

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera Profesional de Ingeniera Agroindustrial.



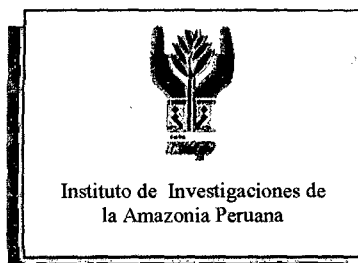
**“EFECTO DE DIETAS PRACTICAS A PARTIR DEL USO DE CASTAÑA
(*Bertholletia excelsa*), PIJUAYO (*Bactris gasipaes*), Y MUCUNA (*Mucuna
pruriens*), EN LA ALIMENTACION DE PACOS JUVENILES (*Piaractus
brachypomus*)”**

Tesis presentado por:
Bach. JAIR ARTHUR MERCADO FUENTES
Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Agroindustrial

Asesores:

Ing. VIRNE MEGO MEGO
Blgo. GUSTAVO PEREYRA PANDURO

Patrocinador:



Puerto Maldonado – Perú
2008

**“EFECTO DE DIETAS PRACTICAS A PARTIR DEL USO DE CASTAÑA
(*Bertholletia excelsa*), PIJUAYO (*Bactris gasipaes*), Y MUCUNA (*Mucuna
pruriens*), EN LA ALIMENTACION DE PACOS JUVENILES (*Piaractus
brachypomus*)”**

JAIR ARTHUR MERCADO FUENTES

Bach. Ingeniería Agroindustrial.

Asesores:

Ing. VIRNE MEGO MEGO

Blgo. GUSTAVO PEREYRA PANDURO

Tesis presentada a la Facultad de
Ingeniería, Universidad Nacional
Amazónica de Madre de Dios, para Optar
al título profesional de Ingeniero
Agroindustrial

Puerto Maldonado – Perú

2008

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la vida, por guiarme por las sendas del buen camino, amándonos y perdonarnos sin mirar los errores cometidos.

A mis Padres especialmente a mi querida Madre Prisca, quien nunca nos dejó de lado y mantuvo el incansable esfuerzo de sacarnos adelante día a día - este título para ti Mamá

A mi hermano Josué, por ser ejemplo de esfuerzo y superación.

En memoria a tí hermano Eleazar, que no pudiste ver la luz del día, pero sé que desde el cielo, tu nos iluminas. Y para ti Paca y Perlita Uds. saben... siempre vivirán en lo más profundo de mi corazón.

Al amor de mi vida, que con su amor y paciencia, siempre supo entenderme cada momento de mi vida. Te amo Shirley... ahora te toca a ti

A toda la juventud maternitana, decirles iisi se puede muchachos!!, saquemos adelante a nuestra querida Región.

AGRADECIMIENTO.

A mi alma Mater la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, y a la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial y a mis docentes, por la buena formación ética, académica y profesional de mi persona.

Al Asesor del presente trabajo de tesis, docente CPIAG – UNAMAD, Ing. Virne Mego Mego, por el apoyo en su asesoría, la revisión del documento y sus sugerencias.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), al PEA, Proyecto de Ecosistemas Acuáticos, por el gran apoyo logístico, y por el financiamiento del Proyecto de Tesis.

Al Ing. César Chía Dávila, Gerente Regional del IIAP- Madre de Dios, por la amistad, acogida, y apoyo constante en el desarrollo de este estudio.

Al Blgo. Gustavo Pereyra Panduro, Coasesor y Responsable del PEA (Proyecto de Ecosistemas Acuáticos)- IIAP, por la amistad, el apoyo, disponibilidad ofrecida y la asesoría acertada en la ejecución del presente estudio.

Al Ing. Elmer Quispe Q. & Esposa, Especialista Acuícola, por la amistad brindada, el asesoramiento y apoyo en la elaboración y formulación de dietas, y por los consejos sabios para la mejora de la acuicultura en la Región MDD.

Al Blgo. Jimmy Tafur, Investigador del PEA, por la amistad brindada y apoyo en la investigación.

A mis Asistentes: Señores. Delfín, Gerson, Eusebio, José Vargas & esposa, muchas gracias por la ayuda brindada en campo y sobre todo por su amistad.

Al Ps. Dido Núñez & Esposa, por ser buenos amigos, y apoyo en los momentos más difíciles, mi agradecimiento eterno.

A todo el personal del IIAP- MDD, por su amistad desinteresada y apoyo en la realización de estudio.

A mis compañeros tesistas; Harry Pinchi, Leidith Canal, Nelson Mamani, por brindarme su amistad.

A la familia Salas, en especial a la Sra. Lidia Sangama, por sus constantes apoyos y consejos.

Y por último un agradecimiento especial a todas las personas que directa e indirectamente, me dieron el apoyo.

A todos Ustedes ¡¡¡Mil gracias!!!

PRESENTACION

El presente estudio nace con la finalidad de contribuir con un grano de arena a la seguridad alimentaria que actualmente está ocasionando gravísimos daños de desnutrición en nuestra sociedad, y de esta manera lidiar el tema a un enfoque económico de maximizar ganancias y reducir costos dentro del proceso de elaboración de productos alimenticios, tal es el caso de la elaboración de alimentos balanceados con utilización de insumos locales.

Hoy en día se viene observando como el desarrollo de la actividad acuícola en la Región Madre de Dios, va incrementando muy lentamente, y esto debido a diversos factores, que si somos capaces de afrontarlo podemos lograr que esta actividad despegue de una manera que su rentabilidad aumenta notablemente.

¿Y cómo lograremos eso?, esto se logrará con el apoyo de investigadores en el tema tanto del mismo IIAP, Produce, FONDEPES y la UNAMAD, así como personas decididas involucradas al tema, que por mucho tiempo atrás vienen estudiando e investigando como repontenciar la piscicultura en nuestra Región, y es por ello que se viene apoyando investigaciones de estudios de la suplementación de insumos locales con altísimas propiedades nutritivas las cuales cumplen los requerimientos alimenticios en los peces. A través de este estudio queremos contribuir, en un porcentaje quizá no muy inmensa para algunos, pero desde ya muy importante aportación a la actividad piscícola, ya que esto no solo asegura una alimentación bastante buena sino que económicamente es rentable. Solo me queda manifestar mi anhelo por seguir trabajando aunadamente en temas que logren dar alternativas de solución a esta actividad y seguir contribuyendo con mucho más investigación.

El autor.

INDICE GENERAL

<i>Glosario</i>	<i>xii</i>
<i>Resumen</i>	<i>xiii</i>
<i>Abstract</i>	<i>xiv</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>xv</i>
<i>Lista de fotos y gráficos</i>	<i>xvi</i>
<i>Lista de diagramas y Anexos</i>	<i>xvii</i>
I. INTRODUCCION	(1)
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	(3)
1.1.1 <i>Identificación del problema</i>	<i>(3)</i>
1.2 JUSTIFICACIÓN	(4)
1.2.1 <i>Científico</i>	<i>(4)</i>
1.2.2 <i>Social</i>	<i>(4)</i>
1.2.3 <i>Económico</i>	<i>(4)</i>
1.3 OBJETIVO	(5)
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	<i>(5)</i>
1.3.2 <i>Objetivo específico</i>	<i>(5)</i>
1.4 HIPOTESIS	(5)
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	(6)
2.1 DISTRIBUCION NATURAL Y CARACTERISTICAS IMPORTANTES	
DEL PACO	(6)
2.1.1 CICLO DE CRECIMIENTO	(7)
2.1.1.1 INICIO	(7)

2.1.1.2 JUVENILES	(7)
2.1.1.3 ADULTOS	(7)
2.2 ALIMENTACION Y NUTRICION	(8)
2.2.1 DIGESTION	(8)
2.2.2 METABOLISMO	(10)
2.2.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	(11)
2.2.3.1 Energía	(12)
2.2.3.2 Proteínas y Aminoácidos	(13)
2.2.3.3 Carbohidratos	(14)
2.2.3.4 Lípidos	(16)
2.2.3.5 Minerales	(16)
2.2.3.6 Vitaminas	(17)
2.3 FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION DE PECES	(18)
2.4 LA CASTAÑA, EL PIJUAYO Y LA MUCUNA COMO RECURSOS ALIMENTICIOS	(20)
2.4.1 LA CASTAÑA	(21)
2.4.1.1 Descripción General	(21)
2.4.1.2 Distribución Natural	(22)
2.4.1.3 Valor Nutricional y usos Potenciales	(24)
2.4.2 EL PIJUAYO	(27)
2.4.2.1 Descripción General	(27)
2.4.2.2 Distribución Natural	(28)
2.4.2.3 Valor Nutricional y usos Potenciales	(29)
2.4.3 LA MUCUNA.	(31)
2.4.3.1 Descripción General	(31)
2.4.3.3 Distribución Natural	(32)
2.4.3.3 Valor Nutricional y usos Potenciales	(33)

2.5 INVESTIGACIONES REALIZADAS CON RESPECTO AL TEMA	(37)
2.6 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES.	(40)
2.6.1 Temperatura (°C)	(40)
2.6.2 Oxígeno (O ₂)	(41)
2.6.3 pH	(41)
2.6.4 Transparencia (cm)	(42)
III. MATERIALES Y METODOS	(42)
3.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO	(42)
3.2 DURACION DEL EXPERIMENTO	(42)
3.3 MATERIALES	(43)
3.3.1 INSTALACIONES	(43)
3.3.2 OBTENCION DE JUVENILES.	(44)
3.3.3 INGREDIENTES ALIMENTICIOS	(45)
3.3.4 MATERIALES Y EQUIPOS	(45)
3.4 MÉTODOS	(46)
3.4.1 TRATAMIENTOS	(46)
3.4.2 PREPARACION DE LAS INSTALACIONES	(47)
3.4.3 FLUJOGRAMA Y PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE LOS PRINCIPALES INSUMOS.	(48)
3.4.3.1 Obtención de la Harina de Castaña	(49)
3.4.3.2 Obtención de la Harina de Mucuna	(53)
3.4.3.3 Obtención de la Harina de Pijuayo	(55)
3.4.4 FORMULACION DE DIETAS AL MINIMO COSTO.	(57)
3.4.4.1 Materia Prima	(59)
3.4.4.2 Pesado	(60)

3.4.4.3 Homogenizado	(60)
3.4.4.3.1 Aglutinante	(60)
3.4.4.4 Peletizado	(61)
3.4.4.5 Secado	(61)
3.4.4.6 Pesado Final	(62)
3.4.4.7 Producto Terminado	(62)
3.4.5 MANEJO DE LAS PISCINAS DE AGUA Y CRIANZA	(62)
3.4.6 PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS	(64)
3.4.7 VARIABLES DE RESPUESTA	(65)
3.4.7.1 Ganancia De Peso Aparente	(65)
3.4.7.2 Ganancia De Peso Diario	(66)
3.4.7.3 Longitud Total	(66)
3.4.7.4 Sobrevivencia	(66)
3.4.7.5 Conversión Alimenticia Aparente	(66)
3.4.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	(67)
3.4.9 ANALISIS ESTADISTICO	(68)
3.4.10 ANALISIS ECONOMICO	(69)
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	(70)
4.1 GANANCIA DE PESO APARENTE	(70)
4.2 GANANCIA DE PESO DIARIO	(73)
4.3 LONGITUD TOTAL	(76)
4.4 SOBREVIVENCIA	(78)
4.5 CONVERSION ALIMENTICIA	(78)
4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO	(81)
V. CONCLUSIONES	(83)

<i>VI. RECOMENDACIONES</i>	<i>(84)</i>
<i>VII. BIBLIOGRAFIA</i>	<i>(85)</i>
<i>VIII. ANEXO</i>	<i>(100)</i>

Glosario

ANOVA:	Análisis de Varianza
CAA:	Conversión Alimenticia
C:	Castaña
DCA:	Diseño Completamente al Azar
CDA:	Coefficiente de Digestibilidad Aparente
EB:	Energía Bruta
ED:	Energía Digerible
EM:	Anergía Metabolizable
FAN:	Factores Anti nutrientes
GPD:	Ganancia de Peso Diario
IIAP:	Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana
Kcal:	Kilocalorías
NTP:	Normas Técnicas Peruanas
M:	<i>Mucuna</i>
MS:	Materia Seca P Pijuayo
PC:	Proteína Cruda
Ppm:	Partes por millón
PV:	Peso Vivo
PB:	Proteína Bruta
°C:	Grados Celsius
T:	Toneladas

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue la de evaluar el efecto de dietas prácticas a partir del uso de castaña, (*Bertholletia excelsa*); pijuayo, (*Bactris gasipaes*) y mucuna, (*Mucuna pruriens*), en la alimentación de juveniles de paco, (*Piaractus brachypomus*), estos insumos de abundancia regional se utilizó en diferentes niveles de inclusión de cada uno de ellos, tal es así que en el tratamiento N° 01 fue de (30,C 5M, 15P%), Tratamiento N° 02 (33C, 5M, 9,5P%) y el tratamiento N° 03 (33C, 5M, 10P%), para ello se preciso al detalle cómo obtener la harina a través de flujogramas sencillos y de fácil aplicación que representaron a cada insumo utilizado. Se empleó 800 juveniles de paco con pesos promedio inicial de 221 g distribuidos en un estanque de 1200 m², de espejo de agua, dividido en 4, compartimentos, bajo un diseño completamente al azar, y alimentados con una tasa alimenticia inicial y final de 2 y 1,5% respectivamente, con dos frecuencias diarias (08:00 y 16:h), durante 100 días. Los parámetros productivos en el desempeño fueron evaluados con toda normalidad y no fueron afectados significativamente ($P < 0,05$) por la variación de los niveles de inclusión de estos insumos. Se obtuvo valores de $685,4 \pm 106,37$ g en peso vivo final; $5,86 \pm 1,36$ g en ganancia de peso diario, $32,68 \pm 2,33$ cm, en longitud total y hubo un 100% de sobrevivencia. Su conversión alimenticia bajo efecto del tratamiento N° 01 con $1,10 \pm 0,39$, fue el mejor resultado. El mayor beneficio neto parcial por pescado se presentó en el tratamiento N° 03 con (S/. 7,03).

Palabras clave: Paco, (*Piaractus brachypomus*), castaña, (*Bertholletia excelsa*), pijuayo, (*Bactris gasipaes*), Mucuna (*Mucuna pruriens*), nutrición de peces, alimentación animal, dietas, raciones, piscicultura, acuicultura, Amazonía peruana, Tambopata, Madre de Dios.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of diets practices from using chestnut, (*Bertholletia excelsa*); pijuayo, (*Bactris gasipaes*) and Mucuna, (*Mucuna pruriens*), in the feeding of juvenile paco, (*Piaractus brachypomus*), these inputs abundance of regional was used at different levels of inclusion of each of them, so much so that the treatment was N° 01 (30, 5, 15%), Treatment N° 02 (33, 5, 9.5%) and treatment No. 03 (33, 5, 10%), for it is necessary to detail how to get the flour to flow through simple and easy application representing each input used. 800 youth were employed by Gillie with average initial weight of 221 g distributed in a pond of 1200 m², the mirror of water, divided into 4 compartments, under a design and completely random, and fed a maintenance fee starting and ending 2 and 1.5% respectively, with two daily frequencies (08:00 and 16: h), for 100 days.

The performance parameters in the performance were evaluated in all normal and were not affected significantly ($P < 0.05$) by the variation in levels of inclusion of these inputs. We obtained values of 685.4 ± 106.37 g in weight final, 5.86 ± 1.36 g in weight gain daily 32.68 ± 2.33 cm in length and there was a 100% survival. Its low feed conversion effect of N° 01 with 1.10 ± 0.39 , was the best result. The largest net profit in part by fish was made in the treatment N° 03 (S/7.03).

Key words: Paco, chestnut, pijuayo, mucuna, animal nutrition, diets, rations, fisheries, aquaculture, Peruvian Amazon, Tambopata, Madre de Dios.

Lista de tablas

Tabla N° 01: Composición química, nivel de selenio y aflatoxinas de la nuez de castaña	(24)
Tabla N° 02: Composición Bromatológica de la torta de castaña	(26)
Tabla N° 03: Composición del fruto de pijuayo sin procesar	(30)
Tabla N° 04: Composición porcentual de la harina de pijuayo (100 gr. Muestra en base seca)	(31)
Tabla N° 05: Composición química porcentual del grano del frijol terciopelo <i>Mucuna pruriens</i>	(34)
Tabla N° 06: Composición porcentual de la harina de <i>Mucuna</i> (100 gr. Muestra en base seca)	(35)
Tabla N° 07: Factores antinutricionales del frijol terciopelo	(36)
Tabla N° 08: Composición Porcentual de la Formulación de dietas para Paco <i>Piaractus brachypomus</i>.	(57)
Tabla N° 09: Tasa de alimentación para Paco	(63)
Tabla N° 10: Parámetros físicos y químicos evaluados	(65)
Tabla N. 11: Peso vivo (g) por tratamientos y total en Paco alimentados durante 100 días con dietas de inclusión de castaña, pijuayo y mucuna	(70)
Tabla N° 12: Ganancia de peso diario (g) por tratamientos de Paco alimentados durante 100 días con dietas de inclusión de castaña, pijuayo y mucuna	(74)
Tabla N° 13: Longitud total (cm.) por tratamientos de Paco alimentados durante 100 días con dietas de inclusión de castaña, pijuayo y mucuna	(76)
Tabla N° 14: Índice de Conversión Alimenticia (ICCA). Obtenida en juveniles de paco, <i>Piaractus brachypomus</i>, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i> y mucuna <i>Mucuna pruriens</i>	(79)
Tabla N° 15: Análisis Económico con el método de presupuestos parciales, obtenida en juveniles de paco, <i>Piaractus brachypomus</i>, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i> y mucuna <i>Mucuna pruriens</i>.	(82)

Lista de fotos y gráficos

<i>Foto N° 01: Desarrollo embrionario de los Peces</i>	(08)
<i>Foto N° 02: Preparación de estanque.</i>	(43)
<i>Foto N° 03: Estanque terminado.</i>	(44)
<i>Foto N° 04: traslado de Juveniles de Paco</i>	(44)
<i>Foto N° 05: Siembra de Juveniles de Paco</i>	(45)
<i>Foto N° 06: Etapa de enclavamiento del Estanque</i>	(47)
<i>Foto N° 07: Fertilización del Estanque</i>	(47)
<i>Foto N° 08: Colocación de estacas</i>	(49)
<i>Foto N° 09: llenado del estanque</i>	(49)
<i>Foto N° 10: Materia Prima para la elaboración de alimentos balanceados</i>	(59)
<i>Foto N° 11: Homogenizado de los insumos</i>	(60)
<i>Foto N° 12: Preparación de aglutinante natural (maíz)</i>	(61)
<i>Foto N° 13: Proceso de peletizado.</i>	(61)
<i>Foto N° 14: Secado del producto Final</i>	(62)
<i>Foto N° 15: Producto final</i>	(62)
<i>Foto N° 16: Evaluando los parámetros productivos a los peces</i>	(64)
<i>Gráfico N° 01: Ganancia de Peso vivo final (g) de juveniles de Paco <i>Piaractus brachypomus</i> con relación al testigo y los tratamientos con dietas de inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; mucuna, <i>Mucuna pruriens</i> y pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i></i>	(71)
<i>Gráfico N° 02: Curva de crecimiento en peso (g) en el cultivo de juveniles de paco, <i>Piaractus brachypomus</i>, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i> y <i>mucuna</i>, <i>Mucuna pruriens</i>.</i>	(72)
<i>Gráfico N° 03: Ganancia de Peso diario (g) de juveniles de Paco <i>Piaractus brachypomus</i> con relación al testigo y los tratamientos con dietas de inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; mucuna, <i>Mucuna pruriens</i> y pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i>.</i>	(74)
<i>Gráfico N° 04: Curva de crecimiento en longitud (cm) en el cultivo de juveniles de paco, <i>Piaractus brachypomus</i>, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i> y <i>mucuna</i>, <i>Mucuna pruriens</i>.</i>	(77)
<i>Gráfico N° 06: Índice de Conversión Alimenticia (ICA), obtenidos en juveniles de Paco <i>Piaractus brachypomus</i> con relación al testigo y los tratamientos con dietas de inclusión de castaña, <i>Bertholletia excelsa</i>; mucuna, <i>Mucuna pruriens</i> y pijuayo, <i>Bactris gasipaes</i>.</i>	(80)

Lista de diagramas y Anexos

<i>Diagrama N° 01: Flujograma de la Obtención de Harina de Castaña</i>	(49)
<i>Diagrama N° 02: Flujograma de la Obtención de Harina de Mucuna</i>	(53)
<i>Diagrama N° 03: Flujograma de la Obtención de Harina de Pijuayo</i>	(55)
<i>Diagrama N° 04: Flujograma de Elaboración de Alimentos Balanceados peletizados para Paco</i>	(58)
<i>Diagrama N° 05: Plan de experimentación</i>	(67)
<i>Anexo N° 01: Mapa de Ubicación del estudio</i>	(101)
<i>Anexo N° 02: Ficha de Evaluación de Parámetros Quincenales</i>	(102)
<i>Anexo N° 03: Ficha de Evaluación de Parámetros Diarios</i>	(102)
<i>Anexo N° 04: Evaluación Final de Peso vivo (g.) y longitud total (cm) por tratamiento</i>	(103)
<i>Anexo N° 05: Cronograma de tesis.</i>	(104)
<i>Anexo N° 06: Composición Química del Premix.</i>	(104)
<i>Anexo N° 07: Composición química de Alimentos por Kilogramo</i>	(105)
<i>Anexo N° 08: Promedio de Parámetros físico químicos, ocurridos durante la experimentación.</i>	(105)
<i>Anexo N° 09: Modelo de programación lineal en la optimización de Dietas.</i>	(106)
<i>Anexo N° 10: Prueba de homogeneidad de varianzas</i>	(106)
<i>Anexo N° 11: Análisis de varianza de Peso vivo final.</i>	(107)
<i>Anexo N° 12: Peso vivo final HSD de Tukey</i>	(107)
<i>Anexo N° 13: Análisis de varianza de Longitud total</i>	(107)
<i>Anexo N° 14: Análisis de varianza de Ganancia de Peso diaria</i>	(108)
<i>Anexo N° 15: Ganancia de peso diario HSD de Tukey</i>	(108)
<i>Anexo N° 16: Análisis de varianza de Conversión alimenticia</i>	(108)
<i>Anexo N° 17: Índice de Conversión alimenticia HSD de Tukey</i>	(109)
<i>Anexo N° 18: Fotografías en el desempeño en la Experimentación</i>	(109)
<i>a) Identificando y Recolectando estacas para las divisiones</i>	(109)
<i>b) Construyendo el diseño de división de estanques</i>	(109)
<i>c) Preparación de las redes</i>	(110)
<i>d) Instalando las divisiones con la red</i>	(110)
<i>e) Diseño terminado</i>	(110)
<i>f) Pesca de los especímenes para su evaluación</i>	(111)
<i>g) Especie en estudio Paco Piaractus brachyomus</i>	(111)

I. INTRODUCCION

Unos de los graves problemas dentro de la alimentación pesquera mundial es la escasez de diferentes insumos que forman parte esencial de las dietas diarias de los peces, en esto cabe mencionar que el uso descontrolado de algunos insumos alimenticios hace que la dependencia de esta sea cada vez mayor, y tratándose de la actividad acuícola aun se torna más problemático ya que esta actividad está creciendo de tal manera que el uso de alimento balanceado (extruido o peletizado), también se incrementa en todo sentido.

Sabiendo que la Amazonia es rica en Fuentes alimenticias y que muchos aun no han sido explorados, nace la idea de investigar los insumos de abundancia, siendo estas la castaña (*Bertholletia escelsa*), Pijuayo (*Bactris gasipaes*) y Mucuna (*Mucuna pruriens*), estas fueron determinadas no solo por su abundancia local, sino por ser una muy buena fuente de nutrientes y rico en proteínas (tal es el caso de la castaña).

Hoy en día muchas empresas metidos en el rubro de la pesca están tomando mucho interés en brindar una alimentación capaz de proporcionar a los peces, un desarrollo rápido y a menor costo y existe muchas Regiones que han procurado aprovechar sus nuevas oportunidades invirtiendo en restaurar y potenciar zonas pesqueras y plantas de elaboración de alimentos balanceados modernas, en respuesta a la creciente demanda nacional e internacional de pescado y productos derivados, sin embargo, se puso de manifiesto que muchos recursos pesqueros no podrían soportar un aumento a menudo incontrolado de la explotación, sin ir tan lejos podemos mencionar que la piscicultura en la Amazonía también está en proceso de crecimiento, a pesar de su dependencia de la escasa disponibilidad de ingredientes regionales para la formulación de raciones (*Saint-Paul & Werder, 1977*). Esta situación es aún más crítica, si se tiene

en cuenta la dependencia de la harina de pescado como fuente de proteína, en los climas tropicales, como ha sido reportado por (Hepher et al. 1978). Sin embargo, se han señalado también la existencia en la región Amazónica de muchas fuentes de materia prima de origen vegetal para la alimentación de animales, incluyendo los peces, las aves y sus subproductos, frutos y semillas de áreas inundables (Roubach, 1991), y macrófitas acuáticas. Pero estas posibilidades han sido poco exploradas.

De otro lado, el desarrollo y rentabilidad de los cultivos dependen, inevitablemente, de la obtención de dietas que satisfagan los requerimientos nutricionales de las especies, a fin de asegurar su crecimiento óptimo (Cantelmo, 1989).

El Paco (*Piaractus brachypomus*), en su ambiente natural se alimenta de semillas, frutas y forrajes, catalogándose como omnívora con tendencia vegetariana, tiene gran potencial para piscicultura debido a su rusticidad, hábitos alimenticios omnívoros y rápido crecimiento con gran potencial para la piscicultura, (Murillo-Lozano & Ortiz, 2003), que se cultiva utilizando raciones con harina de pescado como fuente de proteína. Sin embargo, a este ingrediente tan importante se le puede disminuir en su uso incluso sustituir con diferentes insumos de origen vegetal de gran potencial proteínico tal es el caso de la Mucuna (*Mucuna pruriens*), Castaña (*bertholletia excelsa*), y pijuayo (*Bactris gasipaes*).

El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos del uso de insumos como la castaña, mucuna y pijuayo en la alimentación de Paco Juveniles, que permitan un alto rendimiento al más bajo costo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Desde muchos años atrás la pesca ha sido una fuente muy importante de alimentos para la humanidad, empleo y beneficios económicos para quienes se dedican a esta actividad. Sin embargo, el aumento de los conocimientos y la evolución dinámica de la pesca demostró que, aunque renovables, los recursos acuáticos no son infinitos y es necesario explotarlos de manera apropiada para que sigan contribuyendo al bienestar nutricional, económico y social de una población mundial en crecimiento constante.

1.1.1 Identificación del problema:

El problema se identifico de la siguiente manera:

En el Departamento de Madre de Dios, aun se trabaja una acuicultura insipiente debido a diferentes factores, tales como las escasas alternativas de insumos estudiados en la localidad, escasa o insipiente tecnología, pocos profesionales involucrados en el área, actividad muy olvidada por parte de nuestras autoridades, y costos elevados de los insumos utilizados en la elaboración de alimentos balanceados. Como consecuencia a esto tenemos el problema general de los altos costos en la alimentación de peces en la actividad acuícola, y a partir de ello identificamos la solución al problema a través de la siguiente pregunta:

- ¿En qué medida la materia prima de origen vegetal como la castaña, pijuayo y mucuna influyen en la alimentación del Paco (*Piaractus brachypomus*)?

