

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**“EVALUACIÓN DE NIVELES CRECIENTES DE HARINA DE MUCUNA
(*Mucuna pruriens* L.) TOSTADA EN LA ALIMENTACIÓN DE GAMITANA
(*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) EN TAMBOPATA, MADRE DE
DIOS”**

Tesis

Para optar al título de:

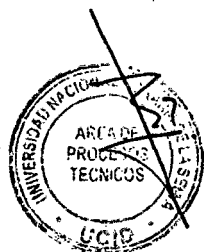
INGENIERO ZOOTECNISTA

RENAN MEZA SORIA

PROMOCIÓN 2001

Tingo María – Perú

2013



M12

M49

Meza Soria, Renan

“Evaluación de niveles crecientes de harina de mucuna (*Mucuna pruriens* L.) tostada en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) en Tambopata, Madre de Dios” - Tingo María, 2013

51 páginas; 07 cuadros; 04 figuras; 62 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

1. MUCUNA

2. GAMITANA

3. HARINA

4. L-DOPA

5. PRESUPUESTO

6. RACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de noviembre de 2013, a horas 12.00 m. para calificar la tesis titulada:

EVALUACIÓN DE NIVELES CRECIENTES DE HARINA DE MUCUNA (*Mucuna pruriens* L.) TOSTADA EN LA ALIMENTACIÓN DE GAMITANA (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) EN TAMBOPATA, MADRE DE DIOS

Presentada por el Bachiller **RENAN MEZA SORIA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 21 de noviembre de 2013

MSc. JUAN LAO GONZALES
Presidente



MSc. JUAN CHOQUE TICACALA
Miembro

Dr. DANIEL PAREDES LÓPEZ
Miembro

MSc. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDES
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

Con amor incondicional, a Linda
Renata y Ariana del Pilar.

A mis padres que lucharon para que
pudiese alcanzar los más altos votos.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por los ejemplos de dedicación, fuerza, coraje y por el amor que me dedicaron en todas las etapas de mi vida.

A mis orientadores, Ing. Medardo Díaz Céspedes y Ing. Marco Rojas Paredes, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y al Ing. Fidel Pomiano Gonzales y Ing. Elmer Quispe Quispe, del Centro de Acuicultura La Cachuela del FONDEPES, por su acogida, amistad, confianza y asesoramiento del trabajo experimental.

Igualmente mi agradecimiento a mi esposa Beatriz y a mi hermana Gladys. A la señora Pilar Ortega, por su amistad y decidido apoyo a la culminación del presente estudio.

También mi reconocimiento al señor Luis Farfán, presidente de la Asociación de Agricultura Ecológica de Madre de Dios, por el apoyo importante en la realización de la presente tesis.

A los técnicos Alfredo Gonzales y Leocadio Trejo, para ellos mi agradecimiento por la amistad e importante apoyo durante el trabajo de campo.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. La mucuna como cultivo	3
2.2. Valor nutricional y factores nutricionales.....	3
2.3. Utilización del frijol de mucuna como alimento.....	5
2.4. Descripción general de la gamitana.....	8
2.5. Alimentación y nutrición.....	9
2.6. Estudios en alimentación de gamitana.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1. Lugar del experimento	15
3.2. Duración del experimento.....	15
3.3. Instalaciones.....	16
3.4. Alevinos.....	16
3.5. Alimentos y alimentación.....	17
3.6. Manejo de la crianza.....	19
3.7. Análisis físico químico del agua.....	20
3.8. Variable independiente.....	21
3.9. Tratamiento en estudio	21
3.10. Variable dependiente.....	21
3.11. Análisis estadístico.....	22

3.12.	Metodología de la dependiente.....	24
3.12.1.	Variable productivas.....	24
3.12.2.	Variable económica.....	25
IV.	RESULTADOS.....	26
4.1.	Variables productivas en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	26
4.1.1.	Peso vivo.....	26
4.1.2.	Ganancia de peso diario.....	28
4.1.3.	Longitud total.....	29
4.1.4.	Conversión alimenticia.....	31
4.2.	Variables económica en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	34
4.2.1.	Análisis económico.....	34
V.	DISCUSION.....	35
5.1.	Variables productivas en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	35
5.1.1.	Peso vivo.....	35
5.1.2.	Ganancia de peso diario.....	36
5.1.3.	Longitud total.....	37
5.1.4.	Conversión alimenticia.....	37
5.2.	Variables económica en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	38

5.2.1.	Análisis económico.....	38
VI.	CONCLUSIONES.....	40
VII.	RECOMENDACIONES.....	41
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.	42
IX.	ANEXO.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Composición porcentual y contenido nutricional de las raciones experimentales (Base húmeda).....	18
2.	Promedios de los parámetros físico químico registrados.....	20
3.	Peso vivo (g) de gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	26
4.	Ganancia de peso diario (g) de gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	28
5.	Longitud total (cm) de gamitanas alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	30
6.	Conversión alimenticia de gamitanas alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.....	32
7.	Análisis de Presupuestos parciales por tratamientos y pescado.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre el peso vivo final de gamitana	27
2	Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre la ganancia de peso diario de gamitana.....	29
3	Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre la longitud total de gamitana.....	31
4	Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre la conversión alimenticia de gamitana.....	33

RESUMEN

El presente estudio se efectuó en el Centro de Acuicultura La Cachuela, del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, localizado a 2.5 km de la ciudad de Puerto Maldonado, Región Madre de Dios. El objetivo fue evaluar la inclusión de 0, 10, 20, 30 y 40% de harina de mucuna tostada en 5 raciones isoenergéticas e isoproteicas y su efecto en el crecimiento de gamitana. Se emplearon un total de 1000 peces con un peso inicial promedio de $12,66 \pm 0,96$ g, distribuidos en un estanque de 1800 m² de superficie, el cual fue sub-dividido en 5 compartimentos, bajo un Diseño Completamente al Azar. Los peces fueron alimentados a una tasa inicial de 8.0%, disminuyendo gradualmente hasta 1,0%, en dos frecuencias diarias. La inclusión de harina de mucuna tostada en las raciones experimentales, deprimió el crecimiento y la conversión alimenticia significativamente ($P < 0,05$). El incremento de peso bajo efecto de los tratamientos con 10, 20, 30 y 40% de mucuna tostada, fue de 89,24; 59,84; 46,85 y 38,19%, de manera respectiva, en función al tratamiento testigo. La reducción en el beneficio neto parcial por pescado fue desde 10,02% (10% de mucuna tostada) hasta 65,49% (40% de mucuna tostada) comparado con el testigo. El contenido de factores anti nutricionales en el frijol de mucuna, limita su utilización en gamitana hasta un máximo de 10% en las raciones, aun con el tratamiento térmico a que fue sometido en el presente estudio.

INTRODUCCIÓN.

La gamitana (*Colossoma macropomum*), es un pez nativo de las cuencas del Amazonas, Orinoco y sus afluentes. Su alimentación principal en ambientes naturales, está constituido por zooplancton, frutas y semillas, tolera altas temperaturas y bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua y el potencial demostrado para su crianza en cautiverio, hacen a la gamitana una especie de gran potencial en la amazonia peruana (KOHLENER *et al.*, 2001).

La demanda de la harina de pescado como fuente de proteína para peces, utilizado principalmente en la alimentación del salmón, trucha y langostinos, está en aumento; tornándose los ingredientes alternos como una opción importante para el suministro de energía y nutrientes esenciales en la acuicultura creciente. Así, las leguminosas tropicales constituyen un potencial como fuente de proteína para animales de granja (HARDY, 2000).

Continuar esta tendencia en la producción de peces, implica ser eficientes en su crianza, y uno de los factores que representa los mayores costos es el alimento, debido a que la principal característica de las raciones para peces, es su elevado tenor proteico (MARTÍNEZ *et al.*, 1996).

El frijol de mucuna (*Mucuna pruriens*), es una leguminosa originaria del Asia, cuya concentración de proteína (21-28%) la hace un buen complemento en raciones para animales monogástricos. No obstante, debe ser investigado, debido a que contiene una serie de factores anti nutricionales que dificultan su uso en la alimentación animal (FERREIRA, 2000).

Es en este contexto, se planteó la siguiente hipótesis: la inclusión de harina de mucuna tostada en raciones experimentales mejora los índices zootécnico en gamitana. Para ello, nos trazamos los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de la inclusión de harina de mucuna en raciones balanceadas sobre los índices zootécnicos (Peso vivo, Ganancia de peso diario, Longitud total y Conversión alimenticia) de gamitana.
- Efectuar un análisis económico por el método de Presupuestos Parciales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

.2.1. La mucuna como cultivo.

La mucuna (*Mucuna pruriens* L.), es una planta de la familia fabaceae, originaria del sur de China y el este de India, donde fue cultivada ampliamente como hortaliza (BUCKLES *et al.*, 1999). Típica de regiones tropicales, sobresale por su utilización como cobertura vegetal y abono verde en cultivo asociado principalmente con maíz, presenta un crecimiento rápido y vigoroso, de hábito trepador, cuya característica de producir guías, le permite extenderse rápidamente hasta cubrir el suelo y ser altamente competitiva con la maleza (FLORES, 1991; GROLL, 1997).

.2.2. Valor nutricional y factores antinutricionales.

El contenido de 21-28% de proteína cruda, permite considerar al frijol de mucuna como una fuente de proteína y bajo un adecuado tratamiento, como materia prima en la elaboración de alimentos balanceados para animales. La concentración de 1,5% de lisina y 0,22-0,36% de metionina, es un atributo destacable y probablemente más importante que el contenido de

proteína respecto a la lisina, no obstante, la metionina se presenta como aminoácido limitante (CHAPARRO *et al.*, 2009).

RUBIO y BRENES (1995), Indican que los factores anti nutricionales afectan negativamente la utilización nutritiva de las raciones, por tanto deprimen el crecimiento de los animales, sin embargo, estos factores anti nutricionales (L-Dopa, fenoles, taninos, inhibidores de proteasas, lectinas, ácido fítico) presentes en el frijol de mucuna, no deben representar una limitante para su consumo cuando son sometidos a procesos adecuados.

