, aglomerados o pedazos, según los distintos sistemas de extracción y secado (**Conwey,1979**)
- **Pellets:** comprimidos (cilindros) provenientes de los residuos de la extracción del aceite de los granos oleaginosos definidos anteriormente. El largo y el diámetro de los comprimidos podrán ser de cualquier medida en mm, salvo estipulaciones expresas en el boleto de compra-venta (**Mondragón, 2009**).

La torta tiene un alto contenido de proteína, en comparación con otras oleaginosas, es más completa en aminoácidos esenciales y no esenciales y con mayores niveles que muchas semillas oleaginosas. Los aminoácidos azufrados (metionina + cisteína), tirosina, treonina y triptófano, están presentes en cantidades más elevadas que otras oleaginosas como la soya, maní, algodón y girasol. Los niveles de leucina y lisina son más bajos que los de la proteína de la soya, aunque igual o mayor que los niveles de la proteína de maní, semilla de algodón o de girasol, surge como alternativa de la torta de soja, pues en la actividad pecuaria, la torta de soja es la más importante como fuente de proteína vegetal (**IIAP, 2009**).

Con la torta de sachá inchi se prepara una gran variedad de subproductos, tales como concentrado de proteínas para lactantes, leche de sachá inchi, tofu, miso, lecitina de sachá inchi, confitería. A partir de la torta de sachá inchi se puede elaborar todos los productos que comúnmente se elaboran con la torta de soya. Su gran cantidad de proteínas y el poder biológico de las mismas hizo recomendarse por sí mismas (IIAP, 2009).

Estudios preliminares en el Perú muestran que cuando se añadió la semilla tostada del sachá inchi en la dieta de los pollos, estos la aceptaron fácilmente. Se usó como un suplemento proteico. Así mismo, el aceite obtenido del Sachá inchi presenta un color amarillo pálido y un aroma poco fuerte. Ya que su característica físicas y químicas del aceite son similares a las de otros aceites vegetales comestibles (Lucas, 2010).

**Tabla 1. Análisis proximal de los residuos industriales de la torta de sachá inchi *Plukenetia volubilis*, en la cachuela Fondepes-Madre de Dios octubre 2014.**

Composición	Porcentaje base húmeda
Humedad	5.09
Proteína total	32.53
Extracto etéreo o grasa	35.44
Fibra cruda	3.00
Cenizas	3.07
Extracto no nitrogenado	20.87

**Fuente: Mondragón, (2009).**

#### d) Valor nutricional de la torta de sachá inchi

La torta sachá inchi es un subproducto que se obtiene de la producción del aceite virgen, utilizando los residuos de la semilla. Tienen bajo contenido de aceite (10%) y un alto contenido de proteínas y de la más alta digestibilidad, llegando al 92,2%, y la más completa y mejor composición de aminoácidos con relación a otras oleaginosas (IIAP, 2009).

## 2.2.2. PACO (*Piaractus brachypomus*)

### a) Descripción morfológica

Esta especie íctica comparte su medio con la Gamitana (*Colossoma macropomum*), con la que tiene similitud en la forma, variando en su patrón de coloración gris oscuro en el dorso (mancha negra) y lados con tonalidad anaranjada en la parte ventral un tanto más intensa en los juveniles que en los adultos en que el tono plumizo a marrón oscuro se uniformiza. Se diferencia en su mayor altura y por poseer una espina en la base de la aleta dorsal, la que es relativamente corta. **(Goulding, 1997).**

Pez tropical que no sobrevive si la temperatura del agua desciende a menos de 15°C. Es el menos fuerte y robusto de los tres *Colossomas*. su longitud con relación a la altura del paco es de 2.5 a 3.5 veces en el caso de los adultos, pueden alcanzar hasta 85 cm de longitud total y pesar alrededor de 20 kg. El paco tiene una mancha negra (un “ojo”) sobre el opérculo óseo con esto los juveniles se parecen a las pirañas más feroces, las que tienen una mancha oscura similar en la parte dorsal, sobre la línea lateral, detrás del opérculo. El paco juvenil se mimetiza con el color de las aletas pectorales, abdominales y anal, y del pecho, que son de color amarillo rojo o rojo oscuro respectivamente. Durante el desove aparece un color rojo intenso en la parte pectoral, su aleta adiposa es carnosa y sin radios. En el primer arco branquial hay de 33 a 37 espinas filtradoras, los maxilares superior e inferior tienen dientes molariformes afilados en ambas mandíbulas, que les sirven para triturar las diferentes frutas y semillas que son su alimento en el medio natural, en épocas de inundación se alimenta casi por completo de frutas y semillas que encuentra en el bosque inundado **(Goulding, 1980).**

El paco (*Piaractus brachypomus*) es un pez grande de 3 a 4 kg. mayormente para la reproducción, ampliamente distribuida y conocida en los países afluentes de la cuenca amazónica, principalmente Colombia, Brasil, Venezuela, así como también en el Perú. Es un pez reofílico que se desplaza cantidades de kilómetros aguas arriba, en la época de verano en procura de mejores condiciones para su sobrevivencia, a la vez que se prepara para su reproducción que se cumple cíclicamente cada año en la temporada de invierno, cuando baja con la crecida de los ríos dejando sus huevos fertilizados en la margen de estos y en zonas recién inundadas, donde crecerán los alevinos que permitirán mantener las poblaciones naturales o silvestres **(SPT-TCA, 1996).**

**b) Descripción taxonómica del paco**

REINO	: Animalia
FILO	: Chordata
CLASE	: Actinopterygii
ORDEN	: Characiformes
FAMILIA	: Characidae
GENERO	: Piaractus
ESPECIE	: “ <i>Piaractus brachypomus</i> ”

**Fuente:** (Cuvier, 1818)

**c) Cultivo de Paco**

Esta especie se distribuye igual que la gamitana, con la que comparte hábitat y nicho ecológico de la que difiere en su patrón de coloración, presentando un color gris oscuro en el dorso y blanquecino en los costados, con la parte inferior de la cabeza, región de la garganta y parte anterior del vientre de color anaranjado. Este patrón de coloración se mantiene en los alevinos, juveniles y adultos, en los cuales se atenúa este color, según el tipo de agua donde vive. Presenta espinas intramusculares en forma de Y. Es una especie que soporta el manipuleo en las operaciones de cultivo. 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. También requiere de la administración de extractos hormonales para inducir el desove en ambientes controlados. Cada hembra produce 100,000 óvulos por kilogramo de peso (IIAP, 2000).

El paco es un pez omnívoro que prefiere las frutas, semillas y hojas verdes que caen al agua, durante el periodo de inundación, se alimenta casi por completo de frutas y semillas que se encuentra en el bosque inundado, este pez se alimenta por completo de hojas después de la creciente, ocasionalmente parte de su dieta puede ser detritus, peces y pequeños invertebrados (Goulding, 1980).

Es un pez de comportamiento reofílico que se desplaza cantidades de kilómetros aguas arriba, en la época de verano en procura de mejores condiciones para su sobrevivencia, a la vez que se prepara para su reproducción que se cumple cíclicamente cada año en la

temporada de invierno, cuando baja con la crecida de los ríos dejando sus huevos fertilizados en la margen de estos y en zonas recién inundadas, donde crecerán los alevinos que permitirán mantener las poblaciones naturales o silvestres (**Secretaría pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica , 1996**).

#### **d) Etapas de desarrollo**

El crecimiento del paco en su habitat natural es significativamente menor comparándolo con el de la gamitana. Esta puede ser la razón por la que el paco alcanza su madurez sexual un año antes y además es un consumidor menos agresivo y tiene un menor espectro alimenticio que la gamitana (**IIAP, 2000**).

- **Embrión.** Este estado comienza con la fertilización de los huevos y finaliza con el nacimiento del embrión del pez del huevo. Este embrión es llamado larva.
- **Larva.** Comienza cuando nace el embrión y termina cuando inicia la alimentación exógena. Este es el tiempo en el que el tracto digestivo de la larva inicia su desarrollo y caza su alimento del agua. (esta es una fase de la vida de la larva cuando mezcla su alimentación endógena y exógena. Esta alimentación mixta ayuda al ajuste de la larva a depender del agua que lo circunda) (**Woynarovich, 1998**).
- **Alevino.** En esta etapa comienza la alimentación exógena y termina con el desarrollo completo de los ojos, sistema respiratorio, tracto digestivo y la determinación somática del sexo. Tamaño: 1.5 a 2.5 cm (ls) (**Woynarovich, 1998**).
- **Juvenil.** Este nombre es una terminología para los peces jóvenes de un cierto tamaño. El tamaño del pez es tan grande como el dedo de una persona. Tamaño 1 a 10 gr. (**Woynarovich,1998**).
- **Adulto.** El pez sexualmente maduro es nominado adulto.
- **Reproductor.** Son peces sexualmente maduros aptos para reproducirse.

### e) Alimentación

El suministro de alimento es un factor de vital importancia porque de ella depende el éxito de producción piscícola, tanto en calidad, tiempo de crecimiento, para tal efecto se tiene que tener en cuenta el conocimiento específico de la fisiología del paco, los hábitos alimenticios, los requerimientos de los nutrientes esenciales y la relación energía-proteína; de suma importancia para lograr el máximo aprovechamiento del alimento con el menor costo. La alimentación de los peces es de fundamental importancia para obtener productos de buena calidad, para tal, la disponibilidad local de insumos de valor proteico y vitamínico es de vital necesidad (**Bortone, 2001**)

Paralelamente estos peces también reciben otros tipos de alimentos ya sea alimento balanceado extruido como es la Purigamitana. En general, es preciso conocer el régimen alimenticio del pez cultivado, se debe evitar el uso excesivo de alimentos ricos en carbohidratos, ya que producirá el exceso de engorde para un buen desarrollo de las gónadas (**Bortone, 2001**)

El Paco es un pez omnívoro que prefiere las frutas como son: guayaba, papaya, pijuayo, castaña, yuca, plátano y también reciben semillas y hojas verdes tiernas que caen al agua. Durante el periodo de inundación, se alimenta casi por completo de frutas y semillas que encuentra en el bosque inundado. El paco se alimenta principalmente de hojas después de la creciente, pero ocasionalmente parte de su dieta puede ser detritus, peces pequeños e invertebrados (**IIAP, 2000**).

### f) Nutrición del Paco (*Piaractus brachypomus*)

La configuración celular y estructural, el desarrollo y crecimiento, el metabolismo y la resistencia a diversas enfermedades de los peces, están directamente influenciadas por la alimentación. Por tanto, el piscicultor debe tomarlos en consideración en la formulación de raciones y manejo de estos animales. Para determinar los ingredientes de la ración, además de los requerimientos nutricionales del pez, debe darse atención a la región y ubicación del criadero de modo de tener un flujo constante y seguro de materias primas (**Cañas, 1995**).

### g) **Requerimientos Nutricionales**

Los requerimientos nutricionales de los peces tropicales como es el paco, gamitana y otros están muy relacionados con su hábito alimenticio. Básicamente se deben tener en cuenta los siguientes factores: cantidad y calidad de la proteína, calorías y exigencias de energía, grasas, hidratos de carbono, fibra, vitaminas y minerales (**Fadul, 1995**).

Los peces no tienen una verdadera necesidad de proteína, pero requieren de una combinación adecuada de aminoácidos esenciales y no esenciales más importantes. Los aminoácidos esenciales son necesarios para todos los peces y animales, aunque cualitativamente son los mismos y cuantitativamente son diferentes (**Schmittou, 1995**). La información diferente sobre requisitos de aminoácidos presenta diferencias entre especies para satisfacer los requerimientos máximos observados, a pesar de los posibles costos adicionales, se recomienda dietas que incluyan los 10 aminoácidos considerados como esenciales para los peces Treonina, Valina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Triptófano, Lisina, Histidina, Arginina y Fenilalanina (**Tacón, 1989**).