1.2 JUSTIFICACION

1.2.1 CIENTIFICO

En este contexto el presente estudio de investigación se justifica basada en la importancia de los resultados que contribuirán a identificar y evaluar la alternativa de uso de nuevos insumos y mayor conocimiento del valor nutritivo y la valoración de los recursos naturales de origen vegetal capaces de proporcionar la demanda nutricional de esta especie de pescado "Paco (*Piaractus brachypomus*)", tan demandada en la Amazonia Peruana.

1.2.2 SOCIAL

Actualmente en la Región Madre de Dios se está notando un incremento poblacional debido a diferentes factores, (carretera, trabajo, actividad comercial etc.), pero esto a su vez trae como consecuencia la inevitable aparición de agentes negativos, como la delincuencia, el narcotráfico, etc., que de no ser tratado a tiempo por nuestras autoridades podría ocasionar graves consecuencias a la población que está acostumbrada a mantener un clima de paz y la tranquilidad, aquí es donde podemos mencionar que disminuyendo los costos en la alimentación de la actividad acuícola también será posible disminuir los precios de venta en los mercados de la Región. Este estudio sirve como una alternativa de mejoramiento de la situación económica para contrarrestar las actividades ilícitas.

1.2.3 ECONOMICO

En lo económico la utilización de dietas de origen vegetal tendrá resultados positivos en la canasta familiar, porque se tendrá, un incremento en la producción de pescado y los costos podrán disminuir considerablemente, y al final el beneficio será repercutido en el comprador final porque gozará de los bajos costos de expendio del producto final.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de dietas prácticas a partir del uso de castaña (*Bertholletia excelsa*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), y mucuna (*Mucuna pruriens*), en la alimentación de Pacos Juveniles (*Piaractus brachypomus*).

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ajustar el proceso de elaboración de dietas al mínimo costo, porcentajes de insumos a usar en las dietas.
- Evaluar parámetros productivos en el Paco (Ganancia de Peso Aparente, Ganancia de peso diario, Longitud total, y Supervivencia).
- Evaluar el nivel de conversión alimenticia (C.A.A).
- Efectuar un análisis económico por el método de Presupuestos Parciales.

1.4 HIPOTESIS

- El efecto de dietas prácticas a partir del uso de castaña (*Bertholletia excelsa*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), y Mucuna (*Mucuna pruriens*), son altamente nutritivos en la alimentación de Pacos Juveniles (*Piaractus brachypomus*).

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 DISTRIBUCION NATURAL Y CARACTERISTICAS IMPORTANTES DEL PACO.

El Paco (*Piaractus brachypomus*), tiene una distribución geográfica igual al de la Gamitana (*Colossoma macropomum*), con la que comparte hábitat y nicho ecológico. Es una especie que soporta el manipuleo en operaciones de cultivo. (Guerra. H. & col, 2000). La preferencia por esta especie en nuestro medio es por su rápido crecimiento, adaptabilidad en el medio de cautiverio, y rápida aceptabilidad al alimento suministrado.

(Guerra et al 1996; Woynarovich 1998; Alcántara, F. 1985), manifiestan que los nombres comunes o vernáculo del *Piaractus brachypomus* en los diferentes países se presentan de la siguiente manera: Bolivia: Tambaquí, Brasil: Pirapitinga, Tambaqui, Caranha, Colombia: Cachama blanca, Paco, Perú: Paco, Venezuela: Morocoto, Cachama.

Lauder y Liem en 1983 (Citado por Zubieta 2001), definen la ubicación taxonómica de *Piaractus brachypomus* de la siguiente manera:

- Phylum: *Chordata*
- Sub-Phylum: *Vertebrata*
- Clase: Peces
- Subclase: *Gnathostomata*
- Orden: *Characiformes*
- Familia: *Characidae*
- Sub-familia: *Serrasalminidae*
- Genero: *Piaractus*
- Especie: *brachypomus* (Cuvier, 1818)
- N.C.: *Piaractus brachypomus*.

2.1.1 CICLO DE CRECIMIENTO:

(Tresierra, A. & Culquichicón, Z. 1993), El crecimiento del Paco, esta dado en tres fases bien marcadas durante todo su ciclo de vida, tales detallamos a continuación:

2.1.1.1 INICIO

- LARVAS:

Al eclosionar la larva planktónica se alimenta de los remanentes de yema y son a menudo llamados embriones libres o prolarvas.

- POST LARVAS:

Después de algunos días se acaba la yema y la larva debe encontrar comida del medio ambiente, por lo general plankton. Este es el comienzo de la verdadera fase larvaria. Esta transición es a menudo llamada periodo crítico de la larva – es cuando muchos mueren de inanición al no encontrar fuente de alimento. En esta fase la larva es por lo general transparente (característica ventajosa en plankton) con ojos prominentes (indicativo de detección visual de predadores) y nada serpenteando su notocordón (no hay espina en este estado).

2.1.1.2 JUVENILES:

Es la fase la cual ya han dejado el desarrollo postlarvario, y se encuentran con un físico idéntico al adulto pero lejos aún de la madurez sexual y adulta. Es muy frecuente que a partir de esta edad difícilmente mueran por las mismas características de resistencia en ellas.

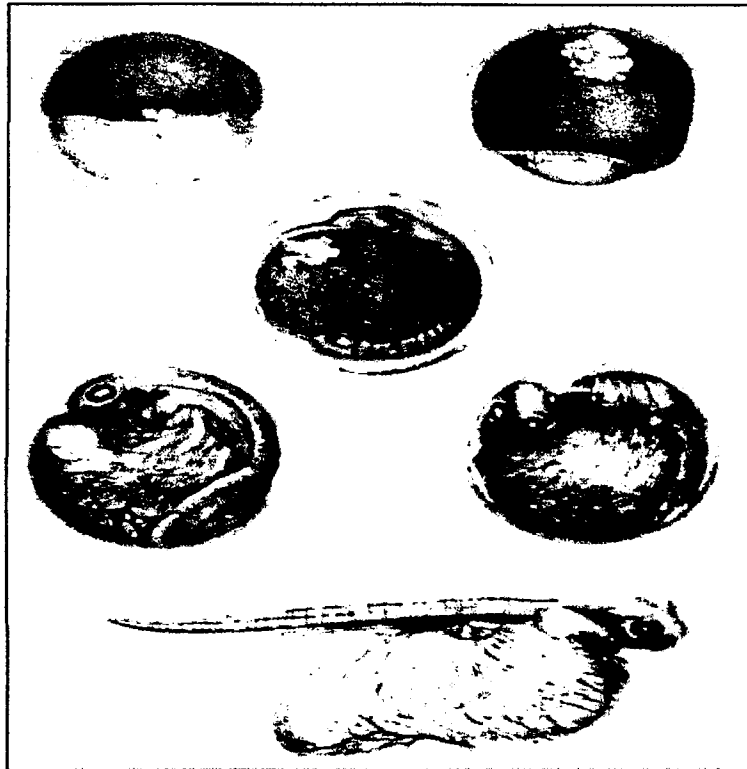
2.1.1.3 ADULTOS

- ENGORDE:

Es la etapa donde el desarrollo ha sido completado, tanto física como sexualmente, en crianzas por estanque ya se les puede separar para su

respectiva crianza reproductiva inducida o simplemente para muchos ya es la hora de servir de alimento.

Foto N° 01 Desarrollo embrionario de los peces



Fuente: IIAP -2008

2.2 ALIMENTACION Y NUTRICION

El Paco (*Piaractus brachipomus*), es una especie amazónica, de hábitos omnívoros, tendiendo a ser frugívora, ya que consume preferentemente frutos y semillas en su ambiente natural, siendo muy adaptable al consumo de alimentos balanceados cuando se encuentra en cautiverio.

2.2.1 DIGESTION

La digestión de esta especie esta normado en su ambiente natural que normalmente se alimenta de semillas, frutas y forrajes, catalogándose como omnívora con tendencia vegetariana, tiene gran potencial para piscicultura debido a su rusticidad, hábitos alimenticios omnívoros y de rápido crecimiento (*Murillo 2003*).

El Paco posee maxilares superior e inferior (mandíbulas) con dientes molariformes y músculos muy fuertes que le permiten triturar fácilmente los diferentes alimentos duros (frutas, granos, nueces, etc.). Tiene un estómago muy desarrollado, alargado en forma de codo y el intestino relativamente largo (*Araujo-Lima y Goulding, (1997); Woynarovich y Woynarovich, 1998*).

Las características de los animales endotermos, un aumento de la cantidad de alimento consumido produce una mayor velocidad del paso del mismo y a la vez menos expuesto a la acción de las enzimas digestivas, produciendo disminución de la tasa de degradación del alimento dando origen a una menor digestibilidad (*Cañas, 1995*), en contraste, en los peces parece no existir tal efecto directo, como tampoco la frecuencia de alimentación indica variación en la digestibilidad (*Hepher, 1993*).

La actividad enzimática puede variar con la edad del pez, siendo esta mayor en los peces de menor edad, dado que las necesidades de crecimiento son mayores y, consecuentemente, su capacidad de absorción es también mayor (*Blanco, 1995*).

En cuanto a los peces estos poseen capacidades digestivas diferentes comparadas a los animales terrestres, y muchos alimentos, particularmente cereales y sus derivados que contienen niveles altos de almidón y fibra, es mal digerido por el pez carnívoro (*Blanco, 1995*), disminuyendo el crecimiento y elevan en nivel de glicógeno en el hígado. Contrariamente, peces omnívoros o herbívoros de aguas calientes se presentan más eficientes en la utilización de los carbohidratos como fuentes de energía y todo exceso es almacenado en tejidos corporales (*Tacón, 1989*).

2.2.2 METABOLISMO

El metabolismo en los peces es muy diferente a la de los mamíferos y las aves, por el consumo de energía para mantener una temperatura distinta a la de su entorno (Cañas, 1995; tacón 1989). y la excreción de productos nitrogenados de desecho requiere menos energía que en animales homeotermos (Pillay, 1997).

La influencia de altos tenores de algunos parámetros físico químicos tales como amonio, nitritos y CO₂ son factores que hacen que el pez disminuya su metabolismo y como consecuencia tenga un coeficiente de conversión alimenticio bajo (Kubitza et al 1999).

El metabolismo del Paco está dada proporcionalmente mediante el aumento de la temperatura del agua, que es menor durante la noche que el día. También disminuye el metabolismo cuando las concentraciones de oxígeno son bajas, así a 2 mg l⁻¹ de oxígeno disuelto, 30°C de temperatura del agua.

A niveles menores de 0,5 mg l⁻¹, el Paco empieza a mostrar síntomas de hipoxia provocando una reducción del metabolismo rutinario a 40% del nivel normal. Los ejemplares más pequeños presentan un costo metabólico relativamente superior que los individuos más grandes (Araujo-Lima y Goulding, 1997).

El gasto de energía en forma de desprendimiento de calor es especialmente alto en la metabolización de las proteínas y, por ello, en las dietas que contienen alto contenido de proteína existe una pérdida importante de energía. Cuando la energía se acompaña en las dietas de un importante contenido de grasa, la pérdida de energía calorífica en la metabolización de proteínas es menor, pues la energía procede de la grasa y estas, en combustión, generan menos consumo de oxígeno (Blanco, 1995).

El metabolismo de los carbohidratos en peces presenta varias restricciones. Al parecer los peces son deficientes en el sistema de regulación de insulina y, por tanto, el metabolismo de la glucosa es deficiente, observándose que la glucosa del alimento contribuye menos a la producción de energía que los aminoácidos mediante un incremento en la gluconeogénesis (*Hepher, 1993*). No obstante, varios estudios han demostrado que peces omnívoros y herbívoros, se adaptan para utilizar dietas ricas en carbohidratos (*Tacon, 1989*), incluido el Paco (*Günther-Nonell, 1996*).

2.2.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Se puede mencionar que actualmente existen muy pocos estudios acerca de los requerimientos nutricionales en los Pacos, las cuales hacen muy tedioso determinar los requerimientos en ellas. A pesar de las investigaciones con especies amazónicas, la información es escasa si la comparamos con otras especies zootécnicas, donde se tiene parámetros de control en la formulación, elaboración, manipulación de alimentos balanceados, programas y sistemas de alimentación, indispensables para una máxima productividad.

Los requerimientos nutricionales pueden ser influenciados por varios factores, incluyendo tamaño del pez, composición y forma de la ración, manejo alimentario, sistemas de producción, (*Portz et al., 2000*), temperatura del agua, composición de aminoácidos, cantidad de energía no proteica, (*Akiyama, 1999*).

2.2.3.1 ENERGIA

Los peces tienen requerimientos energéticos más bajos porque su dieta natural es rica en proteínas que hace que su metabolismo se adapte a la proteína como fuente de energía.

La tendencia es a intentar insuflar el máximo de grasa para evitar el ahorro de aminoácidos y proteínas.

Se debe buscar la relación proteína: energía que intenta buscar esta cantidad de proteína para cada unidad de energía que necesito intentándola aprovechar al máximo para crecer. Siendo los Pacos carnívoros y omnívoros se considera para ellos entre 90: 110.

Según (Cho y Bureau, 1998), la energía no es un nutriente, más bien es el 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 de energía.

En cuanto a las exigencias de calorías por parte del Paco encontramos que los Juveniles de Paco pueden requerir desde 3600 Kcal ED / Kg, hasta 4200-4500 Kcal ED / Kg. Según van aumentando de tamaño. (Akiyama, 1992).

En cuanto a la relación de energía:proteína en los peces en general se considera de 8 a 10 Kcal g⁻¹. En el Paco se informa relaciones de 10,7 a 13,9 Kcal g⁻¹ (Castagnolli, 1991) y en (Lochmann, 2002). La relación energía:proteína revierte importancia por cuanto una densidad baja de energía en función a la proteína conlleva a una no deseable utilización energética de la proteína y un exceso del nivel energético, provocará una disminución en la ingesta de nutrientes, con la consecuente deposición de grasa (NRC, 1993; Pezzato, 1999; Tacon, 1989).

2.2.3.2 PROTEINAS Y AMINOACIDOS

Son los factores más importantes para la vida y crecimiento del Paco. Las proteínas están constituidas por unidades nitrogenadas denominadas aminoácidos; existen de 20 a 23 aminoácidos conocidos. (Hepher, B. 1993), Los peces tienen la capacidad de tomar algunos aminoácidos para la estructuración de otros, pero hay varios aminoácidos que no pueden ser capaces de sintetizarlos. Estos aminoácidos son los siguientes: arginina, histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, valina y triptófano.

Para las especies nativas como el *Piaractus brachipomus*, las exigencias de aminoácidos se encuentran aún en estudio; por lo tanto, para formular una dieta para esta especie se recomienda considerar niveles más altos de aminoácidos que los exigidos por otras especies de climas cálidos ya estudiadas (Castagnolli, N. 1991)

Existen dos fuentes de proteínas: las de origen vegetal y las de origen animal. Las materias primas que aportan proteínas de origen animal son las harinas de pescado, y de sangre principalmente. Estas son ricas en todos los aminoácidos.

Las proteínas de origen vegetal se obtienen del polvillo de arroz, maíz, torta de soya, torta de algodón, etc. La cantidad que se usa en la dieta depende no solamente de su contenido de proteína y aminoácidos si no también de su digestibilidad, toxicidad y costos. Estos insumos son por lo general deficientes en metionina y lisina.

Los requerimientos de proteína para algunas especies ya están determinados. Para el Paco se recomienda niveles de proteína entre el 18% y 40%, de acuerdo a la etapa de la vida del animal; así para alevinos se requiere un alto porcentaje. Esto está en relación al nivel de productividad del estanque, ya que el Paco tiene la capacidad de retener y metabolizar el plancton.

Los elevados requerimientos de proteína por los peces se atribuye a sus hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros y al uso preferencial de la proteína dietética sobre los carbohidratos como fuente energética (*Tacón, 1989*). Esta característica hace que la proteína sea la fuente más costosa de energía en las raciones respecto a los carbohidratos, no obstante, es la principal fuente de aminoácidos (*Pillay, 1997*).

En cuanto al requerimiento de aminoácidos presenta diferencias entre especies, siendo sugerida como solución (*Pillay, 1997*) satisfacer los requerimientos máximos observados, a pesar de los posibles costos adicionales. Se recomiendan dietas que incluyan a los 10 aminoácidos considerados como esenciales para los peces (Treonina, Valina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Triptófano, Lisina, Histidina, Arginina y Fenilalanina) (*Tacon, 1989*).

2.2.3.3 CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos son un grupo muy numeroso de compuestos. Realmente utilizables son pocos, básicamente el almidón. También está la fibra (celulares) que, desde el punto de vista energético, tiene un efecto negativo.

Las funciones nutritivas generales de los carbohidratos son:

- Fuente energética inmediata (glucosa) → reserva inmediata energética (glucógeno) y, a largo plazo, se acumula en forma de lípidos. En pescados, todo eso es poco importante.
- Suministrar el esqueleto carbonato de los aminoácidos esenciales.
- Como fuente energética, en peces, no es buena. No produce el ahorro proteico como si se pusieran lípidos.

Si los ponemos en la dieta, es por la textura, palatabilidad y, sobre todo por la capacidad aglomerante (ayuda a compactar). (*Blanco, 1995*)

(Tekinay y Davies 2001), donde el incremento de carbohidratos en la ración de truchas, produjo una reducción de la digestibilidad de la proteína, energía e hidrato de carbono, aunque la digestibilidad de lípidos era similar en todos los grupos en estudio. No obstante, una administración demasiado reducida de glúcidos reduce el crecimiento.

(Hepher, 1993), nos indica que es necesario carbohidratos en cierta cantidad para que la proteína se utilice eficientemente. (Pillay 1997), resume que, debido a los resultados de investigaciones con especies carnívoras, se ha expresado dudas acerca de la utilidad de los carbohidratos en los alimentos para peces; no obstante, experiencias prácticas indican que los carbohidratos digeribles son una fuente de energía si se proporcionan en equilibrio con otros nutrientes, constituyendo además, la fuente más abundante y relativamente menos costosa de energía.

En los bosques amazónicos, en periodos de creciente de los ríos, las frutas y semillas son los alimentos más consumidos por el *Piaractus Brachypomus*, predominando una alimentación rica en carbohidratos y lípidos, con elevado tenor energético (Silva et al., 2000). Relaciones de carbohidratos: lípidos fueron estudiados en Paco, encontrándose un mejor crecimiento a una proporción 38%:11%, considerándose esta respuesta como buena en la utilización de hidratos de carbono por esta especie (Günther-Nonell, 1996).

(Araujo-Lima y Goulding, 1997), reportan que pelets comerciales para Paco y gamitana contienen 20 a 50% de carbohidratos, así como 7 a 20% de fibra. En ambientes naturales y en estaciones de creciente, el alimento (frutos y semillas) del Paco contiene promedios de 36,8 y 14,8% de carbohidratos y fibra respectivamente (Silva et al., 2000).

2.2.3.4 LIPIDOS

(Schmittou 1995), sostiene que raciones para peces de agua cálida deben incluir lípidos para suplir la energía y ácidos grasos esenciales. Por tanto, aun cuando el pez es capaz de utilizar bien los glúcidos (Hepher, 1993), se emplean lípidos como fuente de energía (Tacón, 1989). Para la producción de energía, los peces prefieren emplear proteínas en vez de carbohidratos (Cañas 1995), revirtiendo importancia la utilización de lípidos, dado que normalmente los peces son capaces de absorber y aprovechar grandes cantidades de lípidos incluidas en el alimento (Hepher, 1993).

El efecto del perfil de ácidos grasos de las raciones en la salud y función inmune de los peces ha sido estudiado, resultando que una deficiencia en cualquiera de los ácidos grasos esenciales pueden afectar la salud del pez, en general, los peces de aguas dulces y aguas cálidas, requieren tanto las series de ácidos grasos ω -3 como las ω -6 (Tacón, 1989), aunque menores en ω -3 en contraste a peces de aguas frías (Pezzato, 1999).

2.2.3.5 MINERALES

La importancia radica en que los peces de aguas calientes presentan la característica de absorber los minerales del agua, y al parecer los minerales absorbidos no satisfacen el requerimiento total y es necesario un aporte en la dieta que se les proporciona (Hepher, 1993). Dentro de las deficiencias más comunes están asociadas con el calcio y fósforo. Si bien el calcio puede ser absorbido del agua, a menos que este contenga menos de 5 ppm de carbonato de calcio, la concentración de fósforo disuelto en la mayoría de las aguas son deficientes en fosfato (Schmittou, 1995) y su incorporación en las dietas es necesaria (Pillay, 1997).

En cuanto al calcio y fósforo se encuentran muchas veces disponibles en la harina de pescado, pero las materias primas como los vegetales carecen de calcio

y si bien presentan abundancia de fósforo, está parcialmente disponible para el pez, dado que predomina en forma de fitina o ácido fítico (*Pillay, 1997*). Los requerimientos de fósforo del pez varían ligeramente entre las especies y son reportados como fósforo disponible en la dieta. El requerimiento de fósforo disponible del bagre de canal, tilapia nilótica y carpa común, es de 0,45; 0,45 y 0,60% respectivamente (*Schmittou, 1995*). Se dispone información limitada sobre requerimientos vestigiales y los aportes en las dietas se efectúan tal cual en los mamíferos, teniendo poca importancia económica en la elaboración de alimentos balanceados (*Blanco, 1995*).

2.2.3.6 VITAMINAS

Las vitaminas son elementos necesarios para la salud, vida y crecimiento del pez. Los niveles óptimos de vitaminas necesarias, no son bien conocidos para algunas especies de clima cálido, pero se ha estudiado mucho sobre deficiencias de éstas y las consecuencias que generalmente se manifiestan en enfermedades irreversibles. (*Cañas, 1995*).

La mayoría de las vitaminas requeridas por los peces se encuentran en los ingredientes formulados en una dieta balanceada. Sin embargo, algunas materias primas son deficientes en vitaminas esenciales como vitamina A, riboflavina (B2), niacina y ácido pantoténico. (*Schmittou, 1995*). Los síntomas de avitaminosis típicas son parálisis, convulsiones, escoliosis, hiperplasia branquial, anorexia, bajo crecimiento e inclusive mortalidad. (*Tacon, 1989*).

La deficiencia vitamínica se observa principalmente en sistemas de cultivo intensivo, con altas densidades de peces y donde el alimento complementario es la principal fuente de nutrientes, si no la única. Por ejemplo peces alimentados con sólo

carne cruda (peces carnívoros) sufren parálisis, debido a que la tiaminasa presente en la carne, descompone la tiamina provocando deficiencia de esta vitamina.

El requerimiento de vitaminas varía en distintas condiciones fisiológicas. Por ejemplo la cicatrización en peces heridos es más rápida cuando se les suministra 1 g de ácido ascórbico por kilogramo de alimento seco. Para peces en maduración gonadal el requerimiento de B12 es mayor, porque esta vitamina participa en el proceso de maduración. De esta manera también el requerimiento de vitaminas varía con la edad; así los peces más jóvenes requieren mayor cantidad de vitaminas que los de mayor edad. En contraste con los animales terrestres, los peces absorben directamente de la solución de éstas en el agua, por lo menos en las etapas iniciales de desarrollo, las larvales y post larvales.

El tratamiento térmico que se produce en el peletizado y extruído implica pérdidas de algunas vitaminas (*Cañas, 1995; Romero, 1994*), así como el almacenamiento de alimentos, la disolución en el agua es causa de pérdidas de vitaminas (*Hepher, 1993*).

2.3 FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTACION DE PECES

Para un buen crecimiento de los peces va a depender en gran medida del contenido proteico en la dieta, a lo cual es indispensable que se utilicen ingredientes ricos en Proteínas (*Martínez et al., 1996*) que abarcan cerca del 50 al 70% dentro de la formulación del alimento (*Akiyama, 1992*). En consecuencia, debido al alto costo de este componente en la dieta (*Martínez et al., 1996*), la investigación relativa a las fuentes de proteína para dietas destinadas a organismos acuáticos y su porcentaje de inclusión ha recibido más atención que cualquier otro nutriente.

Los sustitutos de la harina de pescado pueden ser de origen animal y vegetal, e inclusive microbiano, y tienen el potencial de ser usados como ingredientes en los

alimentos para animales (*Tacón, 1994*). Tradicionalmente, la harina de pescado ha sido la base en la formulación de raciones debido a su calidad nutritiva y palatabilidad. (*Treviño y Celis, 1995*); sin embargo, el alto costo y el rápido desarrollo de la acuicultura, así como en la alimentación de especies terrestres en crianza, han hecho que se dediquen esfuerzos para buscar fuentes alternas de proteínas convencionales y no convencionales (*Dersjant-Li, 2002; Martínez et al., 1996*), considerándose los derivados de granos y semillas de oleaginosas como fuentes alternativas importantes, más aún con el uso de suplementos enzimáticos (*Hardy, 2000*), y al parecer la tendencia de la investigación en lo referente a la disminución del precio de los alimentos para organismos acuáticos va a prevalecer sobre la prioridad actual: el aumento de la productividad (*Lovell, 1991*).

Entre los ingredientes de proteína vegetal, la soya y la harina de soya se emplean cada vez más en los alimentos para peces debido a su composición química, bajos costos y disponibilidad (*Akiyama, 1992*), a pesar de su imbalance de aminoácidos y contenido de antinutrientes, llegándose a utilizar como recurso proteico hasta el 100% en algunas especies. Sin embargo, tiene la enorme desventaja de que su uso compite con el consumo humano y animales terrestres, lo que ha elevado enormemente los costos y en algunos países es tan cara o inaccesible como la harina de pescado (*Martínez et al., 1996*).

Altos niveles de sustitución de harina de soya generalmente ha ocasionado reducción del crecimiento, siendo óptimo el uso del concentrado de proteína de soya, por la eliminación de componentes antinutricionales, con sustituciones desde 40 a 100% a la harina de pescado (*Dersjant-Li, 2002*). En contraste con los alimentos de salmónidos, el bagre de canal, depende de formulaciones que incluyen 45-50% de harina de soya con tan solo 10% de harina de pescado y,

similarmente, los alimentos de carpa y tilapia generalmente contienen menos del 15% de harina de pescado y con harina de soya u otras fuentes alternas de proteína proporcionan el tenor proteico requerido (Hardy, 2000).

La pasta (harina) de soya no es nutricionalmente mejor que la harina de pescado, pero es efectiva en el costo (Akiyama, 1992). Otras fuentes alternativas de proteína de origen vegetal como el algodón, concentrados foliares, leguminosas, también se puede manifestar la inclusión de castaña que contiene abundante porcentaje proteínico. Que pueden sustituir parcialmente a la harina de pescado. Sin embargo, su utilización es reducida debido a factores como el contenido de antinutrientes, imbalance de aminoácidos, baja disponibilidad y alto costo de los procesos (Martínez et al., 1996).