Los taninos al igual que los compuestos fenólicos tienen efectos antinutricionales, el ácido fítico componente que se encuentra en la mayoría de plantas con semilla. Reduce la biodisponibilidad de ciertos minerales especialmente el fósforo y la digestibilidad de las proteínas quelatando minerales como el hierro (Fe), Inhibidores de Tripsina: provoca una considerable reducción de la digestión y la absorción de la proteína, lo que da como resultado una pérdida de peso y pobre conversión alimenticia. La actividad del ácido fítico, los taninos, compuestos fenoles inhidores de tripsina se puede controlar sometiéndolo a calor, (BAZEL Y ANDERSON, 1994; SIDDHURAJU *et al.*, 1996; HAYDEN, 1997; FLORES, 1997).

Según JOSEPHINE y JANADHARNAN (1992), la cocción o el tostado eliminan casi por completo la actividad inhibitoria de la tripsina como de la mayoría de los factores antinutricionales, excepto el contenido de la L – DOPA.

L - DOP A: este compuesto (3,4 - Dehidroxi Fenil Alanina) se encuentran en Concentraciones de 6-9% en las semillas de mucuna (incluyendo los embriones) (LORENZETTI *et al.*, 1998).

.2.3. Utilización del frijol de mucuna como alimento.

Los cultivos de cobertura, mayormente no son empleados con el objetivo de aprovechar su cosecha y obtener beneficios económicos, más bien es apreciado por su capacidad de mejorar la fertilidad del suelo, proteger el suelo de la erosión, suprimir malezas, entre otros beneficios (SANCHO y CERVANTES, 1997). En el pasado, los frijoles de mucuna han sido usados como alimento en varios países como India, Filipinas, Nigeria, Malawi, y actualmente, las investigaciones se incrementan respecto a su utilización en la alimentación de animales monogástricos (PUGALENTHI *et al.*, 2005).

El uso del frijol de mucuna en la alimentación de pequeños rumiantes, no presenta mayores complicaciones en el crecimiento animal, siendo posible la adición del frijol de mucuna como suplemento proteico, sin consecuencias negativas y sin necesidad de tratamientos para disminuir las concentraciones de factores anti nutricionales, principalmente L-Dopa (VIVANCO, 1998). En contraste, el uso del frijol de mucuna en animales no rumiantes, presenta limitaciones si se proporciona sin un tratamiento para disminuir el contenido de factores anti nutricionales (JAYAWEERA *et al.*, 2007).

Diversos son los estudios relacionados a la disminución de los factores anti nutricionales presentes en el frijol de mucuna y su utilización en monogástricos, principalmente aves y cerdos (DEL CARMEN *et al.*, 1999; PEÑA, 2000; CAMARA *et al.*, 2003; ENCALADA, 2002; IYAYI y TAIWO, 2003).

L-Dopa actúa como un reductor del apetito de acción periférica aumentando la duración de la saciedad al reducir la velocidad del vaciamiento gástrico, debido a que se activan los mecanismos de realimentación de los receptores de PH, de osmolaridad y de grasas situadas en el duodeno, y como consecuencia, retrasa su absorción y su biodisponibilidad. (BUNOUT, 2013).

Para evaluar el efecto del frijol de mucuna como fuente de proteína para cerdos en crecimiento y sustituir totalmente la torta de soya, se utilizó tres tipos de tratamientos, tostado, cocido y remojado. Las ganancias de peso con frijol cocido fueron muy inferiores a los del tratamiento de tostado y las ganancias más bajas se presentaron con el frijol remojado y crudo. En general, los resultados obtenidos indican que a pesar de los tratamientos efectuados al frijol crudo, este no puede sustituir en 100% a la torta de soya como fuente de proteína vegetal, siendo afectados significativamente la ganancia de peso diario, consumo de alimento y conversión alimenticia, en comparación al tratamiento testigo (FLORES, 1997).

En dos ensayos FERRIERA *et al.*, (2003), evaluaron si el frijol de mucuna puede ser incluido en 20% en dietas para pollos parrilleros, bajo

diferentes procesamientos. En el primer experimento, los tratamientos fueron T1=Control, T2=Crudo, T3=Tostado y molido, T4=Molido y tostado, T5=Remojado, tostado y molido, y T6=Remojado, secado y molido. Los resultados mostraron que el frijol de mucuna crudo y procesado ocasionó similares rendimientos en las aves, sin embargo, fueron significativamente menores comparados al tratamiento control. En el segundo experimento, se suplementó con lisina y/o metionina las dietas que contenían 20% de mucuna tostada, no encontrándose ningún efecto entre los tratamientos sobre las variables estudiadas respecto al control. No obstante, los resultados en ganancia de peso y consumo de alimento en el segundo experimento (incluida la dieta que no contenía suplemento de aminoácidos), fueron superiores a los tratamientos con mucuna cruda y procesada del primer experimento.

Por otra parte, EMENALOM y UDEDIBIE (2005), procesaron los frijoles de mucuna mediante tostado y cocción, distribuyendo los tratamientos en (T1) Control, (T2) 10% mucuna cruda, (T3) 10% mucuna cocida, (T4) 20% mucuna cocida y (T5) 10% mucuna tostada, en un ensayo de alimentación en pollos parrilleros en finalización (28 a 56 días de edad). El contenido de mucuna en las dietas experimentales, deprimió significativamente el crecimiento de las aves; sin embargo, el consumo de alimento bajo efecto de los tratamientos T2 y T3 fue similar a la dieta control (T1), asimismo, la conversión alimenticia del tratamiento T3 y el control, no fueron diferentes significativamente.

Como puede observarse, los diversos métodos de procesamiento al frijol de mucuna y su efecto en el desempeño de los animales, permite concluir que el frijol de mucuna es una fuente de proteína potencial para animales monogástricos, siempre y cuando los métodos empleados para la reducción de sus factores anti nutricionales (L-Dopa principalmente), sean los adecuados. No obstante, debe considerarse que los resultados de los diferentes estudios, están sujetos a factores ambientales, diseños experimentales empleados, origen del frijol de mucuna, como fue observado por (FERRIERA *et al.*, 2003).

Asimismo, el aprovechamiento del frijol de mucuna en regiones en las cuales la obtención de fuentes de proteína convencionales como la torta de soya y harina de pescado están sujetos a costos prohibitivos para el pequeño productor, su utilización se torna una alternativa promisorio para minimizar costos de producción, aun con inclusiones de 20 ó 10% de mucuna tostada en sus raciones., debido al costo de oportunidad que implica la utilización del frijol de mucuna en la alimentación de animales en el sistema integrado (aves de corral, cuyes, peces nativos como la gamitana) (GROLL, 1997).

.2.4. Descripción general de la gamitana.

La gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818), es originaria de los ríos Amazonas y Orinoco. Presenta sinónimos para su nombre común, Cachama en Venezuela, Cachama negra en Colombia, Tambaquí en Brasil, y en Perú, Gamitana. Es un pez muy fuerte, presentando un color gris oscuro en

la parte dorsal de su cuerpo y amarillo blancuzco en la ventral y al estado adulto tiene manchas oscuras irregulares en la parte ventral, y puede alcanzar 30 kg de peso y 1 m de longitud total (WOYNAROVICH, 1998).

BELLO y GIL (1992), dan a conocer que, en ambientes naturales, la alimentación principal de gamitana está constituida por microcrustáceos planctónicos y frutos. Juveniles de gamitana se alimentan mayormente de zooplancton, prefiriendo las frutas y semillas en estado adulto.

La variación estacional también influye en la alimentación natural de la gamitana, así en estaciones de creciente las frutas y semillas son más importantes y el zooplancton lo es en vaciante, es un consumidor agresivo con un amplio espectro alimenticio, de crecimiento rápido en su hábitat natural y en estanques piscícolas cuando las condiciones alimenticias son adecuadas (OLIVEIRA, 2003).

.2.5. Alimentación y nutrición.

La digestibilidad de un alimento es muy variable y está afectada por muchos factores, los cuales pueden ser dependientes del alimento, animal o ambiente (CÓRDOVA, 1993; ALAGÓN, 1997). En la composición del alimento, la fracción de fibra cruda la que mayor influencia tiene sobre la digestibilidad, la variación de la digestibilidad entre especies respecto a

proteínas y lípidos son pequeñas, resultando más pronunciado la variación en la digestibilidad de los carbohidratos, en especial almidón (HEPHER, 1993).

Los peces tienen capacidades digestivas diferentes comparadas a los animales homeotermos, y muchos alimentos que contienen niveles altos de almidón y fibra, es mal digerido por el pez carnívoro, en contraste, peces omnívoros o herbívoros de aguas calientes se presentan más eficientes en la utilización de carbohidratos como fuentes de energía y todo exceso es almacenado en tejidos corporales (BLANCO, 1995).

Dado que los peces son ectotermos, su metabolismo es afectado por la temperatura del agua. Al aumentar ésta, el metabolismo se incrementa hasta un valor máximo y por encima de esta temperatura ocurre una pronunciada disminución en el metabolismo, que por lo común lleva a la muerte del pez, también es afectado por la edad, talla, alteraciones, fluctuaciones de los procesos corporales, así como la concentración de oxígeno o dióxido de carbono y pH del agua (HEPHER, 1993).

El metabolismo de la gamitana es proporcional al aumento de la temperatura del agua y disminuye cuando las concentraciones de oxígeno son bajas. A niveles menores de 0,5 mg/l, la gamitana empieza a mostrar síntomas de hipoxia provocando una reducción del metabolismo rutinario a 40% del nivel normal (ARAUJO-LIMA y GOULDING, 1997).

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

Se recomienda, para peces en general, una relación energía: proteína de 8 a 10 Kcal/g. En gamitana se informa relaciones de 10,7 a 13,9 Kcal/g (castagnolli, 1991 citado por LOCHMANN, 2002).

PILLAY (1997), la información disponible sobre requisitos de aminoácidos muestra diferencias entre especies, sugiriéndose 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. (GUTIÉRREZ *et al.*, 1995) encontraron mejores respuestas en ganancia de peso y proteína retenida utilizando dietas con 25,94% PC y 1,20% de metionina + cistina.

ARAUJO-LIMA y GOULDING (1997), reportan que pelets comerciales para 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) de la gamitana contiene promedios de 36,8 y 14,8% de carbohidratos y fibra respectivamente (SILVA *et al.*, 2000).