Las estimaciones cuantitativas de energía dietaria y requerimientos proteicos para varios peces son escasas en la actualidad, pero algunas son publicadas en el National Research Council (NRC) 1993. La información disponible es principalmente para salmónidos (particularmente trucha arco iris) y bagre. La influencia de la temperatura del agua, edad, ejercicio y factores ambientales sobre el requerimiento energético ha sido estudiada en condiciones de laboratorio, pero el significado de estos cálculos energéticos bajo condiciones de acuicultura no siempre está claramente definido (**Cho y Bureau, 1998**).

- **Proteínas**

Dado que la evacuación total del intestino se realiza en pocas horas, se requiere que la proteína del alimento sea principalmente de origen animal, altamente digerible y similar a la de la dieta del medio ambiente natural, lo que resulta en una absorción eficaz que exista un balance entre el nivel de energía de la proteína y las fuentes no proteicas como lípidos y carbohidratos en la dieta, además del balance aminoácido. La oferta excesiva de compuestos no proteicos conduce a un alto consumo de energía y la alimentación se detiene antes de que el pez consuma su nivel adecuado o necesidades mínimas de proteína. A la inversa, una baja tasa de crecimiento puede resultar de un consumo bajo de nutrientes no proteicos al quedar solo la energía de la proteína disponible para el pez (**Guerra, 2000**).

Las exigencias de aminoácidos, han sido presentadas por varios investigadores para diferentes especies, principalmente truchas, carpas, salmones y tilapias. Para las especies nativas como el paco, las exigencias de aminoácidos se encuentran en estudio, por lo tanto, para formular una ración para estas especies se recomienda formular con niveles más altos de aminoácidos, que los exigidos para otras especies de clima cálido ya estudiadas (**Fadul, 1995**).

- *Energía*

Los peces son poiquilotermos, por lo que la tasa metabólica se altera con la variación de la temperatura del ambiente acuático, la cual varía con cambios en temperatura, oxígeno disuelto y concentración de anhídrido carbónico del agua, especie de pez, edad, tamaño corporal, grado de actividad, fluctuación diurna o estacional en la disponibilidad de alimentos (**Cho y Bureau, 1998**).

La energía es un producto final de la absorción de nutrientes que producen energía cuando son oxidados y metabolizados. Todos los compuestos orgánicos de un alimento para peces liberan calor por combustión, y son fuentes potenciales de energía. El valor bruto de energía del alimento depende de su composición química, los valores promedios de calor por combustión de carbohidratos, proteína y lípidos siendo: 17.2, 23.6 y 39.5 kJ/g respectivamente (Cho y Bureau, 1998). Sin embargo, la constitución química inherente del alimento afecta su calor por combustión o energía bruta. La digestión, absorción y utilización de los carbohidratos, lípidos y proteínas derivados de los alimentos están asociados con varias pérdidas biológicas de nutrientes no digeridos e inutilizados y con un gasto de energía, que, si fueran refinados y catabolizados, podrían producir energía. Por lo tanto, la medición del valor de energía diaria necesita ser valorado tanto por ensayos químicos como por ensayos biológicos (**Cho y Bureau, 1998**).

- *Carbohidratos*

Los carbohidratos constituyen la mayor fuente de energía para el hombre y la mayoría de los animales, pero no para los peces, que no tienen capacidad de asimilar todos los carbohidratos (**Cañas, 1995**). Los peces de aguas cálidas utilizan más eficientemente los carbohidratos que los de aguas frías. En general los carbohidratos son, económicamente más efectivos como fuente de energía que la grasa (**Akiyama, 1992**).

La digestibilidad de este nutriente presenta grandes variaciones en las diferentes especies. Los peces herbívoros y omnívoros utilizan mejor los carbohidratos, comparando con los peces carnívoros. El cuerpo de los peces casi no tiene carbohidratos, por esto no lo utilizan para su crecimiento sino como fuente de energía inversamente relacionada con la complejidad molecular. Así, los monosacáridos están más disponibles nutricionalmente para los peces en relación a los disacáridos y estos más que los polisacáridos (**Fadul, 1995**).

- ***Fibra***

Es un material difícil de digerir por los peces, se encuentra en poca cantidad en las harinas de pescado y de carne, pero los granos y cáscaras de semillas tienen altos contenidos de fibra. Por regla general, los peces no son buenos asimiladores de fibra, pasando ésta por el sistema digestivo sin ser aprovechada (**Pereira-Filho (1989)**).

La fibra en la dieta para peces no es indispensable, y se requiere no más de un 2-3% en juveniles y 3-4% en adultos. La celulosa en exceso probablemente disminuye la absorción de los nutrientes esenciales por obstrucción de la acción de las enzimas, e incrementa la tasa de pasaje del alimento a través del sistema digestivo (**Fadul, 1995**).

- ***Lípidos***

La incorporación de grasas en la dieta de peces, es necesaria para evitar que se utilice la proteína como fuente energética. De este modo, las grasas constituyen la fuente de energía más importante para los peces, supliendo además la ineficiente absorción de los carbohidratos. Las grasas sólidas, de alto punto de fusión, son mal digeridas y no es aconsejable su utilización en la dieta ya que tienden a recubrir otros alimentos y entorpecer su digestión. En peces pequeños pueden incluso obstruir el tubo digestivo y causar la muerte. Sin embargo, las grasas ayudan a la absorción de las vitaminas liposolubles, que son necesarias para el crecimiento y salud normal de los peces (**Pezzato, 1999**).

Los peces hidrolizan los lípidos por la acción de las lipasas y fosfolipasas del tubo digestivo, sin embargo, se recomienda niveles entre 4 y 10% requieren tanto las series de ácidos grasos  $\omega$ -3 como las  $\omega$ -6 (**Tacon, 1989; Kubitza, 2002**), aunque menores en  $\omega$ -3 en contraste a peces de aguas frías (**Pezzato, 1999**).

Asimismo, una deficiencia de ácido graso esencial puede afectar la salud del pez. Una buena fuente de grasa para las dietas es el aceite de pescado. Se ha demostrado que los peces son capaces de hacer un mejor uso de esta grasa, que las de origen vegetal (**Lall, 2000**).

- ***Vitaminas***

Las funciones metabólicas de los peces son similares a la del resto de los animales, pero hay diferencias significativas en la importancia relativa de varios de sus sistemas enzimáticos. Así, los peces tienen requerimientos de vitaminas cualitativamente similares a la de otros animales, pero no en forma cuantitativa. Sin embargo, no todas las vitaminas son necesarias para la inclusión en la dieta pues los peces se alimentan además de los organismos de su medio ambiente (**Tacón, 1989**).

La mayoría de las vitaminas requeridas por los peces se encuentran en los ingredientes formulados en una ración balanceada. Sin embargo, algunas materias primas son deficientes e vitaminas esenciales como vitamina A, riboflavina (B2), niacina y ácido pantoténico (**Falcon, 2007**).

- ***Minerales***

La concentración de los iones en el agua afecta directamente su absorción excepto para algunos como por ejemplo el calcio, donde la absorción es independiente de la concentración de calcio en un rango de 5 a 5000 ppm y después de un periodo de 24 horas de aclimatación. Sin embargo, la concentración de iones de otros minerales en el agua como por ejemplo el magnesio, estroncio, bario, cobre y zinc, pueden deprimir la absorción de calcio, fósforo, cobalto y cloro son absorbidos directamente desde el medio ambiente disminuyendo de este modo sus requerimientos en la dieta (**Schmittou, 1995**).

Se ha determinado por experiencia que el calcio y el fósforo son minerales esenciales para los peces. La relación calcio-fósforo en las raciones debe ser de 3 a 5 g de calcio y de 3 a 5 g de fósforo por kilo de dieta. El sodio y el potasio también se han considerado importantes especialmente para peces de agua dulce, se recomienda de 1 a 3 g/kg de la dieta (**Falcon, 2007**).

Las deficiencias más comunes de minerales en peces, están asociadas con el calcio y fósforo (**Schmittou, 1995**) y su incorporación en la ración es necesaria (**Pillay, 1997**).

Los requerimientos de fósforo del pez varían ligeramente entre las especies; así, el requerimiento de fósforo disponible de la tilapia nilótica y carpa común, es de 0.45 y 0.60% respectivamente (**Schmittou, 1995**). Se dispone información limitada sobre requerimientos vestigiales y los aportes en las raciones se efectúan tal cual, en los mamíferos, teniendo poca importancia económica en la elaboración de alimentos balanceados (**Blanco, 1995**).

**h) Características químicas del agua para la producción de Paco (*Piaractus brachypomus*)**

- **Oxígeno disuelto:**

Es el principal parámetro químico de calidad de agua debido a que su concentración limita la respiración, crecimiento y alimentación de los peces, debiéndose encontrar en el rango requerido de oxígeno para el agua son: por difusión desde la atmosfera que contiene 21% de oxígeno a 760mm hg y el fitoplancton cuando realiza la fotosíntesis contribuye con el 75%. La concentración de oxígeno disuelto en el agua varia con la presión barométrica, la temperatura salinidad, grado de saturación del agua y de la turbulencia de la interface aire-agua, por lo que las aguas corrientes contienen mayor contenido de oxígeno disuelto que las aguas estáticas (**Guerra et al. (1996)**)

Las especies gamitana, paco y boquichico pueden soportar bajas concentraciones de oxígeno disuelto, sin embargo, el mejor rango para crecimiento es de 3 a 7ppm (optimo5ppm) (**Sipaúba, 1988**).

El efecto del oxígeno disuelto sobre las especies gamitana, paco y boquichico se resume en la tabla 2.

**Tabla 2. Comportamiento del paco a las variaciones de oxígeno disuelto en el agua de cultivo, en Fondepes-Madre de Dios de mayo a octubre 2014.**

COMPORTAMIENTO	CONCENTRACION DE OXIGENO(ppm)
Muere	0,3 a 0,4
Sufre	1,0 a 2,0
Apenas adecuado	2,5 a 3,0
Moderadamente	3,5 a 4,0
Adecuado	5,0 a 6,0
Muy adecuado	Mayor a 7,0

- **pH**

Es una medida de potencial de iones de hidrogeno, e indica si en reacción el agua es acida o básica. Su escala va de 0 a 7 (agua acida) y de 7 a 14 (agua básica o alcalina), siendo 7 el valor neutral (agua neutra) (Martínez, 2005).

El efecto del pH sobre las especies acuícolas está generalizado según la tabla, es recomendable que el agua tenga un pH entre 6.5 a 9, siendo el mejor valor recomendable de 7.0 a 8.0.

**Tabla 3. Efecto del pH sobre las especies acuícolas, en Fondepes-Madre de Dios de mayo a octubre 2014.**

EFEECTO	PH
Punto acido de muerte	0-4
Crecimiento lento	4-6
El mejor crecimiento	6-9
Crecimiento lento	9-11
Punto alcalino de muerte	11-14

**Fuente: Boyd. 1990**

- **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua es una medida de las concentraciones combinadas de carbonato y bicarbonato. Estos tienen un efecto importante sobre el agua a través de su habilidad para minimizar fluctuaciones del pH. El agua de salinidad baja normalmente tiene alcalinidad baja (50 ppm) debido a la falta de carbonatos y bicarbonatos. Una concentración de 20 ppm a 200 ppm en el agua de cultivo es recomendada para paco, gamitana y Boquichico (Sipauba, 1988.)