2.4 LA CASTAÑA, EL PIJUAYO Y LA MUCUNA COMO RECURSOS ALIMENTICIOS.

Una de las fuentes más utilizadas y más explotadas es la harina de pescado por su alto contenido proteínico, existe demasiada dependencia hacia el uso de este insumo, y esto hace que tanto su precio y su consumo sean elevados y costosos. Es por ello que se debe de aprovechar la abundancia de recursos naturales que existen en nuestra Amazonia, y de esta manera tratar de alternar este insumo, se realizó esta investigación tratando de valorar recursos oriundos de la Amazonia, dándoles valor agregado a estas, para ello se utilizo insumos de importancia por su aceptabilidad en la población y por su abundancia, tales como la castaña (*Bertholletia excelsa*), Pijuayo (*Bactris gasipaes*), y la Mucuna (*Mucuna pruriens*). Para ello lo conceptualizaremos a continuación.

2.4.1 LA CASTAÑA.

2.4.1.1 Descripción General:

El árbol de castaña (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), pertenece a la familia Lecythidaceae, subfamilia Lecythidoideae (Mori y Prance, 1990). Es uno de los más altos del bosque tropical húmedo de la cuenca amazónica. Presenta un porte majestuoso y frondoso, con capa dominante en la región donde se encuentra, llegando a medir de 30-50 m de altura, emergiendo del dosel, y 5 m de diámetro en la base del tronco (Almeida, 1963; Loureiro y Silva, 1968; Melo, 1977, citados por Souza y Menezes, 2004).

El fruto es una cápsula leñosa muy dura, con 1 cm de espesor en promedio, de forma esférica o levemente achatada. Tiene un diámetro promedio de 12 cm, llegando hasta 17 cm y pesa hasta 1,70 kg con una media de 0,78 kg. Posee en promedio 18,5 semillas en su interior, con una holgura de 6-36, de forma triangular angulosa. La semilla mide 3,5-5 x 2-2,7 cm, con un peso de 10,2 g en promedio y cáscara coriácea y rugosa conteniendo en su interior una almendra blanco lechosa, recubierta por una epidermis de color marrón (Cornejo, s.f.; Mori y Prance, 1990). El producto de mayor valor es la almendra o nuez (Ledo, 1996).

La castaña ha sido consumida por mucho tiempo por los habitantes de los bosques amazónicos (Clay y Clement, 1993). Cosechada casi en su totalidad de árboles silvestres, es importante en las economías extractivas de Brasil, Bolivia y Perú. Fue, y continúa siendo, un producto de subsistencia de las comunidades locales (Chandrasekharan et al., 1996). En el pasado, el bienestar de algunos pueblos amazónicos como Puerto Maldonado en Perú y Marabá en Brasil, dependían de *B. excelsa* (Mori, 1992; Mori y Prance, 1990).

Actualmente Bolivia es el principal productor de castaña en el mundo (*Frederisken, 2000*), donde es responsable del 70% de la actividad económica en la región (*Williams y Wilson, 1999*). En Acre, Brasil, la castaña es el principal producto generador de renta para las familias que viven del extractivismo (*Santos et al., 2001*). La actividad castañera en Madre de Dios representa una importante fuente de ingresos económicos para el 30% de la población (*CMPDAC-MDD, 1999*).

Dentro del consumo de castaña se puede manifestar que el consumo interno es muy pequeño y casi la mayor parte es exportada "in natura" a Estados Unidos y países de Europa (*Ribeiro, 1995*).

2.4.1.2 Distribución Natural

Bertholletia excelsa o la castaña es una especie nativa de los bosques amazónicos, que prefiere zonas no inundables en Brasil, Bolivia y Perú, ocurriendo también al estado silvestre en Colombia, Venezuela y Guayana (*FAO, 1995; Mori, 1992; Mori y Prance, 1990*). Sin embargo, solo en los primeros tres países existen poblaciones que justifican su explotación comercial (*Cornejo, s.f.*). Crecen en agrupaciones de 50 a 100 individuos conocidos como "manchales" en Perú y "castanhais" en Brasil

(*Mori y Prance, 1990*). La densidad por hectárea varía considerablemente a lo largo de la Amazonía, encontrándose densidades bajas de 1 árbol por 6 hectáreas y altas de 15-20 árboles por hectárea (*Sánchez, 1973, citado por Mori y Prance, 1990*). En Tambopata, Perú, se presentan densidades de 0,5-0,8 árboles por hectárea. Asimismo, la zona castañera se ubica solamente en la parte oriental de la región Madre de Dios, estimada en 1,8 millones de hectáreas (*Cornejo, s.f.*).

Los límites climáticos para su dispersión natural son lluvias anuales de 1400-2800 mm, una temperatura anual promedio de 24-27°C y humedad relativa de 79-86% (*Diniz y Bastos, 1974; en Clement, 1993*).

Alrededor del 10% de la producción total es afectada por guacamayos (*Ara spp*) cuando el fruto está en desarrollo (*Trivedi et al., 2004*), al madurar cae a tierra con las semillas dentro, principalmente durante la estación lluviosa (*Mori, 1992*). El fruto es dispersado por el añuje (*Dasyprocta variegata*) a más de 300 m. del árbol, incluso en purmas¹ y aguajales² (*Cornejo, s.f.; Mori, 1992*). El añuje y la ardilla (*Sciurus spadiceus*) pueden ser los únicos animales capaces de roer eficazmente el fruto sumamente leñoso (*Mori, 1992; Mori y Prance, 1990*). El machín negro (*Cebus apella*) es otro de los pocos animales con la capacidad de abrir el fruto (*CP-CFV, 2005*).

Cuando el fruto es viejo, puede ser abierto y sus semillas comidas por sajinos (*Tayassu tajacu*), huanganas (*Tayassu peccary*), picuros (*Agouti paca*) y monos (*Cebus spp*) (*Cornejo, s.f.*). La especializada ecología de *B. excelsa* necesita un ambiente prístino para continuar siendo productiva (*CP-CFV, 2005*), y este se ve afectada cuando se altera las condiciones naturales del hábitat, del clima o de alguno de los procesos biológicos (*Cornejo, s.f.*), disminuyendo rápidamente debido a su dependencia de los árboles con la biota asociada para la polinización y formación de frutos (*Williams y Wilson, 1999*).

¹ Bosque secundario.

² Lugar inundado donde predomina la palmera *Mauritia flexuosa* "aguaje".

2.4.1.3 Valor Nutricional y usos Potenciales

La nuez de castaña presenta características interesantes nutricionalmente. Es una almendra de elevado valor energético, rica en proteínas de alto valor biológico, además de selenio (Souza y Menezes, 2004). La nuez es también rica en aminoácidos azufrados metionina y cistina, generalmente insuficientes en proteínas vegetales (Ampe et al., 1986; Clement, 1993; FAO, 1995; Souza y Menezes, 2004; Sun et al., 1987; Zuo et al., 1996 citado por Ramos y Bora, 2004).

Tabla Nº 01: Composición química, nivel de selenio y aflatoxinas de la nuez de castaña.

Componentes	MA-DEMA-PA (1976) ^a	Souza y Menezes (2004)
Humedad (%)	3,00	3,13
Proteína (%)	16,40	14,29
Extracto etéreo (%)	69,30	67,30
Fibra cruda (%)	4,60	8,02
Ceniza (%)	3,50	3,84
Selenio (mg kg ⁻¹)	NR ^b	2,40
Aflatoxina B1 (µg kg ⁻¹)	NR	No detectado
Aflatoxina B2 (µg kg ⁻¹)	NR	No detectado
Aflatoxina G1 (µg kg ⁻¹)	NR	No detectado
Aflatoxina G2 (µg kg ⁻¹)	NR	No detectado

^a Ministerio da Agricultura-Brasil – DEMA-PA (1976) en Nosso Pará (1998).

^b No realizado.

Fuente: Elaboración propia.

El uso principal de la nuez es el consumo en crudo, asado, en heladería y confitería (Mori y Prance, 1990). Se han efectuado estudios referentes a su utilización en la prevención de cáncer, dolencias cardiovasculares, debido al selenio de acción antioxidante (Ip y Lisk, 1994), así como en procesos transgénicos para mejorar el contenido de aminoácidos azufrados de *Phaseolus vulgaris* (Aragão et al., 1999). Como la castaña es destinada principalmente a la exportación, solo se procesa nueces sobrantes o dañadas para la extracción de aceite (FAO, 1992; Gloria y Regitano-D'Arce, 2000; Ramos y Bora, 2004). El aceite, que puede emplearse para cocinar, así como para la fabricación de jabones, presenta una coloración amarillo brillante, casi inodoro (Mori y Prance, 1990), de buena digestibilidad (Ledo, 1996) y rica en ácidos grasos insaturados (Clement, 1993). Del residuo de la extracción del aceite se obtiene la torta y harina, que contiene un elevado tenor de proteína cruda, además de ser rico en selenio, fibra (Ver tabla N° 02), aminoácidos azufrados y presentar buena digestibilidad de la materia seca, con uso en la alimentación animal (Gloria y Regitano-D'Arce, 2000; Ledo, 1996; Nagashiro et al., 2001; Ramos y Bora, 2004; Souza y Menezes, 2004).

Cuando el aceite se extrae de buenas nueces, la torta es muy nutritiva (Clay y Clement, 1993). Según (Souza y Menezes 2004), la torta debería ser aprovechada en el enriquecimiento de alimentos por las funciones de gran relevancia que desempeñan en la salud humana. Asimismo, (Gloria y Regitano-D'Arce 2000) concluyen que tanto la torta, concentrado y aislado proteico de la castaña, pueden utilizarse en confitería, pastelería y masas en general.

Tabla N° 02: Composición Bromatológica de la torta de castaña

Componentes	Souza y Menezes (2004)	Nagashiro <i>et al</i> (2001) ^a	Gloria y Regitano – D`Arce (2000) ^a	La Molina Calidad Total Laboratorios. 2007
Humedad (%)	6,70	91,90 ^b	4,50	8,1
Proteínas (%)	40,23	37,60	47,60	38,2
Extracto etéreo (%)	25,13	21,60	1,20	NR
Fibra cruda (%)	15,72	6,40	5,50	7,6
Cenizas totales (%)	8,85	9,20	13,10	8,9
Carbohidratos (%)	7,13	NR ^c	NR	29,1
Grasa Cruda (%)	No detectado	NR	NR	15,7
Energía total (Kcal).	No detectado	NR	NR	410,5
Selenio (mg kg ⁻¹)	No detectado	NR	NR	NR
Aflatoxina B1 (µg kg ⁻¹)	No detectado	93,00	NR	NR
Aflatoxina B2 (µg kg ⁻¹)	No detectado	16,00	NR	NR
Aflatoxina G1 (µg kg ⁻¹)	No detectado	164,00	NR	NR
Aflatoxina G2 (µg kg ⁻¹)	No detectado	27,00	NR	NR

^a Valores expresados en Base seca.

^b Porcentaje de Materia seca.

^c No realizado.

Fuente: *Elaboración propia*

(Williams y Wilson, 1999) destacan el serio problema que enfrenta la castaña debido a las aflatoxinas y su posible repercusión en las exportaciones por las estrictas regulaciones establecidas. Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, que se desarrollan en productos alimenticios.

La presencia de aflatoxinas en alimentos destinados al consumo humano, supone un riesgo potencial para la salud. Se ha visto su efecto tóxico y su compromiso

en procesos cancerígenos en muchos animales (*Santos, s.f.*). Se considera que las toxinas son especialmente peligrosas en animales jóvenes (*Williams y Wilson, 1999*).

(*Santos et al. 2001*) resaltan que las mayores prioridades en el área de procesamiento de castaña, están relacionadas a las medidas de prevención y control de contaminación por aflatoxinas, representando el principal problema tecnológico para el sistema productivo. Como segunda escala de prioridad, es aquella referida a las instalaciones para secado y almacenamiento, relacionados a la durabilidad, calidad y contaminación por aflatoxinas. (*Souza y Menezes 2004*) reportan la ausencia de aflatoxinas en la nuez (Ver tabla N° 02) y torta (Ver tabla N° 01), sometidas a buenas prácticas de procesamiento y almacenaje. En contraste, tortas producidas de nueces malogradas contienen niveles relativamente altos de aflatoxinas (*Nagashiro et al., 2001*). La producción de castaña (nuez), en Madre de Dios, actualmente está dada con el apoyo de las ONG`s Conservación Internacional y del Fondo de Contravalor Perú-Canadá producen y exportan cerca de 300 toneladas de castaña y, gracias a estar organizados, están obteniendo mejores precios (*Brack E. 2003*).

2.4.2. EL PIJUAYO

2.4.2.1 Descripción General:

El pijuayo es una palmera originaria de América tropical que fue muy utilizada por algunas culturas indígenas pre hispánico, cuya importancia como fuente alimenticia disminuyó durante la colonia, al igual que muchas especies nativas de América. Algunas de las principales razones para la disminución en su uso fueron la introducción de nuevos cultivos alimenticios de ciclo corto, el desarrollo de nuevas ciudades en zonas alejadas de las que se cultiva y consume el fruto, la falta de tecnología para procesar la fruta y el palmito, los subsidios de los gobiernos hacia la importación de

granos básicos, la falta de hábito de consumo de las nuevas poblaciones y el desarrollo de las áreas con otros cultivos, especialmente con pastizales, los que con el uso extensivo del fuego y el efecto de la compactación del ganado, así como la competencia por las plantas, disminuyeron la presencia del pijuayo en las zonas de dispersión natural. Sin embargo, la especie aún tiene una relativa importancia en algunas tribus nativas de la Amazonía y en la dieta de algunas poblaciones de la América tropical (*Brak E. 2003*).

Los pijuayos han sido clasificados bajo dos nombres genéricos: *Bactris* y *Guilielma*. Sin embargo, la tendencia actual es considerarlo bajo el género *Bactris*, del cual han sido descritas 239 especies. (*Cultivo de pijuayo, 1996*).

El pijuayo pertenece a la familia de las *Palmeáceas*, del género *Bactris* y la especie *gasipaes*. (*Mora, J.; Clement, 1997*).

2.4.2.2. Distribución Natural

El pijuayo es una planta típica del bosque húmedo tropical, adaptada a zonas con precipitaciones de los 7000 mm por año y temperaturas medias de 24 y 28 °C. Se cultiva comercialmente desde el nivel del mar hasta los 1000 m.s.n.m. Por encima de esta altura su crecimiento es lento. Se adapta muy bien a la mayoría de las topografías y suelos, excepto en áreas inundables con niveles freáticos superficiales, suelos compactados y áreas sujetas a fuertes vientos. Se recomienda utilizar una cobertura de leguminosas que proteja el suelo contra la erosión, le proporcione nitrógeno y materia orgánica (*Cárdenas, L, 1995*).

En climas medios de 1300 a 1500 m.s.n.m., donde usualmente la humedad atmosférica es alta, se obtienen buenas cosechas de racimos, aunque el ciclo de producción se limita a una cosecha por año (*Cárdenas, L, 1995*). Existen numerosas experiencias de cultivo del pijuayo en Costa Rica, Ecuador, Brasil, Bolivia y Perú. Se ha

recogido la tecnología en manuales para la transferencia de conocimientos. El Perú es un productor de palmito de pijuayo, pero de avance lento. El producto es de creciente demanda en los mercados mundiales. (Mora, J.; Clement, CH.; Patiño, V. 1991).

El cultivo del pijuayo *Bactris gasipaes* H.B.K., ofrece nuevas posibilidades económicas para los pequeños productores del país, principalmente de las zonas del Litoral Pacífico, la Amazonía y el Urabá Antioqueño. Es una palma nativa del trópico cálido húmedo, su origen se presume es de la región occidental de la cuenca amazónica, se le conoce como palma admirable, pupunja o pejibaye. Ha sido, por el valor nutritivo de sus frutos, fuente de alimentación de las poblaciones nativas que la domesticaron y la integraron al desarrollo social, actualmente se encuentra asociada a otras especies frutícolas y en sistemas agroforestales. (Arias. M.O, 2005).

2.4.2.3. Valor Nutricional y usos Potenciales

Se ha encontrado que los frutos de la palma de pijuayo poseen un alto valor alimenticio, al punto de compararse con el huevo de gallina, posee un alto contenido de B-caroteno (pro vitamina A), minerales, aminoácidos esenciales, grasas, proteínas, entre otros (Stein, K.M, 2000).

Las tierras aptas están disponibles, porque la planta prospera en tierras intervenida (Brak E. 2003). Una principal alternativa para el uso del pijuayo, constituye la utilización de sus frutos como ración animal y como alimento humano por poseer alto valor nutritivo y sabor agradable (Clement, 1986) El pijuayo es una fuente de provitamina A, conteniendo altos porcentajes de carotenos, los cuales son poco destruidos durante el cocimiento. El color del mesocarpo está directamente relacionado con el contenido de carotenoides e inversamente relacionado con el extracto etéreo (Benavides, 1987). Según (Goi, C.H. 1992) del punto de vista energético y plástico, el valor nutritivo del palmito es insignificante; sin embargo según los mismos autores, este

alimento puede ser considerado una rica fuente de minerales como sodio, potasio, manganeso, calcio, fósforo, hierro zinc, cobre, boro y silicio.

El análisis proximal indica que la composición del palmito está dentro de lo que se conoce como hortalizas comestibles. (Medina A.L, 1990) afirma que es similar al del espárrago blanco. (Camacho y Soria citados por Medina, 1990) afirman que el valor alimenticio y la composición son similares a la del repollo. Según (Villachica, 1996), el pijuayo presenta bajo contenido de proteínas y mayor valor energético con las demás características similares tal como se aprecia en la Tabla N° 03:

Tabla N° 03: Composición del fruto de pijuayo sin procesar

COMPONENTE	VALOR
Agua	57,0 g.
Proteínas	09,8 g.
Aceite	23,0 g.
Fibra	09,3 g.
Ceniza	02,4 g.
B-Caroteno*	670,0 mg.
Niacina *	01,4 mg.
Vitamina C*	35,0 mg.
Riboflavina *	0,16 mg.
Tiamina *	0,05 mg.

* En base a 100 g. de pulpa seca.

Fuente: Benavides, (1987) análisis para el procesamiento del pijuayo.

Existen estudios acerca del uso de pijuayo como fuente de alimentación para la obtención de calorías y son excelentes alimentos nutricionales para pollos parrilleros (Littman G. 2002). En la tabla N° 04 podemos apreciar el análisis proximal de la Harina

de pijuayo que realmente contiene altas cantidades de fuentes nutritivas, para el consumo tal como lo menciona (Clement, 1986).

Tabla N° 04: Composición porcentual de la harina de pijuayo (100 gr. Muestras en base seca.)

COMPONENTES	RESULTADOS
- Humedad	10.14
- Carbohidratos	74.13 %
- Proteínas	3.10 – 3.80
- Grasa	11.09 %
- Fibras	4.56
- Kcalorías	411.56
- pH	5.55
- Acidez	0.64 acido sulfúrico
- Ceniza	0.84
- Materia Seca	89.86

Fuente: La Molina Calidad Total Laboratorios. 2008

Según los resultados que se muestra en la Tabla N° 4 y comparándolos con las indicaciones dadas por las Normas Técnicas Peruanas (NTP), se tiene que la harina evaluada se encuentra dentro de los rangos señalados en ellas.

2.4.3. LA MUCUNA.

2.4.3.1 Descripción General:

Mucuna pruriens, este frijol pertenece a la familia leguminosae, género *Mucuna*, especie *pruriens*, y posee numerosos nombres comunes tales como frijol tercipele, mucuna, nescafé, cowage, velvet bean, forogate, pien tou, Swagupta (D'Arcy 1980).

Es una planta anual, arbusto trepador con largos zarcillos que le permiten llegar a más de 15 m. Sus granos son blancos, lavanda, o púrpura; flores y vainas cubiertas

de pelos anaranjados, causantes de severa hinchazón y alergia si se ponen en contacto con la piel. Los granos son negros o pardos brillantes. (*Manyam BV, Dhanasekaran M, Hare TA , 20 04*). El polvo de las semillas de *Mucuna pruriens* contienen altas concentraciones de levodopa, directo precursor del neurotransmisor dopamina y de largo uso en medicina tradicional de la India para enfermedades como el Parkinson. En gran cantidad (30 g/dosis) ha mostrado ser igualmente efectiva en el tratamiento del Parkinson como pura medicación levodopa/carbidopa, pero no hay datos de eficacia a largo plazo y tolerabilidad. Otro beneficio de la *Mucuna* es que puede incrementar la producción de hormona humana de crecimiento, siendo sus extractos comúnmente vendidos como reconstituyentes. También tiene efectos diuréticos, incrementa la resiliencia tisular y mejora la coordinación. (*Giuliano F, Allard J., 2001*).

2.4.3.2. Distribución Natural

El frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) es originario del sur de China y de la India oriental, y fue utilizado como cultivo para abono verde y se introdujo en América en 1890 (*Duke 1981; Gonzalo 1993*). Por otro lado (*Buckless, 1993;1994*) ha informado que desde 1943 los agricultores de México han utilizado esta planta como abono verde, cultivada principalmente en asociación con el maíz. Por otra parte, (*Duke 1981*), ha mencionado que el frijol terciopelo se ha ido cruzando mediante la polinización natural y esto ha dado como resultado un gran número de variedades. Las especies de la *Mucuna spp.* más citadas incluyen a *M. deeringiana* Merrill, *M. utilis* Willich (Bengal velvet bean), *M. pruriens* (L), *M. nivea*, *M. hassjoo* (Yokohama velvet bean), *M. aterrima* Holanda (*Mauritius* y Boubon velvet bean), *M. capitata* y *M. diabólica*. (*Duke 1981*).

El frijol terciopelo sobrevive desde el nivel del mar hasta 2100 msnm con una precipitación pluvial anual de 650 a 2500 mm; prospera en diversos tipos de suelo, tolera la acidez, no soporta la humedad alta del suelo en las etapas iniciales de su desarrollo, pero después de los primeros 2 meses soporta bien los períodos de largos de sequía (*Buckless 1993*). Las semillas germinan de 6-8 días después de la siembra tiene una cobertura amplia, produce de 534 a 1735 kg/ha de semillas, dependiendo de las condiciones de suelo, manejo y precipitación, el tiempo transcurrido para la cosecha de la semilla es de 38-49 semanas después de la siembra y se pueden realizar varias cosechas con intervalos de tiempo de 2 semanas entre cosecha (*Lara y Escobedo 1991*).

El frijol terciopelo se utiliza en asociación con varios cultivos principalmente con maíz; se utiliza también como cultivo de cobertura, ya que produce gran cantidad de MS, que puede ser incorporada al suelo. Además produce de 4-5 t/MS/ha/año (*Gonzalo 1993; Lara y Escobedo 1991*) la cual puede ser incorporada al suelo y por consecuencia mejorar su contenido de materia orgánica.

2.4.3.3. Valor Nutricional y sus Potenciales

El contenido de proteína cruda (Nx6.25) promedio del grano del frijol terciopelo es de 24.7%. (ver tabla N° 05), Esto indica que tiene un buen potencial para ser usada como alimentos para animales en las regiones tropicales. Además el grano de frijol terciopelo tiene un buen contenido de grasa, el cual se reporta que es mayor al de la canavalia (1.6%), pero menor a lo reportado para soya tostada (*Ellis y Belmar 1985*). Además el 90% del extracto libre de nitrógeno (ELN) del frijol terciopelo es almidón (*Souza et al 1991*).

Tabla N° 05: Composición química porcentual del grano del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*)

	Calvino (1952)	Souza et al (1991)	Trejo (1998)	Del Carmen et al (1999)
Proteína	27.7	26.70	25.06	21
Fibra cruda	6.8	7.48	8.91	10.3
E. etéreo	6.4	5.68	4.39	4.9
Cenizas	3.2	4.97	4.14	3.1
EB, Mcal/kg	NI ¹	4.00	NI	NI

¹ No informado

Fuente: Elaboración propia

El grano de frijol terciopelo dentro de su composición química muestra la presencia de factores antinutricionales (FAN). Los factores antinutricionales son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa, o en algunos casos, producto del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, que ejercen efectos contrarios a su óptima nutrición, reduciendo el consumo, la digestión, absorción y utilización de los nutrientes por el animal. (Ellis y Belmar 1985).

Tabla N° 06: Composición porcentual de la harina de Mucuna (100 gr. Muestras en base seca.)

COMPONENTES	RESULTADOS
- Cenizas Totales (g./100 g. de muestra original)	3,9
- Fibra Cruda (g./100 g. de muestra original)	7,7
- Grasa Cruda (g./100 g. de muestra original)	2,9
- Humedad (g./100 g. de muestra original)	2,9
- Proteína Cruda (g./100 g. de muestra original) (factor 6,25).	22,8
- Carbohidratos (g./100 g. de muestra original)	67,5
- Energía Total (g./100 g. de muestra original)	387,3
- Fosforo (g./100 g. de muestra original)	393,5
- Calcio (Partes por millón)	1493,5

Fuente: La Molina Calidad Total Laboratorios. 2008

Se puede esperar que exista una variación en la cantidad de FAN en las especies de plantas y sus variaciones genéticas, o en las variedades que crecen en condiciones climáticas y geográficas diferentes; (*Burkill, 1966*) señaló que algunas semillas de *M. aterrima* crecidas en diferentes lugares de la India, contenían diferente cantidad de alcaloides y glucósidos. (*Buckles et al , 1988*) reportaron que el contenido de L-Dopa de las semillas de 36 muestras, varió desde 2.18% para *M. Georgia* hasta 6.17% para *M. pruriens var. Deeringiana*.

Los métodos tradicionales de preparación sólo permiten consumir cantidades relativamente pequeñas de la semilla debido a los niveles residuales de Dopa, lo cual lo hace impracticable como cultivo para consumo humano. Sin embargo, tiene una proteína (24%- 30%) con una alta proporción de aminoácidos esenciales, en particular lisina que la hace similar a otras leguminosas de grano. Es asimismo muy similar a otras leguminosas de grano en su contenido de minerales, grasa y fibra dietética.

El frijol *Mucuna* posee los mismos factores antinutrientes de las demás leguminosas, como inhibidor de proteasa, inhibidor de amilasa, lectinas, ácido fítico, Polifenoles, taninos, HCN y factores de flatulencia en cantidades similares. El problema es que también contiene L-Dopa (6.97% a 9.16%). Los FAN que contiene el grano de frijol terciopelo principalmente son; los inhibidores de proteasas, los taninos, las lectinas y la L-dopa.

Tabla N° 07. Factores antinutricionales del frijol terciopelo

FAN	Valores
Taninos, g/100g	0.0533
Inhibidor de proteasas, UTI/mg proteína	4.71
Lectinas, título/mg proteína	0.15
L-dopa, g/100g	8.10

Fuente: Adaptado de: Souza et al (1991) y Del Carmen et al (1999)

El principal tóxico del grano de frijol terciopelo es la L-Dopa (L-dopa, 3-(3,4-dihydroxyphenyl) alanina). Este compuesto es un metabolito intermedio entre la tirosina y la dopamina (*Versteeg et al 1996; Buckless et al 1998*). La L-dopa puede ocasionar perturbaciones gastrointestinales, náuseas, anorexia y vómito. Existen otros factores antinutricionales como son; fitatos y cianidos, que probablemente tengan pequeña significación como FAN en el frijol terciopelo (*Ravindran y Ravindran 1988*).

2.5 INVESTIGACIONES REALIZADAS CON RESPECTO AL TEMA

Existen muchos estudios sobre las bondades de estos insumos y la alimentación del Paco y de esta manera podemos decir que el alimento constituye uno de los componentes principales de los costos de operación de las granjas acuícolas (Tacon, 1989). Desde este punto de vista, el alto costo de las dietas balanceadas hace necesario llevar a cabo proyectos de investigación relacionados con la evaluación y selección de ingredientes para la formulación de raciones, que optimicen la producción a un costo adecuado.