Las raciones balanceadas para peces de agua cálida deben incluir lípidos, aun cuando el pez sea capaz de utilizar bien los glúcidos (HEPHER, 1993). Ha sido reportado para la gamitana, relaciones de 38:11% de carbohidratos y fibra, provocaron mejor crecimiento, considerándose esta respuesta como buena en la utilización de hidratos de carbono por esta especie (GÜNTHER-NONELL, 1996).

PEZZATO (1999), recomienda para peces de aguas cálidas, niveles de 5 a 10% de aceite de pescado, para suministrar la cantidad necesaria de ácidos grasos esenciales. En gamitana, un incremento de lípidos de 5 a 20% en la ración, provocó un mejor crecimiento y eficiente utilización de la proteína.

Los peces de agua dulce y cálida, requieren tanto las series de ácidos grasos ω -3 como las ω -6, aunque menores en ω -3 en contraste a peces de aguas frías. Asimismo, una deficiencia de ácidos grasos esenciales pueden afectar la salud del pez (KUBITZA, 2002).

Las deficiencias más comunes de minerales en peces, están asociadas con el calcio y su incorporación en la ración es necesaria, los requerimientos de fósforo del pez varían ligeramente entre las especies; así, el requerimiento de fósforo disponible de la tilapia nilótica y carpa común, es de 0,45 y 0,60% respectivamente (SCHMITTOU, 1995). Se dispone información limitada sobre requerimientos vestigiales y los aportes en las raciones se

efectúan tal cual en los mamíferos, teniendo poca importancia económica en la elaboración de alimentos balanceados (BLANCO, 1995).

El requerimiento cualitativo de vitaminas en peces es similar a otras especies zootécnicas, aunque cuantitativamente difieran. Las deficiencias de vitaminas son observados principalmente en sistemas de cultivo intensivo, con altas densidades y en ausencia de alimento natural (CAÑAS, 1995). Por otra parte, el tratamiento térmico que se produce en el peletizado y extruído implica pérdidas de algunas vitaminas, así como el almacenamiento de alimentos y la disolución en el agua (KUBITZA, 2002).

CHAGAS y VAL (2003), demostraron que la adición de vitamina C en la dieta de gamitana, promueve mayor resistencia al estrés, mejor ganancia de peso, conversión alimenticia y sobrevivencia. MENDES (2000), reporta que la suplementación de vitamina D en gamitana, permite un equilibrio tanto en los niveles de calcio plasmático como en calcio óseo.

.2.6. Estudios en alimentación de gamitana.

VAN DER MEER *et al.* (1996), evaluaron diferentes proporciones de harina de pescado y harina de soya en raciones para alevinos de gamitana, concluyendo que esta especie puede utilizar la harina de soya más eficientemente que otros peces; pudiéndose considerar a esta materia prima como una fuente de proteína superior para la gamitana.

La harina de castaña (*Bertholletia excelsa*) fue evaluada como fuente de proteína en la alimentación de gamitana, concluyéndose que el nivel óptimo de inclusión de este insumo corresponde a un nivel de 29,26% en las raciones, con el cual se obtiene los mejores índices productivos y económicos (QUISPE, 2006).

Por otra parte, SILVA *et al.* (2003), concluyeron que la alimentación de gamitana en los bosques inundados de la amazonía, abarca al menos 133 especies, entre frutos y semillas, de las cuales, 14 especies de semillas y 40 de frutos, mostraron que son más energéticos que proteicos; representando la fuente de energía más importante para gamitana.

En estudios de sustitución del maíz por pijuayo (*Bactris gasipaes*) y mijo (*Pennisetum americanum*) en la alimentación de gamitana, se encontró que el maíz puede ser sustituido completamente por pijuayo (MORI-PINEDO *et al.*, 1999) y el mijo puede incluirse en 60% en las raciones (SILVA *et al.*, 1996), sin afectar el desempeño productivo y la composición corporal de los peces.

PADILLA (2000), obtuvo ganancias de peso diario de 1.1 y 1.8 g al evaluar dietas para gamitana que contenían 18.50 y 24.69% PC, respectivamente. PADILLA, *et al.*, (2000), reportan valores de ganancia de peso diario de 2.65 g en un ensayo de sustitución de harina de pescado por ensilado biológico de pescado en la alimentación de gamitana

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Lugar del experimento.

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Acuicultura "La Cachuela", del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, ubicado a 2,5 km de la ciudad de Puerto Maldonado, Distrito y Provincia de Tambopata, Región Madre de Dios, en las coordenadas geográficas 12°33' LS y 69°11' LO y 194 m.s.n.m., con temperatura ambiental promedio de 24° C y una media en precipitación pluvia anual media de 2200 mm (DIREPRO, 2010).

3.2. Duración del experimento.

El experimento se dividió en dos fases, la pre-experimental que consistió en la preparación del estanque experimental, la distribución de los peces, la adaptación al alimento peletizado, que tuvo una duración de 14 días; y la fase experimental que se inició con la primera medición de peso y talla, hasta la evaluación final comprendido entre el 07 de agosto de 2010 y 19 de febrero de 2011, con una duración de 183 días.

3.3 Instalaciones.

Para el presente experimento, se utilizó un estanque de tierra, cuyo espejo de agua fue de 1800 m² con una profundidad promedio de 1,2 m²; el mismo que se dividió en 5 compartimentos de 360 m² de área cada uno aproximadamente, y alineados de forma paralela.

La preparación del estanque experimental consistió, primeramente, en el vaciado del agua mediante bombeo y posteriormente el secado respectivo por un periodo de 7 días. Simultáneamente al proceso de secado, se procedió a la división del estanque experimental, mediante estacas de madera rollizo, que fueron fijados aproximadamente a 2 m de distancia, los mismos que permitieron la fijación de la malla de paño anchovetero y consolidar las divisiones que correspondieron a cada tratamiento en estudio.

Asimismo, se efectuó el encalado respectivo con 180 kg de cal para todo el estanque. Finalmente se efectuó el bombeo de agua de una quebrada adyacente para el llenado del estanque, midiéndose los parámetros físico-químicos del agua al final del proceso.

3.4. Alevinos

Los alevinos de gamitana fueron obtenidos por reproducción inducida, en el Laboratorio del Centro de Acuicultura La Cachuela, los mismos

que fueron proporcionados para el presente trabajo experimental por el FONDOPEs. Estos fueron trasladados desde el estanque de levante de alevinos hacia el estanque experimental, para iniciar la fase pre-experimental y posteriormente la experimental.

Se emplearon 1000 alevinos, con un peso promedio de $12,66 \pm 0,96$ g distribuidos en forma aleatoria en las sub-divisiones a una cantidad de 200 peces por tratamiento.

3.5. Alimentos y alimentación.

El frijol de mucuna fue obtenida de la Asociación de Agricultura Ecológica de Madre de Dios, los 100 Kg de semilla, primeramente fueron tostados por 20 minutos aproximadamente 120°C , para disminuir el contenido de factores antinutricionales. Posterior a ello, se llevó a un molino de granos para obtener la harina de mucuna y realizarla mezcla con los demás insumos alimenticios.

Para formularlas raciones en estudio se usó el método de programación lineal mediante el software UFFDA (PESTI *et al.*, 1992). En este el modelo, se implementó restricciones a la harina de mucuna a niveles fijos en las raciones respectivas en 0, 10, 20, 30 y 40% para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Asimismo, los demás ingredientes fueron restringidos según prácticas comunes para la formulación de peces.

Cuadro 1. Composición porcentual y contenido nutricional de las raciones experimentales (Base húmeda).

Ingredientes (%)	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Harina de maíz	33,41	28,12	22,95	21,40	19,84
Harina de pescado	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Torta de soya	40,52	36,30	32,09	28,31	24,52
Aceite vegetal	8,00	7,58	7,17	6,48	5,82
Polvillo de arroz	10,00	10,00	9,86	5,94	2,01
Harina de mucuna tostada	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Carbonato de calcio	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Fosfato monodivale	0,87	0,80	0,73	0,67	0,61
Premezcla V+M	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes (% kcal)					
Materia seca	90,51	90,62	90,73	90,86	90,99
Energía D.	2700,00	2700,00	2700,00	2700,00	2700,00
Proteína	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Extracto etéreo	10,95	10,60	10,24	9,29	8,34
Fibra	4,80	5,15	5,50	5,50	5,50
Calcio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosforo disponible	0,49	0,49	0,48	0,47	0,46
Costo, S/.	1,57	1,52	1,46	1,41	1,37

Las restricciones en el modelo respecto a nutrientes, fueron establecidas para la energía y proteína en niveles fijos (isoenergéticas e isoproteicas); el extracto etéreo y fibra, en niveles máximos, y finalmente, niveles mínimos de calcio y fósforo no fitado.

La preparación del alimento, se efectuó en forma manual, iniciándose con el pesaje de los insumos alimenticios según fórmulas establecidas para cada tratamiento y posterior homogenización de los ingredientes en una mezcla final, reservándose aproximadamente la mitad del maíz presente en cada fórmula.

Finalizado el proceso de mezcla de ingredientes, el maíz reservado, fue sometido a un pre-cocido en un 20% de agua aproximadamente en función al peso final de cada mezcla. Finalmente, previa homogenización de todos los ingredientes, se efectuó el peletizado en un peletizadora artesanal (molino de carne), adaptado con granulometría variable de acuerdo al tamaño de los peces. Una vez obtenido el alimento peletizado, éste fue secado al sol, luego bajo sombra, y finalmente fue almacenado en sacos de polietileno. Este proceso fue repetido en función al requerimiento de los peces en experimentación.

3.6. Manejo de la crianza.

El estanque experimental, fue abastecido de agua periódicamente desde una quebrada mediante motobomba, para mantener un nivel constante de agua en el estanque. Durante el experimento, se realizaron muestreos al 35% de los peces por cada tratamiento, con una frecuencia de 14 días. Para la pesca, se empleó una malla anchovetera, y una vez obtenido los ejemplares, se eligieron elegidos aleatoriamente 10 peces mediante un carcal, colocados en un balde con agua y pesados mediante una balanza de precisión, obteniéndose el peso total de peces y finalmente un promedio que representa una medición, con siete mediciones por tratamiento.

A partir del cuarto muestreo, se empleó bolsas de malla anchovetera en lugar de baldes, y una balanza tipo reloj. Respecto a longitud,

de los peces, se procedió a medir a cada uno luego de registrar su peso, así mismo, los muestreos sirvieron también para evaluar el estado de salud.