- **Dureza**

Se define como la concentración de iones de calcio y magnesio expresados como carbonato de calcio. Las aguas dulces llegan a valores menores de 500ppm. Una concentración de 10 ppm a 250 ppm en el agua de cultivo es recomendada para el cultivo de paco. Siendo el mejor rango entre 20 ppm a 150 ppm (Martínez, 2005).

### 2.2.3. TIPOS DE ALIMENTOS

#### a) **Alimento Peletizado**

Consiste en procesar materias primas, finamente divididas algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica. Con ellos se consigue un formato de los pellets que es usualmente cilíndrico, y cuyo diámetro ideal se considera de 1.0; 1.5; 2.0 y 2.3 mm. La temperatura que alcanza es 82 a 88°C con 15,5-17% de humedad durante 30 a 40 segundos al utilizar el calor se logra la gelatinización de los almidones y además se disminuye la cantidad de agentes patógenos que pudieran contaminar el producto (Moyle y Cech, 2000).

#### b) **Alimento Extruido**

Los pellets extruidos son más resistentes a la desintegración, debido a que el cocimiento de los almidones forma una importante estructura propia que les da gran rigidez. Esto reduce los finos en el alimento y aumenta la estabilidad en el agua, llegando más Kg de alimento al estómago de los peces y protegiendo más la calidad del agua.

Con un Extrusor, se pueden cortar los pellets de una forma más exacta, dando por resultado tamaños de pellets mucho más uniformes. Este punto es importante, ya que cuando se comienza a alimentar a un estanque, los peces grandes buscarán los pellets pequeños que son más fáciles de comer, dejando así a los peces más pequeños los pellets más grandes. Esto dará por resultado una mayor disparidad entre las tallas de los animales. Además, por ser los alimentos extruidos más ligeros, hay más pellets por Kg. de alimento, lo que permite alimentar a más peces durante un mismo periodo de tiempo. El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) es mejor. Este es eficiente alrededor del 10 al 25%. La razón es que el extrusor trabaja a temperaturas y humedades más altas que la peletizadora y el tiempo en que el alimento permanece dentro de la máquina también es mayor, permitiendo así un cocimiento del alimento de alrededor del 90%, lo que aumenta considerablemente la digestibilidad, en particular la de los almidones (**Machaca y Mendoza, 2010**).

$$\text{F.C.A.} = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en el período}}{\text{Incremento del peso de la población en el período}}$$

**Tabla 4. Diferencias entre una dieta peletizada y extruida, en Fondepes-Madre de Dios de mayo a octubre 2014.**

<b>PELETIZADO</b>	<b>EXTRUIDO</b>
Menor inversión de capital	Mayor inversión de capital
Menor costo de mantenimiento	Mayor costo de mantenimiento
Menor costo de energía por tonelada	Mayor costo de energía por tonelada
Aproximadamente 50% de cocción	Aproximadamente 90% de cocción
Menor temperatura de operación	Mayor temperatura de operación
Máximo nivel de humedad 17%	Máximo nivel de humedad 55%
Fácil operación	Operación más complicada
Adición de grasa más baja	Capacidad de adicionar más grasa
Uso restringido de ingredientes tradicionales	Mayor versatilidad en el uso de ingredientes no tradicionales

**Fuente: Machaca y Mendoza, (2010).**

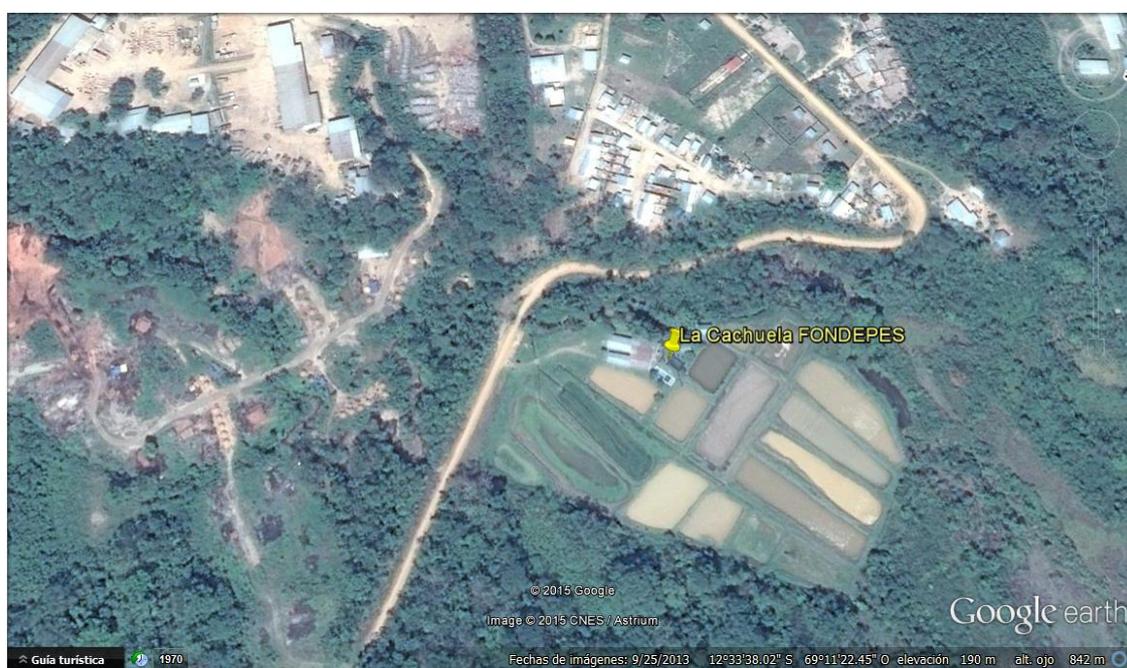
### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Alimentación:** La alimentación es la manera de proporcionar alimentos al organismo. Abarca la selección de alimentos, su cocinado y su ingestión (Cevallos, 1988).
- **Crecimiento:** El crecimiento es un fenómeno de ganancia de peso y/o longitud que desarrolla el pez; dependiendo de las características tanto físicas, químicas y biológicas (Laevastu, 1971.)
- **Conversión alimenticia:** Es la comparación de la cantidad de alimento abastecido y el crecimiento del pescado permite que sea calculado la tasa o factor de conversión alimenticia (T.C.A). La T.C.A es una medida del peso del pescado producido por kg. de alimento abastecido (FONDEPES, 2003)
- **Crianza intensiva:** La crianza intensiva se efectúa básicamente con fines comerciales y para ello se necesitan estanques técnicamente construidos con entradas y salidas de agua. Las cosechas y las siembras se llevan a cabo periódicamente, obedeciendo a una programación de la producción (FONDEPES, 2003)
- **Ganancia de peso:** Es la ganancia de masa incorporada al cuerpo del pez (Laevastu, 1971.)
- **Nutrición:** La nutrición es el proceso biológico en el que los organismos asimilan los alimentos y los líquidos necesarios para el funcionamiento. (Cevallos, 1988).
- **Pellet:** Es un comprimido proveniente de los residuos de la extracción del aceite (Mondragón, 2009).
- **Poiquilotermo:** Los poiquilotermos se caracterizan porque la temperatura de su cuerpo varía con la del ambiente. Se les llama también animales de "sangre fría". A este grupo pertenecen los animales invertebrados y además los peces, anfibios y reptiles (Pillay, 2002).
- **Torta de sachá inchi:** La torta tiene un alto contenido de proteína, en comparación con otras oleaginosas, es más completa en aminoácidos esenciales y no esenciales, y con mayores niveles que muchas semillas oleaginosas. (Valles,1995).

### III. MATERIALES Y METODOS

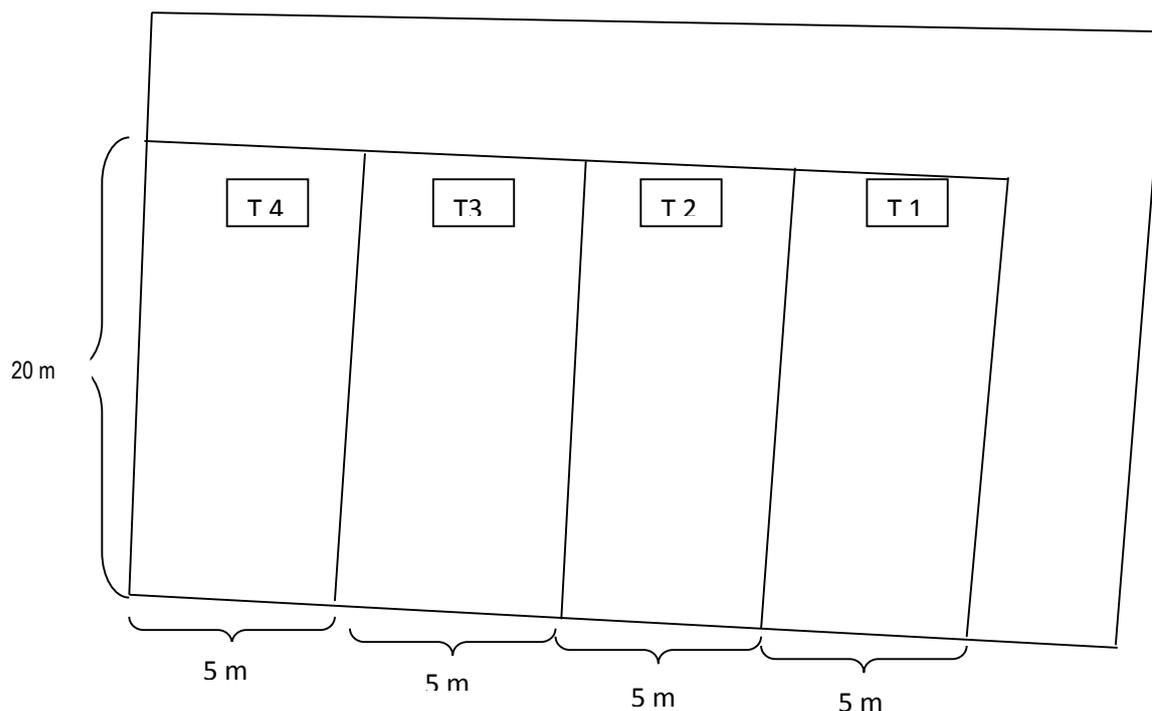
#### 3.1. UBICACIÓN DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en el Centro de Acuicultura La Cachuela, del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES, ubicado en el centro poblado La Cachuela, distrito y provincia de Tambopata, región de Madre de Dios, a 2.5 km de la ciudad de Puerto Maldonado. El Centro de Acuicultura cuenta con laboratorio de reproducción de peces, estanques de levante de larvas, estanques de juvenil, estanques de reproductores, estanques de grandes bagres. La fuente de agua, es un riachuelo que limita el terreno y desemboca en el río Madre de Dios. El área de estudio se ubica a una altitud de 185 m.s.n.m. con una temperatura media anual de 25°C y precipitaciones de 2000 mm.



**Figura 1. Ubicación del estudio fondo nacional de desarrollo pesquero**

En la figura 2 podemos observar el estanque experimental que fue de 1600 m<sup>2</sup> de espejo de agua, 20 m de ancho por 80 m de largo, y una profundidad promedio de 1.2 m, el mismo que fue acondicionado para el presente estudio.



**Figura 2. Diagrama de distribución del estanque de 4 parcelas experimentales.**

En la figura 3 se observa el secado del estanque y en la figura 4 se observa el encalado, al cual se puso con cal viva a razón de 1TM/Ha con fines profilácticos e incrementar el pH del agua durante 5 a 7 días, cuando se coloca cal en el estanque siempre quedan especies vivas, lo cual optamos por recogerlos con un chinguillo colocando en una tina con agua para pasarlos a otros estanques.