- (Maria E.; konrad D.; mary A. And kyeong-J. 2006), Evaluó los efectos de regímenes semipurificados y basados en caseínas, únicos o suplementados con especies nativas de la amazonia Peruana, se evaluó la eficiencia de crecimiento, e histología del trecho digestivo de Pacú rojo, *Piaractus Brachypomus*, en estado juvenile, sobre una prueba alimenticia de 8 semanas. En tres estanques que fueron asignados al azar. Como alimento utilizado estuvo la fruta de camu-camu (*Myrciaria dubia*), La fruta del aguaje (*Mauritia flexuosa*), y la comida del tubérculo maca (*Lepidium meyenii*), a estos alimentos se le utilizo la gelatina de caseína, Después de 8 semanas de alimentarse, el pez alimentado con un régimen suplementado de maca mostrando significativamente más alta aceptabilidad.

- Según (Francis et al. (2001), citado por Oliveira A.M.B. (2003)), la sustitución de harina de pescado por fuentes alternas de proteína en raciones para acuicultura fue recomendada en el segundo Simposio Internacional de Acuicultura Sustentable, efectuado en 1998.

- (Pereira-Filho (1995), citado por Silva et al. (2003)), considera como una alternativa para reducir costos de alimentación, la incorporación de ingredientes regionales en la formulación de raciones. Silva et al. (2003b) concluyeron que la alimentación de

gamitana, en los bosques inundados de la Amazonía, engloba por lo menos 133 especies, entre frutos y semillas, donde la composición bromatológica de 14 especies de semillas y 40 de frutos mostraron que son más energéticos que proteicos

- (*Littman, G.; Darwin N.; River V., 2002*), afirman que si es posible la utilización de pijuayo en la alimentación de animales tal como se demostró en pollos parrilleros siendo el nivel de carbono, proteína y grasa estuvieron en el orden de 74, 3.8 y 11% respectivamente, indicándonos que se trata de un alimento altamente calórico. Su empleo en dietas para pollos, en sustitución del maíz, mostró resultados óptimos hasta con un 25% de sustitución. La ganancia de peso decreció en forma inversa al nivel de sustitución del maíz. Una simple observación mostró que cuanto mayor cantidad de harina de pijuayo existía en la ración, se producía mayor apelmazamiento en el paladar de los pollos y por ende mayor sufrimiento al momento de recoger el alimento.

- (*Mori-Pinedo et al. 1999*) evaluaron la sustitución de la harina de maíz (*Zea mays*) por la harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*) evaluados a través del crecimiento y la composición corporal de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) alimentados durante 112 días con cuatro raciones, constituidas de una ración padrón y tres niveles de sustitución gradual de la harina de maíz. Los resultados demuestran que la harina de pijuayo puede sustituir al maíz en las dietas para estos peces sin afectar su ganancia de peso y su composición corporal.

- (*Silva-Acuña y Guevara 2002*), evaluaron el efecto de dos tipos de alimentos concentrados para peces sobre el crecimiento del híbrido de gamitana x paco y la potencialidad de su engorde en cautiverio. Las siembras se realizaron en seis lagunas de tierra de 750 m², con una densidad de 0.5 individuos/m². Los alevinos fueron sometidos a dos tratamientos: T1 = alimento para gamitana con 28% de proteína y T2 =

alimento para tilapias con 24% de proteína, durante un periodo de 105 días. Los peces alcanzaron un peso promedio final de 1.2 y 1.3 kg para T1 y T2 respectivamente observándose diferencias no significativas ($P>0.05$). Los índices de conversión alimenticia y sobrevivencia fueron 1.1 y 94.4% para T1 y 1.2 y 91.6% para T2. El crecimiento absoluto fue de 10.69 y 11.50 g/día con las dietas T1 y T2 respectivamente.

- (*Chu-Koo & Kohler 2006*), mencionan que evaluarón el uso de yuca, plátano y pijuayo en dietas para gamitana. Se determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de la materia seca, proteínas y lípidos de estos insumos así como sus efectos en el crecimiento de los peces. Los valores de CDA del pijuayo y la ganancia de peso de los peces alimentados con este fruto fueron superiores a los otros tratamientos ($P<0.05$). Por su digestibilidad y buen desempeño de los peces alimentados con este fruto, concluimos que el pijuayo podría ser un excelente sustituto del trigo en dietas para gamitana.

- (*Lovshin et al. 1974*) Cultivaron ejemplares de *Piaractus brachypomus* a una densidad de carga de 2632 peces/ha y los alimentaron con una ración de 29% de PB, obteniendo al cabo de casi 12 meses de cultivo, peces con peso promedio de 992 g. Sin embargo, cuando incrementaron la densidad de carga a 4400 peces/ha utilizando una dieta de 35% de PB, el rendimiento fue de 4605 kg/ha, es decir peces con un peso promedio de 1046.6 g.

- *Cantelmo & De Souza (1986)* estudiaron el efecto de raciones balanceadas con cuatro diferentes niveles proteicos (20, 25, 30 y 35%) en el crecimiento de juveniles de *Piaractus brachypomus*, no encontrando hasta el final del período experimental, diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

- *Trujillo (1988)* cultivó ejemplares de *P. brachypomus* en policultivo con una especie de tilapia *Oreochromis niloticus* en Colombia, obteniendo al final de su cosecha una producción total de 12619 kg/ha/año, correspondiéndole 7989 kg al paco y 4630 kg a la tilapia con conversión alimenticia de 1.12:1.
- *Campos (2000)*, afirma que tanto la gamitana como el paco son peces que poseen una buena aceptación en el mercado, porque tienen pocas espinas y carne de buen sabor. Estas especies son óptimas para la piscicultura pues crecen bien en estanques y aceptan alimentos balanceados. Ambas pueden ser comercializadas a los seis meses, tiempo en el cual de acuerdo al autor, se obtienen pesos de 500 g para gamitana y 300 g. para Paco, sea con alimento suplementario o en crianza asociada con cerdos.

2.6 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LOS ESTANQUES.

(*Castagnolli, 1992*). Afirma que los parámetros físicos – Químicos del agua son de mucha importancia (Ver Anexo N° 08), puesto que estos determinarían la mayor o menor productividad de peces en los estanques, y por su supuesto el control adecuado para su supervivencia, tales como:

2.6.1 TEMPERATURA (°C).

Según *Guerra et al. (1996)*, el desarrollo óptimo de los peces tropicales se encuentra dentro de un rango de temperatura de 20 a 32 °C debido a la influencia directa de la temperatura en los peces por tratarse de organismos poiquiloterms, lo que los hace dependientes de su medio ambiente. Además que *Halver (1972)*, citado por *Bances & Moya (2001)*, menciona que las bajas temperaturas causan disminución del metabolismo de los peces, asimismo una menor asimilación del alimento. Esto nos indica que los peces tuvieron un desarrollo óptimo debido a que las temperaturas registradas en este experimento estuvieron dentro del rango adecuado para el cultivo

del Paco. (Campos, 1993), indica que la temperatura, tiene una influencia marcada en el crecimiento de los peces, tasa de conversión alimenticia y en la digestibilidad de las proteínas, logrando mejor desempeño con altas temperaturas, obteniendo mejor resultado en estanques con temperatura de entre 26 a 30 °C.

2.6.2 OXÍGENO (O₂).

Rebaza *et al.* (2002), mencionan que para el crecimiento adecuado de los peces, el agua de los estanques debe presentar un tenor de oxígeno disuelto superior a 3 mg/l, y que valores inferiores a esta concentración provocan una reducción en la conversión alimenticia y un aumento de los efectos perjudiciales resultantes de la degradación de metabolitos.

Según, Braun & Junk (1982) y Saint-Paul (1985), citados por Padilla (2000) y Bances & Moya (2001), la gamitana es un pez que puede tolerar bajas concentraciones de oxígeno disuelto y puede sobrevivir en aguas con tenores de 0.5 mg/l. Las altas concentraciones de oxígeno disuelto (11.5 mg/l), así como los niveles mínimos de oxígeno (2.7 mg/l) registrados en este experimento no influyeron negativamente en el desarrollo normal de los peces. Los valores promedios de oxígeno disuelto registrados en este experimento se encuentran dentro del rango aceptable para esta especie.

2.6.3 pH.

Rebaza *et al.* (2002), menciona que el pH es un factor que tiene efectos sobre la fisiología de las especies y sobre el ambiente acuático, valores extremos pueden provocar un crecimiento lento y una reducción de la producción de los estanques, al igual que Guerra *et al.* (1996) menciona que debe encontrarse entre 6.5 y 8.5.

2.6.4 TRANSPARENCIA (cm).

(*Cantelmo, O.A; 1989*), indica que los niveles de transparencia suelen demostrar el potencial o la escasez de nutrientes dentro del agua, a su eso se refleja por la turbidez o transparencia del agua, siendo muchas veces la turbidez producto de riqueza en el agua (plancton, fitoplancton, y/o zooplancton).

(*Tresierra & Culquichicon, 1993*), menciona que el crecimiento en los peces es muy lábil, influenciado por el alimento, espacio, temperatura y otros factores; además y desde que los peces son poiquilotermos y viven inmersos en el agua, son directamente muy afectados por cambios (temperatura, alimento, etc.) de su medio ambiente.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en la estación experimental Agroforestal y Acuícola del IIAP denominado "Fundo el castañal". (Ver Anexo N° 01), ubicado en el Km. 19.5. Siendo antiguamente áreas deforestadas del eje carretero Puerto. Maldonado- Cusco. Está ubicada en el Departamento de Madre de Dios, Provincia de Tambopata, distrito de Tambopata entre las coordenadas de Altitud por los 250 - 350 m.s.n.m., de Latitud Sur: 11° 35" y Longitud Oeste: 69° 10", con una temperatura ambiental y precipitaciones anuales promedio de 24° C y 2200 mm, respectivamente.

3.2 DURACION DEL EXPERIMENTO

El experimento se subdividió en tres fases, donde la primera fase consistió en la preparación de las instalaciones, equipos y materiales además de la formulación de dietas, adquisición de alimentos, elaboración de las mezclas y adaptación alimenticia, la cual tomó cerca de 30 días, es la denominada fase pre-experimental. La adaptación tuvo un periodo de 7 días, efectuada antes del inicio del experimento y

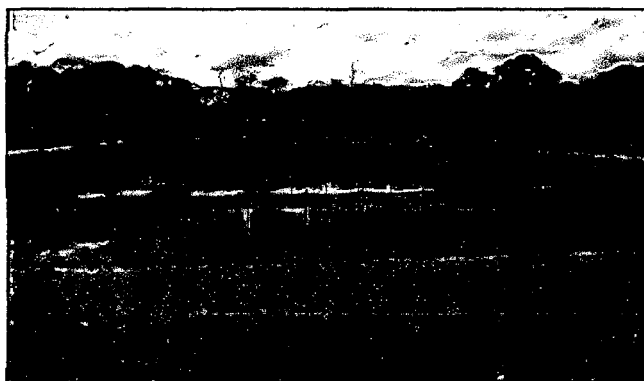
consistió en el suministro de alimento peletizado con granulometría en función al tamaño de los Juveniles de Paco,(2,2 mm.), para la respectiva aceptación del alimento. El inicio de la fase experimental correspondió desde la distribución de los Juveniles de Paco en el estanque de experimentación hasta la evaluación final en el periodo que duró cerca de 100 días. Y la última etapa consistió la fase de gabinete que tomó aproximadamente 30 días.

3.3 MATERIALES

3.3.1 INSTALACIONES

El trabajo de investigación se desarrollo en un estanque de 1200 m² de espejo de agua del Centro experimental agroforestal acuícola el castañal, del IIAP, que estuvo acondicionado para tal fin, la profundidad promedio fue de 1,20–1,50 m y abastecido de agua mediante motobomba desde una . El estanque fue dividido con mallas de paño anchovetero en 4 compartimentos o parcelas de 300 m² de superficie cada uno (ver foto N° 02), alineados longitudinalmente. Asimismo, se contó con un área de mezcla y preparación de alimentos, y un almacén.

Foto N° 02: Preparación de estanque, con la colocación de estacas y mallas especiales para divisiones.



Fuente: IIAP – Mayo 2008

Foto N° 03: Estanque terminado y listo para el inicio del experimento



Fuente: IIAP – Junio 2008

3.3.2 OBTENCION DE JUVENILES.

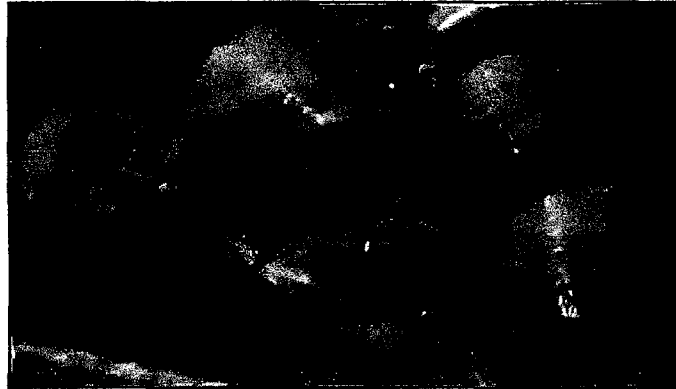
Los Juveniles de Paco fueron proporcionados por el mismo centro experimental del IIAP, y estas fueron traídas en estado de larvas, desde el centro de Investigación de Quistococha, ubicada en la ciudad de Iquitos traídas via aérea, las cuales fueron levantadas hasta la etapa de alevinaje donde son distribuidos a los acuicultores de la zona. En total se utilizarón 800 juveniles de Paco, con un peso inicial de $221,00 \pm 15,91$ g. fueron distribuidos aleatoriamente en las sub-divisiones o parcelas siendo aclimatadas a la temperatura del agua (Ver foto N° 04), para cada tratamiento del estanque experimental a razón de 200 alevinos por tratamiento.

Foto N° 04: Traslado de Juveniles de Paco Juveniles a su Lugar de experimentación



Fuente: IIAP – Julio 2008

Foto N° 05: Siembra de Juveniles de Paco para la experimentación , etapa de aclimatación.



Fuente: IIAP – Julio 2008.

3.3.3 INGREDIENTES ALIMENTICIOS

Dentro de la obtención de los insumos podemos mencionar que la Harina de maíz, polvillo de arroz, aceite vegetal y sal se obtuvieron en lugares de expendio (mercado modelo), en la ciudad de Puerto Maldonado; harina de pescado (premier), carbonato de calcio, fosfato monodivalente y premezcla de vitaminas y microminerales fue adquirida de la ciudad de Lima; la harina de soya de la ciudad del Cusco. Los insumos a investigar fueron adquiridas de la siguiente manera: el pijuayo (centro experimental el castañal del IIAP, la castaña en el centro comercial "Galindo" (venta de afrecho y aceite de castaña). Y la mucuna fue adquirida el fundo del Km 16 "Cedega", en El contenido nutricional de los ingredientes alimenticios y composición de la Premezcla se presentan en los anexos A y B, respectivamente.

3.3.4 MATERIALES Y EQUIPOS

- 🐟 01 motobomba de 16 HP y sistema de bombeo
- 🐟 01 Maquina peletizadora
- 🐟 01 malla de paño anchovetero de 70 m de largo y 3 m de ancho.
- 🐟 56 estacas de 7cm de diámetro y 2,00 m largo.

- 🐟 04 mallas de 26 m c/u. con 3 m de ancho.
- 🐟 150 m. de soguilla de nylon (1 cm de diámetro)
- 🐟 04 tinas de plástico grandes
- 🐟 05 bolsas de plástico
- 🐟 01 carcal (elaborado de la misma malla anchovetera)
- 🐟 01 balanza de precisión Ohaus (0,1 g. aprox.)
- 🐟 01 balanza tipo reloj (10 kg. Aprox)
- 🐟 01 kit phchimetro, termómetro
- 🐟 01 oximetro YSI 550 do(1,0 °C aprox.)
- 🐟 01 lctiometro
- 🐟 01 disco Secchi de 20 cm de diámetro.
- 🐟 01 lapicero y cuaderno de notas
- 🐟 01 laptop marca DELL INSPIRON 1525
- 🐟 01 cámara digital

3.4 METODOS

3.4.1 TRATAMIENTOS

La investigación evaluó 4 dietas balanceadas peletizadas determinando la influencia que estas proporcionarían a los peces a través de sus parámetros productivos. Los tratamientos fueron distribuidas para cada parcela de la siguiente manera (T) Testigo, (T1) Tratamiento 1, (T2) Tratamiento 2, (T3) Tratamiento 3, cada uno con diferentes porcentajes de inclusión de los insumos a estudiar (mucuna, pijuayo y castaña), (Ver Tabla N° 08), como ingrediente fijo en las dietas. Se emplearon 800 alevinos y cada tratamiento constó de 200 peces.

3.4.2 PREPARACION DE LAS INSTALACIONES

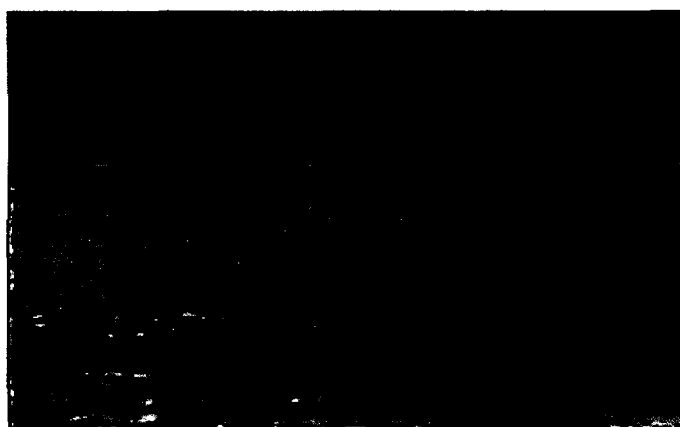
Esta etapa consistió, primeramente, en la limpieza de malezas presentes en el estanque, luego se procedió a encalar el estanque (Ver foto N° 06) con 180 kg de cal. Después se procede a fertilizar el área con 140 kg de abono (gallinácea) (Ver foto N° 07), una vez terminado estas actividades se procedió a colocar las estacas según la división requerida, (Ver foto N° 08) para luego efectuar el vaciado del agua pluvial mediante bombeo y posterior secado por un periodo de 7 días. (Ver foto N° 09).

Foto N° 06: Etapa de Encalamiento al estanque para eliminar posibles depredadores y nivelar el pH



Fuente: IIAP – Mayo 2008

Foto N° 07: Proceso de Fertilización del Estanque Mediante la utilización de gallinácea.



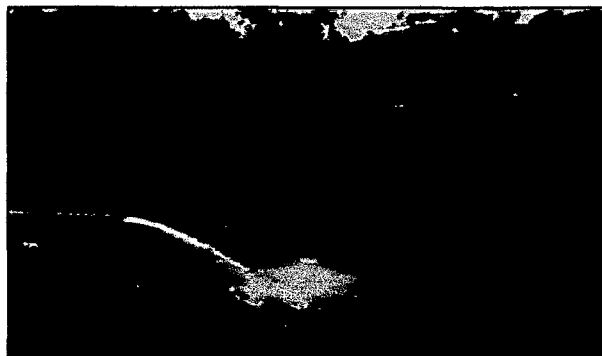
Fuente: IIAP – Mayo 2008

Foto N° 08: Colocación de estacas.



Fuente: IIAP – Mayo 2008

Foto N° 09: llenado del estanque.



Fuente: IIAP – Julio 2008

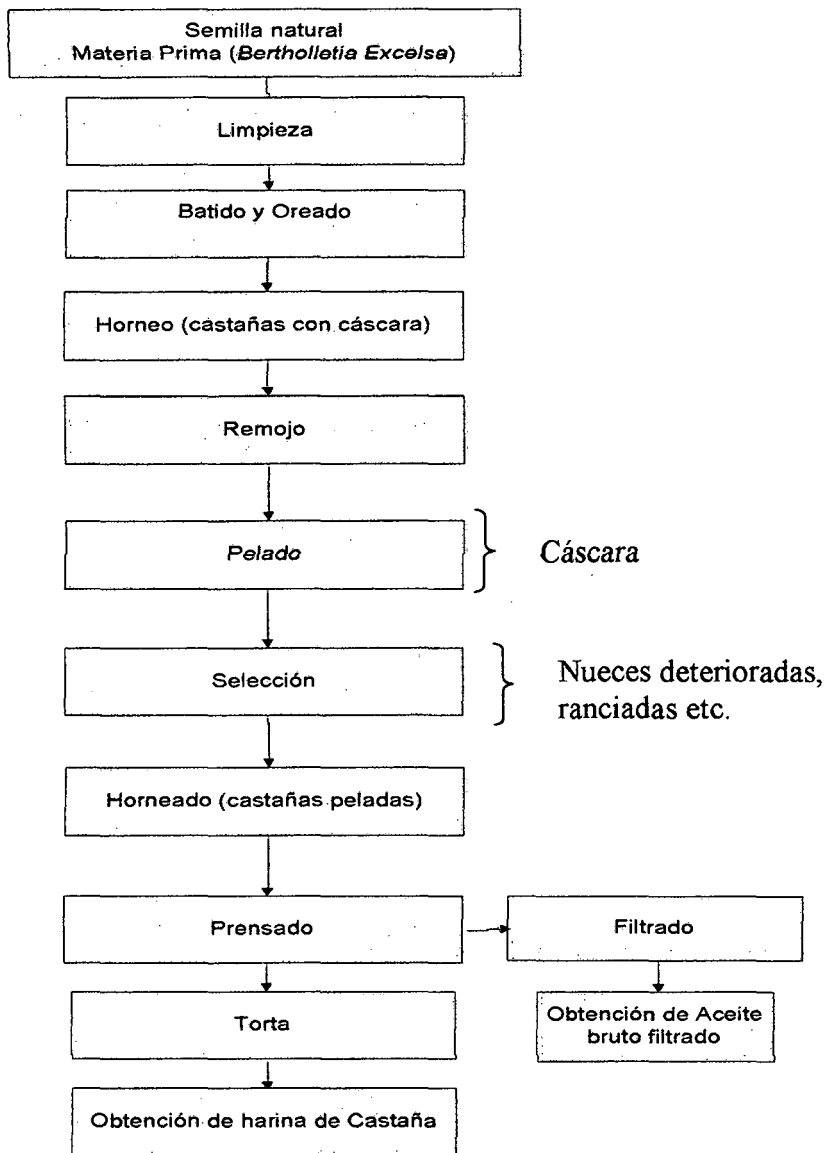
3.4.3 FLUJOGRAMA Y PROCEDIMIENTO DE OBTENCION DE LOS PRINCIPALES INSUMOS.

Para la presente investigación se conto con los insumos (pijuayo, mucuna y castaña), de manera natural, por lo tanto habría que darle el proceso respectivo para la obtención de la harina, que es el producto a utilizar para recién empezar a elaborar las dietas balanceadas.

3.4.3.1 OBTENCION DE LA HARINA DE CASTAÑA

Para ello se elaboro un diagrama de flujo determinando de esta manera las fases del proceso.

Diagrama N° 01: Flujograma de la Obtención de Harina de Castaña.



Fuente: Candela Perú.

DESCRIPCION DEL FLUJOGRAMA DE HARINA DE CASTAÑA

Limpieza: Una vez obtenido la semilla de castaña o nuez del Brasil, se comenzó a limpiar de las malezas y posibles contaminantes naturales que siempre están en la recolección.

Batido y Oreado: A continuación las castañas se extienden sobre el piso del galpón para que se oreen en sombra durante 20 a 25 días, tiempo en el que son volteadas y batidas continuamente.

Horneo (castaña con cáscara): El horneado se realiza por calor indirecto a 40 grados centígrados, aproximadamente durante tres a cinco días. Luego se inyecta aire frío por cinco horas. Posteriormente las castañas cayerón por una tolva y se ensacaron en mallas para ser llevadas a la sala de remojo.

Remojo: Se llevó a cabo en pozas durante 10 a 14 horas aproximadamente, luego se escurrierón y se dejarón orear, para luego colocarlas en cajas y se trasladarlas a la sala de pelado.

Pelado: Se realizó manualmente con la ayuda de una herramienta mecánica.

Selección: Se realizó manualmente. En primera, segunda y tercera calidad.

Horneada (castaña pelada): Las castañas peladas ya seleccionadas se llevarón al horno por un tiempo de 20 a 24 horas a una temperatura de 30-40 grados centígrados.

Prensado: posteriormente se prensó, a través de las maquinas especiales prensadoras, las cuales extrajerón el aceite. A través de las prensas de tornillo o hidráulicas.

Filtrado: El aceite crudo extraído por prensado contiene cantidades variables de impureza de materia vegetal, parte de las cuales se presentan como sólidos insolubles y partes disueltas en el agua que contienen el aceite. Tanto el agua como las

DESCRIPCION DEL FLUJOGRAMA DE HARINA DE CASTAÑA

Limpieza: Una vez obtenido la semilla de castaña o nuez del Brasil, se comenzó a limpiar de las malezas y posibles contaminantes naturales que siempre están en la recolección.

Batido y Oreado: A continuación las castañas se extienden sobre el piso del galpón para que se oreen en sombra durante 20 a 25 días, tiempo en el que son volteadas y batidas continuamente.

Horneo (castaña con cáscara): El horneado se realiza por calor indirecto a 40 grados centígrados, aproximadamente durante tres a cinco días. Luego se inyecta aire frío por cinco horas. Posteriormente las castañas cayerón por una tolva y se ensacaron en mallas para ser llevadas a la sala de remojo.

Remojo: Se llevó a cabo en pozas durante 10 a 14 horas aproximadamente, luego se escurrierón y se dejarón orear, para luego colocarlas en cajas y se trasladarlas a la sala de pelado.

Pelado: Se realizó manualmente con la ayuda de una herramienta mecánica.

Selección: Se realizó manualmente. En primera, segunda y tercera calidad.

Horneada (castaña pelada): Las castañas peladas ya seleccionadas se llevarón al horno por un tiempo de 20 a 24 horas a una temperatura de 30-40 grados centígrados.

Prensado: posteriormente se prensó, a través de las maquinas especiales prensadoras, las cuales extrajerón el aceite. A través de las prensas de tornillo o hidráulicas.

Filtrado: El aceite crudo extraído por prensado contiene cantidades variables de impureza de materia vegetal, parte de las cuales se presentan como sólidos insolubles y partes disueltas en el agua que contienen el aceite. Tanto el agua como las

impurezas necesitan removerse y eso se logra con el filtrado que está diseñado para separar el aceite del agua y los sólidos con los cuales está mezclado.

Obtención de aceite bruto: Posteriormente se obtiene el aceite de castaña.