Lo anteriormente descrito, permitió ajustar la cantidad de alimento a suministrar para cada tratamiento y en función a la tasa de alimentación, que fue de 8,0 y 1,0% al inicio y final del experimento, respectivamente. El alimento se suministró en dos oportunidades, a las 7:00 y 16:00 horas, en un lugar previamente establecido y al voleo, según lo recomendado por CHO y BUREAU (2001) y en cantidades en función a los muestreos periódicos de los peces en experimentación.

3.7. Análisis físico químico del agua

El Registró de la temperatura del agua diariamente, siendo esta en la mañana, al mediodía y en la tarde. El oxígeno disuelto se midió en forma mensual, al igual que la transparencia del agua, mediante un oxímetro YSI 550DO y disco de Secchi respectivamente.

Cuadro 2. Promedios de los parámetros físico – químicos registrados.

Parámetro	Ago. 2010	Set 2010	Oct 2010	Nov 2010	Dic 2010	Ene 2011	Feb 2011
Temp. Agua (°C)	26,84	29,41	29,34	30,05	30,38	27,24	28,07
Oxígeno (mg/l)	3,70	4,00	3,20	2,90	3,50	4,10	4,00
Transparencia (cm)	33,00	25,00	25,00	30,00	28,00	32,00	30,00

3.8. Variable independiente.

Niveles de mucuna tostada.

3.9. Tratamientos en estudio.

T1: Ración experimental.

T2: Ración con Mucuna tostada, 10% en la ración.

T3: Ración con Mucuna tostada, 20% en la ración.

T4: Ración con Mucuna tostada, 30% en la ración.

T5: Ración con Mucuna tostada, 40% en la ración.

3.10. Variable dependiente.

- Variables productivas.

- Peso vivo (g).
- Ganancia de Peso Diario (g).
- Longitud total (cm).
- Conversión alimenticia.

- Variables económicas

- Análisis económico

3.11. Análisis estadístico.

Para el análisis de los datos, se efectuó previamente, una prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos obtenidos para las variables de respuesta fueron analizados mediante un ANOVA de una vía y una prueba de Tukey ($P < 0,05$) para identificar el efecto de cada una de las raciones experimentales. Para la variable Peso vivo final, se consideró 7 observaciones (10 peces por cada observación), producto del muestreo del 35% de peces por tratamiento; para la variable Longitud total, se consideró 70 observaciones, y para las variables Ganancia de peso diario y Conversión alimenticia, fueron consideradas 7 observaciones por tratamiento (STEEL y TORRIE, 1988).

El modelo aditivo lineal del ANOVA empleado fue:

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

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 niveles de harina de mucuna, donde: $i = 0, 10, 20, 30$ y 40% .

ξ_{ij} = Error aleatorio.

Como las variables en estudio son de carácter cuantitativo, estas presentan una relación de causa y efecto, la misma que puede expresarse en un plano de coordenadas, donde la variable dependiente se refiere a la respuesta (Peso vivo, Ganancia de peso diario, Longitud total, Conversión alimenticia) y la variable independiente (Niveles de harina de mucuna) es la causal de modificación (ALAGÓN *et al.*, 1997). A este tipo de relaciones se denomina comúnmente Polinomios Ortogonales, debido a las diferentes tendencias en el aspecto respuesta (lineal, cuadrática, cúbica, etc.) y a la independencia que existe entre las ecuaciones que se plantean para definir el efecto (RODRÍGUEZ DEL ÁNGEL, 1991). En tal sentido, posterior al análisis de varianza de una vía, se efectuó un análisis de Polinomios ortogonales a las variables en estudio, para definir si la respuesta es lineal, cuadrática o cúbica. Finalmente, definido los modelos de regresión, fue utilizada la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = a + bx \text{ Ecuación lineal}$$

Donde:

- $\hat{y}$ = Variable de respuesta
- a = Intercepto de la regresión
- b = Coeficiente de la regresión
- x = Niveles de harina de mucuna

3.12. Metodología de las Variables dependiente

3.12.1 Variables productivas

- **Peso vivo (g).** se obtuvo al final del experimento y de una muestra del 35% del total de peces por tratamiento. Cada observación constó de 10 peces, elegidos aleatoriamente. Las mediciones registradas, se ajustaron a la unidad inferior más cercana de la lectura, en función de la balanza.
- **Ganancia de Peso Diario (g).** Se determinó de la relación Ganancia de peso diario entre el Número de días
- **Longitud total (cm).** Al final de la medición del peso de cada observación, se efectuó la medición de la longitud (cm) de los peces, el cual se efectuó sobre el lado izquierdo, desde el inicio de la boca hasta el final de la aleta caudal, aproximándose la medición a la unidad inferior más cercana de la lectura (SPARRE y VENEMA, 1997).
- **Conversión alimenticia.** Se consideró al alimento suministrado como consumo aparente, siendo ajustado en función a los muestreos efectuados para cada tratamiento.

3.12.2. Variable económica

El propósito de un estudio de ajuste de tecnología es proporcionar al piscicultor, recomendaciones adaptadas a sus condiciones, y en la mayoría de los casos es suficiente examinar sólo los aspectos que cambiarían debido a la recomendación, considerando constantes las demás prácticas y costos de crianza (LOPERA, 1998).

En ese entender, en el presente estudio, se efectuó un análisis de Presupuestos Parciales, el cual indica que no todos los costos de producción, ni tampoco todos los beneficios, se incluyen en el presupuesto, sino aquellos que son pertinentes a la actividad o tecnología a implementar. Es decir, el Presupuesto Parcial sirve para estimar el cambio que ocurrirá en las utilidades o las pérdidas procedentes de algún cambio en la piscigranja, y es empleado comúnmente en proyectos de desarrollo agropecuario (FAO, 1998).

IV. RESULTADOS

4.1 Variables productivas en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada en Madre de Dios.

4.1.1. Peso vivo.

En el cuadro 3 se muestra el efecto de los niveles de harina de mucuna en las raciones sobre la variable Peso vivo, observándose diferencia estadística significativa ($P<0.05$), así como el efecto lineal ($P<0.05$) determinado por polinomios ortogonales.

Cuadro 3. Peso vivo (g) de gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.

Tratamientos	N*	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
T1	7	544,29 ^a	53,50	494,81	593,76	470,00	630,00
T2	7	485,71 ^a	47,21	442,05	529,37	440,00	570,00
T3	7	325,71 ^b	50,94	278,60	372,83	260,00	420,00
T4	7	255,00 ^c	31,49	225,88	284,12	200,00	300,00
T5	7	207,86 ^c	19,12	190,18	225,54	180,00	240,00

* Cada observación consta de 10 peces.

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre sí a la prueba de Tukey ($P<0,05$).
Efecto lineal ($P<0,05$).

La Figura1 muestra los valores obtenidos y una tendencia lineal ajustado por mínimos cuadrados ($R^2=0,96$), que describe la utilización de la harina de mucuna en las raciones experimentales para gamitana. El efecto lineal ($P<0,05$), indica una disminución de 9,035 g por cada 1% de harina de mucuna tostada incluida en las raciones en estudio.

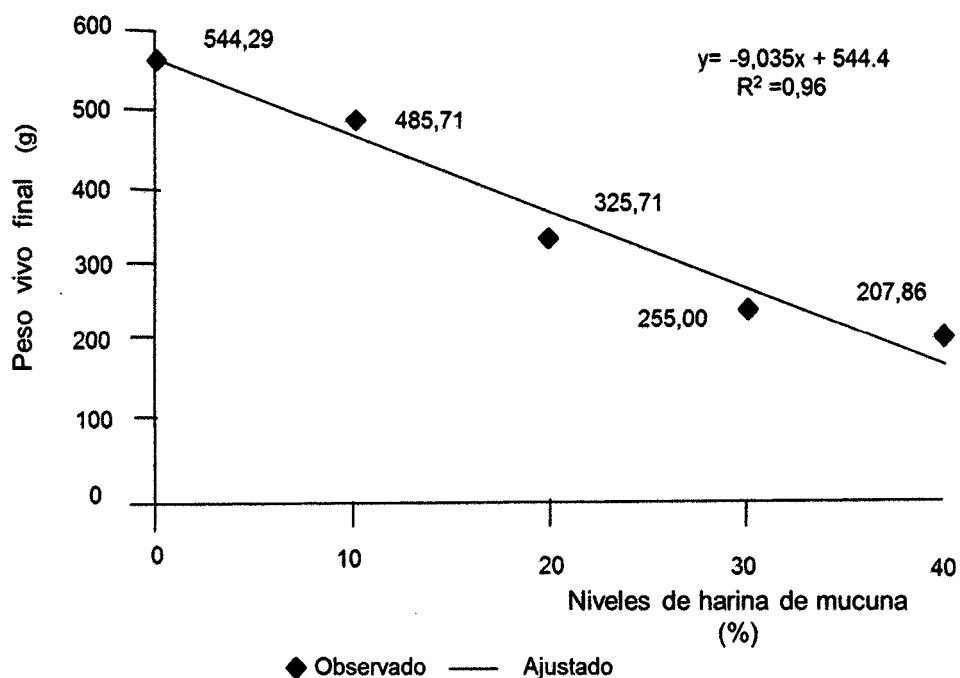


Figura 1. Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre el peso vivo final de gamitana.

4.1.2 Ganancia de peso diario.

En el cuadro 4 se muestra el efecto de los niveles de harina de mucuna en las raciones sobre la variable ganancia de peso diario, observándose diferencia estadística significativa ($P<0,05$), así como el efecto lineal ($P<0,05$) determinado por polinomios ortogonales.

Cuadro 4. Ganancia de peso diario (g) de gamitana alimentada con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.

Tratamientos	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
T1	7	2,77 ^a	0,28	2,51	3,03	2,38	3,22
T2	7	2,47 ^a	0,25	2,24	2,70	2,22	2,91
T3	7	1,63 ^b	0,26	1,38	1,87	1,29	2,12
T4	7	1,26 ^c	0,16	1,11	1,41	1,00	1,50
T5	7	1,02 ^c	0,10	0,93	1,11	0,90	1,20

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre sí a la prueba de Tukey ($P<0.05$).
Efecto lineal ($P<0.05$).