**Figura 3. Secado del estanque**



**Figura 4. Encalado del estanque**

Estas parcelas fueron formadas por estacas de madera de 2.5 m de largo sujetadas por soguillas y alambre que se enterraron al fondo del estanque de igual manera se dividieron con mallas de paño anchovetero de 2.0 m de altura, sujetadas a estacas que fueron enterradas a 0.30 cm de profundidad en el fondo del estanque amarradas con nylon y también enterrando la malla como se observa en la figura 5 y 6.



**Figura 5. Tendido de malla en parcelas**

**Figura 6. Enterrado de malla**

Seguidamente en la figura 7 observamos el llenado del estanque con agua proveniente del riachuelo adyacente al terreno rural del Centro de Acuicultura. Para esto se usó una motobomba de 3 pulgadas colocando una manguera de succión y una manguera de expulsión, así la corriente del agua pueda llegar por un canal hasta el estanque del experimento. También observamos en la figura 8 donde se colocó 100 peces para el tratamiento. Cada parcela experimental fue de 5 m x 20 m, con un área de 100 m<sup>2</sup>, haciendo un total de 400 m<sup>2</sup> de parcelas experimentales.



**Figura 7. Ingreso de agua al estanque**

**Figura 8. Poniendo peces en la Parcela**

### Factores Físico-químicos del Agua

El monitoreo de los factores físico-químicos del agua se hizo dentro de las parcelas. Podemos observar en la figura 9 y 10 a través de mediciones mensuales de temperatura, oxígeno y pH. Asimismo, la temperatura del agua se determinó quincenalmente, en horas de la tarde. El oxígeno disuelto fue medido en forma mensual, al igual que la transparencia del agua, mediante un disco secchi respectivamente.



Figura 9. Medición de temperatura



Figura 10. analisis de agua

#### 3.1.1. POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO:

Una muestra de 400 unidades de peces de pacos juveniles (*Piaractus brachipomus*) en un promedio de 50 gr. de peso y una talla de 13.05 cm de longitud total, la selección se hizo mediante conteo manual por la mañana con el fin de no estresar a los peces seleccionados y así fueron distribuidas en 4 tratamientos (1 dieta control y 3 tratamientos con inclusión de torta de sachá inchi) con dos repeticiones haciendo un total de 4 tratamientos.

#### 3.2. DESCRIPCION DETALLADA DE LA METODOLOGÍA

En la investigación se ha determinado que los primeros 15 días ya hubo un crecimiento en peso y talla de los 4 tratamientos, los últimos meses de la investigación hubo un aumento excesivo en uno de los tratamientos debido a que ya se encuentran en etapa de juveniles y por ende hay mayor cantidad de alimentación, así también son buenas las condiciones climáticas, temperaturas y otras. Por lo cual daremos a conocer la metodología según los objetivos:

- a) Determinar los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) para el paco (*Piaractus brachipomus*) en estanques naturales.

La primera evaluación biométrica se tomó por la mañana a las 7am. luego del periodo de 15 días después de la adaptación de los peces, y fueron registrados: peso total (g.) y longitud total (cm.), para luego distribuirlos con pesos promedios similares en cada parcela, así de esta manera no exista diferencia significativa entre los tratamientos.



**Figura 11. medida del paco**



**Figura 12. peso del paco**

Tanto para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 se realizara la formulación mediante el software UFFDA, el tratamiento n°1 será el tratamiento control, el cual se elaborara con 0% de torta de sachá inchi, el tratamiento n°2 se elaborara con el 10 % de torta de sachá inchi, el tratamiento n°3 se elaborara con un 20% de torta de sachá inchi y el tratamiento n°4 se elaborara con un 30% de torta de sachá inchi a esto se le añadirá con otros insumos para la preparación del alimento a cada tratamiento de la investigación, a la cual daré el siguiente procedimiento.

La preparación del alimento se efectuará manualmente tomando los porcentajes de la ración formulada y serán mezcladas uniformemente con todos los insumos experimentales, iniciando con insumos que menor proporción presente en la ración se observa en la figura 13 y 14.



**Figura 13. insumos para mi tratamiento**



**Figura 14. Pesado de los insumos**

Una vez homogenizada la mezcla, el 50% aproximadamente, será pre cocido, para luego ser agregado a la mezcla, y finalmente ser peletizado mediante un molino de carne aglutinante según granulometría correspondiente al tamaño de los peces. Después del peletizado, los pellets serán secados al sol y luego bajo sombra para finalmente ser almacenados en sacos de polietileno debidamente codificados por tratamiento, podemos observar en las siguientes figuras 15,16,17,18 y 19.



**Figura 15. Cocinado del maíz**



**Figura 16. Mezclado de los insumos**



**Figura 17. Preparando el alimento**



**Figura 18. Secado del alimento**



**Figura 19. Almacenado de alimento**

Se alimentarán diariamente a los peces, de acorde a la ración que le corresponda una vez por la mañana ya que los peces se estresan al calor del sol, por lo cual se debe dar la ración de alimento según la tasa de crecimiento como observamos en la figura 20.



**Figura 20. Dando alimento al boleo**

La cantidad de alimento a suministrar diariamente, será de acuerdo mediante la tasa de alimentación de acorde a una tabla de porcentajes descrita en la tabla 5.

**Tabla 5. Tasa de Alimentación porcentual para Paco y Gamitana**

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

**Fuente: Rebaza C. (2004).**

### 3.2.1. MATERIALES

#### 3.2.1.1. Materiales Biológicos

En la figura 21 se observa a los peces Pacos (*Piaractus brachypomus*) en etapa juvenil, con una población de 400 peces que se pescaron de la poza para mis tratamientos con peso promedio de 50 g, obtenidos del Centro de Acuicultura la Cachuela, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - Madre de Dios. El área de estudio se ubica a una altitud de 185m.s.n.m. con una temperatura media anual de 25°C y precipitación de 2000mm. Las coordenadas geográficas son: Con una latitud sur de 12°33'38.02" y 69°11'22.45" de longitud Oeste.



**Figura 21. Peces de muestra**

### 3.2.1.2. Las instalaciones

- Estanque de tierra de 1600 m<sup>2</sup> subdividido en 4 partes de 5mx20mc/u
- Sacos de tierra de 30kg (8 sacos) para soporte de las columnas de división.

### 3.2.1.3. Los insumos

- Harina de pescado. (prime) 9.3 total de kilos utilizados en campaña
- Torta de soya 36.48 total de kilos utilizados en campaña
- Harina de maíz 79.04 total de kilos utilizados en campaña
- Torta de sacha inchi 30 total de kilos utilizados en campaña
- Polvillo de arroz 37.2 total de kilos utilizados en campaña
- Aceite vegetal 1.6 total de kilos utilizados en campaña
- Sal común 1 total de kilos utilizados en campaña
- Carbonato de calcio 2.9 total de kilos utilizados en campaña
- Fosfato di cálcico 2.07 total de kilos utilizados en campaña
- Pre mezcla vitaminas-minerales 0.4 total de kilos utilizados en campaña

- b) Evaluar el efecto de crecimiento con dietas alimentarias en ganancia de peso, longitud y conversión alimenticia, en los diferentes niveles en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*).

### Manejo de la crianza

En las figuras 22 y 23 que observamos durante el experimento, donde se realizó muestreos al 10% de los peces por cada tratamiento, con una frecuencia de 15 días. Para la pesca, se empleó una malla anchovetera, y una vez obtenido los ejemplares, se eligieron aleatoriamente con un carcal y se colocó en un balde con agua y se pesó en una balanza de precisión, de cuya diferencia de agua más el envase, se deduce el peso de cada pez, seguidamente, se procedió a medir su longitud total, cuyas evaluaciones se realizó cada 15 días, el tiempo total de la experimentación alcanzo 5 meses, el peso se determinó en una balanza de precisión, esto por el tamaño de los peces y evitar su estrés por el manipuleo y tiempo empleado en las mediciones.



**Figura 22. Pescando para biometría**



**Figura 23. Biometría del paco**

Se tomaron nota de talla y peso cada 15 días utilizando un ictiometro y una balanza digital, anotando todos los datos en el cuaderno de campo, para obtener el factor de conversión se utilizó la siguiente formula: usando el índice de conversión alimenticia (**FCA**).

$$\text{F.C.A.} = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en un tiempo.}}{\text{Incremento de peso de la población en igual tiempo.}}$$

Para determinar la ganancia de peso diario se empleó la fórmula siguiente:

$$\text{GPD (g)} = \frac{\text{Ganancia de peso promedio}}{\text{Número de días}}$$

### 3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA de una vía ( $P < 0.05$ ). De hallarse diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, se procederá a efectuar una prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) para identificar el efecto de cada una de las raciones experimentales. El modelo estadístico en el análisis de varianza es (Steel y Torrie, 1988):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$$\begin{cases} i = 1, 2, \dots, p \text{ (Niveles de factor A)} \\ j = 1, 2, \dots, q \text{ (Niveles de factor B)} \\ k = 1, 2, \dots, r \text{ (repeticiones)} \end{cases}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Es la variable respuesta de la k-ésima observación bajo el j-ésimo nivel de factor B, sujeto al i-ésimo nivel de tratamiento A.

$\mu$  = Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo Alimentación a los peces

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo día de desarrollo

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A, en el j-ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

El análisis estadístico será efectuado mediante el software SPSS.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Determinar los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sachu inchi (*Plukenetia volubilis*) para el paco (*Piaractus brachypomus*) en estanques naturales.

En la siguiente parte se observa los insumos para preparar los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sachu inchi, así mismo se muestra la cantidad de kilos que se utilizara para cada tratamiento donde se utilizó harina de maíz 15.80kg ;harina de pescado 1.86kg ; torta de soya 7.29kg; aceite vegetal 0.32kg; polvillo de arroz 7.45kg; torta de sachu inchi 6kg; carbonato de calcio 0.59kg; sal 0.20kg; pre mezcla V+M 0.08kg; fosfato de calcio 0.43kg esto es el total de alimento para cada tratamiento expresado al 100% que es 10 kg.

El alimento preparado en el tratamiento 3 con el 20% de torta de sachu inchi tiene un sabor agradable, no es amargo ni ácido ya que tiene buena palatabilidad. Los demás Tratamientos con el 10% no tiene ningún sabor y 30% con este porcentaje su sabor es amargo.

**Tabla 6. Raciones experimentales utilizadas en los ensayos de alimentación para paco (*Piaractus brachypomus*) expresado en 10 kg.**

	T1 (k.)	T2 (k.)	T3 (k.)	T4 (k.)	TOTAL
<b>Harina de maíz</b>	3.93	3.91	4.02	3.94	15.80
<b>Harina de pescado</b>	0.7	0.7	0.41	0.05	1.86
<b>Torta de soya</b>	4.04	2.24	0.96	0.05	7.29
<b>Aceite vegetal</b>	0.08	0.08	0.08	0.08	0.32
<b>Polvillo arroz</b>	0.96	1.79	2.2	2.5	7.45
<b>Torta de sachu inchi</b>	0	1	2	3	6.00
<b>Carbonato de calcio</b>	0.13	0.14	0.15	0.17	0.59
<b>Sal</b>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.20
<b>Pre mezcla V + M</b>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
<b>Fosfato di cálcico</b>	0.09	0.08	0.11	0.15	0.43
<b>Total de alimento preparado para cada tratamiento</b>	10	10	10	10	

Los resultados presentados en la tabla 6 son raciones utilizados en los ensayos de alimentación para cada tratamiento, esto referente a 10kg. que se preparó, para lo cual se detalla el total de los insumos a usar como son: Harina de maíz 15.80kg. Harina de pescado 1.86 kg. Torta de soya 7.29 kg. Aceite vegetal 0.32 ml. Polvillo de arroz 7.45 kg. Torta de Sacha inchi 6.0 kg. Carbonato de calcio 0.59 kg. Sal 0.20 kg. Pre mezcla V + M 0.08 kg. Fosfato di cálcico 0.43 kg. el cual veremos que dicen los autores en cuanto a insumos para la preparación de las raciones.