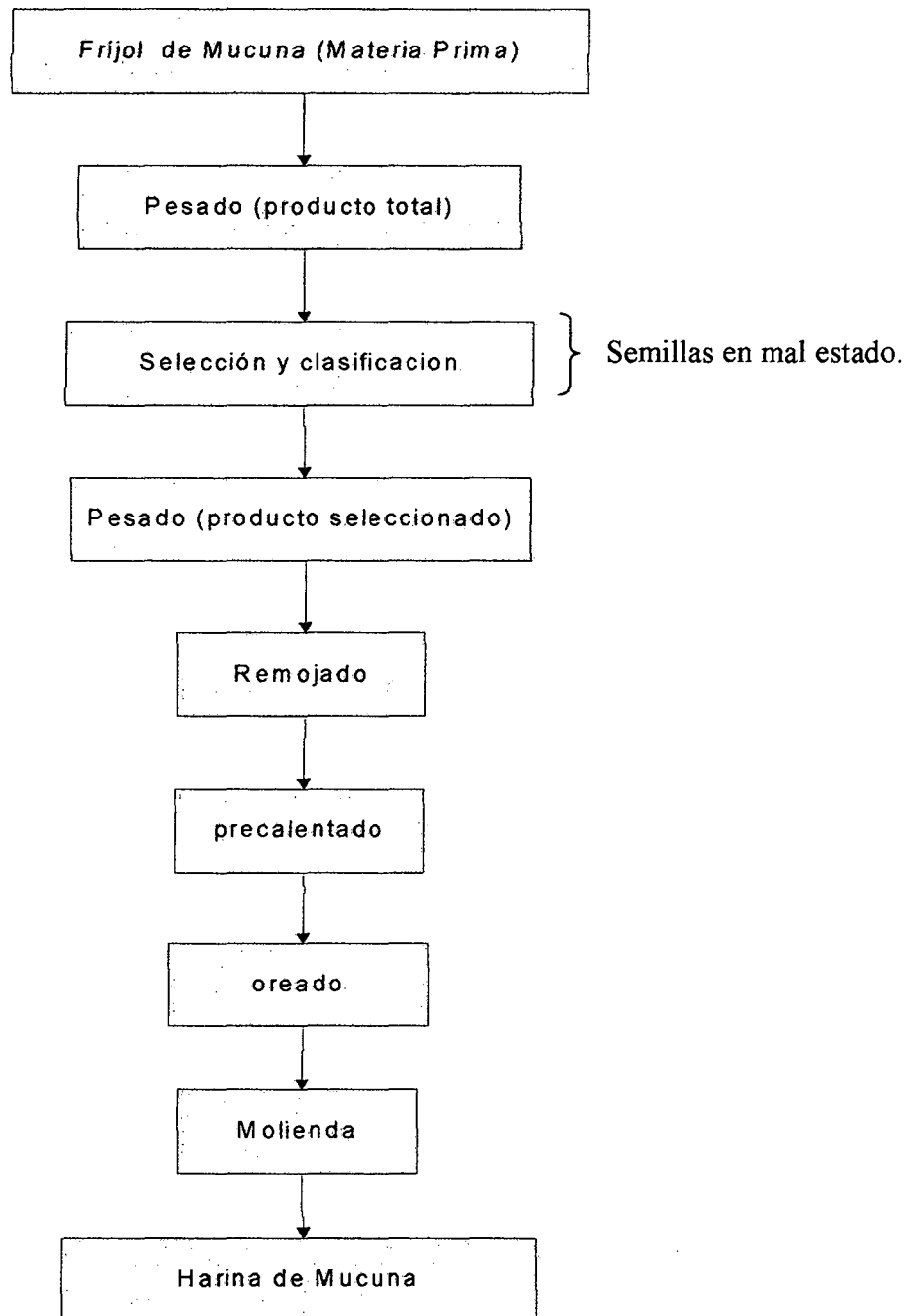
Torta: Al momento de prensar la semilla de castaña se obtuvo un afrecho conocido también como torta, siendo estas el resultado de la prensa y desecho prácticamente del proceso en sí.

Harina de torta: Una vez obtenido la torta de castaña se zarandea a fin de separar las partículas grandes de los pequeños, esto con la finalidad de que ambas pasen por la molienda, posteriormente se transfirió a la máquina de moler donde se le reduce a pequeñas partículas tanto las grandes y pequeñas, para finalmente obtener la harina de castaña listo para su integración a la dieta balanceadas.

3.4.3.2 OBTENCION DE LA HARINA DE MUCUNA

Para ello se elaboró un diagrama de flujo, determinando de esta manera las fases del proceso.

Diagrama N° 02: Flujograma de la Obtención de Harina de Mucuna.



Fuente: Elaboración Propia.

DESCRIPCION DEL FLUJOGRAMA DE HARINA DE MUCUNA

Pesado (Producto total): Primeramente se comenzó pesando la materia prima con cáscara y todo el contenido proveniente de la recolección, para determinar las mermas.

Selección y Clasificación: Una vez pesado, se seleccionó las semillas separándolos de la cáscara y se clasificó las mejores semillas para su posterior uso dentro del proceso.

Pesado (Producto Seleccionado): Nuevamente se peso al producto seleccionado para determinar la merma, siendo este frijol apto para el proceso, determinando así una pérdida de casi el 40 % que se va en cáscara y semillas malogradas.

Remojo: Se llevó a cabo en pozas especiales donde se colocó la semilla por 24 horas afín de que durante aproximadamente las 15 horas, logre suavizar la semilla aproximadamente, va eliminando el L-Dopa que sale de la semilla disminuyendo a medida que el tiempo de remojo aumenta, posiblemente por la interferencia de la gelatinización del almidón.

Precalentado: Después del remojo se comenzó a tostar la mucuna por 15 a 20 minutos, dependiendo del rozamiento a la calentura, esto se hizo aproximadamente a unos 66 °C, (esto no fue constante).

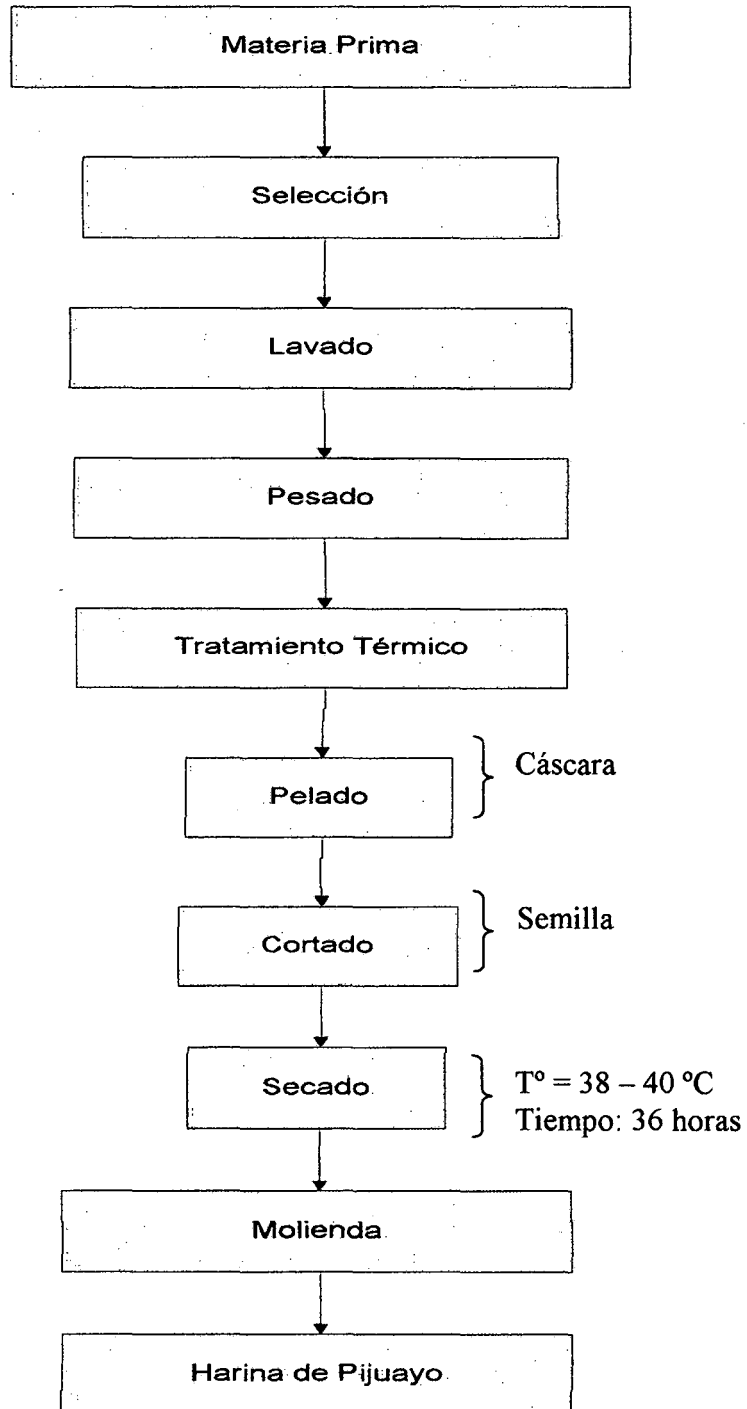
Oreado: Después de pasado el tiempo se escurrieron y se dejarón orear. Bajo sombra por aproximadamente unas 6 horas.

Molienda: El frijol de mucuna se molió en dos fases siendo la primera la de obtener granos más pequeños rompiendo así la estructura dura del cáscara. Posteriormente se utilizó una zaranda de malla fina, para la obtención final de harina de mucuna.

3.4.3.3 OBTENCION DE LA HARINA DE PIJUAYO

Para ello se elaboró un diagrama de flujo, determinando de esta manera las fases del proceso.

Diagrama N° 03: Flujograma de la Obtención de Harina de Pijuayo.



Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCION DEL FLUJOGRAMA DE HARINA DE PIJUAYO

Selección: Para la Obtención de la fruta de Pijuayo se tuvo que tener una rigurosa selección de los frutos más adecuados, tanto en su desarrollo fisiológico como de características organolépticas.

Lavado: Posteriormente se comenzó a lavar y limpiar de todo contaminante biológico, físico etc., que estuvieron con la fruta al momento de su recolección.

Pesado: Después se pesó el pijuayo a fin de determinar la cantidad a utilizar en el proceso, y realizar evaluación de pérdidas económicas de proceso.

Tratamiento Térmico: Se realizó un tratamiento térmico, poniendo a calentar la fruta por unos 30 a 40 minutos en agua a 100 °C, esto con la finalidad de inactivar los antinutrientes, y facilitar el pelado.

Pelado: Después se realizó el pelado que fue de forma manual con cuchillos de acero inoxidable y en forma vertical de arriba hacia abajo para facilitar su pelado,

Cortado: Después de haberlo pelado se procedió a cortar por la mitad para quitarle la semilla y trozarlo de forma equitativa, de más o menos 1 cm².

Secado: El secado fue de manera solar, por un lapso de 3 días, teniendo como 8 horas de secado y una temperatura constante de 38 – 40 °C, de forma diaria, a fin de tener un producto totalmente seco y libre de posibles bacterias y mohos propios de la zona.

Molienda: Como antepenúltimo proceso se realizó la molienda del producto con mallas de 0.5 mm. Utilizando un molino de martillos, donde se obtuvo una harina de muy buen sabor y características organolépticas, para el consumidor final.

Harina de Pijuayo: Finalmente se obtuvo la harina de Pijuayo con todas las características digno de poder consumirlo tanto para seres humanos y/o animales

3.4.4 FORMULACION DE DIETAS AL MINIMO COSTO.

Para ello se utilizó el método de programación lineal mediante el software ZOOTEK 3.0², posteriormente se implantó restricciones de harina de pescado y los demás insumos con el fin de nivelarlos Isoproteica e Isoenergicamente, siendo estas de 29% de PB (Proteína Bruta), y de 3100 Kcal, respectivamente, donde se incluyó castaña, pijuayo y mucuna. (Ver Tabla N° 08).

Tabla N° 08 Composición Porcentual de la Formulación de dietas para Paco *Piaractus brachypomus*

Ingredientes	Tratamientos			
	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Maíz	33.000	14.000	10.044	9.399
Polvillo de Arroz	7.000	7.000	5.000	5.000
Harina de castaña	0.000	30.000	33.000	33.000
Aceite de castaña	7.317	0.727	1.908	1.324
Harina de Pescado	13.000	13.000	0.000	0.000
Premix vit + Min	1.293	0.995	2.855	2.629
Sal	0.300	0.300	0.300	0.300
Harina de Soya	38.009	13.340	31.647	33.347
Harina de Mucuna	0.000	5.000	5.000	5.000
Harina de Pijuayo	0.000	15.000	9.500	10.000
DL-Metionina 99%	0.081	0.000	0.000	0.000
L-Lisina HCL 78%	0.000	0.583	0.746	0.000
	100.000	100.000	100.000	100.000
Materia seca	89.61	89.71	89.81	89.90
Energía digestible*	3.10	3.10	3.10	3.10
Proteína cruda*	29.00	29.00	29.00	29.00
Extracto etéreo	10.56	10.71	10.86	11.01
Fibra cruda	4.57	4.61	4.64	4.68
Calcio	1.00	1.00	1.00	1.00
Fósforo disponible	0.50	0.50	0.50	0.50
Relación E:P, Kcal g-1	10.80	10.80	10.80	10.80
PRECIO S/./Kg	2,30	1,68	1,48	1,23

Fuente: Elaboración Propia.

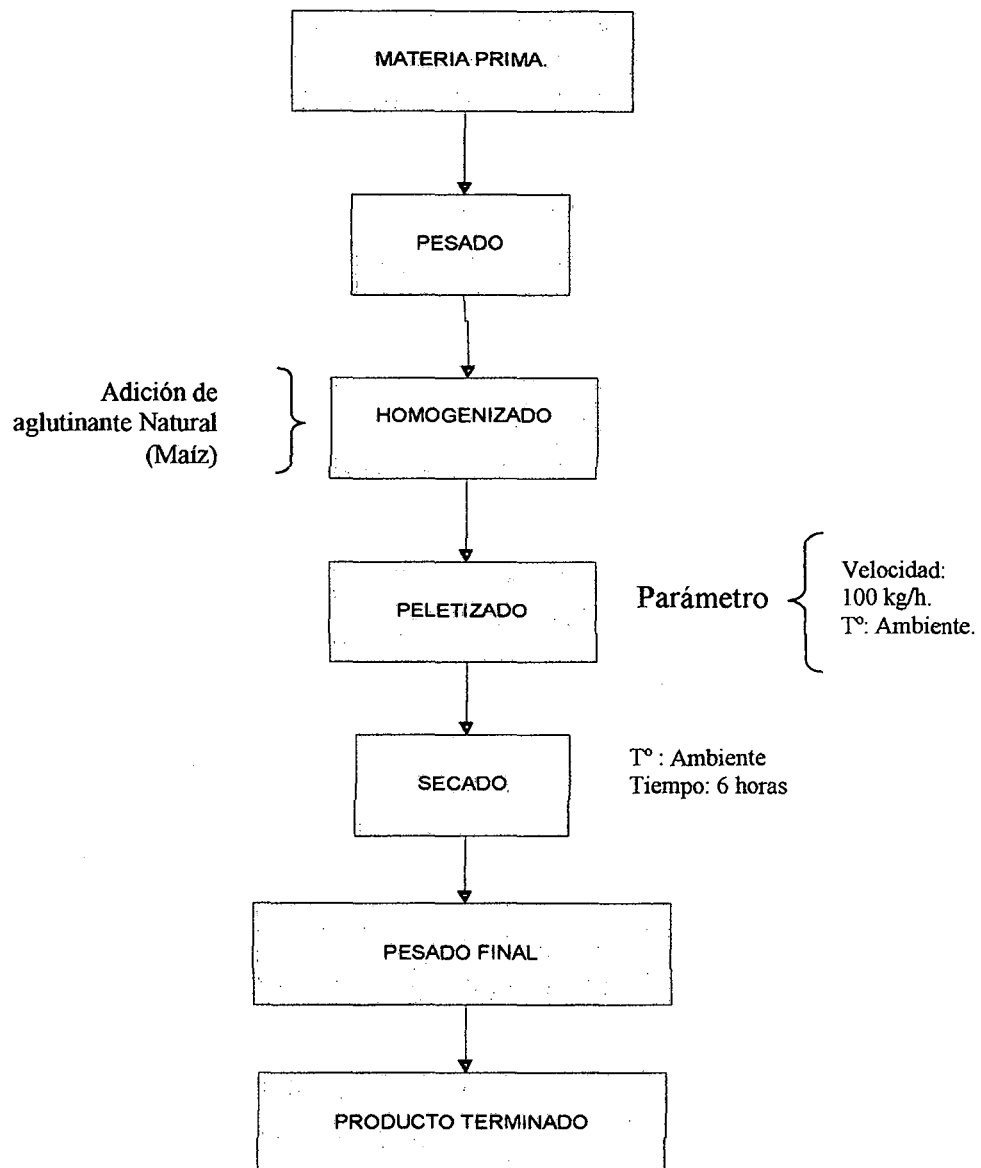
²Programa de regresión lineal aplicado a la formulación de dietas balanceadas de bajo costo (elaborado por Ing. Elmer Quispe Q.).

* Indica el uso Isoproteínico e Isoenergético, para todos los tratamientos puesto que para las etapas Juveniles es recomendable ese porcentaje de proteínas, en cuanto a los porcentajes de insumos las variaciones son mínimas debido a que la importancia que solo radica en la factibilidad económica de estas para su producción.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS

PELETIZADOS:

Diagrama N° 04: Flujograma de Elaboración de Alimentos Balanceados peletizados para Paco



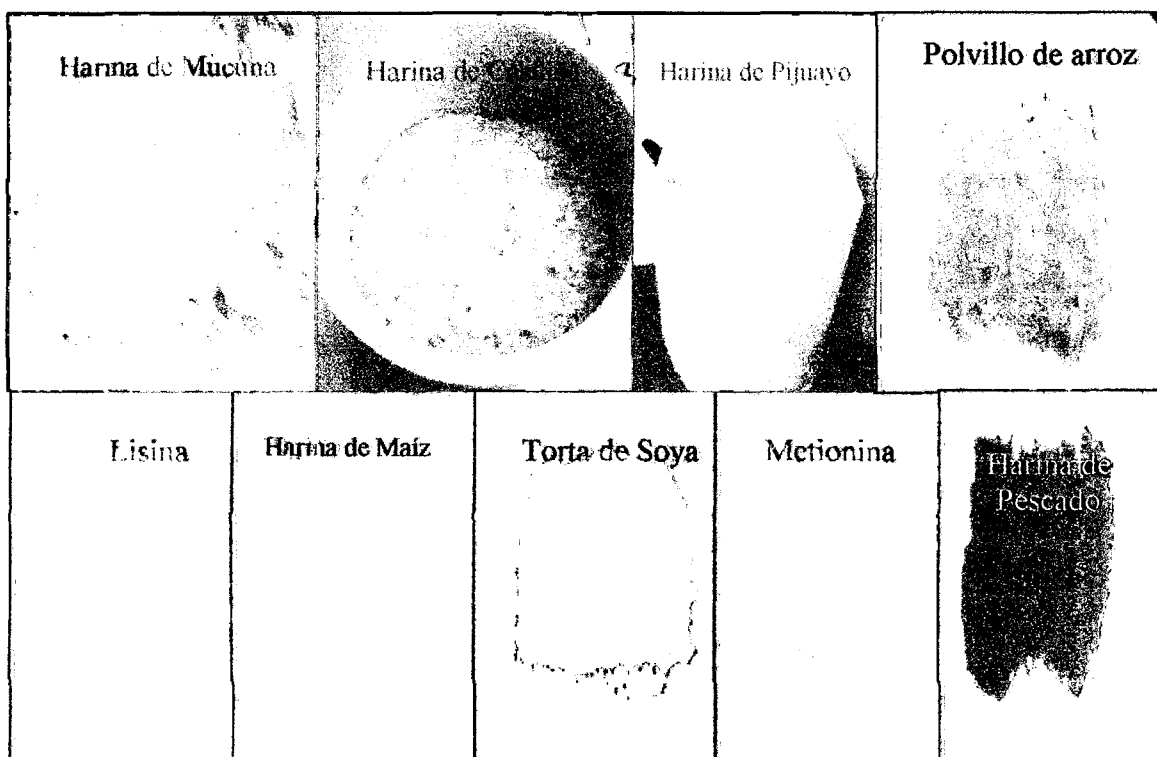
Fuente: Elaboración Propia

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION.

3.4.4.1 MATERIA PRIMA:

Una vez obtenido la materia prima, obviamente de la mejor calidad, en este caso, conteniendo los principales insumos a utilizar como es la mucuna, la castaña y el pijuayo, se procedió a la preparación conjuntamente con otros insumos de normal uso dentro de la elaboración de alimentos balanceados, tal es el caso del maíz, polvillo de arroz, harina de soya, harina de pescado, sal, aceite vegetal, premix vit + min, DL-metionina 99%, L-lisina HCL 78%, en los porcentajes ya reportados en Tabla anterior (Ver tabla N° 08).

Foto N° 10: Materia Prima para la elaboración de alimentos balanceados.



Fuente: Elaboración propia – Junio 2008

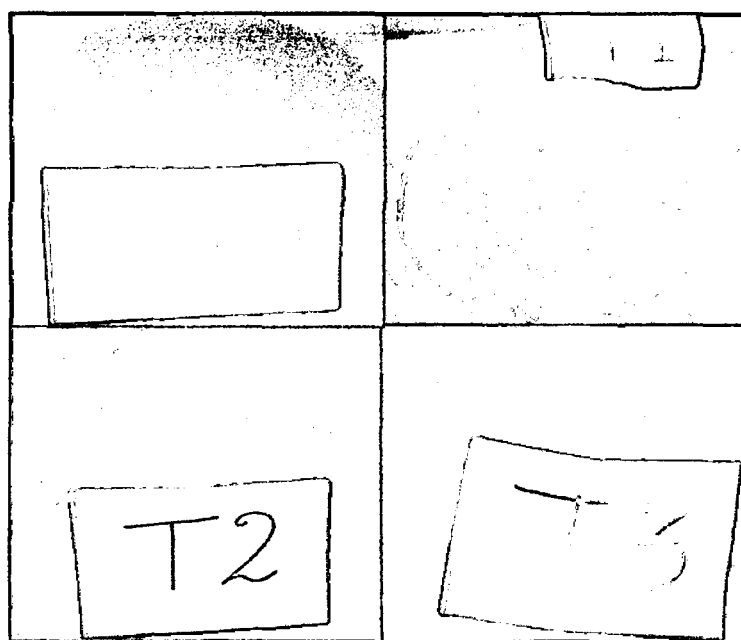
3.4.4.2 PESADO:

El proceso se inició con el pesaje de los diferentes ingredientes según fórmulas correspondientes a cada tratamiento, encontrándose estas de manera pulverizada para facilitar el trabajo de peletizado.

3.4.4.3 HOMOGENIZADO:

Se efectuó una primera mezcla homogenizando la premezcla, minerales y sal con una porción de harina de soya y maíz. Seguidamente se añadió el aceite homogéneamente.

Foto N° 11: Homogenizado de los insumos

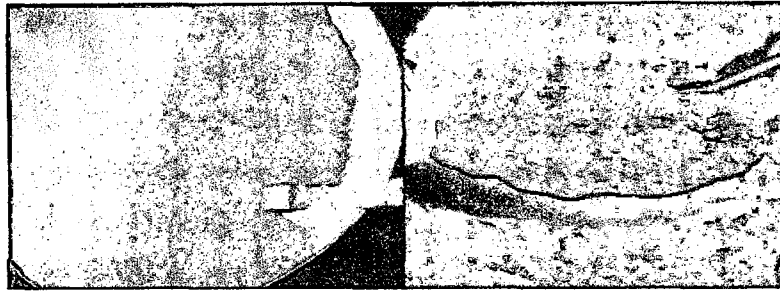


Fuente: Elaboración propia – Junio 2008

3.4.4.3.1 AGLUTINANTE:

Se utilizó como aglutinante natural aproximadamente 30% de la harina de maíz y esto fue sometida a un precocido en 15-20% de agua respecto al peso total e incorporada a la mezcla.

Foto N° 12: Preparación de aglutinante natural (maíz)

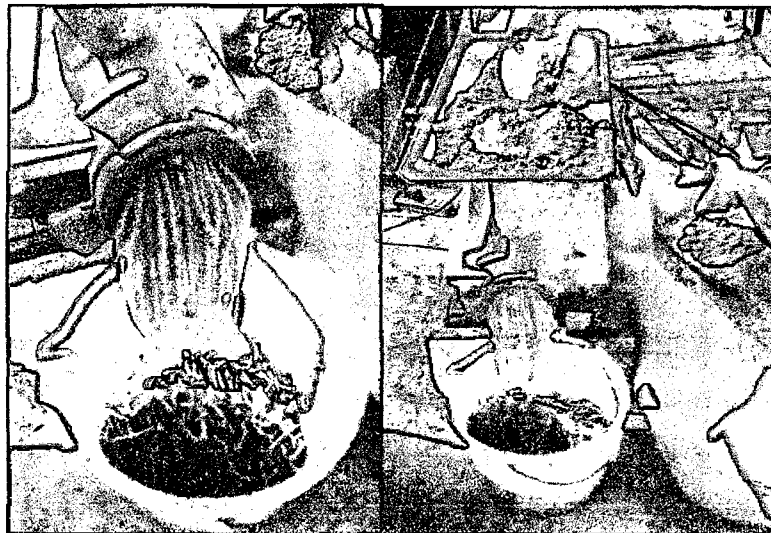


Fuente: Elaboración propia – Junio 2008

3.4.4.4 PELETIZADO:

Una vez realizado el proceso de homogenización de todos los ingredientes, se efectuó el peletizado en un molino de carne, adaptado para dicho fin, con granulometría variable de acuerdo con el tamaño de los peces, (inicio, crecimiento, engorde.) basado en las recomendaciones de (*Fracalossi, 2002*), para esta especie.

Foto N° 13: Proceso de peletizado.



Fuente: Elaboración propia – Junio 2008

3.4.4.5 SECADO:

El alimento así obtenido fue secado al sol, por aproximadamente 6 horas, luego bajo sombra y posteriormente almacenado en bolsas de papel de 10 kg de capacidad, para así evitar posibles deterioros microbacteriales.

Foto N° 14: Secado del producto Final



Fuente: Elaboración propia – Junio 2008

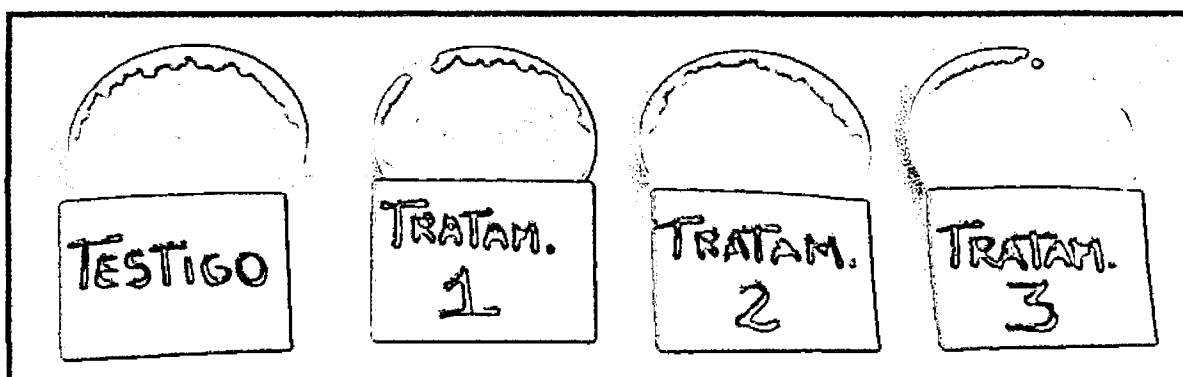
3.4.4.6 PESADO FINAL:

Finalmente se procedió al pesado para determinar el porcentaje de humedad y la cantidad total de alimentos a suministrar en la alimentación de los peces.