En la Figura 2 se observa la línea de tendencia, ajustado por mínimos cuadrados ($R^2=0,958$), que describe el efecto de los niveles de harina de mucuna en las raciones experimentales, sobre la ganancia de peso diario. El efecto lineal ($P<0,05$) indica una disminución de 0,047 g por cada de 1% de harina de mucuna incluida en las raciones evaluadas.

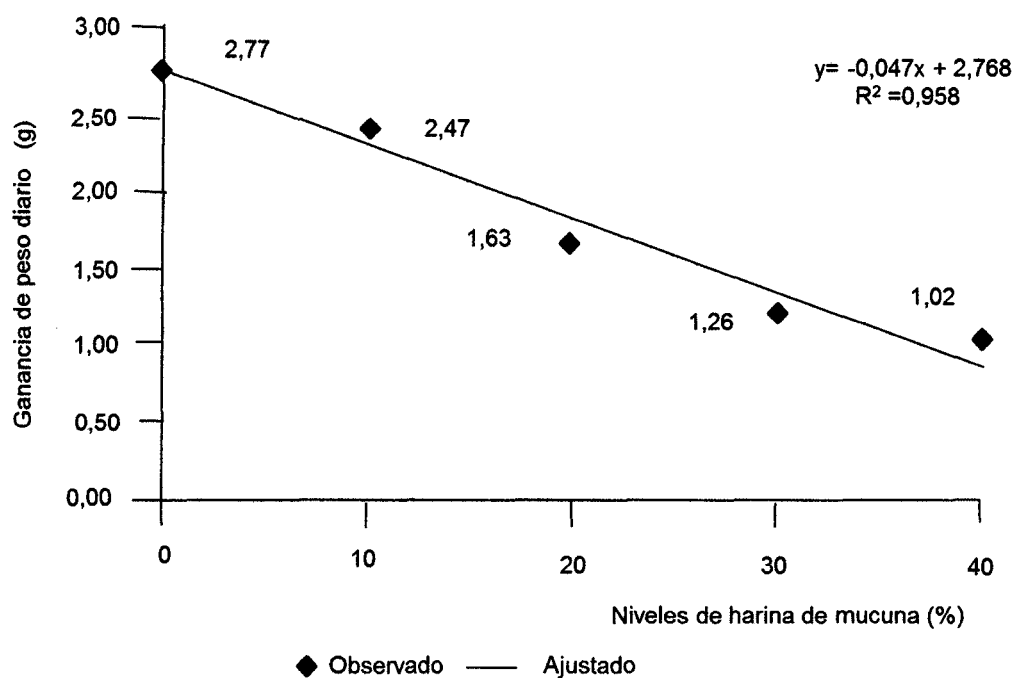


Figura 2. Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre la ganancia de peso diario de gamitana.

4.1.3 Longitud total.

En el cuadro 5 se muestra el efecto de los niveles de harina de mucuna en las raciones sobre la variable longitud total, observándose diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), así como el efecto lineal ($P < 0.05$) determinado por polinomios ortogonales

Cuadro 5. Longitud total (cm) de gamitana alimentada con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.

Tratamientos	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
T1	70	29,42 ^a	2,10	28,92	29,92	25,00	34,00
T2	70	28,52 ^a	2,29	27,97	29,07	24,00	33,00
T3	70	25,39 ^b	2,23	24,86	25,93	21,00	30,00
T4	70	23,30 ^c	1,89	22,85	23,75	20,00	27,50
T5	70	22,09 ^d	1,64	21,70	22,49	20,00	27,00

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre sí a la prueba de Tukey ($P < 0.05$).
Efecto lineal ($P < 0.05$).

La tendencia lineal ($P < 0,05$) de crecimiento en longitud total en función a los niveles de harina de mucuna y ajustada por mínimos cuadrados, se observa en la Figura 3. Similar a lo reflejado en el desempeño de peso vivo y ganancia de peso diario, se observa un crecimiento inversamente proporcional a los niveles de inclusión de harina de mucuna en las raciones. El R^2 de la línea de tendencia simulada, indica el efecto de los niveles de harina de mucuna en un 97,1% respecto a longitud total.

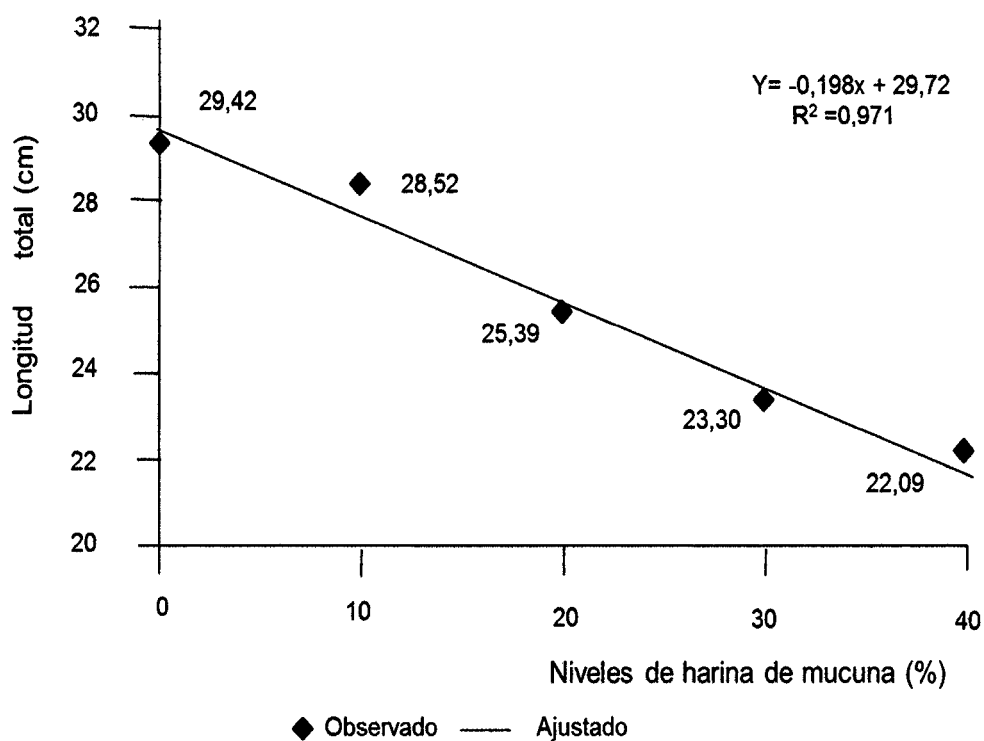


Figura 3. Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre la longitud total de gamitana.

4.1.4 Conversión alimenticia.

En el cuadro 6 se muestra el efecto de los niveles de harina de mucuna en las raciones sobre la variable conversión alimenticia, observándose diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), así como el efecto lineal ($P < 0.05$) determinado por polinomios ortogonales

Cuadro 6. Conversión alimenticia de gamitana alimentada con diferentes niveles de harina de mucuna tostada.

Tratamientos	N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
T1	7	1,68 ^a	0,17	1,53	1,84	1,44	1,94
T2	7	1,71 ^{ab}	0,16	1,56	1,86	1,43	1,88
T3	7	1,90 ^{abc}	0,29	1,64	2,17	1,43	2,34
T4	7	2,05 ^{bc}	0,29	1,79	2,32	1,70	2,61
T5	7	2,19 ^c	0,21	1,99	2,38	1,86	2,52

Medias con letra distinta son significativamente diferentes entre sí a la prueba de Tukey ($P < 0.05$).
Efecto lineal ($P < 0.05$).

La línea de tendencia ajustada por mínimos cuadrados del efecto de la harina de mucuna sobre la conversión alimenticia se observa en la Figura 4, la misma que indica un decremento en la eficiencia de la utilización del alimento a mayor incremento de los niveles de harina de mucuna.

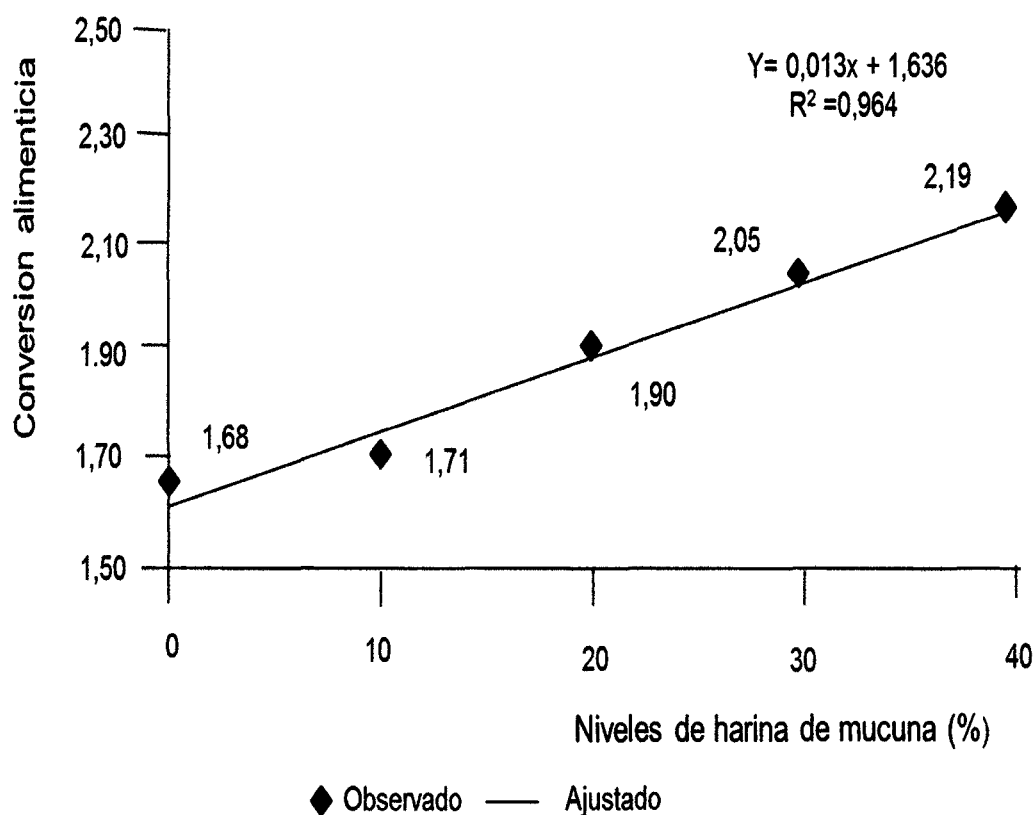


Figura 4. Efecto de los niveles de harina de mucuna tostada sobre la conversión alimenticia de gamitana.