**Según Quispe, 2008;** dice que la torta de sachá inchi surge como una alternativa para sustituir a insumos proteicos, los cuales conllevan a la disminución de los costos de producción y así ofertar productos a mejores precios, así también **Quintana, 2009;** **Torres, 2010** dicen con fines de dar uso al producto residual se ha incluido en la ración de algunos animales, por el alto contenido proteico y disponibilidad de la torta de sachá inchi, suministrándose porcentajes mínimos en la ración según el requerimiento energético-proteico del animal. De igual manera **Mori 1993**, evaluó el crecimiento de alevinos de *Colossoma macropomum*, comparando una ración patrón con tres niveles de sustitución de harina de maíz, *Zea mays* por harina de pijuayo, *Bactris gasipaes* en el Brasil, y concluyó que no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en el crecimiento, ganancia de peso, ni en la composición corporal de los peces entre las cuatro raciones estudiadas. **Roubach (1991)**, evaluó el efecto de cuatro dietas en base a frutos y semillas de *Pseudobombax munguga*, *Hevea spp.*, *Oriza sativa* y *Cecropia spp.*, sobre el crecimiento, ganancia de peso y composición corporal de alevinos de *C. macropomum*, concluyendo que *Pseudobombax munguga*, proporcionó una mejor ganancia de peso, probablemente por presentar mayor porcentaje proteico (21,3% MS). El mismo autor constató una relación directa entre la composición físico-química de los peces con la composición de los frutos y de las semillas que ingirieron, predominando la mayor cantidad de extracto etéreo (EE) en los peces que consumieron los alimentos más energéticos (*Hevea spp.* y *Pseudobombax munguga*).

**a) Formulación y preparación de raciones**

Las raciones fueron formuladas mediante el software UFFDA Las restricciones abarcan a los niveles de torta de Sacha inchi, energía digestible, proteína, fibra, grasa, calcio y fósforo.

En la tabla 7 se observa la composición porcentual, utilizando el software UFFDA, cual es muy importante para hacer dietas en base a 100% así sabremos la cantidad de insumos que debemos utilizar para preparar las raciones para una dieta de peces o para otro tipo de mamíferos y aves.

**Tabla 7. Composición Porcentual, Nutricional y Energética de las Raciones Experimentales Utilizando el Software UFFDA.**

<b>Ingredientes, %</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Torta soya	33.71	29.82	27.69	25.84
Harina maíz	30.12	29.36	28.55	21.85
Torta sachá inchi	0.00	10.00	20.00	30.00
Polvillo arroz	16.00	16.00	15.03	16.00
Harina pescado	11.57	9.29	6.03	3.00
Ac vegetal	6.51	3.19		
Carbonato Ca	1.24	1.34	1.48	1.89
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50
Pre mezcla V+M	0.20	0.20	0.20	0.20
Fosfato di cálcico	0.16	0.29	0.52	0.72
<b>Total, %</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Nutrientes, %, Kcal/kg</b>				
Materia seca	89.28	89.60	89.96	90.70
Energía digestible	2700.00	2700.00	2700.00	2781.94
Proteína	27.00	27.00	27.00	27.00
Extracto etéreo	10.72	9.39	7.98	9.65
Fibra	5.00	5.00	5.00	5.12
Calcio	1.00	1.00	1.00	1.10
Fosforo disponible	0.50	0.50	0.50	0.50
Costo, S/kg	2.03	1.82	1.61	1.55

**FUENTE: Elaboración propia.**

#### 4.2. Evaluar el efecto de crecimiento con dietas alimentarias en ganancia de peso, longitud y conversión alimenticia, en los diferentes niveles en la alimentación del paco (*Piaractus brachipomus*).

##### 4.2.1. Incremento del Crecimiento quincenal del peso de los Peces

Las evaluaciones biométricas estuvieron espaciadas a intervalos de 15 días. Para los muestreos los peces fueron sacadas fuera del agua. Luego los peces fueron puestos en tinas con agua para la toma de los datos biométricos, una vez hecha la biometría se pasó inmediatamente a otra tina conteniendo agua para que no se mueran y luego ser devueltos a sus respectivas parcelas. Se midió la temperatura diariamente obteniendo 27.8°C de temperatura promedio, y un pH promedio de 10 ppm. El suelo es arcilloso esto con la condición que el agua no filtre al sub suelo y así los peces no se queden sin agua, dentro del estanque también existe un depredador de alevinos de peces como es la Atinga, es un pez parecido a la anguila, este pez vive en el barro dentro del estanque haciendo un hoyo. También existen otros tipos de peces que habitan como es Gamitana, Boquichico, Sábalo, Pacotana y Bujurqui, etc. Como en todo cultivo siempre hay algunos moluscos como es el caracol y un bivalvo como es la Almeja (*Anodonthites trapeziali*).



**Figura 24. pez paco en la tina**



**Figura 25. Pesado final del paco**

Sí también en el lugar de trabajo existe una quebrada que sirve de suministro de cambio de agua a los estanques; dentro de todo lo comentado también hay unos odonatos como es la libélula que pone sus huevos y esto sirve de alimento a los alevinos. Pero también hay un ave que depreda a los alevinos de peces cual es la garza blanca.

La determinación del crecimiento de paco (*Piaractus brachypomus*), alimentadas con torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) se realizó quincenalmente a los 4 tratamientos mediante el método biométrico.

El tratamiento n° 1 inicio con un peso promedio de 50.02 g, que fue incrementando hasta 292.9 g de peso promedio al final del quinto mes de evaluación, así mismo hubo un incremento de peso diario de 1.61 g.

El tratamiento n° 2 se inició la evaluación del tratamiento con un peso promedio de 50.02 g hasta llegar a un peso de 227.98 g de peso promedio en los cinco meses de evaluación del tratamiento y tuvo un incremento de peso diario de 1.51 g.

El tratamiento n° 3 inicio la evaluación con un peso promedio de 50.02 g, al finalizar los cinco meses de evaluación del tratamiento llego a un peso promedio de 281.68 g, y tuvo un incremento de peso diario de 1.87 g.

El tratamiento n° 4 tuvo un peso promedio inicial de 50.02 g, luego de los cinco meses de evaluación del tratamiento, tuvo un peso promedio final de 220.18 g, incrementando y tuvo un incremento de peso diario de 1.46 g

**Tabla 8. Datos de Peso del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.**

BIOMETRIA	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1° biometría	50.02	50.02	50.02	50.02
2° biometría	67.57	69.94	77.3	65.12
3° biometría	101.08	82.98	117.13	76.35
4° biometría	102.7	120	145.9	93.41
5° biometría	122.95	131	185.9	109.75
6° biometría	156	151.9	200.1	132.25
7° biometría	181	179	235	155.9
8° biometría	228	200.3	260.4	194.7
9° biometría	258.9	231.9	281.9	235.8
10° biometría	292.9	278	331.7	270.2
<b>Incr. de peso en 150 días</b>	<b>242.88</b>	<b>227.98</b>	<b>281.68</b>	<b>220.18</b>
<b>Incr. de peso diario</b>	<b>1.61</b>	<b>1.51</b>	<b>1.87</b>	<b>1.46</b>

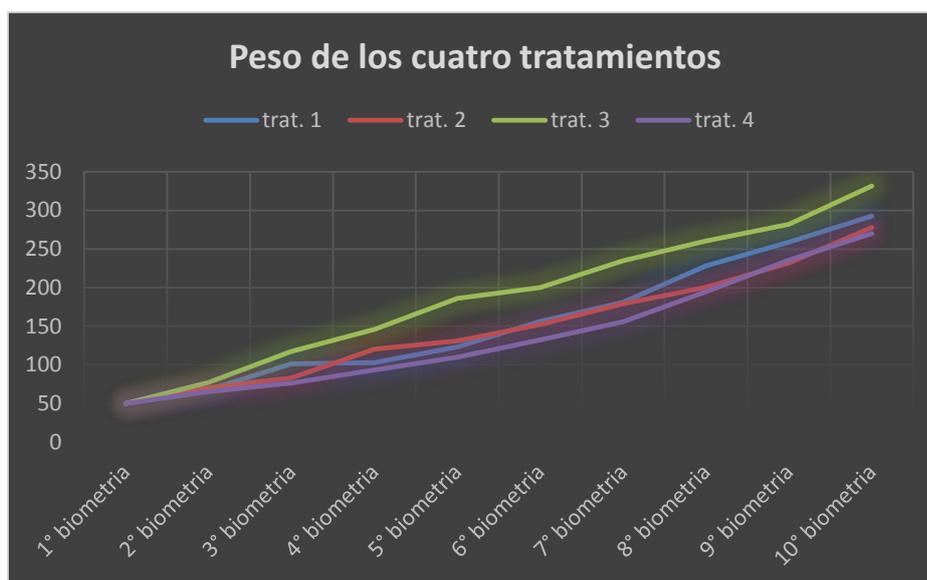
En la tabla 8 que se muestra a continuación se ve claramente el incremento de crecimiento en peso del distinto tipo de alimentación en cual:

Trat. 1: Sin torta de sachá inchi.

Trat. 2: con 10 %de torta de sachá inchi.

Trat. 3: con 20 %de torta de sachá inchi.

Trat. 4: con 30 %de torta de sachá.



**Figura 26. Comparación de peso del paco (*Piaractus brachypomus*) en g. de los 4 tratamientos.**

En la figura 26 se puede apreciar el incremento del peso respecto al tiempo del pez Paco en los 4 tratamientos, la gráfica muestra que los pesos de todos los tratamientos empezando por el tratamiento 1 su incremento fue de 1.61g./día así también en el tratamiento 2 fue de 1.51g./día, en el tratamiento 3 fue de 1.87g./día, en el último tratamiento fue de 1.46g/día. Así son representados por las curvas de crecimiento, esto debido a que el tratamiento n° 3 tuvo un incremento mayor en peso respecto a los tratamientos n° 1 n° 2 y n° 4 .donde **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 1.62 g. /día en paco, alimentado torta de sachá inchi, lo que demuestra que la torta de sachá inchi es más eficiente que la torta de babazu y la torta de castaña. así mismo **Luna & Hernández (1988)**, compararon dos dietas a base de maíz (9% de PB) y una peletizada (14% de PB) en la alimentación natural de *Colossoma macropomum* en sistema de cultivo semi-intensivo. Observaron que la tasa de crecimiento de los peces con alimentación natural varió entre 0,51-1,61 g./día y la conversión alimenticia de la dieta con harina de maíz fue más eficiente que con los pellets, 1,77:1 y 2,23:1 respectivamente.

#### **4.2.2. Incremento quincenal de la longitud de los peces**

Se realizaron 10 biometrías en las que se obtuvo la longitud total de Paco de los 4 tratamientos.

En el tratamiento n° 1 los peces tuvieron una longitud inicial promedio de 13.05 cm, hasta llegar a una longitud final de 23.05 cm al final del quinto mes de tratamiento, incremento de 10.3 cm.