3.4.4.7 PRODUCTO TERMINADO:

Por último se obtuvo el producto final (Ver Foto N° 15). Lo descrito se repitió en función al requerimiento alimenticio de los peces.

Foto N° 15: Producto peletizados en su fase de presentación para la alimentación de Juveniles de Paco (*Piaractus brachypomus*).



Fuente: Elaboración propia – Junio 2008

3.4.5 MANEJO DE LAS PISCINAS DE AGUA Y CRIANZA:

Para el manejo del estanque lo primero fue determinar de dónde se suministraría el agua, siendo esta desde una quebrada mediante bombeo en forma periódica, para reponer pérdidas hídricas por evaporación y filtración,

manteniendo un nivel constante de agua en el estanque, así como la renovación de una parte del mismo cuando fue necesario.

En cuanto a la alimentación esto fue ofrecido dos veces al día (7:00 a.m. y 16:00 horas), manteniendo siempre en un solo lugar de alimentación y repartido al voleo, con un llamado característicos para los peces en un mismo lugar para cada tratamiento y al voleo, tratando de cubrir un área que reduzca la competencia por su captura, además de minimizar la pérdida del alimento ofrecido.

Se efectuaron muestreos del 25% de peces por tratamiento cada 15 días, en ayunas y a la misma hora (7:00 a.m.), excepto variaciones por efectos climáticos, que permitió ajustara a la tasa de alimentación, siendo del 2% en un inicio, reduciéndose gradualmente hasta 1,5% de la biomasa, de acuerdo a la tabla N° 09.

El alimento ofrecido fue similar en cantidad para todos los tratamientos, de acuerdo a un promedio total del peso vivo.

Tabla N° 09: Tasa de alimentación para Paco

Rango de Peso (g)	Tasa (%)
Entre 5 – 50	10 – 5 %
Entre 60 – 210	4 – 3 %
Entre 220 – 400	2 %
Entre 400 - 1000	1,5 %

Fuente: IIAP 2008

Una vez empezado la alimentación se procedió a pescar los peces con una malla bolichera o anchovetera, mediante el uso del carcal (ver Anexo N° 15(e).), fueron elegidos aleatoriamente 5 grupos de 10 peces por cada grupo, evaluando de esta manera a todos en el mismo estanque, ahí se realizó el pesado y medición de

tamaños, efectuándose un total de 7 evaluaciones por tratamiento. Los muestreos sirvieron también para evaluar el estado de salud de los peces.

Foto N° 16: Evaluando los parámetros productivos a los peces



Fuente: Elaboración propia – Agosto 2008

3.4.6 Parámetros físico – químicos.

El monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua de los estanques se realizaron a través de mediciones diarias de pH y oxígeno disuelto, mientras que la temperatura del agua fueron dos veces al día (mañana y tarde), y los tenores de transparencia, se realizaron cada 15 días. (Ver Anexo N° 08).

TABLA N° 10: Parámetros físicos y químicos evaluados

VARIABLE	MÉTODO	UNIDAD
PARÁMETROS FÍSICOS		
Temperatura agua.	Multiparametros	°C
Temperatura ambiente.	PHmetro.	
Transparencia.	Disco Secchi.	Cm
PARÁMETROS QUÍMICOS		
Oxígeno Disuelto.	Oxímetro YSI 51	Ppm
pH.	Multiparametros PHmetro.	Unidades de pH.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.7 VARIABLES DE RESPUESTA:

3.4.7.1 GANANCIA DE PESO APARENTE:

Los peces estudiados fueron sembrados en estado Juvenil por lo tanto ya tenían pesos iniciales, estos fueron determinados mediante un muestreo que a su vez midió individualmente el Peso vivo (g) para el análisis de datos, que representó el 25% del total de peces por tratamiento. Cuando se efectuó la pesca, se eligió cada individuo al azar mediante un carcal y luego de la medición de peso mediante una balanza tipo reloj, cada ejemplar se dejaba posteriormente en libertad, no habiendo probabilidad de ser elegido nuevamente. Para ello se utilizó las normas de lectura, que indican registrar el peso entero, margen de 0,1 gr. tanto a la izquierda o derecha, y de esa manera no existió posibilidades de cometer error en la lectura.

Su determinación está dada mediante la siguiente fórmula:

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

3.4.7.2 GANANCIA DE PESO DIARIO:

Esto se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$Gpd = \frac{\text{Peso ganado}}{\text{N}^\circ \text{ días}}$$

3.4.7.3 LONGITUD TOTAL:

La longitud total se realizó mediante la utilización del Ictiometro, la cual estaba calibrada a medidas milimetradas, siendo colocado el pescado de manera horizontal y midiendo desde la boca hasta la aleta caudal y se tomo como medida referencial la unidad inferior más cercana (0,5 cm).

3.4.7.4 SOBREVIVENCIA.

La sobrevivencia expresa la relación entre el número de individuos que llegaron vivos al final del período, experimental y el número total de individuos sembrados al inicio del experimento y se halla mediante la siguiente fórmula:

$$S(\%) = \frac{\text{Número de peces cosechados}}{\text{Número de peces sembrados}} \times 100$$

3.4.7.5 CONVERSION ALIMENTICIA APARENTE:

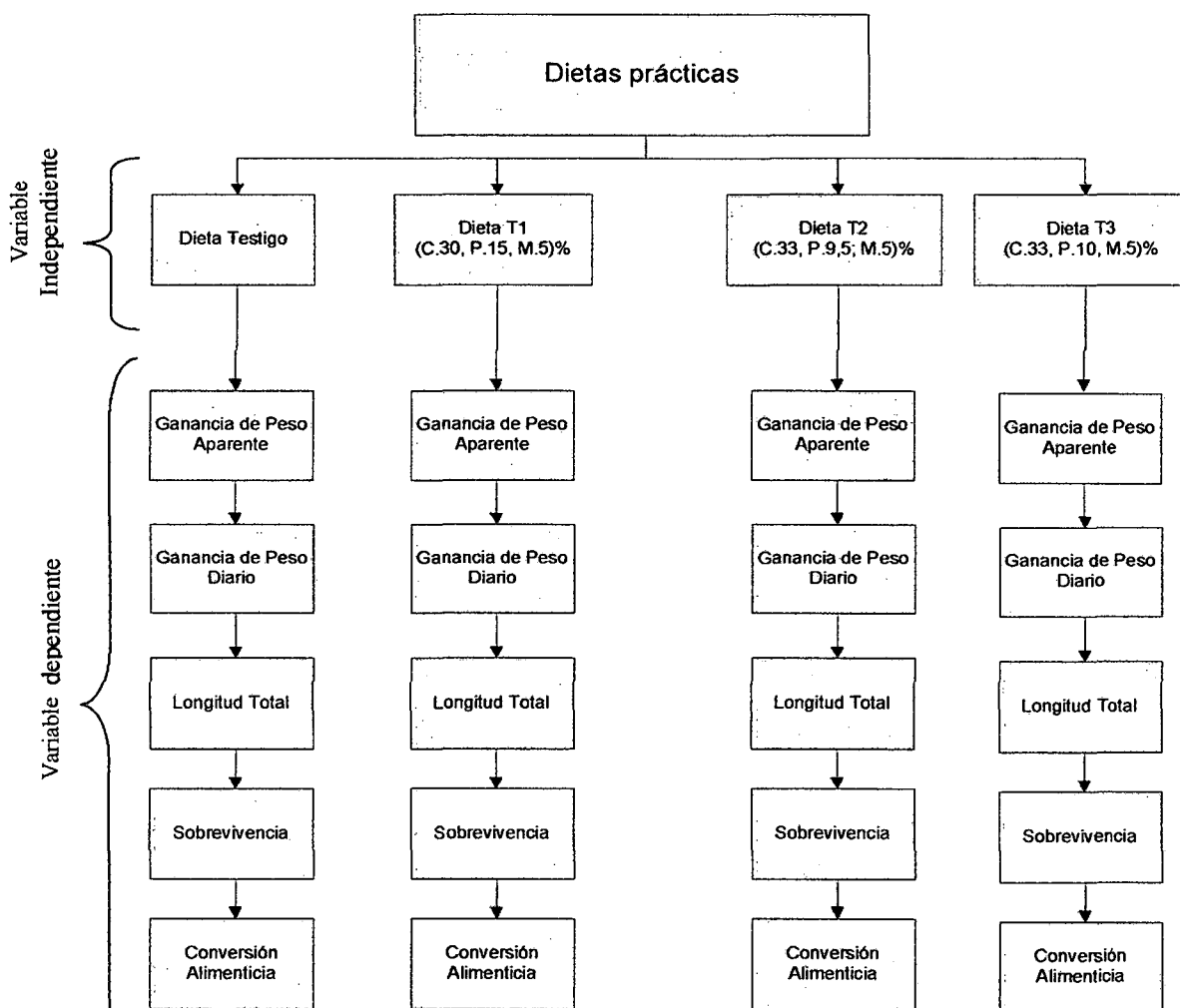
La conversión alimenticia sirve para determinar el grado de efectividad de los alimentos; expresa la cantidad de alimento que se está convirtiendo en peso vivo del pez. Es la relación entre el alimento seco ofrecido y el peso húmedo ganado, y se calcula según (Tresierra y Culquichicón, 1993):

$$C.A.A = \frac{\text{Cantidad de Alimento Ofrecido}}{\text{Biomasa Ganada}}$$

3.4.8 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Para el diseño experimental se adoptó un DCA, (Diseño completamente al azar), asignando las unidades experimentales a los 4 tratamientos (Testigo, T1, T2 y T3) aleatoriamente, con la única restricción del número de unidades experimentales que se tomaron en cada tratamiento, los mismos que correspondieron a 200 peces (Steel y Torrie, 1988). Siendo la variable independiente las dietas prácticas, y las variables dependientes fue, la ganancia de peso aparente, la ganancia de peso diario, la longitud total, sobrevivencia y la conversión alimenticia tal como podemos apreciar en el siguiente Diagrama.

Diagrama N° 05: Plan de experimentación



Fuente: Elaboración propia

Análisis Realizado:

Análisis Proximal de los insumos a utilizar como experimentación, castaña, pijuayo, mucuna, tales como:

- Humedad
- Carbohidratos
- Proteínas
- Grasa
- Fibras
- Kcalorías
- Ceniza
- Materia Seca

3.4.9 ANALISIS ESTADISTICO:

Dentro del análisis estadístico se efectuó la prueba de homogeneidad de varianzas con la finalidad de determinar la transformación de datos no-paramétricos. Los resultados de los datos obtenidos, como el Peso vivo, Ganancia de peso diario, Longitud total y Conversión alimenticia, fueron sometidos al ANOVA, y las medias comparadas por la Prueba de Tukey, si en caso el análisis de varianza indicara la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, usando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ de acuerdo con (*Banzatto & Kronka, 1989*). Para así poder determinar e identificar el efecto de las dietas experimentales, considerándose 50 repeticiones por tratamiento, producto del muestreo de un total de 200 unidades experimentales en cada tratamiento, constituyendo el 25% del total de peces. El análisis de los datos fue realizado con el paquete estadístico SPSS³.

³ SPSS Statistical Package for Social Sciences, USA.

El modelo aditivo lineal del ANOVA empleado es (Ibáñez, 2000):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación en la j-ésima unidad experimental, sujeto al i-ésimo tratamiento.

μ = Media general de las observaciones.

T_i = Efecto de los porcentajes de inclusiones de harina aplicados a la dieta, castaña (30, 33, 33), pijuayo (15, 9,5, 10), mucuna (5, 5, 5).
donde: $i = 33, 15, 5, \dots n$.

ξ_{ij} = Error aleatorio.

3.4.10 ANALISIS ECONOMICO:

Para ello utilizaremos el análisis de presupuestos parciales que a su vez según (Douglas H., 1982), lo conceptualiza como el método mediante la cual proporcionaremos información útil para tomar decisiones en los procesos de investigación, extensiva y adopción, pero las decisiones deben estar basadas también en un buen conocimiento de la tecnología en los sistemas de producción. El análisis de Presupuesto Parcial puede ser empleado para comparar el impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la actividad piscícola, a su vez permitirá ayudar al piscicultor a reducir costos y aumentar retornos, y finalmente puede ayudar al piscicultor a mejorar su proceso en la toma de decisiones, esto es bastante empleado comúnmente en proyectos de desarrollo agropecuarios.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 GANANCIA DE PESO APARENTE

Dentro de los resultados que se presentan en tabla N° 11, indican las variaciones entre tratamientos respecto al peso vivo al final de la experimentación. Como se puede observar el mayor crecimiento en peso se registró en el tratamiento N° 01, con un peso vivo promedio de $685,4 \pm 106,37$ g y el menor fue en el Testigo con un peso de $582,80 \pm 106,10$ g. considerándose a los tratamientos N° 02, 03 y 04 sin mucha diferencia significativa. Dentro de los resultados de los valores podemos mencionar que los valores mínimos correspondieron al testigo y al tratamiento N° 03 con 390,00 g, y 410,00 g. respectivamente, mientras que los máximos estuvieron en los tratamientos N° 01 y 02 con 850,00 g. para ambos.

La inclusión porcentual de harinas de castaña, pijuayo y mucuna en las dietas experimentales tuvo un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el peso vivo final.

Tabla N° 11: Peso vivo (g) por tratamientos y total en Paco alimentados durante 100 días con dietas de inclusión de castaña, pijuayo y mucuna

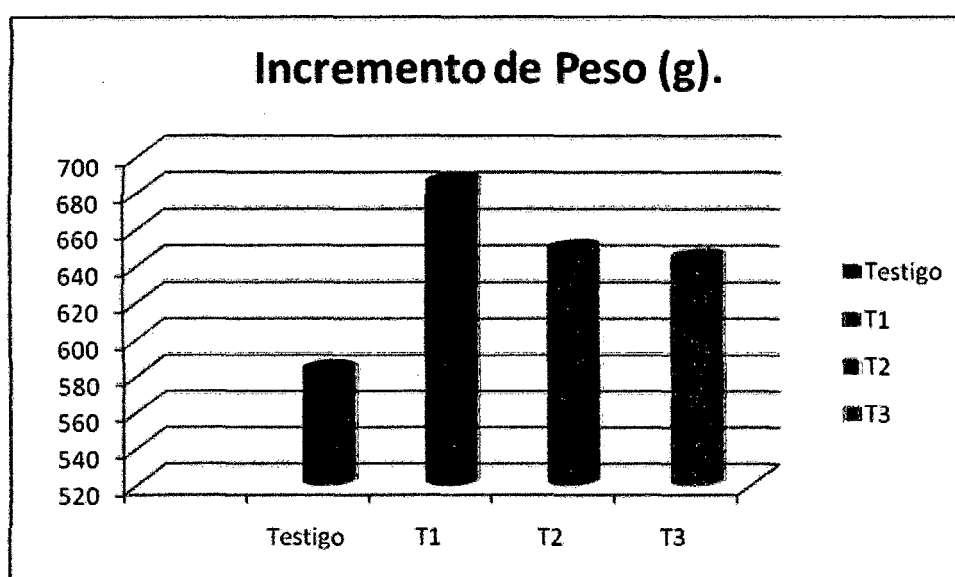
	TRATAMIENTOS				
	TESTIGO	T1	T2	T3	Total
Promedio	582,80	685,40	648,80	644,00	640,25
N	50	50	50	50	50
SD	106,10	106,37	105,53	98,06	109,69
Mínimo	390,00	420,00	400,00	410,00	390,00
Máximo	830,00	850,00	850,00	820,00	850,00

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al Gráfico N° 01, muestra los valores observados y un gráfico de barras ajustados a cada tratamiento y el incremento de peso (g). Esto nos permite

afirmar que la combinación de proteína vegetal y proteína animal puede fortalecer la nutrición de los peces de tal manera que esto sea respaldado por el incremento de peso, en poco tiempo. (ver tabla N° 08)

Gráfico N° 01: Ganancia de Peso vivo final (g) de juveniles de Paco *Piaractus brachypomus* con relación al testigo y los tratamientos con dietas de inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; mucuna, *Mucuna pruriens* y pijuayo, *Bactris gasipaes*



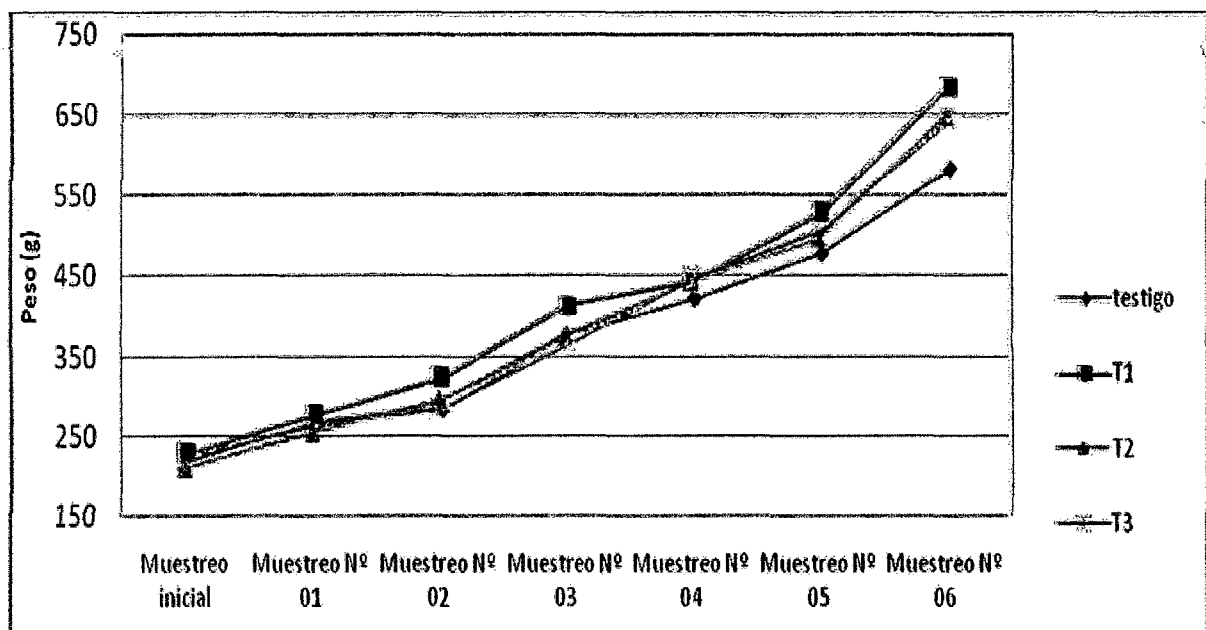
Fuente: Elaboración propia.

Referente a la utilización de peces con pesos iniciales de un promedio aproximado de 221 g. existen diversos estudios y experimentos de Juveniles de la especie Paco con la cual se estaría corroborando al experimento, de acuerdo a lo establecido por (Rebaza et al 2002), quienes mencionan que el peso inicial más lucrativo para el piscicultor, puede ser a partir de entre 30 a 50 g, indicando que con peces de pesos menores puede ocurrir considerables mortalidades. En cuestión al porcentaje proteínico brindado según (Saldaña & López 1998), el Paco necesita tenores proteicos entre 25 a 31%, para Juveniles de Paco, dependiendo de la calidad de proteína y de las condiciones en que se realiza el cultivo. Esto nos indica claramente

que hemos estado dentro de los parámetros proteínicos necesarios para el Paco, a su vez lo que se hizo más que nada es tratar de incrementar el tamaño y el peso en el menor tiempo posible.

Por otro lado en el gráfico N° 02 podemos apreciar la evolución que mantuvo en las 6 evaluaciones muestrales determinando fluctuaciones de bajada y subida por efecto de la temperaturas bajas y por la baja metabolización en los peces durante ese tiempo.

Gráfico N° 02. Curva de crecimiento en peso (g) en el cultivo de juveniles de paco, *Piaractus brachypomus*, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; *pijuayo*, *Bactris gasipaes* y *mucuna*, *Mucuna pruriens*.



Fuente: Elaboración propia.

(Lovshin et al. 1974), manifiestan que cultivaron ejemplares de *Piaractus brachypomus* a una densidad de carga de 2632 peces/ha y los alimentaron con una ración de 29% de PB, obteniendo al cabo de casi 12 meses de cultivo, peces con peso promedio de 992 g. Aun así solo nos queda resaltar que por el tiempo de crianza se

obtuvo mayores incrementos de peso, siendo el presente experimento de 100 días, y aun así descontando el tiempo de siembra aun tenemos mejores resultados, Y podemos afirmar que el peso final obtenido es bastante positivo puesto que en 100 días de experimentación se logro más que los otros estudios ya reportados, la ganancia de peso aparente concuerda con otros estudios de investigación realizadas a la fecha, incluido también con la gamitana, tal como reporta, (*Padilla et al. 2000*), que sustituyendo la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en 120 días de cultivo, usando juveniles de gamitana, obtuvieron pesos finales de 466 a 570 g, pero es necesario resaltar que el peso promedio inicial fue de 198 g, es decir peces claramente de mayor edad que los peces del presente estudio.

También comparándolo con una especie similar como es la Gamitana, y alimentado también con insumos regionales podemos afirmar que el crecimiento en peso obtenido fue bastante superior al registrado por (*Mori 1993*) quien obtuvo pesos finales entre 58.4 y 64.3 g en 112 días de cultivo de gamitana en un experimento sustituyendo la harina de maíz por harina de pijuayo (*Bactris gasipaes*) con dietas que contenían ligeramente un menor tenor protéinico (26 y 28%) que nuestras dietas.

4.2 GANANCIA DE PESO DIARIO

Las mayores Ganancias de peso diario se obtuvieron en las dietas que fueron sometidas a efectos de los tratamientos N° 01 Y 02 con valores de $5,86 \pm 1,36$ y $5,63 \pm 1,35$ g, de manera respectiva. El menor valor observado para esta variable está representado por el Testigo ($4,57 \pm 1,36$ g), donde no fue incluida ningún tipo del componente del experimento (castaña, pijuayo y mucuna), Asimismo, el Testigo obtuvo los mínimos valores tal como es 2,09 y los valores máximos estuvieron en el tratamiento N° 02 siendo esta 8,21; respecto al promedio total en Ganancia de peso diario, se obtiene un promedio de $5,38 \pm$

1,41 g con valores mínimo y máximo de 2,09 y 8,21 g de manera respectiva (tabla 12).

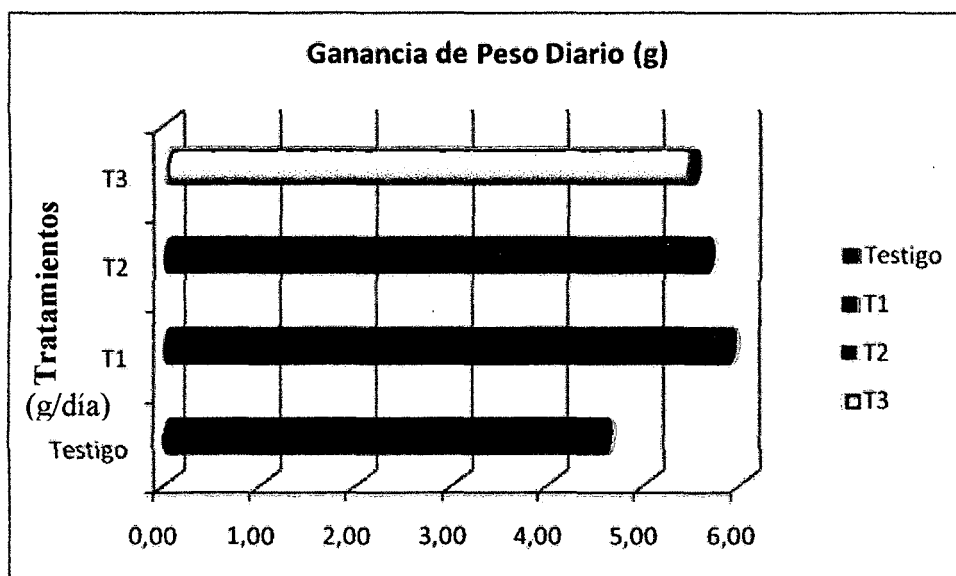
Tabla N° 12. Ganancia de peso diario (g) por tratamientos de Paco alimentados durante 100 días con dietas de inclusión de castaña, pijuayo y mucuna.

	TRATAMIENTOS				
	TESTIGO	T1	T2	T3	Total
Promedio	4,57	5,86	5,63	5,45	5,38
N	50	50	50	50	50
SD	1,36	1,36	1,35	1,26	1,41
Mínimo	2,09	2,46	2,44	2,45	2,09
Máximo	7,74	7,97	8,21	7,71	8,21

Fuente: Elaboración propia

Los valores medios determinados para la ganancia de peso diario no mostraron diferencias significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre los tratamientos. A través del siguiente gráfico N° 02 podemos apreciar como fue el comportamiento final de ganancia de peso diario.

Gráfico N° 03: Ganancia de Peso diario (g) de juveniles de Paco *Piaractus brachypomus* con relación al testigo y los tratamientos con dietas de inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; mucuna, *Mucuna pruriens* y pijuayo, *Bactris gasipaes*.



Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados confirmamos que el valor proteínico de origen vegetal como es la castaña, fue fundamental, debido al contenido de grasa y proteína, conjuntamente con las calorías importantísimas aportadas por el pijuayo y la mucuna, esta se reflejó más en el tratamiento N° 01, donde existe una inclusión de proteína de origen animal representado por la harina de pescado y proteína de origen animal, pero también hay que tener en cuenta al tratamiento N° 02 y 03 que no tuvieron ninguna inclusión de harina de origen animal, pero sin embargo dejaron muy por debajo al testigo. Existen muy poca referencia acerca de trabajos realizados en Juveniles de Paco, siendo la más aproximada la de (Deza et al. 2002), donde se evaluarón densidades de siembra en Paco (*Piaractus brachypomus*) y esta reveló una ganancia de peso diaria de 1.62 y 1.54 al igual que (Padilla, 2000) quien reportó ganancia de peso diario de 1.1 y 1.8 cuando evaluando dos dietas para el estudio proteico y energético para alimento balanceado para gamitana. En otras evaluaciones, reporta ganancia de peso de 4.61, 4.68 y 4.73 en su estudio de características nutricionales de gamitana alimentada con dietas ricas de colesterol. Pero ni aun así lograron obtener resultados similares a esta investigación.

Existen otros estudios realizados a especies hermanas del Paco, donde la Ganancia de peso diario es notablemente inferior a la obtenida. (Chu-Koo et al., 2005) reportó ganancias de peso diarios de 2.57, 2.59 y 2.88 g/día para gamitana cultivada durante 45 días en un sistema de recirculación y alimentada con raciones incluyendo 30% de harina de yuca, plátano y pijuayo y con contenido proteico cercano a 27%.

(Ituassú, D. R, 2002), alimentando alevinos de *Colossoma macropomum* con raciones conteniendo 27.5% de PB observó ganancias de peso de 0.8 a 0.9 g/día, y con una dieta que contiene 42,1% de proteína bruta obtuvo ganancias de peso de 1.3 g/día y un índice de conversión alimenticia de 1.5. De igual modo, datos inferiores se

registraron en el trabajo de (Mori, 1993), quien obtuvo ganancia de peso diario entre 0.26 y 0.23 g/día con la misma especie en 112 días de cultivo.