4.2 Variables económicas en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada en Madre de Dios.

4.2.1. Análisis económico.

El análisis económico efectuado por el método de Presupuestos Parciales, se muestra en el Cuadro 7. La inclusión de harina de mucuna tostada, redujo los costos variables por pescado; no obstante, esta reducción no tuvo implicancias favorables en cuanto al beneficio neto parcial por pescado, debido a que a mayor nivel de mucuna tostada en las raciones experimentales, se obtuvo menor incremento de peso en los peces.

Cuadro 7. Análisis de Presupuestos parciales por tratamientos y pescado.

Componentes	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Ingresos					
- Ganancia de peso, kg	0,53	0,47	0,31	0,24	0,20
- Precio carne, S/kg	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Beneficio bruto, S/.	4,25	3,79	2,50	1,94	1,57
Costos variables					
- Consumo de alimento, kg	0,89	0,80	0,58	0,49	0,43
- Costo por kilogramo de alimento, S/.	1,57	1,52	1,46	1,41	1,37
- Costo consumo alimento, S/.	1,39	1,21	0,85	0,69	0,58
Total costos variables, S/.	1,39	1,21	0,85	0,69	0,58
Beneficio neto parcial					
- En S/. por pescado	2,86	2,57	1,65	1,25	0,99
- En porcentaje del ingreso total	67,23	67,92	65,92	64,28	62,94

Harina de mucuna tostada (HMT).

(T1) = 0% HMT, (T2) = 10% HMT, (T3) = 20% HMT, (T4) = 30% HMT, (T5) = 40% HMT.

V. DISCUSIÓN

5.1 Variables productivas en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada en Madre de Dios.

5.1.1 Peso vivo.

Como se observa en el cuadro 3 el mejor comportamiento se logra con la inclusión del 10% de harina de mucuna tostada, no diferenciándose estadísticamente ($P > 0,05$) con el grupo control. En la figura 1 se observa que a medida que el nivel de inclusión de harina de mucuna tostada aumentó en la ración el peso vivo final empeoró (lineal $P > 0,05$). Este mismo comportamiento se muestra en trabajos realizados en otras especies monogástricos (cerdos y aves), para que esta leguminosa no sea utilizada eficientemente en la alimentación de gamitana, tal como mencionaron (DEL CARMEN *et al.*, 1999; ENCALADA, 2002; IYAYI y TAIWO, 2003; CAMARA *et al.*, 2003; EMENALOM y UDEDIBIE, 2005; EMENALOM *et al.*, 2005).

Esto debido quizás a que la L-Dopa es el único factor anti nutricionales que no es termolábil (JOSEPHINE y JANADHARNAN, 1992), además la L-

Dopa actúa como un reductor del apetito de acción periférica aumentando la duración de la saciedad al reducir la velocidad del vaciamiento gástrico, debido a que se activan los mecanismos de realimentación de los receptores de PH, de osmolaridad y de grasas situadas en el duodeno, y como consecuencia, retrasa su absorción y su biodisponibilidad. (BUNOUT, 2013).

5.1.2 Ganancia de peso diario.

Como se observa en el cuadro 4 el mejor comportamiento se logra con la inclusión del 10% de harina de mucuna tostada, no diferenciándose estadísticamente ($P > 0,05$) con el grupo control. En la figura 2 se muestra que la ganancia de peso diario se vio afectada posiblemente por el nivel de inclusión de la harina de mucuna, observándose una relación inversamente proporcional a los niveles de harina de mucuna en las raciones experimentales, a medida que el nivel de inclusión de harina de mucuna tostada aumentó en la ración la ganancia de peso diario muestra una disminución (lineal $P < 0,05$).

Esta misma tendencia se observa en otras especies (monogástricos), esto posiblemente se debe a su contenido de L- Dopa, como sabemos que actúa como un inhibidor del apetito, por lo tanto si al consumir el alimento la ganancia de peso se ve afectada en el cuadro 6. Los resultados del tratamiento 1 y 2 son superiores a los reportados por (PADILLA, 2000), mientras que los tratamientos 3, 4 y 5 muestran valores inferiores. Así mismo (ARBELÁEZ – ROJAS *et al* 2002) y (QUISPE, 2006), trabajando con la misma especie y con diferentes raciones muestran mejores ganancias de peso diario.

5.1.3 Longitud total.

El crecimiento en longitud total de gamitana, se vio significativamente disminuida por la inclusión de los diferentes niveles de harina de mucuna tostada en las raciones experimentales (cuadro 5). Similar a lo sucedido en el incremento de peso de los peces, el contenido de L-Dopa en la mucuna, fue el factor antinutricional que redujo el crecimiento (lineal, $P < 0,05$). Estos valores son inferiores a lo obtenido por (PADILLA, 2000), quien encontró mejor crecimiento en longitud total (33,17 cm), en la dieta que contenía 24,69% PC, pero con diferente ración.

5.1.4 Conversión alimenticia.

Como se observa en el cuadro 6 el mejor comportamiento se logra con la inclusión del 10% de harina de mucuna tostada, no diferenciándose estadísticamente ($p > 0,05$) con el grupo control. En la figura 4 se observa que a medida que el nivel de inclusión de harina de mucuna tostada aumentó en la ración el peso vivo final empeoró (lineal $P > 0,05$). Este mismo comportamiento se muestra en trabajos realizados en otras especies monogástricos (cerdos y aves). Estos resultados son mejores a lo reportado por (SILVA *et al.*, (1996), al comparar dos niveles de proteína en raciones para gamitana. La inclusión creciente de harina de mucuna tostada en las raciones del presente estudio, influyó negativamente en el índice de conversión

alimenticia, observándose una relación directamente proporcional entre los niveles de harina de mucuna y la conversión alimenticia. Esta diferencia significativa puede ser atribuida al bajo peso que alcanzaron los peces, así como a la relación del mismo con la cantidad de alimento que consumieron.

5.2 Variables económicas en gamitana alimentadas con diferentes niveles de harina de mucuna tostada en Madre de Dios.

5.2.1. Análisis económico.

La reducción en el beneficio neto parcial por pescado de los tratamientos T2, T3, T4 y T5 fue de 10,02; 42,37; 56,43 y 65,49%, respectivamente, en función al tratamiento testigo.

El mayor beneficio neto parcial por pescado se observa bajo efecto del tratamiento T1 (S/. 2,86), seguido del tratamiento T2 (S/. 2,57). El mayor beneficio neto parcial expresado en porcentaje del ingreso, se presenta bajo efecto del tratamiento T2 (67,92%). Bajo esta última evaluación del beneficio, no se presentan diferencias acentuadas entre tratamientos; explicándose este comportamiento por el menor costo variable de los tratamientos con mucuna, provocado a su vez por un menor consumo de alimento. Así, se tiene menor beneficio bruto, como también menor costo variable, reflejándose esta proporción en el beneficio neto parcial en función al ingreso total, similar entre tratamientos.

VI. CONCLUSIONES

Basado en las condiciones en que fue conducido el presente trabajo experimental, se concluye:

- La harina de mucuna tostada se puede utilizar en las raciones experimentales hasta un nivel de 10%, obteniéndose respuestas similares al testigo en relación a los índices zootécnicos (peso vivo, longitud total, ganancia de peso diario y conversión alimenticia).
- La harina mucuna tostada en niveles superiores del 10% (20, 30 y 40%) en las raciones experimentales, reduce significativamente el crecimiento (peso vivo final, longitud total, ganancia de peso diario) e incrementa la conversión alimenticia.
- La reducción en el beneficio neto parcial por pescado fue desde 10.02 hasta 65.49% comparado con el tratamiento control.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de harina de mucuna tostada en niveles inferiores al 10% de inclusión en raciones balanceadas para gamitana.
- Se recomienda efectuar estudios referidos a remojado y/o cocido del frijol de mucuna en soluciones alcalinas para reducir los factores antinutricionales.
- Evaluar la inclusión de niveles de lisina y metionina en raciones experimentales para gamitana, buscando minimizar el efecto de los factores antinutricionales del frijol de mucuna.
- Se recomienda realizar investigación acerca de la respuesta biológica y bioquímica de peces alimentados con harina mucuna tostada.

ABSTRACT

"EVALUATION OF INCREASING LEVELS OF TOASTED MUCUNA (*Mucuna pruriens* L.) FLOUR IN FEEDING OF GAMITANA (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) IN TAMBOPATA, MADRE DE DIOS"

The present study was carried out in the Centro de Acuicultura La Cachuela, of the Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, located at 2.5 km of the city of Puerto Maldonado. The objective was to evaluate the effect of the inclusion of 10, 20, 30 and 40% of toasted mucuna flour in 5 diets isoenergetic and isoproteic, in the gamitana performance. For this purpose 1000 12.66 ± 0.96 g average weight gamitana fish distributed in 5 compartments in a pond of 1800 m² were used. Fish of each compartment were fed with 0 (control), 10, 20, 30 y 40% toasted mucuna flour. Fish were fed twice a day with an initial rate of 8.0% live weight, diminishing gradually up to 1.0% at the end of experiment. The inclusion of toasted Mucuna flour in the experimental diets decreased the growth and the feed conversion significantly ($P < 0.05$). The weight gain was 89.24, 59.84, 46.85 and 38.19% for 10, 20, 30 and 40% of toasted Mucuna flour in the diet respectively compared with the control. The reduction in the partial net profit for fish was from 10.02% (10% of toasted Mucuna flour) until 65.49% (40% of toasted Mucuna flour) compared with the control. The toasted Mucuna flour may be used until a maximum of 10% in the diets of gamitana.