En el tratamiento n° 2 inició con una longitud total promedio de 12.85 cm, luego de los cinco meses de evaluación del tratamiento se tuvo una longitud total de 21.55 cm, incrementando 8.7 cm.

En el tratamiento n° 3 la longitud total promedio inicial fue 12.85 cm, llegando a una longitud promedio final de 53.9 cm, después de cinco meses de evaluación del tratamiento, hubo un incremento de longitud total de 41.05 cm.

En el tratamiento n° 4 se inició la evaluación del tratamiento con una longitud total promedio de 12.85 cm, al finalizar la evaluación se obtuvo una longitud total promedio de 21.55 cm, logrando un incremento de 8.7 cm en cinco meses.

**Tabla 9. Datos de talla del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 Tratamientos.**

BIOMETRIA	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1° biometría	13.05	12.85	12.85	12.85
2° biometría	15.05	15.2	17.9	15
3° biometría	17.2	16.05	23.1	16.08
4° biometría	17.5	17.6	27.9	17.08
5° biometría	19.2	18.25	30.2	17.9
6° biometría	19.95	19.05	35.05	19.05
7° biometría	20	20.35	39.5	19.5
8° biometría	20.75	20.8	44.15	19.7
9° biometría	21.95	21.4	49.4	20.7
10° biometría	23.35	21.55	53.9	21.55
<b>Incr. de longitud</b>	<b>10.3</b>	<b>8.7</b>	<b>41.05</b>	<b>8.7</b>

En la tabla 9 que se muestra a continuación se ve claramente en incremento de crecimiento en Talla del distinto tipo de alimentación el cual se detalla:

Trat. 1: Sin torta de sachá inchi.

Trat. 2: con 10 %de torta de sachá inchi.

Trat. 3: con 20 %de torta de sachá inchi.

Trat. 4: con 30 %de torta de sachá.



**Figura 27. Comparación de crecimiento del Paco (*Piaractus brachypomus*) en cm. de los 4 tratamientos.**

El la Figura 27 muestra las curvas de crecimiento de longitud total de cada tratamiento podemos observar del tratamiento 1 su incremento de talla fue de 10.3 cm/día, en el 2 tratamiento fue de 8.7cm/día, en el 3 tratamiento fue de 41.05cm/día y para concluir el 4 tratamiento fue de 8.7cm/día, se aprecia que en las curvas del tratamiento n° 3 están por encima de las curvas de crecimiento de los tratamientos n°1, n°2 y n°4, esto debido a que el incremento de longitud total fue mayor en el tercer tratamiento.

**Factor De Conversión**

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) en el tratamiento n° 1 fue de 2.904, en el tratamiento 2 fue de 3.052, para el tratamiento 3 el fca. fue de 2.856 y para el tratamiento 4 el fca. Fue de 3.067. Resultando más eficiente el tratamiento 3 (T3) 2.856 con un 20% de torta de sachá inchi, seguido por el tratamiento 2 (T2) con un factor de conversión de 2.904, con un 10% de torta de sachá inchi.

**Tabla 10. Factor de conversión alimenticia de los cuatro tratamientos.**

TRATAMIENTOS	FCA
Trat. 1	2.904
Trat. 2	3.052
Trat. 3	2.856
Trat. 4	3.067

Luna & Hernández (1988) alimentaron a la gamitana con pellets a base de dieta de maíz al 9% de proteína bruta, obteniendo un fca. de 2.23:1, cercano a nuestro resultado obtenido en el tratamiento 3 que fue de 2.856, siendo menos eficiente los tratamientos a base de torta de sachá inchi.

Al concluir con las evaluaciones para determinar los diferentes niveles de dietas en bases a torta de sachá inchi, durante los 5 meses de experimentación, se encontró que existen mínimas diferencias significativas entre cada tratamiento según el ANOVA.

**Tabla 11. Prueba del Análisis de Varianza**

Fuente de Variación		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sig. (P-Valor)
Alimentación	Peso	19122.598	3	6374.199	2.290	<b>0.038</b>
	Talla	50.034	3	16.678	1.777	<b>0.041</b>
Error	Peso	1102213.747	396	2783.368		
	Talla	3717.599	396	9.388		
Total	Peso	7338903.530	400			
	Talla	139987.680	400			

En el análisis de varianza indica que existe diferencia estadística significativa entre los puntos de muestreo por que el P-Valor (peso y talla) es menos que 0.05 (P-Valor < 0.05) lo que indica que el peso y la talla de los peces sufrió variaciones apreciables significativos a lo largo de los 5 meses.

**Tabla 12. Comparaciones de la Prueba de Tukey del Peso en la Alimentación de Paco (*piaractus brachyomus*).**

Peso	Sin torta de sachá inchi	con 20 % de torta de sachá inchi	con 10 % de torta de sachá inchi	con 30 % de torta de sachá inchi
Sin torta de sachá inchi		-2.552	6.576	15.335
con 20 % de torta de sachá inchi			9.128	<b>17.887*</b>
con 10 % de torta de sachá inchi				8.759
con 30 % de torta de sachá inchi				

Para verificar su Significancia, se calculó el P-Valor que es igual 0.049, que implica que es significativo

En esta tabla 12 (solución del método Tukey) aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles de la variable factor (alimentación con respecto al Peso). Los tratamientos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Por tanto, todos los promedios comparados difieren significativamente: el tratamiento uno que es el alimento que tiene con 20 % de torta de sachá inchi poseen un crecimiento medio mayor que el de los demás alimentos.

**Tabla 13. Resultados de Comparaciones de la Prueba de Tukey de la talla en la Alimentación de Paco (*Piaractus brachyomus*).**

Talla	Sin torta de sachá inchi	con 20 % de torta de sachá inchi	con 10 % de torta de sachá inchi	con 30 % de torta de sachá inchi
Sin torta de sachá inchi		0.03	0.49	0.82
con 20 % de torta de sachá inchi			0.46	<b>0.84*</b>
con 10 % de torta de sachá inchi				0.37
con 30 % de torta de sachá inchi				

Para verificar su Significancia se calculó el P-Valor que es igual 0.049, que implica que es significativo

En esta tabla 13 (solución del método Tukey) aparecen todas las posibles combinaciones dos a dos entre los niveles de la variable factor (alimentación con respecto a la Talla). Los tratamientos cuyas medias difieren significativamente al nivel de significación establecido (0.05 por defecto) están marcados con un asterisco. Por tanto, todos los promedios comparados difieren significativamente: el tratamiento uno que es el alimento que tiene con 20 % de torta de sachá inchi poseen un crecimiento medio mayor que el de los demás alimentos.

#### 4.2.3. Parámetros que Influyen en el crecimiento de peces

- **Temperatura.**

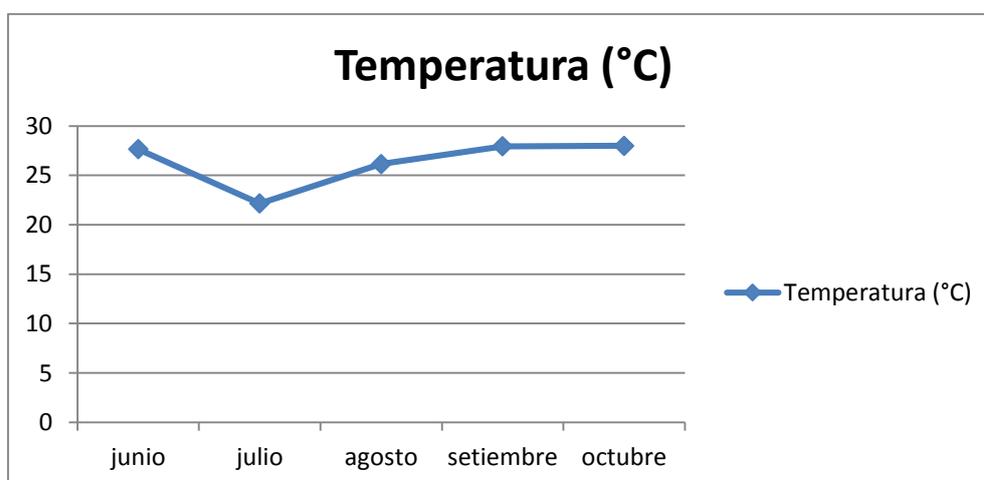
La temperatura es uno de los parámetros más importantes que regula el metabolismo en los peces, por ende, la temperatura ayuda a la asimilación o inhibe el proceso de transición gástrica (FAO, 2010). Los valores obtenidos en el trabajo experimental están dentro de los valores que se consideran normales para el cultivo de peces tropicales

Los valores de incremento de temperatura en los medios de cultivo no afectaban a las especies, pese a que el tenor de oxígeno disminuía, haciendo que las especies tengan menor movimiento que el usual cuando la temperatura está en un término medio.

Es notorio en los cultivos que la temperatura si juega un rol importante en la madurez sexual de las especies, ya que cuando se quiere acelerar el proceso este actúa como un activador en conjunción con las hormonas.

**Tabla 14. Parámetros Fisicoquímicos que Influyen en el Cultivo de Paco (*Piaractus brachypomus*) Promedios Mensuales.**

MESES	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (ppm)	pH
Junio	28	10.1	6.5
Julio	23	11.2	6.7
Agosto	26.5	10.3	6.3
setiembre	27.5	10.2	6.4
Octubre	28	9.8	7



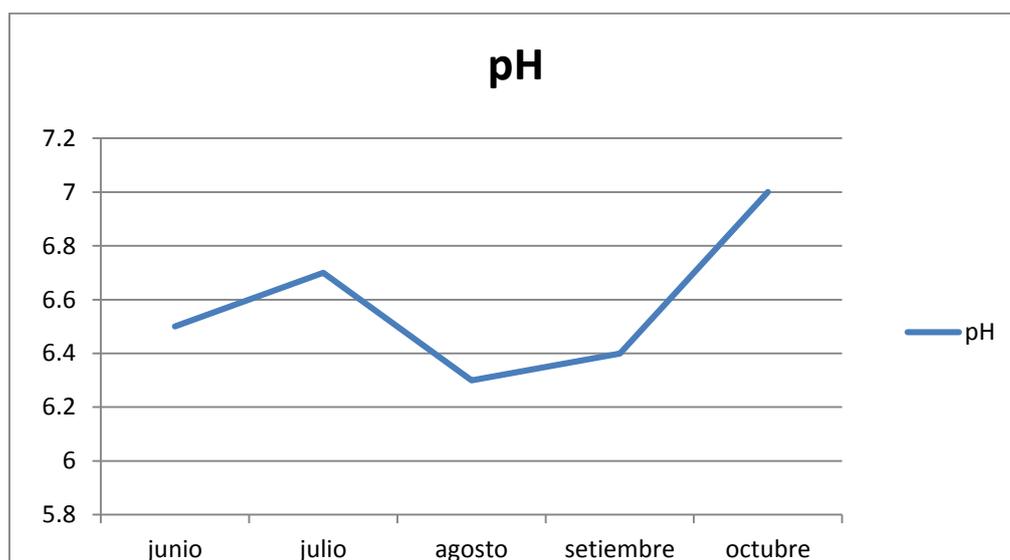
**Figura 28. Representación gráfica de temperatura mensual.**

Se observa en la Figura 28 la representación de temperatura mensual en la ejecución del experimento ha estado en un rango óptimo de 28°C en el mes de junio, así mismo en el mes de julio bajo a 23°C por el cambio de clima, en el mes de agosto se incrementó a 27°C y así fue aumentando en el mes de septiembre y octubre, ya que es una temperatura optima de cultivo. Según (Woynarovich, 1998).