Existen otros estudios donde se obtuvieron mejores ganancias de peso diarios, como el reportado por (Padilla et al., 2000), quienes obtuvieron ganancias en peso diario de 2.24 a 2.65 g/día en la misma especie. Esta diferencia se puede deber al mayor tenor proteico utilizado por estos autores (28% PB).

4.3 LONGITUD TOTAL

En cuanto a la longitud podemos afirmar que no siempre el tamaño obtenido va ser reflejo del peso, sin embargo cabe resaltar que esto es muy importante si que quiere hablar de una actividad piscícola lucrativa. El experimento inicio como ya se dijo anteriormente con peces juveniles y estos tuvieron un promedio de 19,8 cm, donde el tratamiento N° 01 presento un crecimiento en Longitud total de $32,68 \pm 2,33$ cm, seguido de los tratamientos N° 03, testigo y N° 02 siendo este último el que menor valor en Longitud presenta con $31,88 \pm 1,04$ cm. Sin embargo estadísticamente no hubo diferencias significativas ($P < 0,05$), Asimismo el máximo valor fue de 29 cm.

Tabla N° 13: Longitud total (cm.) por tratamientos de Paco alimentados durante 100 días con dietas de inclusión de castaña, pijuayo y mucuna.

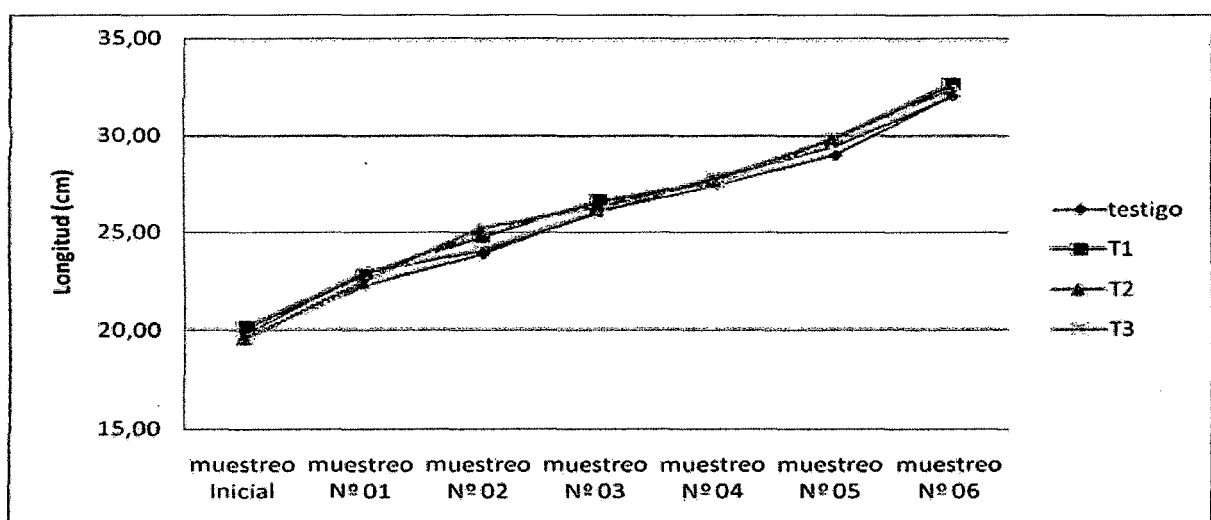
	TRATAMIENTOS				
	TESTIGO	T1	T2	T3	Total
Promedio	32,08	32,68	31,88	32,54	32,30
N	50	50	50	50	50
SD	1,65	2,33	2,04	2,21	2,08
Mínimo	29	29	29	29	29
Máximo	37	39	38	38	39

Fuente: Elaboración propia

Dada las circunstancias de trabajo, y condiciones físico químicas del agua, establecieron que el mejor crecimiento estuvo dado para el tratamiento N° 01, mientras que el tratamiento N° 03 quedo en segundo lugar, esto se debió principalmente a que los requerimientos nutricionales no siempre van a reflejarse en el peso, sino que también es posible la existencia de captación exagerada de alimento con contenido graso, capaz de incrementar el peso mas no el tamaño, y eso lo podemos apreciar claramente en la tabla anterior (ver tabla N° 13).

En el gráfico N° 04 podemos apreciar la línea de la longitud total dado por tratamiento, la cual no hubo problemas en cuanto a enanismo, ni efectos de alguna enfermedad, manteniéndose en total normalidad y los resultados de experiencias preliminares indican lo mismo, (*Chu-Koo & Chen, 2006*); (*Rebaza et al., 2006*); (*Padilla Et Al, 2002*), quienes muestran valores similares a los obtenidos en sus estudios coincidiendo con el presente estudio.

Gráfico N° 04: Curva de crecimiento en longitud (cm) en el cultivo de juveniles de paco, *Piaractus brachypomus*, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; pijuayo, *Bactris gasipaes* y mucuna, *Mucuna pruriens*.



Fuente: Elaboración propia

Las variaciones respecto al presente estudio, pueden responder a la densidad empleada en la crianza, así como a las características nutricionales de las raciones experimentales.

4.4 SOBREVIVENCIA

La mortalidad en el cultivo de peces es un problema que afecta en la parte económica al final del cultivo, es por ello que en condiciones normales y sistemas de cultivo intensivos y semi intensivos se debe tener el manejo adecuado y normalmente la sobrevivencia debe ser mayor al 90% siendo muy pocos los estudios inferiores a este; no es la excepción al presente estudio ya que muestra un porcentaje sobrevivencia es del 100%, el éxito se debió más que todo a que el experimento se hizo con peces juveniles, similares promedios lo obtuvo (*Rebaza Et Al 2002*), cuando evaluando la influencia en tres densidades de siembra con paco; así como, (*Acuña y Guevara, 2002*), en la evaluación de dos dietas comerciales criando el híbrido *Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*.

Valores superiores fueron reportados por (*Chagas y Val 2003*) que obtuvieron porcentajes del 100% estudiando el efecto de la vitamina C en la ganancia de peso para la gamitana; por lo cual los resultados se ajustan a la realidad.

4.5 CONVERSION ALIMENTICIA

La tasa de conversión alimenticia o ICAA nos indica cuanto alimento se ha suministrado para cada unidad de peso ganado (*Vásquez T., 2002*); por cuanto mayor sea el valor menor será la eficiencia del alimento (*Ituassu, 2002*) y esta está relacionado con la calidad del alimento (*Kubitza Et Al, 1999*). Los valores de conversión alimenticia obtenidos en el presente estudio variaron de $1,10 \pm 0,39$ a $1,44 \pm 0,48$ para los tratamientos N° 01 y el testigo respectivamente (tabla 14). El menor índice de Conversión alimenticia se reporta bajo efectos del tratamiento N°

01 con un valor de $1,10 \pm 0,39$. Los tratamientos N° 02 y 03, presentan $1,14 \pm 0,36$ y $1,18 \pm 0,36$, respectivamente. El valor máximo para esta variable corresponde al testigo 2,86 mientras que el menor valor es para el tratamiento N° 02 con 0,73.

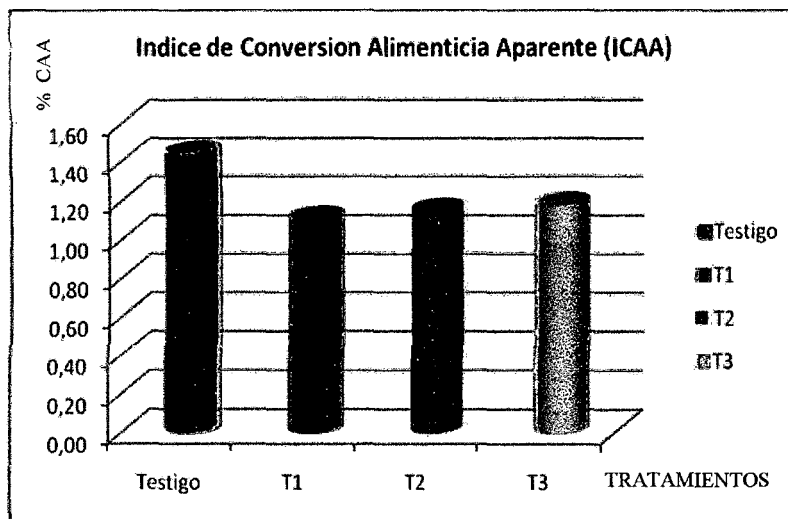
Tabla N° 14: Índice de Conversión Alimenticia (ICCA). Obtenida en juveniles de paco, *Piaractus brachypomus*, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; pijuayo, *Bactris gasipaes* y mucuna *Mucuna pruriens*.

	TRATAMIENTOS				
	TESTIGO	T1	T2	T3	Total
Promedio	1,44	1,10	1,14	1,18	1,22
N	50	50	50	50	50
SD	0,48	0,39	0,36	0,36	0,42
Mínimo	0,77	0,75	0,73	0,78	0,73
Máximo	2,86	2,44	2,46	2,44	2,86

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo muy buena conversión y esto se debió a la asimilación casi total de los nutrientes alimenticios, por parte de los peces, Los datos obtenidos en el presente estudio coinciden con (Ayllon & Payahua, 2003), en cultivo de *Piaractus brachypomus*, en raciones con 23.9 a 26.8% de proteína bruta, y pueden ser considerados satisfactorios para el cultivo de estas especies, tomando el criterio de (Huet, 1983), quien indica que tasas de conversión entre 1.0 a 2.5 son buenas para alimentos concentrados y peletizados y de (Darmont & Salaya, 1984), que sostienen que las tasas de conversión promedio para gamitana entre 2.8 y 3.6 son regulares.

Gráfico N° 06: Índice de Conversión Alimenticia (ICA), obtenidos en juveniles de Paco *Piaractus brachipomus* con relación al testigo y los tratamientos con dietas de inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; mucuna, *Mucuna pruriens* y pijuayo, *Bactris gasipaes*..



Fuente: Elaboración propia.

(Rebaza et al., 2002), registraron índices de conversión excelentes (de 1.2 a 1.5) en fase de alevinaje de paco con dietas peletizadas al 30% de proteína bruta a tres densidades (10, 15 y 20 ind/m²) durante 30 días de cultivo, al igual que Deza et al. (2002), registraron TCA de 1.09 a 1.33 en alevinos de paco cultivados durante 240 días en tres densidades de siembra (5000, 10000 y 15000 peces/Ha), quienes fueron casi similares al presente estudio.

(Kubitza et al, 1999), describen que la influencia de altos tenores de algunos parámetros físico químicos tales como amonio, nitritos y CO₂, son factores que hacen que el pez disminuya su metabolismo y como consecuencia tenga un coeficiente de conversión alimenticia bajo

El desempeño productivo obtenido en esta investigación, puede ser atribuido a la calidad proteica de la harina de castaña, rica en aminoácidos azufrados, generalmente de menor tenor en otras fuentes de proteína vegetal (Clement, 1993; FAO, 1995; Souza y Menezes, 2004). Además puede considerarse la densidad empleada, debido a que densidades mayores a 0,5 peces m⁻²

ocasionan bajas producciones, debido al espacio físico, deterioro de la calidad del agua y aglomeraciones de los peces (*Silva-Acuña y Guevara, 2002*).

La calidad del agua es uno de los factores determinantes en el desarrollo de la piscicultura, que influye directamente en el crecimiento de los peces. En los poiquiloterms, el crecimiento es afectado por la temperatura, presentando correlación positiva hasta un nivel óptimo (*Hepher, 1993*). Durante el presente experimento, la temperatura media del agua estuvo en 27,° C, considerándose temperatura adecuada para el normal desarrollo. El nivel promedio de oxígeno disuelto fue de 4,10 mg l⁻¹

4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

En la siguiente tabla N° 15 podemos apreciar el análisis económico mediante la técnica del Presupuesto Parcial. Los costos variables por pescado fueron de S/. 2,71; S/. 1,58; S/. 1,58 y S/. 1,16 para los testigo y los tratamientos N° 01, 02 y 03, respectivamente y los ingresos netos fueron S/. 7,18; S/. 8,30; S/. 7,44 y S/. 8,18. Así entonces, resultaría un incremento en los beneficios netos de S/. 2,25; S/. 1,38 y S/.2,55 para los tratamientos N° 01, 02 y 03 con respecto al testigo.

El mayor beneficio neto parcial por pescado se observa bajo efecto del tratamiento N° 03 (S/. 7,03).

Tabla N° 15: Análisis Económico con el método de presupuestos parciales, obtenida en juveniles de paco, *Piaractus brachypomus*, alimentados durante 100 días utilizando dietas con inclusión de castaña, *Bertholletia excelsa*; pijuayo, *Bactris gasipaes* y mucuna *Mucuna pruriens*.

Componente	Tratamiento			
	Testigo	T1	T2	T3
INGRESOS				
* Ganancia de Peso (kg)	0,599	0,692	0,620	0,682
* Precio (S/.)	12,00	12,00	12,00	12,00
Beneficio Mutuo	7,18	8,30	7,44	8,18
COSTOS VARIABLES				
*Consumo de alimento (kg).	1,18	0,94	1,07	0,94
*Costo por Kilogramo de alimento S/.	2,3	1,68	1,48	1,23
*Costo consumo alimento S/.	2,71	1,58	1,58	1,16
Total costos Variables S/.	2,71	1,58	1,58	1,16
BENEFICIO NETO PARCIAL				
*En S/. Por pescado	4,47	6,72	5,86	7,03
En porcentaje del Ingreso total.	62,24	80,98	78,72	85,87

Fuente: Elaboración propia

Analizando estos datos las cifras de beneficios netos parciales pretende presentar el valor que el productor otorga a la producción adicional menos el valor que otorga a aquellos insumos que debe emplear para lograr esa producción adicional. No se debe confundir este concepto con el de utilidad neta o ganancia de la crianza, pues aquí interesa solamente el impacto de un cambio parcial en porcentaje y cuanto será su influencia dentro de la conglomerada actividad acuícola y no su totalidad.

La inclusión de Insumos regionales tales como la harina de castaña, pijuayo y mucuna en las dietas alimenticias, permite reducir los costos e incrementar los beneficios, en contraste a otros trabajos de ajuste de tecnología, donde es común el incremento de los costos variables así como también de los beneficios.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se propuso y se siguió este ensayo se concluye:

- Se determinó que el efecto de las dietas del Tratamiento N° 01 (C.30, P.15, M.5)%, tuvo un mayor resultado eficaz en el experimento.
- Se logró ajustar los insumos de harina de castaña, Pijuayo y Mucuna, determinándose los porcentajes de inclusión mediante el software ZOOTECH 3.0 tal como sigue tratamiento N° 01 (30, 5, 15%), Tratamiento N° 02 (33, 5, 9,5%) y el Tratamiento N° 03 (33, 5, 10%)
- Se obtuvo parámetros productivos de crecimiento bastante aceptables siendo el mejor el Tratamiento N°1, con $685,4 \pm 106,37$ g en Peso vivo final; $5,86 \pm 1,36$ g en Ganancia de peso diario, $32,68 \pm 2,33$ cm, en Longitud total y hubo un 100% de sobrevivencia.
- En mejor Índice de Conversión Alimenticia Aparente ICAA, fue de $1,10 \pm 0,39$ g, bajo efectos del tratamiento N° 01 (proteínas de origen animal y vegetal).
- El mayor beneficio neto parcial por kilogramo de pescado se logró cuando se incluyó harina de castaña, harina de pijuayo y harina de mucuna (33%, 10%, y 5% respectivamente), en las dietas experimentales (S/. 7,03).

VI. RECOMENDACIONES

Así mismo se recomienda:

- Realizar estudios que incluyan análisis proximal del Paco y determinar la retención de proteína y lípidos cuando son alimentados con harina de castaña, pijuayo y mucuna como fuente principal de proteína vegetal y energía.
- Analizar como principales aminoácidos de la alimentación de Paco a los niveles óptimos de inclusión de aminoácidos lisina y metionina en dietas cuya principal fuente de proteína sea de origen vegetal.
- Realizar otros estudios con insumos locales y de abundancia como fuente de alimentación para peces, tales como la hoja de yuca, sachá Inchi, y coco.
- Realizar estudios de digestibilidad de nuevos insumos en esta especie para de esta manera cuantificar el aprovechamiento del ingrediente por parte del pez.
- Realizar un nuevo estudio con los insumos utilizados en este ensayo con alevinos de Paco (*Piaractus brachypomus*), para que de esta manera poder validar la dieta.
- Evaluar la posibilidad de que la UNAMAD viabilice la implementación de una planta piloto de harinas y/o planta de alimentos balanceados para continuar evaluando posibles dietas útiles en la alimentación de animales o peces, etc.
- Trabajar con especies genéticamente puros ya que esto ayudaría a poder aprovechar al máximo su productividad.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Acuña, a. & guevara, m. 2002. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. *Zootecnia Tropical*, 20(4): 449-459.
- Ayllón, Z. & Payahua, J. 2003. Uso de la harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.1815), en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818), criado en ambientes controlados. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 63 p.
- Akiyama, D.M, 1992. Utilización de la pasta de soya en los alimentos acuícolas. In: sciences soyanoticias jul-sep 92 p.1-8.
- Akiyama, D.M, 1999. Feeding and management of warm water fish in high density culture. *Asa technical bulletin vol. Aq46-1999* p.1-15.
- Alcántara, F, 1985. Reproducción inducida de "gamitana" *colossoma macropomum* cuvier 1818 en el Perú. Tesis doctoral. Universidad nacional de trujillo. Facultad de ciencias biologicas. Trujillo – Perú. Pp. 1 - 33.
- Almeida, C.P, 1963. Castanha-do-pará, sua exportação e importância na economia amazônica. *Sai n. 19*. Rio de janeiro: ministério da agricultura. 86p.
- Antonio Brack e, 2003, Amazonía: biodiversidad y negocios volumen 1 pag.24-60
- Araujo-Lima, c. And goulding, m., 1997. So frutiful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the amazon's tambaqui. Columbia university press, new york, 191p.
- Aragão, F.J.L.; Barros, I.M.G.; de Souza, M.V.; Grossa de SA, M.F.; Almeida, E.R.P.; Gander, E.S. and Rech, e.I, 1999. Expression of a methionine- rich storage

- albumin from the brazil nut (*Bertholletia excelsa* h.b.k., lecythidaceae) in transgenic bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae). Genetics and molecular biology, 22, 3, 445-449.
- Arias. M.O, 2005. Propagación vegetativa por cultivo de tejidos (*Bactris gasipaes* h.b.k) asbana (c.r) 24(9):24-27
- Benavides, 1987. Norma. "procesamiento del pijuayo (*Guillemia gasipaes*): deshidratación por flujo de aire caliente". Lima – peru.
- Blanco, C.M.C, 1995. La trucha. Cría industrial. Ed. Mundiprensa. España
- Bortone, D.E., 2001. Manufactura de alimentos balanceados para peces y crustáceos. Compiladores cruz-suárez, I. E., ricque-marie, 26-30 de marzo,2001. Monterrey nuevo león, méxico.
- Buckless, D., 1993. La revolución verde. In: pasos. Editorial alatorre. México, 5:30-33.
- Buckless, D, 1994. Velvetbean: a new plant with a history. Economic botany, 49:13-25
- Burkill, I. H; 1966. A dictionary of the economic products of the malay peninsula. Governements of malayasia and singapore, kuala lumpur, pp 89
- Calvino, M; 1952. Plantas forrajeras tropicales y subtropicales. Editorial. Agrícola trucco, méxico, p 193-204
- Camacho, Edilberto; 1976 "El pejibaye (*Guillemia gasipaes* b.k. L.h baley)". Simposio internacional sobre plantas de interés económico de la flora amazónica. Turrialba, costa rica.
- Campos, B. L; 2000. Estudio de factibilidad técnico – económica para la creación de un centro de producción de alevinos en loreto – iquitos. 120 pp.
- Cantelmo, O.A; 1989. Nutrição de peixes e aquicultura. In: cultivo de colossoma. Hernández, r. A. (edit). Bogotá. Red regional de entidades y centros de

- acuicultura de américa latina. Primera reunión de grupos de trabajo técnico, pirassununga. Sudepe. Ciid, colciencias. 84-91p.
- Cantelmo, A. & Souza, J.A; 1986. Influencia da alimentação em diferentes níveis proteicos para o desenvolvimento inicial do pacu colossoma mitrei. In: síntese de trabalhos realizados com especies do gênero colossoma. Projeto aquicultura. Cpta. Pirassununga.
- Cañas, C.R; 1995. Alimentación y nutrición animal. Puc. Santiago, chile.
- Castagnolli, N; 1991. Brazilian finfish, tambaqui, pacu, and matrinxã. In: r. Wilson (editor), handbook of nutrient requirements of finfish. Crc press, boca raton, pp. 31–34.
- Cardenas, I; 1995. Cadena agro productiva de palmito de pejibaye. lica, san josé, costa rica, borrador sin publicar, 34 p
- Chandrasekharan, c.; frisk, t. Y campos, j. 1996. Desarrollo de productos forestales no madereros en américa latina y el caribe. Fao, santiago.
- Chagas E.C. & Val A.L. (2003) Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parámetros hematológicos de tambaqui. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia, 38(3): 397-402
- Cho, C.Y. y Bureau, d.p; 1998. Bioenergética en la formulación de dietas y estándares de alimentación para la acuicultura del salmón: principios, métodos y aplicaciones. In: cruz, l.e.; ricque, d. Y mendoza, r. (eds.). Avances en nutrición acuícola iii. Memorias del tercer simposium internacional de nutrición acuícola, 11 al 13 de noviembre de 1996, universidad autónoma de nuevo león, monterrey, nuevo león, méxico.

- Chu-Koo, F. W., Camargo, W.; Kohler, C. Kasper, C; 2006. Evaluation of three plants feedstuff on growth characteristics of amazonian black-fined pacu (*Colossoma macropomum*). Research supported by pd/aquaculture crsp (usaid).
- Chu-Koo, F. & Kohler, C. 2005. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). pp 184-191. In: Renno, J. F., García-Dávila, C., Duponchelle, F. & Núñez, J. (Eds.) Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. Comunicaciones del Primer Coloquio de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica. Iquitos, Perú
- Clay, J.W. And Clement, C.R; 1993. Selected species and strategies to enhance income generation from amazonian forest. Misc/93/6 working paper. Fao, rome.
- Clement, C.R.; 1987. "pupunha, uma árvore domesticada". Ciencia hoje. 5 (29): 43 – 49.
- CMPDAC-MDD (comisión multisectorial para la promoción y desarrollo de la actividad castañera en madre de dios). 1999. Plan estratégico de la castaña (*Bertholletia excelsa* h.b.k.). Prompex, ctar-mdd.
- Cornejo, F. S.F. Historia natural de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl.) Y propuestas para su manejo. Proyecto conservando castañales. Acca. Puerto Maldonado-Perú. 52p.
- CP-CFV (consejo peruano para la certificación forestal voluntaria). Wwf Perú. 2005. Estándar para la certificación del manejo forestal con fines de producción de castaña (*Bertholletia excelsa*) en Perú. Cp-cfv, wwf Perú-Cedefor.
- Congreso Internacional de nutrición acuícola. 3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México
- Cultivo del Pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito en la Amazonía. 1996. Tratado de cooperación amazónica. Secretaría pro – tempore. Lima – Perú.

- Darmont, D. & Salaya, J. 1984. Cultivo de la gamitana, *Colossoma macropomum*, Cuvier 1818, en jaulas flotantes rígidas. Asociación latinoamericana de acuicultura. Venezuela. 5:465-479
- D´arcy, W. G. 1980. Annals of the missouri botanical garden. 67:728-735
- Dersjant-li, y., 2002. The use of soy protein in aquafeeds. In: cruz-suárez, I. E., ricque-marie, d., tapia-salazar, m., gaxiola-cortés, m. G., simoes, n.(eds.). Avances en nutrición acuícola vi. Memorias del vi simposium
- Deza, S.; Quiroz, S.; Rebaza, M. & Rebaza, C. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) "paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. Folia Amazonica, 13 (1-2):49-64.
- Dillon, J. And hardaker, J.B. 1993. Farm management research for small farmer development. Fao farm systems management series – 6. Fao, rome.
- Duke, j. A., Reed, C. F. y Weder, J. K. P. 1981. *Mucuna* ssp. In: handbook of legumes of world economic importance. (j.a. Duke, editor). Plenum press. New york, p 170-173.
- Eilittä M, R. Bressani I, Carew R, Carsky M, Flores R, Gilbert I, Huyck I, St-laurent n. Szabo. (2002) *mucuna* as food and feed crop: an overview. Ch 1. En: food and feed from *mucuna*: current uses and the way forward. Proceedings of an international workshop. Flores, m., m. Eilittä, r. Myhrman, I. Carew, r. Carsky (ed.). Centro internacional de información sobre cultivos de cobertura (cidicco), litografía lópez, honduras.
- Ellis, E., belmar, R y lavida, E. 1985. Utilización del grano de *canavalia ensiformis*. In: i reunión sobre la producción y utilización del grano de *canavalia ensiformis* en sistemas pecuarios de yucatán, mérida, p 86
- FAO.; 1992. Brazil Nut. In: minor oil crops. Agricultural service bulletin no. 94. Fao,

- rome. Gloria, m.m.; regitano-d'arce, m.a.b. 2000. Concentrado e isolado proteico de torta de castanha-do-pará: obtenção e caracterização química e funcional. Ciên. Tecnol. Aliment., n. 20, p. 1-13.
- FAO; 1995. Brazil NUT. IN: edible nuts. Non – wood forest products 5. Fao, rome.
- Fracalossi, D.M; 2002. Brazilian species. In: webster, c.d. And lim, c. (eds.). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. Cab international 2002. 388-395.
- Frederisken, T.S; 2000. Aprovechamiento forestal y conservación de los bosques tropicales en bolivia. Documento técnico 95. Bolfor. Disponible en: <<http://bolfor.chemonics.net/document/dt95.pdf>> acceso: 8 feb. 2005
- Gabby S.; Oscar V., 2002, "harina de los subproductos de *Bactris gasipaes hbk* y su uso en panificación", facultad de ingeniería en industrias alimentarias de la UNAP, iquitos, Perú gabbycecilia@hotmail.com
- Giuliano F, Allard J.; 2001. Dopamine and male sexual function.. Eur urol.
- Guerra, H; 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta para la Amazonía peruana Iquitos – Perú. Pp.10 – 20.
- Günther-Nonell, J.; 1996. Growth of tambaqui (*colossoma macropomum*) juveniles at different carbohydrate-lipid ratios. Journal of aquaculture in the tropics. V. 11, no. 2. P. 105-112.
- Goi, C.H, 1992 Processamento, caracterizagao e estabilidade da farinha de pupunha (*bactris gasipaes*). Tese de mestrado. Inpa/fua. Manaus.73 pp
- Gonzales, A. 1993. International maize and wheat improvement center report. California, p 1-8
- Hardy, R.W., 2000. New developments in aquatic feed ingredients, and potential of enzyme supplements. In: cruz -suárez, l.e., ricque-marie, d., tapia- salazar, m.,

- olvera-novoa, m.a. Y civera-cerecedo, r., (eds.). Avances en nutrición acuícola v. Memorias del v simposium internacional de nutrición acuícola. 19-22 noviembre, 2000. Mérida, yucatán, méxico.
- Hepher, B.; Sandbank, E.; Shelef, G. 1978. Alternative protein sources for warm water fish. Eifac/78/symp:11.2. Hamburg ii + 29p pre prints.
- Hepher, B.; 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Edit. Limusa. México. 406p.
- Horton D., 1982. Análisis de presupuesto Parcial para la investigación en papa al nivel de finca. Boletín de Información Técnica 16. Centro Internacional de la Papa, Lima Peru. 16pp.
- Huet, M. 1983. Tratado de Piscicultura. 3º ed. Editorial Mundi – prensa. Madrid, España. 735 p.
- Ibáñez, Q.V. 2000. Aplicaciones estadísticas en ganadería. IIBO-UNA. Puno, Perú.
- IIAP.; 2008 “cultivo de peces amazonicos” asociacion navarra nuevo futuro proyecto peru. Cartilla de capacitacion. Pag. 26.
- Ituassú, D. R.; Santos, G. R.; Roubach, R. & Pereira- Filho, M. 2002. Desemvolvimento de tambaqui, submetido a periodos de privação alimentar. INPA. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, v. 39, n. 12, p. 1199-1203.
- Kubitza, F.; lovshin, I.; Ono, E. & Sampaio A.; 1999. Curso planejamento da produção de peixes; piracicaba, são paulo, Brasil.
- Lara, I. Y escobedo, M.; 1991. Efecto de la fertilización fosforada y la densidad de siembra en el rendimiento de frijol terciopelo. Memorias del primer congreso regional de investigación. Sep-ita 2. Conkal, yucatán. P 55
- Ledo, A. DA s.; 1996. Potencialidade da fruticultura no estado do acre. Rio branco, ac: embrapa-cpaf. 16p. (embrapa-cpaf-ac. Documentos, 20).