Keywords: *Colossoma macropomum*, *Mucuna pruriens*, gamitana, toasted Mucuna flour.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ALAGÓN, H.G., QUIRITA, B.C.R. y LÓPEZ, D.V. 1997. Diseños experimentales por computadora: planeación, procesamiento de datos e interpretación de resultados. C.I.Z. – C.I.P. Cusco, Perú.
- ARAUJO-LIMA, C. and GOULDING, M. 1997. So Fruitful a Fish: Ecology, Conservation, and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui. Columbia University Press, New York, 191p.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSI, D.M.; FIM, J.D.I. 2002. Composição corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Bryconcephalus*, em sistemas de cultivo Intensivo, em garapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. R. Bras. Zootec., v.31, n.3, p.1059-1069.
- BAZEL, J.; ANDERSON, E.L. 1994. Nutritional and anti-nutritional characteristic of mucuna bean seeds. New York, U.S.A. Plenum press. P 76-78.
- BELLO, R.A. y GIL, R.W. 1992. Evaluación y aprovechamiento de la cachama cultivada, como fuente de alimento. GCP/RLA/075/ITA. Documento de campo N° 2. FAO, México, D.F.
- BUNOUT, D. 2013. Nutrición y Drogas, <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88609>
- BLANCO, C.M.C. 1995. La trucha. Cría industrial. Ed. Mundi prensa. España.
- BUCKLES, D.; TRIOMPHE, B. y SAIN, G. 1999. Los cultivos de cobertura en la agricultura en laderas, Innovación de los agricultores con Mucuna.

CIID/CIMMYT/CATIE. Disponible en:

<http://www.idrc.ca/books/focus/881/intro.html> Acceso: Mar-2009.

CAMARA, A.; TOUPOU, K.; DIALLO, D. and BERHE, T. 2003. Studies on *Mucuna* as poultry and pig feed in the republic of Guinea. Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 1, Núm. 2-3, abril-sin mes, 2003, pp. 247-251.

CAÑAS, C.R. 1995. Alimentación y nutrición animal. PUC. Santiago, Chile.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. 2003. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.38, n.3, p.397-402.

CHAPARRO, A.S.P.; ARISTIZÁBAL, T.I.A. y GIL, G.J.H. 2009. Composición y factores antinutricionales de las semillas del género *Mucuna*. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 62(1): 4843-4853.

CHO, C.Y. and BUREAU, D.P. 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. Aquaculture Research 32 (s1), 349-360.

CÓRDOVA, A.P. 1993. Alimentación animal. EDITEC-CONCYTEC. Lima, Perú.

DEL CARMEN, J.; GERNAT, A.G.; MYHRMAN, R.; and CAREW, L.B. (1999). Evaluation of raw and heated velvet beans (*Mucuna pruriens*) as feed ingredients for broilers. Poultry Science, Vol 78, Issue 6, 866-872.

DIREPRO; 2010.; Catastro acuícola de la región Madre de Dios.

EMENALOM, O.O. and UDEDIBIE, A.B.I. 2005. Evaluation of different heat processing methods on the nutritive value of *Mucuna pruriens* (Velvet

bean) seed meals for broilers. International Journal of Poultry Science 4 (8): 543-548

EMENALOM, O.O; ORJI, V.C. and OGBONNA, N.C. 2005. Effect of velvet bean (*Mucuna pruriens*) seeds cooked in maize-cob ash solution on the performance of broiler starter chickens. Livestock Research for Rural Development 17 (12).

ENCALADA, P. 2002. Uso del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) tostado y suplementado con vitamina B6, en raciones para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 32 p.

FAO. 1998. Guía para conducir el elemento del análisis de dificultades. PESA/DOC/18. Serie de Manuales. Volumen II. FAO, Roma.

FERREIRA, H.A. 2000. Evaluación del efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras, 19 p.

FERRIERA, H.; PEÑA, B.; GERNAT, A.; CAREW, L. and MATAMOROS, I. 2003. Evaluation of different processing methods of velvet bean (*Mucuna pruriens*) for use as a feed ingredient for broilers. Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol.1, Núm. 2-3, abril-sin mes, pp.277-286.

FLORES, M. 1991. El uso del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en Honduras. Para control de malezas y asociación con maíz. Noticias sobre el uso de los cultivos de cobertura, Centro Internacional de Información Sobre Cultivos de Cobertura. Honduras.

- FLORES, O.L.A. 1997. Efecto del frijol terciopelo *Mucuna pruriens*, como fuente de proteína en la alimentación de cerdos en crecimiento. Tesis Ing. agrónomo. El Zamorano, Honduras. 37p.
- GROLL, H. 1997. Pasos hacia una agricultura más rentable y ecológicamente apropiada. Asociación de Agricultura Ecológica, Puerto Maldonado-Perú. 64p.
- 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.
- GUTIÉRREZ, A.W.; ZALDIVAR, R.J. y REBAZA, A.M. 1995. Utilización de dietas prácticas con diferentes niveles de aminoácidos azufrados totales para el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*), peces characidae. Folia Amazónica vol. 7 (1-2) - 1995 p.195-203.
- HAYDEN, M. 1997. Initial research concerning velvet beans as poultry feed. Research, Intem Judson College. pp. 2-3
- 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. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Edit. Limusa. México. 406p.

- IYAYI, E.A.; TAIWO, V.O. The effect of diets incorporating *Mucuna (Mucuna pruriens)* seed meal on the performance of laying hens and broilers. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 1, Núm. 2-3, abril, 2003, pp. 239-246.
- JAYAWEERA, T.S.P.; CYRIL, H.W.; SAMARASINGHE, K.; RUWANDEEPIKA, H.A.D. and THOTAWATHTHE, T.S.J. 2007. Effect of Feeding Velvet Beans (*Mucuna pruriens* L.) on the Performance and Lipid Profile of Broiler Chickens. *Tropical Agricultural Research* Vol. 19: 273 - 282.
- JOSEPHINE, R.M.; JANADHAMAN, K. 1992; Studies of chemical composition and antinutritional factors in three germoplasm seed materials of the tribal pulse, *lv Jucuna pruriens*. *Food chemistry*. 43:1 13-18
- KOHLER, C.C.; KOHLER, S.T.; DE JESUS, M.J.; ALCÁNTARA, B.F. and TELLO, S. 2001. Development of sustainable pond aquaculture practices for *Colossoma macropomum* in the Peruvian Amazon. In: A. Gupta, K. Mc Elwee, D. Burke, J. Burright, X. Cummings, and H. Egna (Eds.). Eighteenth Annual Technical Report. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 61–64.
- KUBITZA, F. 2002. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. Cursos avançados em piscicultura. Junho/2002, Propriá – SE, Brasil. 83p.
- LOCHMANN, R. 2002. Spawning and grow-out of *Colossoma macropomum* and/or *Piaractus brachypomus*. In: Mc Elwee, 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.

- LOPERA, P.J. 1998. Lecturas sobre economía campesina y desarrollo tecnológico. En: Memorias del Curso-Taller "Ciclo de la planeación estadística y económica de la investigación participativa". Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. Septiembre 1998.
- LORENZETTI, F.; MACISAAC, S.; AMASON, J.T.; AWANG, D.V.C. 1998. The phytochemistry, toxicology, and food potential of velvet bean. In cover crops in West Africa: Contributing to sustainable agriculture. Ottawa, Canadá. IDRC. IIT A. p 67-84.
- MARTÍNEZ, C.A.; CHÁVEZ, M.C.; OLVERA, M.A. y ABDO, M.I. 1996. Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos 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.
- MENDES, F. 2000. Efeito da vitamina D no crescimento e nos níveis plasmáticos de cálcio e fósforo inorgânico de *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serralmidae). Tese Mestrado - Programa de PósGraduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- MORI-PINEDO, L.A.; Pereira-Filho, M.; Oliveira-Pereira, M.I. 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(3): 447-453.
- OLIVEIRA, A.C. de. 2003. Isótopos estáveis de C e de N 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.P. 2000. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazônica vol. 10 (1-2) p.81-90.
- PEÑA, B. 2000. Uso de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) tostado, suplementado con metionina y lisina, en raciones para pollos de engorde. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 30p.
- PESTI, G.M.; MILLER, B.R. and HARGRAVE, J. (1992). User-Friendly Feed Formulation, Done Again (UFFDA). University of Georgia. Van Nostrand Reinhold.
- 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, L.; SANTOS, D.C.T.; POSSEBON, C.J.E. 2000. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigencias nutricionais de peixes. Scientia Agricola, v.57, n.4, p.601-607.

- PUGALENTI, M.; VADIVEL, V. and SIDDHURAJU, P. 2005. Alternative food/feed perspectives of an underutilized legume *Mucuna pruriens* var. Utilis - A Review. *Plant Foods for Human Nutrition* 60: 201–218.
- QUISPE, Q.E.J. 2006. Evaluación de niveles de harina de castaña (*Bertholletia excelsa*) en raciones de inicio y crecimiento para gamitana (*Colossoma macropomum*) en Tambopata, Madre de Dios. Tesis Ing. Zootecnista,
- RODRÍGUEZ DEL ANGEL, J.M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. Ed. Trillas. UAAAN. México.
- RUBIO, L.A. y BRENES, A. 1995. Utilización de leguminosas-grano en nutrición animal Problemas y perspectivas. XI Curso de especialización FEDNA. 7-8 Nov. Barcelona, España.
- SANCHO F. y CERVANTES, C. 1997. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agronomía costarricense* 21(1): 11-120.
- SCHMITTOU, H.R. 1995. Nutrición, alimentos y alimentación de peces. In: *Soya noticias* Abr-Jun 95, 22-25.
- SIDDHURAJU, P.; VIJAYAKUMARI, K.; LANARDHANAN, K. 1996. Chemical composition and protein quality of the little-know legume, velvet bean *mucuna pruriens*. *Journal of agriculture and food chemistry*. 44:2636
- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. 2003. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. *Acta Amazônica*, 33(4): 687-700.

- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. 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, P.C.; FRANÇA, A.F.S.; PÁDUA, D.M.C.; JACOB, G. 1996. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 26, n. Especial, 1-11.
- SPARRE, P. y VENEMA, S.C. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. Documento Técnico de Pesca. N°. 306.1 Rev. 2: FAO, Roma.
- STEEL, G.D.R. y TORRIE, H.J. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. 2º edición. Ed. McGraw-Hill/Interamericana. México.
- VAN DER MEER, M.B.; HUISMAN, E.A.; VERDEGEM, M.C.J. 1996. Feed consumption, growth and protein utilization of *Colossoma macropomum* (Cuvier) at different dietary fish meal/soya meal ratios. Aquaculture Research. v. 27, no. 7. p. 531-538.
- VIVANCO, D. 1998. Calidad del grano frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) como suplemento proteico para rumiantes. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 22 p.
- WOYNAROVICH, A. y WOYNAROVICH, E. 1998. Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Guía detallada para la reproducción de alevinos de gamitana, paco y caraña. FONDEPES. Lima, Perú. 67p.