- **pH**

El potencial de hidrogeniones muestra la estabilidad que presenta un cuerpo de agua, tratando que el término medio llegue a 7, pero generalmente las aguas usadas en el experimento tienden a acidificarse por el recorrido y arrastre de sustancias hasta su depósito final, motivo por el que se le reviste de una capa de cal como medio efectivo del proceso de taponamiento que considera (Martínez, 2005) como el mejor procedimiento hasta que se estabilice la poza para el cultivo.

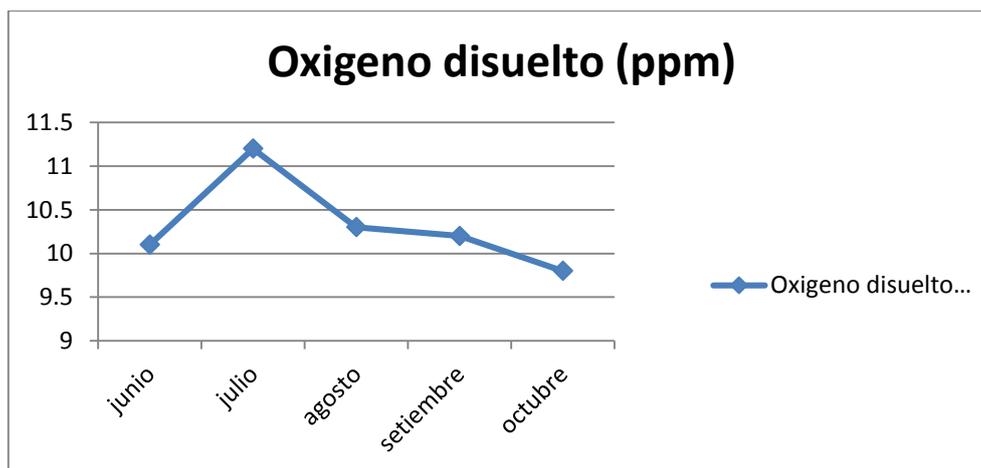
En la figura 29 se observa la medida del PH al inicio en el mes de junio fue de 6.5, lo cual se incrementó en el mes de julio a 6.7, así mismo para el mes de agosto fue de 6.3, y en el mes de septiembre fue de 6.4 y para el mes de octubre se incrementó a 7 presentando la mejor condición.



**Figura 29. Representación gráfica del PH del agua**

- **Oxígeno Disuelto**

Uno de los parámetros más importantes que influyen en el crecimiento de los peces es el oxígeno disuelto, ya que este parámetro determina el estado de actividad física de la especie (**Bernabé, 1989**), así mismo si bien es cierto las especies tropicales no son muy exigentes en oxígeno disuelto como los salmónidos, pero es definitivo que influyen su crecimiento.



**Figura 30. Representación gráfica de oxígeno disuelto del agua**

Al igual que la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto también son importantes así que en la Figura 30 se ve el oxígeno disuelto ya que son fuente de crecimiento de un pez en su medio.

#### 4.2.4. Peso promedio de los 4 tratamientos del paco (*Piaractus brachyomus*)

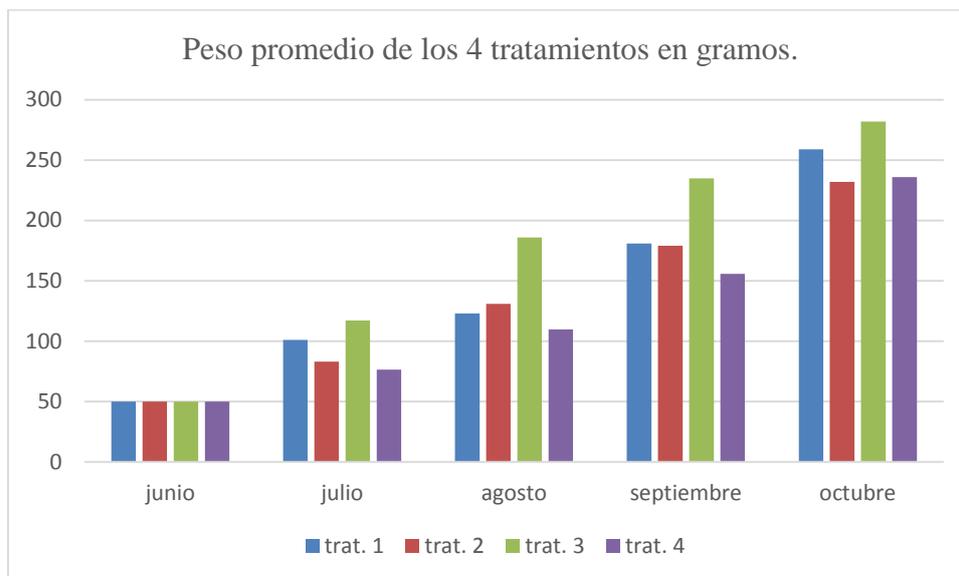
El proceso de investigación tuvo como materia viva paco con 50gr. Al inicio del experimento de cada tratamiento en el mes de junio, así fue aumentando en el mes de julio 101.08gr. en agosto 122.95gr. en el mes de septiembre hubo un incremento de 181gr. y en el último mes de octubre aumento a 258.9gr. El crecimiento se supone proporcional al peso corporal. Este coeficiente permite una mejor comparación de la velocidad de crecimiento de los diferentes lotes que la Tasa de Conversión Alimenticia (TCA), ya que varía poco cuando el peso corporal pasa de 1 g a varios kg, al contrario que la TCA, si bien para ser exactos el exponente debería adaptarse a cada caso, **Guillaume, (2004)**.

En el 2do tratamiento de igual manera se inició con un peso de 50.02 g. en junio, así mismo incremento en julio a 82.98g. Y en agosto se registró 131g. y para setiembre fue de 179g. al final del tratamiento en octubre se registró 231.9g. Estas evaluaciones fueron realizadas cada 15 días porque el paco se estresa con facilidad, motivo por el que las evaluaciones se realizaron quincenalmente. Según Douglas, 2012. De acorde a la figura, el proceso experimental se inició con 50.02g. Incrementándose al mes siguiente de peso como se muestra hasta alcanzar un peso en octubre 231.9g. Cuyo factor de condición está comprendido dentro de lo normal (**Cañas, 1995**).

En el 3er tratamiento de igual manera también se inició con 50.02g. Incrementando al mes siguiente con 117.13g. y así fue aumentando en agosto a 185.9g. Y en septiembre aumento a 235g. Así para el último mes de octubre fue de 281.9g. este tratamiento sobre todo fue más eficiente que los demás ya que su incremento desbordo de los demás. Al igual que todos los tratamientos en experimento el peso de inició del 4to tratamiento fue de 50.02g. el cual se incrementó hasta julio a 76.35 g. así por último en el mes de octubre incremento a 235.8g. esto fue el peso total durante los 5 meses de experimento. En esta Tabla 15 se observa los pesos de cada tratamiento.

**Tabla 15. Pesos Promedios en Gramos del Paco (*Piaractus brachyomus*) de los 4 tratamientos.**

meses	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
junio	50.02	50.02	50.02	50.02
julio	101.08	82.98	117.13	76.35
agosto	122.95	131	185.9	109.75
septiembre	181	179	235	155.9
octubre	258.9	231.9	281.9	235.8
promedio	142.79	134.98	173.99	125.564



**Figura 31. Representación gráfica de peso en gramos del paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.**

Asimismo observamos en la figura 31 la representación gráfica del peso de los peces de los 4 tratamiento.

#### 4.2.5. Talla promedio de los 4 tratamientos del paco (*Piaractus brachypomus*)

Naturalmente en todo proceso de cultivo según pasa el tiempo se incrementa el peso y la talla, la biometría adoptada según metodología registra que cada 15 días se ejecutó en todos los experimentos, con la finalidad de no estresar a la especie en cultivo, cuyos resultados para el mes de junio fue de 13.05 cm. en julio se incrementó a 17.2 cm, de igual manera pasa al mes de agosto con 19.2 cm. y llega a septiembre con una talla media de 20.3 cm, siendo en el mes de octubre como talla final de 21.95 cm.

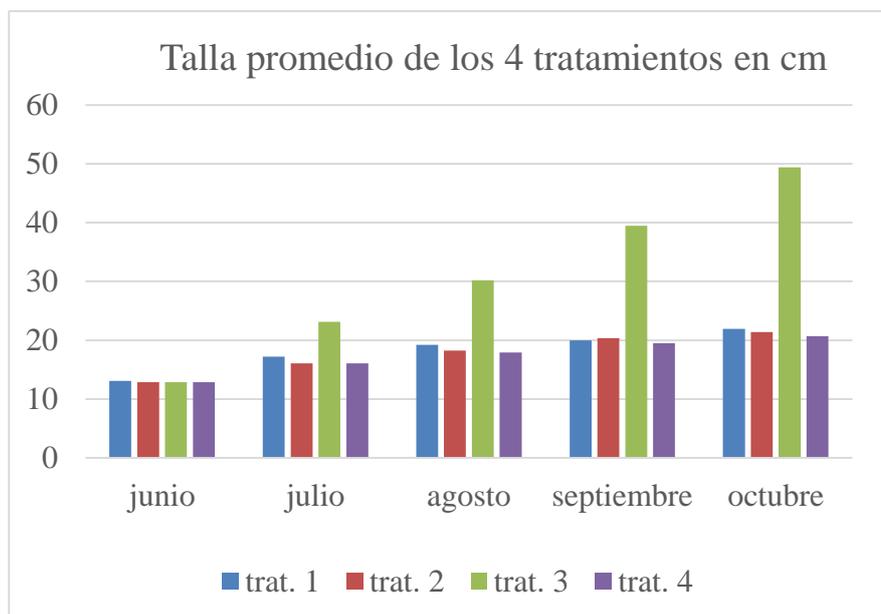
La talla del 2do tratamiento se inició con 12.85 cm. así mismo fue aumentando en el mes julio 16.05 cm, en el mes de agosto se registró 18.25 cm, continuando con el mes septiembre de 20.35cm y para concluir en el mes de octubre se registró 21.4 cm.

Al igual como cada tratamiento el tercero se inició en junio con 12.85cm, así mismo fue aumentando en el mes siguiente julio a 23.1 cm, en agosto registro una talla 30.2 cm, y en septiembre fue de 39.5 cm y para concluir en el último mes de octubre incremento a 49.4 cm. hasta el final del tratamiento ya que son mejores a los demás experimentos.

El último experimento inicie con una talla de 12.85 cm, mostrando un incremento paulatino de la especie hasta el mes de octubre que registra una talla de 20.7 cm. Podemos observar en todos los experimentos, el incremento de talla de forma creciente, algunos con mejores resultados que otros, pero en todos los casos las diferencias no son muy abismales excepto el tratamiento 3. Las evaluaciones de peso y talla se efectuó cada 15 días, ya que se estresan con facilidad, motivo por el que las evaluaciones se realizaron quincenalmente.

**Tabla 16. Tallas Promedios en Centímetros del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.**

meses	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
junio	13.05	12.85	12.85	12.85
julio	17.2	16.05	23.1	16.08
agosto	19.2	18.25	30.2	17.9
septiembre	20.3	20.35	39.5	19.5
octubre	21.95	21.4	49.4	20.7



**Figura 32. Representación gráfica de talla en centímetros del Paco (*Piaractus brachypomus*) de los 4 tratamientos.**

## V. CONCLUSIONES

1. El mejor tratamiento fue el 3 con el 20% de torta de sachá inchi, que fueron cultivados en estanques naturales, este tratamiento fue factible ya que con este porcentaje si se puede agregar dietas con torta de sachá inchi y pudiendo obtener un mejor tratamiento.
2. El mejor crecimiento experimentado fue con un 20% de torta de sachá inchi, fue el mejor, los peces obtuvieron un peso de 231.81g con una talla de 36.55cm y un factor de conversión de 2.85; el mejor tratamiento el 3 con el 20% de inclusión de torta de sachá inchi.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios sobre la masa corporal o análisis bromatológico del paco que se obtiene en base a torta de sachá inchi (*Plukenetia voluvilis*)

Realizar pruebas de degustación en diferentes presentaciones, con la finalidad de determinar la calidad de carne.