- Littman, G.; Darwin N.; River V., (2002) "deshidratacion del bactris gasipaes kunth (pijuayo) por flujo de aire caliente y su empleo como sustituto del maiz en raciones para pollos parrilleros" doctor por la universidad de la laguna. Profesor principal de la facultad de ingeniería en industrias alimentarias de la universidad nacional de la amazonía peruana, iquitos, Perú.
- Lochmann, R.; 2002. Spawning and grow-out of *Colossoma macropomum* and/or *Piaractus brachypomus*. In: mcelwee, k.; lewis, k.; nidiffer, m. And buitrago, p. (eds.). Nineteenth annual technical report. Pond dynamics/aquaculture crsp, oregon state university, corvallis, oregon, pp.85-88.
- Lovell, R.T.; 1991. Aquaculture research needs for the year 2000: fish and crustacean nutrition. *World aquaculture*. 22 (2): 57-63.
- Loureiro, A.A.; silva, M.F.; 1968. Catálogo das madeiras da amazônia. Belém: Sudam. V. 1, p. 238-239.
- Lovshin, I.I.; 1974. Preliminary pond culture test of pirapitinga, *colossoma bidens* (agasiz) and tambaqui, *Colossoma macropomum* (cuvier) from the amazon river basin carpas/6/74 set24.
- Ip, C. And lisk, D.J.; 1994. Bioactivity of selenium from brazil nut for cancer prevention and selenoenzyme maintenance. *Nutr cancer*. 21(3):203-12.
- National research council (NRC).; 1993. Nutrient requirements of fish. Nacional Academy press, Washington, D.C. 114p.
- Martínez, C.A.; Chávez, M.C.; Olvera, M.A. Y Abdo, M.I.; 1996. Fuentes alternativas de proteínas vegetales como sustitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. In: cruz, l.e.; Ricque, d. Y Mendoza, r. (eds.). *Avances en nutrición acuícola iii. Memorias del tercer Simposium internacional de nutrición acuícola*, 11 al 13 de noviembre de

- 1996, universidad autónoma de nuevo león, monterrey, nuevo león, México.
- Maria E.; Konrad D.; Mary A. And Kyeong-J.; 2006. "effect of diets formulated with native peruvian plant son growth and feeding efficiency of red pacu (*Piaractus brachipomus*) juveniles". The ohio state university, school of environment and natural resources, 2021 coffey road, columbus, ohio 43210 USA.
- Manyam Bv, Dhanasekaran M, Hare Ta; 2004. Effect of antiparkinson drug hp-200 (*Mucuna pruriens*) on the central monoaminergic neurotransmitters. 2004. *Phytother res* 18:97-101. Doi: 10.1002/ptr.1407 manyam bv, dhanasekaran m, hare ta. Neuroprotective effects of the antiparkinson drug *Mucuna pruriens*. *Phytother Res*.
- Melo, C.F.M. 1977. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*, h.b.k.). In: *Conservação dos recursos naturais renováveis*. Belém: adesp, p. 77-78.
- Medina A.I. 1990 Aproveitamiento industrial e caracterização físico-químico de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* h.b.k.). *Disertación para el grado de magíster en ciencia de los alimentos, instituto nacional de pesquisas da amazonia, manaus, brasil*.
- Mora, J.; Clement, CH.; Patiño, V. 1991. Diversidad genética en pejibaye, razas e híbridos. Cuarto congreso internacional del pijuayo. Iquitos, Perú. Editorial ucr, san José, Costa Rica, 11-20 p.
- Mora, J.; Clement, CH.; Weber, J. 1997. peach palm *Bactris gasipaes* Kunth. international plant genetic resources institute. Rome – Italy.
- Mori, S.A. and Prance, G.T. 1990. taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Hump. & Bonpl.: Lecythidaceae). *adv. econ. bot.* 8: 130-150.
- Mori S.A. 1992. the Brazil nut industry past, present and future. in: m. Plotkin and I.

famolare (eds.), sustainable harvest and marketing of rain forest products. island press, washington d.c. 241-251.

Mori, I .A., Pereira Filho, m., Oliveira – Pereira, m. 1999. substituição do fubá de milho (zea mays, l) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*, h.b.k) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, cuvier 1818). acta amazônica, 29(03): 447 – 453

Murillo p. Ricardo 2003, Evaluación de dos dietas con proteína de origen vegetal en alimentación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en fase de levante, utilizando ingredientes de la región del ariari. Instituto agrícola salesiano la holanda (granada, meta).

Murillo, p.; Lozano s.; Ortiz g. 2003. Evaluación de dos dietas con proteína de origen vegetal en alimentación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en fase de levante, utilizando ingredientes de la región del ariari. elaborado por el instituto de acuicultura de la universidad de los llanos, villavicencio – meta, rimupa@yahoo.com

Nagashiro, Saucedo, A.; Alderson, E.; Wood, C.D. y Nagler, M.J.; 2001. Chemical composition, digestibility and aflatoxin content of brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake produced in north-eastern bolivia. Livestock research for rural development, v13, n2. On-line edition. Url: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/2/naga132.htm>> acceso: 7 dic. 2002.

Oliveira, A.C. DE., 2003. Isótopos estáveis de ceden como indicadores qualitativo e quantitativo da dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*) da amazonia central. Tese doutorado – centro de energia nuclear na agricultura, universidade de são paulo. 86p.

- Padilla, P. 2000. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*. Folia Amazónica, 10(1-2):81-90.
- Pezzato, L.E.; 1999. Alimentação de peixes – relação custo e benefício. XXXVI reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. Porto alegre – rs. 26 a 29 de julho de 1999.
- Pillay, T.V.R. 1997. Acuicultura. Principios y prácticas. Ed. Limusa. México.
- Portz, I.; Santos, D.C.T.; Possebon, c.j.e. 2000. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. Scientia agricola, v.57, n.4, p.601-607.
- Ramos, C.M.P.; Bora, P.S. 2004. Functional characterization of acetylated brazil nut (*bertholletia excelsa hbk*) kernel globulin. Ciênc. Tecnol. Aliment., vol.24, no.1, p.134-138.
- Ravindran, V. Y Ravindran, G.; 1988. Nutritional and antinutritional charecteristics of mucuna (*Mucuna utilis*) bean seed. Journal of science of food and agriculture, 46:71-79.
- Rebaza, C.; Villafana, E.; Rebaza, M. & Deza, s. 2002. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. "paco" en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. Folia Amazónica, 13 (1-2): 122 – 134 pp.
- Ribeiro, M.A.A.; Soler, R.M.; Regitano-d'arce, M.A.B.; Lima, V.A., 1995. Shelled brazil nuts canned under different atmospheres. Ciênc. Tecnol. Aliment., campinas, v. 15, n. 2, p. 105-107, jul,/dez.
- Romero, T.J.; 1994. Nutrientes esenciales en alimentación acuícola. In: castro, c.e. (ed.). Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Gcp/rla/102/ita. Documento de campo N° 16. FAO, México, D.F.

- Roubach, R. 1991. Uso de frutos e sementes de florestas inundáveis na alimentação de tambaqui, *Colossoma macropomum*, (cuvier 1818). Dissertação de mestrado. Inpa-fua 79pp.
- Saint-Paul, U. & Werder, U. 1977. Aspectos generales sobre la piscicultura en amazonas y resultados preliminares de experimentos de alimentación con raciones peletizadas con diferentes composiciones. Simp. Asoc. Lat. Acui. I. Maracay. Venezuela. 22 pp.
- Saldaña, A. & López, M. 1998. Formulación y evaluación de dietas para *Colossoma macropomum* en México. An. VI Simposio Latinoamericano. Brasil. Florianópolis. SC. 323 – 334.
- Santos, f. Dos; et al. 2001. Demandas tecnológicas para o procesamento de castanha (*Bertholletia excelsa humb e bompl*) no estado do acre. 17 p. (embrapa acre. Documentos; 70
- Santos C.O. S.F, Importancia y efectos de la aflatoxina en los seres humanos. Disponible en: <<http://www.cepis.ops-oms.org/bvstox/e/fulltext/aflatoxi/aflatoxi.pdf>> acceso: 07 de julio 2008.
- Schmittou, H.R., 1995. Nutrición, alimentos y alimentación de peces. In: soyanoticias abr-jun 95, 22-25.
- Silva, J.A.M.; Pereira-Filho, M.; Oliveira-Pereira, M.I. De; 2000. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818) natural food. Rev. Bras. Biol., vol.60, no.4, p.599-605.
- Silva-Acuña, A.; Guevara, M. 2002. Evaluación de dos dietas Comerciales Sobre El Crecimiento Del Híbrido (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomus*) Zootecnia Tropical, VOL.20,Nº4,2002,PP449-459.
- Silva, J.A.M.; Pereira-Filho, m.; Oliveira-Pereira, M.I. 2003a. Frutos e sementes



- consumidos pelo tambaqui, colossoma macropum (cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de trânsito pelo 61 trato gastrointestinal. R. Bras. Zootec., v.32, n.6, p.1815-1824, 2003 (supl.2).
- Souza, M.L. De; Menezes, H.C. De. 2004. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. Ciênc. Tecnol. Aliment., vol.24, no.1, p.120-128.
- Steel, G.D.R. y TORRIE, H.J. 1988. Bioestadística, Principios y Procedimientos. 2º Edición. Ed. Mcgraw-hill/interamericana. México.
- Stein, K.M. 2000. In vitro culture of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes* h.b.k.). Tesis mg.sc. Iowa state university, 187 p.
- Souza, p. 1991. Avaliacao bromatologica, nutricional e tecnológica de algumas leguminosas tropicais. Faculdade de ciencias farmacéuticas. Universidad de sao paulo. Sao paulo, pp 85
- Tacon, A.G.J. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Gcp/rla/102/ITA. Document de Campo Nº 4. FAO, Brasilia.
- Tacon, A.G.J. 1994. Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resources. Fisheries circular. No. 881. FAO, Rome.
- Tekinay, A.A. And Davies, S.J. 2001. Dietary carbohydrate level influencing feed intake, nutrient utilization and plasma glucose concentration in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Turk j vet anim sci 25 (2001) 657-666.
- Trejo, I. W. 1998. Evaluación nutricional de frijol terciopelo (*stizolubium deeringianum*) en la alimentación de pollos. Tesis de magister in scientiae. Universidad autónoma de yucatán. Mérida, p 34-60 del carmen, j., gernat, a. G., myhrman, r.

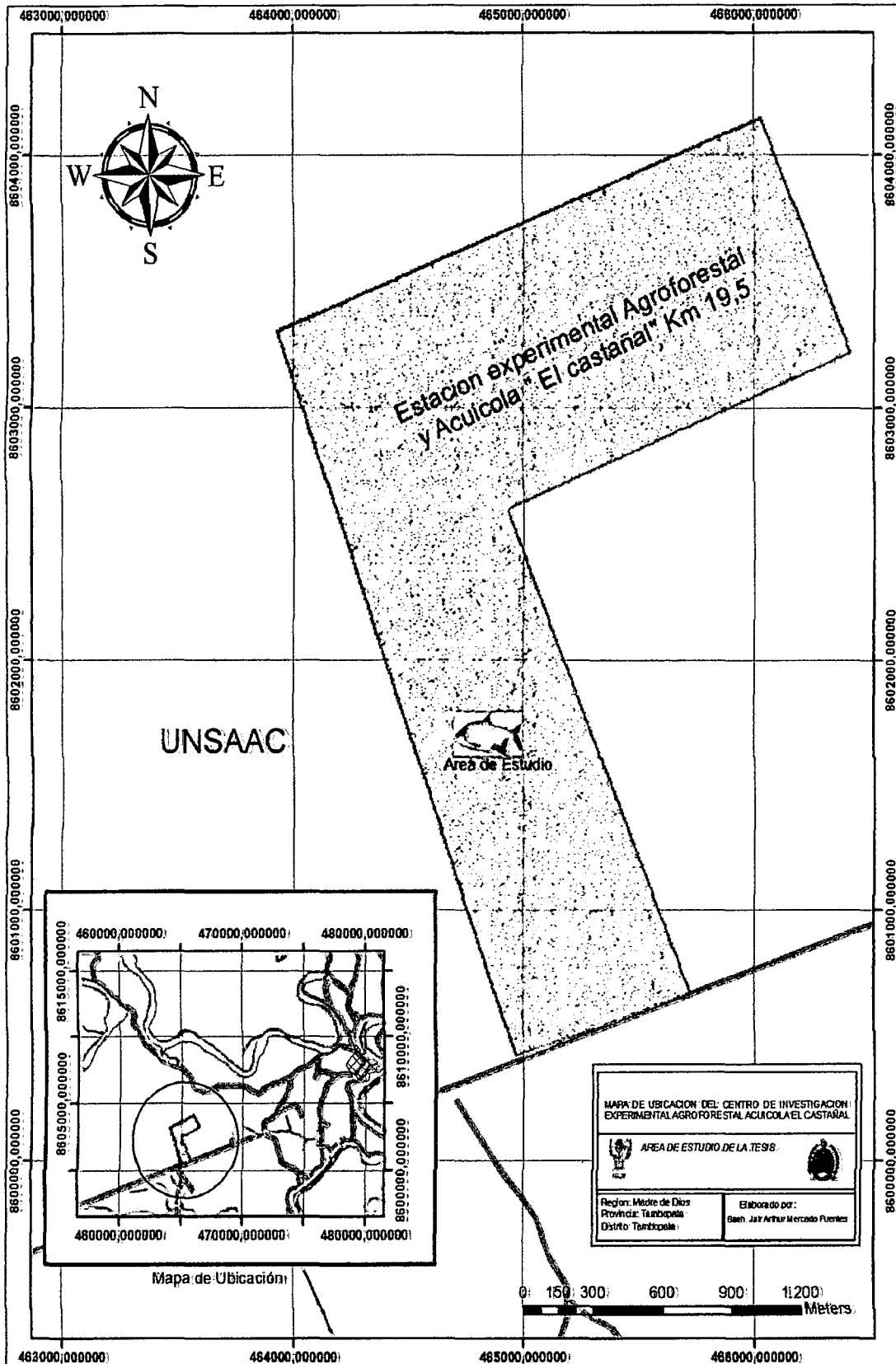
- Y carew, I. B. 1999. Evaluation of raw and heated velvetbean (*Mucuna pruriens*) as feed ingredients for broilers. *Poultry science*, 78:866-872
- Tresierra, A. & Culquichicón, Z. 1993. *Biología pesquera*. Editorial Libertad. 1º Edición. Trujillo – PERÚ. 432 P.
- Treviño, I.M. Y celis, a. 1995. Uso de soya en Acuicultura. In: *Soyanoticias ene-mar* 95 p.13-21
- Trivedi, M.; Cornejo, F. y Watkinson, a. 2004. Seed predation on brazil nuts (*Bertholletia excelsa*) by macaws (psittacidae) in madre de dios, Perú. *Biotropica* vol. 36, no. 1, pp. 118–122.
- Trujillo, j., 1988. Policultivo de cachama BLANCA (*Colossoma bidens*) Y Mojarra Plateada (*Oreochromis niloticus*) en estanques. Proyecto desarrollo de la acuicultura en Colombia, Inderena – Colciencias – CIID. VOL. 1. Nº 1 P12.
- Vásquez – Torres, W., Pereira-Filho, M. & Arias-Castellanos, J. 2002. Estudos para composição de uma dieta referência purificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818). *R. Bras. Zootec.*, 31(1):283-292 (suplemento).
- Versteeg, M., Amadji, F., Eteka, A., Houndekon, V. y Manyong, V. M.; 1996. Fluor for human consumption. Procedure for the preparation of the detoxified mucuna flour recommended by researchers in benin republic for human consumption. In: *cover crops in west africa: contributing to sustainable agriculture*. Idrc/iita/sg2000 cotonou, pp 316
- Villachica I.H. (1996) cultivo de pijuayo (*Bactris gasipaes* kunth) para palmito en la Amazonía. *Tratado de cooperación amazónica*, lima, Perú

Woynarovich, A. Woynarovich, e. 1998. Guía detallada para la producción de alevinos de gamitada, paco y caraña. Edición fondo nacional de desarrollo pesquero FONDEPES. Lima – Perú. Pp. 7 – 41.

Williams, J. Y Wilson, d. 1999. Informe sobre el problema de aflatoxinas de la Castaña (*Bertholletia excelsa*) en Bolivia. Documento técnico 71. Bolfor. Disponible en: <<http://bolfor.chemonics.net/document/dt71.pdf>> acceso: 22 oct. 2003.

ANEXOS

Anexo N° 01: Mapa de Ubicación del estudio.



Anexo N° 02: Ficha de Evaluación de Parámetros Quincenales.

Parámetros/ Muestreos	Transparencia (cm)	Oxígeno Ppm
1 MUESTREO		
2 MUESTREO		
3 MUESTRO		
4 MUESTRO		
5 MUESTRO		
6 MUESTREO		
7 MUESTREO		

Anexo N° 03 Ficha de Evaluación de Parámetros Diarios.

Día	Fecha	Turno 7.30 am./4.00pm.	T° agua (°C)	T° Ambiente	pH
D1					
D2					
D3					
D4					
D5					
D6					
D7					
D8					
D9					
D10					

Anexo N° 04: Evaluación Final de Peso vivo (g.) y longitud total (cm), por tratamiento.

TESTIGO			TRATAMIENTO N° 1			TRATAMIENTO N° 2			TRATAMIENTO N° 3		
N°	P. (g)	L. (cm)	N°	P. (g)	L. (cm)	N°	P. (g)	L. (cm)	N°	P. (g)	L. (cm)
1	580	32	1	730	33	1	560	32	1	680	32
2	750	34	2	730	34	2	720	34	2	720	33
3	740	35	3	680	33	3	620	31	3	750	35
4	560	32	4	750	35	4	680	32	4	690	32
5	690	33	5	480	30	5	590	31	5	700	31
6	670	34	6	680	32	6	780	30	6	690	32
7	390	30	7	850	34	7	790	31	7	590	35
8	820	37	8	670	32	8	710	32	8	620	36
9	510	30	9	690	31	9	790	34	9	680	32
10	720	34	10	670	32	10	850	38	10	620	38
11	700	33	11	640	32	11	700	30	11	520	38
12	550	31	12	450	30	12	520	30	12	500	32
13	550	31	13	760	34	13	620	30	13	470	32
14	530	30	14	620	31	14	720	31	14	500	30
15	830	35	15	720	32	15	700	30	15	510	34
16	540	31	16	750	32	16	710	35	16	690	32
17	650	33	17	700	31	17	750	37	17	690	31
18	490	30	18	790	33	18	400	29	18	780	37
19	540	32	19	840	37	19	720	32	19	720	29
20	510	31	20	850	38	20	630	32	20	710	32
21	570	32	21	720	32	21	620	32	21	680	32
22	620	34	22	650	30	22	720	31	22	600	32
23	470	31	23	540	35	23	600	30	23	480	31
24	550	33	24	590	30	24	490	31	24	550	30
25	590	34	25	600	30	25	410	30	25	510	31
26	420	29	26	720	34	26	520	30	26	710	34
27	450	30	27	750	32	27	590	32	27	790	36
28	560	33	28	700	33	28	700	33	28	670	32
29	580	33	29	680	31	29	720	32	29	600	33
30	480	31	30	670	31	30	790	29	30	610	30
31	500	32	31	550	30	31	600	30	31	650	31
32	410	31	32	420	30	32	710	34	32	650	32
33	470	31	33	500	31	33	820	36	33	720	33
34	430	31	34	760	30	34	710	32	34	770	34
35	430	32	35	700	32	35	680	31	35	720	32
36	690	33	36	720	33	36	680	32	36	420	30
37	580	32	37	680	35	37	710	33	37	700	32
38	630	32	38	720	32	38	780	37	38	820	38
39	590	31	39	690	33	39	520	30	39	690	32
40	450	30	40	700	36	40	520	31	40	590	31
41	520	30	41	780	36	41	580	32	41	610	32
42	670	34	42	540	29	42	600	33	42	680	30
43	740	35	43	420	32	43	610	32	43	670	30
44	580	31	44	750	32	44	480	30	44	720	32
45	640	32	45	780	30	45	470	31	45	750	33
46	620	31	46	750	33	46	650	32	46	760	33
47	670	32	47	720	34	47	690	33	47	410	35
48	690	33	48	850	36	48	720	33	48	690	32
49	600	32	49	830	37	49	600	31	49	590	31
50	620	31	50	720	39	50	580	30	50	550	30

Anexo N° 05: Cronograma de tesis.

N°	Días	Periodo	Fecha
*	15	15	06-jul-08
1	30	14	21/07/2008
2	44	15	04/08/2008
3	59	14	19/08/2008
4	73	13	02/09/2008
5	86	14	15/09/2008
6	100	15	29/09/2008

* Inicio de tesis

Anexo N° 06: Composición Química del Premix.

Nutriente	Cantidad	
Vitamina A	9000000	UI
Vitamina D3	2000000	UI
Vitamina E	10000	UI
Vitamina K3	3	g
Rivoblavina	4	g
Niacina	30	g
Acido Pantotenico	10	g
Acido Fólico	550	mg
Vitamina B12	12	mg
Biotina	100	mg
Manganeso	65	g
Zinc	45	g
Hierro	80	g
Yodo	1	g
Selenio	150	mg
BHT.	100	g

Fuente: Información del Fabricante

Anexo 07: Composición química de alimentos por kilogramo.

INGREDIENTES	MS, %	En base seca, %			
		PC	EE	FC	Ceniza
Harina de maíz	88	10	3,98	3,3	1,7
Harina de soya	89,6	49,11	0,56	7,81	6,7
Harina de castaña ^a	91,3	38,2	15,55	7,6	8,9
Harina de pijuayo ^a	89,86	3,8	-	4,56	0,84
Harina de Mucuna ^a	97,1	22,8	-	7,7	3,9
Harina de pescado	91	71,43	10,99	1,1	16,48
Aceite de castaña	99	-	100	-	-
Polvillo de arroz ^b	88	14,2	14,77	13,64	4,89
Carbonato de calcio ^c	99	-	-	-	100
Fosfato monodiválcico ^c	99	-	-	-	100
Sal	99	-	-	-	100
Premezcla ^c	99	-	-	-	-

Fuente: Allen, 1994, citado por Cañas, 1995.

^a La molina calidad total laboratorios

^b Cordova 1993

^c Información del fabricante.

Anexo N° 08: Promedio de Parámetros físico químicos, ocurridos durante la experimentación.

Parámetros/fechas	21-jul-08	04-ago-08	19-ago-08	02-sep-08	15-sep-08	29-sep-08	14-oct-08
temp. Aire (°C)	27,8	25,5	28,9	30,2	28,0	29,7	32,5
Temp. Agua (°C)	26,5	24,5	27,6	29,4	28,0	29,7	32,5
Oxígeno (mg l-1)	4,3	4	4,5	4,2	3,9	4,3	4,3
Transparencia (cm)	30	20	20	30	40	20	30

Anexo Nº 09: Modelo de programación lineal en la optimización de Dietas.

Minimizar: $Z = CX$ **Sujeto**

a: $Ax \leq b \quad x \geq 0$

Donde:

Z = Costo de la ración.

C = Precio de los alimentos.

x = Alimentos.

A = Matriz que contiene la composición de los alimentos.

b = Requerimientos nutricionales del pez.

$x \geq 0$ = Condición de no negatividad.

Anexo Nº 10: Prueba de homogeneidad de varianzas.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso vivo final	0,21973006	3	196	0,882625702
Longitud total	1,58684534	3	196	0,193847425
Ganancia de peso diario	0,21973006	3	196	0,882625702
Indice de Conversion alimenticia	1,88645324	3	196	0,133159905

Anexo N° 11: Análisis de varianza de Peso vivo final.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	271309,5	3	90436,5	8,349381859	2,98195E-05
Intra-grupos	2122978	196	10831,52041		
Total	2394287,5	199			

CV = 16,31%

Anexo N° 12: Peso vivo final HSD de Tukey

	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	50	582,8	
4	50		644
3	50		648,8
2	50		685,4
Sig.		1	0,195657042

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos

homogéneos. a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 50.000.

Anexo N° 13: Análisis de varianza de Longitud total.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	21,335	3	7,111666667	1,658875427	0,177222829
Intra-grupos	840,26	196	4,287040816		
Total	861,595	199			

CV= 6,36%

Anexo N° 14: Análisis de varianza de Ganancia de Peso diaria.

	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Inter-grupos	47,90498758	3	15,96832919	8,969314663	1,35075E-05
Intra-grupos	348,9444444	196	1,780328798		
Total	396,849432	199			

CV= 25,05%

Anexo N° 15: Ganancia de peso diario HSD de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
1	50	4,565811966	
4	50		5,448717949
3	50		5,625641026
2	50		5,85982906
Sig.		1	0,415331192

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 50.000.

Anexo N° 16: Análisis de varianza de Conversión alimenticia.

	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Inter-grupos	3,505990681	3	1,16866356	7,260621916	0,000121136
Intra-grupos	31,54799417	196	0,160959154		
Total	35,05398485	199			

CV = 30,74%

Anexo N° 17: Índice de Conversión alimenticia HSD de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
2	50	1,104709232	
3	50	1,144755928	
4	50	1,17671997	
1	50		1,442097602
Sig.		0,806170349	1

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 50.000.

Anexo N° 15: Fotografías en el desempeño en la Experimentación.

a). Identificando y Recolectando estacas para las divisiones



b). Construyendo el diseño de división de estanques



f). Pesca de los especímenes para su evaluación.



g). Especie en estudio Paco "*Piaractus brachypomus*".