Realizar análisis bromatológico para determinar el contenido de proteínas, grasas, cenizas de pacos alimentados con torta de sachá inchi (*Plukenetia voluvilis*).

Realizar un estudio económico de la producción de paco (*Piaractus brachypomus*) alimentado con torta de sachá inchi (*Plukenetia voluvilis*).

## VII. LITERATURA CITADA

- AKIYAMA, M.D. 1992. Utilización de la pasta de soya en los alimentos acuícolas. In: Soya noticias, Julio-Septiembre. 1-8pag.
- ANAYA, J.Y. 2003. Proyecto Omega. Plan de comercialización aceite y harina de proteica de inca inchi. Agroindustrias Amazónicas.
- ARAUJO-LIMA, C. y Goulding, M. 1997. So Fruitful a Fish: Ecology, Conservation, and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Columbia University Press, New York, 191p
- ARANÍBAR MJ., S. Atencio, B. Roque, J. Huarcaya, D. Velezvia, H.S. Portocarrero, H.R. Alfaro, F.H. Rodríguez, M. Flores, M. Machaca, A. Ortiz y RM. Pari, 2012. Rendimiento Productivo y Comercial de Truchas Arco Iris Innovadas con Alimentos Orgánicos Procesados. Concytec, Arapa SAC y Universidad Nacional del Altiplano. RBNP N°2012-14386. 15pp.
- ARÉVALO G. 2000. El cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Amazonía. INIA. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología (PRONARGEB). Estación Experimental El Porvenir. Tarapoto.
- BORTONE, D. E., 2001. Manufactura de alimentos balanceados para peces y crustáceos. Compiladores Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, , 26-30 de Marzo,2001. Monterrey Nuevo León, México.
- BARNABÉ, G. 1989. Acuicultura. Volumen I y II. Editorial Omega. Barcelona, España.
- BIGLIANI J.R. 1993. "El proceso de la peletización para la producción de alimentos para la acuicultura". En Cruz-Suárez L. E., D. Ricque-Marie y R. Mendoza Editores, México. p. 393-414.
- CEBALLOS O, MA ML Velazquez-1988.perfiles de alimentación de peces y crustáceos en los centros de unidades de producción acuícola mexico.
- CAÑAS, C.R. 1995. Alimentación y nutrición animal. Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile
- Cho, C.Y. 1992. "La energía en la nutrición de los peces". Páginas 197-244 en J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, editores. Nutrición en acuicultura, Volumen II. Plan de Formación de Técnicos

Superiores, Programa Especial de I + D de Acuicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), Madrid, España.

- CONWEY, C.B. 1979. Exigências de proteínas e aminoácidos pelos peixes. In: Fundamentos de Nutrición. N. Castagnolli (Edit.). UNESP. Campus de Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrarias y Veterinarias, 31-41 p.
- CHO, C.Y. y Bureau, P.D. 1998. Bioenergética en la formulación de dietas y estándares de alimentación para la acuicultura del salmón: principios, métodos y aplicaciones. In: Aspectos bioenergéticas en la nutrición acuícola Avances en nutrición acuícola III.
- DA SILVA, A.B.; Dos santos, e.p.; de Melo, j.t.c.; Sobrinho, a.c. Melo, f.r. 1984a. Quantitative Analyses of a preliminar fish culture experimento f tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER). *Ciênc. Cult.*, 36: 82-86.
- 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.
- ECKMANN, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 (Characidae) feeding artificial diets, *Aquaculture*; (64): 293-303 pag.
- FALCON, D.; Barros, M.; Pezzato, L. y Valle, L. (2007) lipideo e vitamina c em dietas preparatorias de inverno para tilapias-do-nilo. *R. Bras. Zootec.* 36(5):1462-1472. (supl.).
- FADUL, M.M. 1995. Nutrición y alimentación de peces.
- FONDEPES (2003): "Perfiles de inversión en acuicultura" documento de Gerencia de Acuicultura. Fondo nacional de desarrollo pesquero-FONDEPES, lima.
- FRANCALOSSO, M. D. 1997. Panorama da Aquicultura na Região Norte. In: Work Shop Internacional de Aquicultura. São Paulo-SP. P. 07-13.

- GUERRA, F.H., Alcántara B.F., Campos B.L. 1996. Piscicultura Amazônica com Especies Nativas. Tratado de Cooperación Amazonica (T.C.A) Secretaria Pro – Tempore. Mirigraf. S.R.L. Lima – Perú.
- GUERRA, F.,H. Rebaza M., Alcántara F., Rebaza C., Deza S., Tello S., Cortez J., Padilla P., Montreuil V., Tello G. (2000). Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos: una propuesta productiva para la amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Programa de Ecosistemas Acuáticos – PEA. Iquitos Perú. pp.910.
- GUTIERREZ, W.; Zaldivar, J.;Deza, S. & Rebaza, m. 1996. Determinación de los requerimientos de proteína y energía de juveniles de Paco, *Piaractus brachypomus* (Pises, Characidae). Folia Amazónica, Vol. 8, N° 2. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP. Iquitos, Perú. 35-45 pag.
- GUILLAUME J. et al. 2004. Nutrición y Alimentación de Peces Y Crustáceos. Edic. mundi prensa. 476 pag.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA. (IIAP) 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la amazonia peruana.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA. IIAP 2009. Estudio de viabilidad económica del cultivo de *P. volubilis*, Sacha inchi, en el departamento de San Martin.
- INCHAUSTEGUI, A.A. 2010. Exportación de mantequilla de sachá inchi a los EE.UU. al Nueva York. Tesis Licenciado en Administración, Universidad de San Martin de Porres. Lima, Perú.
- KUBITZA, F. 2002. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Cursos avançados em piscicultura. Junho/2002, Propriá – SE, Brasil. 83pag.
- LAEVASTU, T. 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 243 pp.
- LUCAS, J.R.L. 2010. Efecto del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de las reproductoras de pollos de engorde sobre los parámetros productivos de su progenie. Tesis Médico Veterinario, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 49pag.

- 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.
- MACEDO, E.M. 1979. Necesidades protéicas na nutrição do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Pisces, Characidae). Dissertação de Mestrado. UNESP, Jaboticabal-SP. 71 pag.
- MACHACA Y MENDOZA 2010. efecto de la sustitución de harina de pescado por la harina pioval-2 en alimentación de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) en etapa juvenil, en jaulas flotantes. Tesis de grado en Biología UNA-PUNO.
- MARTÍNEZ, L. 2006. Ecología de los Sistemas Acuícolas. AGT Editor, S.A. México.
- MERCADO, J; Pereira, G. Quispe, E. 2008. Resultados preliminares de la 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.
- MONDRAGON, I.G.T. 2009. Estudio farmacológico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi). Tesis Farmacia y Bioquímica, UNMSM, Lima - Perú.
- MORI, L.A. 1993. Estudo da possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zeamays* L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K) em rações para alevinos de tambaqui *C. macropomum* Cuvier, 1818. Dissertação de Mestrado INPA/Manaus, Brasil. 76 pag.
- MOYLE, P.B. and Cech, J.J., 2000. Fishes. an Introduction to Ichthyology. Fourth. Edition. Prentice Hall, Inc. USA.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington D.C.
- PASCUAL, G.C. y Mejía, ML. 2000. Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Anales Científicos UNALM. Vol XLII.

- PEREIRA-FILHO, M. 1989. Efeito de diferentes níveis de proteína e de fibra no desempenho, digestibilidade protéica e características de carcaça de carpa (*Cyprinus carpio* L., 1758). Tese de Doutorado, Univ. Est. Paulista, Jaboticabal/SP. 96 p.
- PEZZATO, L.E. 1990. Efeito de diferentes níveis de gordura de origem animal e vegetal sobre o desempenho e deposição de ácidos graxos em pacu (*Piaractus brachypomus*). Tese de Doutorado. UNESP. Jaboticabal. SP. 91 pag.
- PILLAY, T.V.R.2002. Acuicultura: princípios y practicas; limusa, Noriega editores. Mexico.699p.
- QUISPE M. 2008. Niveles de inclusión de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) tostado, en la dieta, sobre el desempeño productivo de pollos de carne. Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 47pag.
- QUINTANA R. 2009. Inhibición de factores antinutricionales (taninos), presentes en la semilla y torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L) mediante diferentes tratamientos térmicos. Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 63pag.
- REBAZA, C. 2004. Proceso de cultivo de las especies amazónicas promisorias. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – Programa de Ecosistemas Acuáticos.
- RODRIGUEZ, M.J.J.; SAWAK, H.K.; ARANA, H.N.C. & SIVA, F.R.L. 1996. Aqüicultura na Amazônia: O estado atual e perspectivas para o desenvolvimento; In: Políticas pesqueiras nos países Amazônicos. Série Cooperação Amazônica. UNAMAZ. Belém. Brasil. 365-422.
- ROUBACH, R. 1991. Uso das frutas e sementes das florestas inundáveis na alimentação de *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1918) (PISCES; CHARACIDAE). Dissertação de Mestrado. INPA/FUA. Manaus-Amazonas. 79 pag.
- SAINT-PAUL, U. 1984. Ecological and physiological investigations on *Colossoma macropomum*, new specie for fish culture in Amazons. Mems. Asoc. Latinoamérica. Acuicult, 5(3): 501-518.

- SAINT-PAUL, U. 1984. Investigations on the seasonal changes in the chemical composition of liver and condition from a Neotropical characid fish *Colossoma macropomum* (Serrasalminae). Amazoniana. IX (1) 147-158.
- SAINT-PAUL, U. 1985. The Neotropical serrasalminid *Colossoma macropomum*. La promising species for fish culture in Amazonian. Animal Research and Development. 22: 7-31.
- SECRETARÍA PRO TEMPORE DEL TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA (SPT-TCA). 1996. Piscicultura amazónica con especies nativas. SPT – TCA N° 47. Lima, Perú.
- STEEL, G.D.R. y Torrie, H.J. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. 2° edición. Ed. McGraw-Hill/Interamericana. México.
- SIPAUBA, L. 1988. Limnología Aplicada a Acuicultura. Universidade Estatal Paulista NESR. Bol. Tec. N° 01. Centro de Acuicultura. 71 p.
- TACON, A. G. J. 1989. NUTRICION y Alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. GCP/102/ITA. Documento de campo N°4 FAO, Brasilia.
- TORRES E. 2010. Sustitución parcial de la torta de soya con torta de sachu inchi (*Plukenetia volubilis L*) precocida, en la dieta sobre el desempeño de pollos de carne (comunicación personal)
- WOYNAROVICH, A. Y WOYNAROVICH, E. 1998. Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Guia detallada para la reproducción de alevinos de gamitana, paco y caraña. FONDEPES. Lima, Peru. 67pag.
- ZANONI, M.A. 1996. Níveis de fibra bruta em dietas de crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887. Florianópolis, 1996. 66p. Dissertação (Mestrado em Acuicultura) - Curso de Pós-Graduação em Acuicultura, Universidade Federal de Santa Catarina.