X. ANEXOS.

Anexo 1. Composición química de alimentos por kilogramo en Base seca.

Ingredientes	MS	PC	EE	FC	Ca	P
Harina de maíz	88	10,00	4,32	2,50	0,02	0,31
Harina de pescado	91	71,43	9,89	0,55	4,10	2,67
Torta de soya	90	48,89	0,89	7,78	0,28	0,77
Aceite vegetal	99	--	95,96	--	--	--
Polvillo de arroz ¹	88	14,20	14,77	13,64	0,08	1,78
Hna. mucuna tostada ²	91	25,05	3,19	8,46	0,27	0,43
Carbonato Calcio ³	99	--	--	--	35,35	--
Fosfato monodivale ³	99	--	--	--	20,20	21,21

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

¹ Córdova, 1993.

² Lab. Nutrición animal, UNALM.

³ Fabricante.

Anexo 2. Composición de premezcla vitamínica – mineral por kilogramo.

Nutriente	Cantidad
Vitamina A	9000000 UI
Vitamina D3	2000000 UI
Vitamina E	10000 UI
Vitamina K3	3 g
Rivoblavina	4 g
Niacina	30 g
Ácido pantoténico	10 g
Ácido 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: Fabricante.

Anexo 3. Evaluación final de Peso vivo (g) por tratamientos.

Rep*	Tratamientos				
	A	B	C	D	E
1	630	440	350	275	240
2	550	520	340	250	210
3	590	450	260	250	220
4	540	500	420	240	195
5	470	570	300	200	210
6	500	450	310	300	200
7	530	470	300	270	180

*10 peces por repetición.

Anexo 4. Evaluación final de Longitud total (cm) por tratamientos.

Tratamientos						Tratamientos					
Rep	A	B	C	D	E	Rep	A	B	C	D	E
1	31,0	29,0	22,5	23,0	26,0	36	29,0	28,0	28,0	24,5	21,0
2	34,0	28,5	22,0	22,0	26,0	37	29,0	27,0	25,5	22,5	20,5
3	31,0	32,0	24,0	26,0	23,0	38	26,0	27,0	28,0	21,0	20,5
4	29,5	29,5	25,5	25,0	21,0	39	31,0	29,5	24,0	22,5	20,0
5	31,5	29,0	28,0	24,5	23,0	40	26,0	30,0	26,0	23,5	20,0
6	31,0	28,5	24,0	25,0	23,0	41	27,0	29,0	24,5	21,5	22,0
7	31,0	33,0	26,0	26,0	20,0	42	26,0	30,0	26,0	23,5	21,0
8	33,0	24,0	29,0	22,0	21,0	43	28,0	27,5	22,0	21,0	21,0
9	33,0	25,0	25,0	21,0	25,0	44	26,0	30,0	26,5	24,0	24,0
10	26,5	25,0	29,0	23,0	22,0	45	31,0	33,0	26,5	21,5	20,0
11	33,0	25,0	27,0	26,0	25,0	46	30,0	28,5	23,5	21,5	21,0
12	30,0	28,5	27,0	22,5	24,0	47	27,0	32,0	23,0	20,0	23,0
13	27,0	30,5	23,0	21,5	23,0	48	29,0	26,0	21,0	21,0	20,0
14	27,0	25,0	27,0	24,0	20,0	49	27,0	29,5	30,0	24,0	21,0
15	32,5	30,5	26,0	23,5	21,0	50	30,0	29,5	26,0	26,0	21,0
16	29,0	29,0	26,0	22,5	22,0	51	31,0	28,0	23,5	23,0	24,5
17	31,0	28,0	27,0	20,5	23,0	52	29,0	26,0	28,0	27,0	21,5
18	32,5	28,5	21,0	21,0	27,0	53	29,5	28,0	24,0	27,0	22,0
19	30,0	33,0	27,0	23,5	22,0	54	30,0	26,5	26,0	21,5	21,5
20	31,0	32,0	26,0	21,0	21,0	55	30,0	31,0	24,5	22,0	23,5
21	32,5	27,5	24,0	27,5	23,0	56	32,0	24,5	25,0	24,5	24,0
22	33,0	30,0	22,0	23,5	24,5	57	28,0	27,5	26,0	24,0	20,5
23	26,0	28,0	23,0	26,0	21,0	58	29,5	28,5	24,5	21,0	22,0
24	29,0	32,5	24,0	24,0	22,0	59	26,0	29,0	25,0	23,5	23,0
25	28,0	26,5	26,5	22,0	21,0	60	29,5	32,0	25,0	22,0	23,0
26	31,0	25,5	26,0	21,0	21,0	61	28,5	24,0	27,5	22,0	22,0
27	30,0	33,0	28,0	24,0	23,5	62	28,5	28,0	25,5	22,0	22,0
28	27,0	28,0	26,0	26,0	21,0	63	28,5	27,0	23,0	26,0	20,5
29	27,0	28,0	27,0	22,0	23,0	64	30,0	31,5	27,5	23,5	23,0
30	30,0	29,5	23,5	20,5	22,0	65	30,0	26,0	28,5	24,0	21,0
31	31,0	27,5	26,5	25,0	23,0	66	25,0	29,0	24,0	21,5	20,5
32	30,0	31,0	23,0	26,0	22,0	67	30,0	25,0	22,0	26,0	24,0
33	29,5	29,0	28,5	21,0	20,5	68	29,0	27,5	22,0	26,0	24,0
34	30,5	29,0	29,5	22,5	20,0	69	27,5	26,5	23,0	24,5	22,0
35	30,0	28,0	30,0	24,0	20,0	70	27,0	28,0	23,0	23,5	20,5

Anexo 5. Prueba de homogeneidad de varianzas.

	Estadístico de Levene	GL1	GL2	Sig
Peso vivo final	1,493	4	30	0,229
Ganancia de peso diario	1,470	4	30	0,236
Longitud total	2,113	4	345	0,079
Conversión alimenticia	0,596	4	30	0,669

Anexo 6. ANOVA de una vía de Peso vivo final.

FV	SC	GL	CM	F	Sig.
Tratamientos	595310,000	4	148827,500	82,290	0,001
Error	54257,143	30	1808,571		
Total	649567,143	34			

Anexo 7. Prueba de Tukey^a de Peso vivo final.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T5	7	207,8571		
T4	7	255,0000		
T3	7		325,7143	
T2	7			485,7143
T1	7			544,2857
Sig.		0,257	1,000	0,101

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

^a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7.000.

Anexo 8. ANOVA de Polinomios ortogonales de Peso vivo.

FV	SC	GL	CM	Fc	F(0,01)	Sig.
Lineal	571508,937500	1	571508,937500	316,000269	7,56	**
Cuadrático	6287,996094	1	6287,996094	3,476776	7,56	NS
Cúbico	10937,497070	1	10937,497070	6,047591	7,56	NS
Restante	6575,569336	1	6575,569336	3,635782	7,56	NS
Error	54257,131348	30	1808,571045			

Anexo 9. Resumen del modelo de Regresión lineal para Peso vivo final.

R	R ²	R ² corregida	Error típico de la estimación
0,980 ^a	0,960	0,947	33,66577

^a. Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna.

Anexo 10. ANOVA^a de Regresión lineal de Peso vivo final.

	SC	GL	CM	F	Sig.
Regresión	81644,133	1	81644,133	72,036	0,003 ^b
Residual	3400,153	3	1133,384		
Total	85044,286	4			

^a. Variable dependiente: Peso vivo final

^b. Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna

Anexo 11. ANOVA de una vía de Ganancia de peso diario.

FV	SC	GL	CM	F	Sig.
Tratamientos	16,129	4	4,032	82,555	0,001
Error	1,465	30	0,049		
Total	17,594	34			

Anexo 12. Prueba de Tukey^a de Ganancia de peso diario

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T5	7	1,0203		
T4	7	1,2613		
T3	7		1,6269	
T2	7			2,4654
T1	7			2,7681
Sig.		0,272	1,000	0,103

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

^a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7.000.

Anexo 13. ANOVA de Polinomios ortogonales de Ganancia de peso diario.

FV	SC	GL	CM	Fc	F(0,01)	Sig.
Lineal	15,461028	1	15,461028	315,531194	7,56	**
Cuadrático	0,177787	1	0,177787	3,628306	7,56	NS
Cúbico	0,305290	1	0,305290	6,230403	7,56	NS
Restante	0,184145	1	0,184145	3,758067	7,56	NS
Error	1,470000	30	0,049000			

Anexo 14. Resumen del modelo de Regresión lineal para Ganancia de peso diario.

R	R ²	R ² corregida	Error típico de la estimación
0.979 ^a	0,959	0,945	0,17824

^a Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna

Anexo 15. ANOVA^a de Regresión lineal de Ganancia de peso diario.

	SC	GL	CM	F	Sig.
Regresión	2,209	1	2,209	69,524	0,004 ^b
Residual	0,095	3	0,032		
Total	2,304	4			

a. Variable dependiente: Ganancia de peso diario

b. Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna

Anexo 16. ANOVA de una vía de Longitud total.

FV	SC	GL	CM	F	Sig.
Tratamientos	2846,540	4	711,635	169,985	0,001
Error	1444,329	345	4,186		
Total	4290,869	349			

Anexo 17. Prueba de Tukey^a de Longitud total.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T5	70	22,0929			
T4	70		23,3000		
T3	70			25,3929	
T2	70				28,5214
T1	70				29,4214
Sig.		1,000	1,000	1,000	0,072

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

^a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 70.000.

Anexo 18. ANOVA de Polinomios ortogonales de Longitud total.

FV	SC	GL	CM	Fc	F(0,01)	Sig.
Lineal	2766,054199	1	2766,054199	660,786977	6,64	**
Cuadrático	0,887882	1	0,887882	0,212108	6,64	NS
Cúbico	67,892128	1	67,892128	16,218856	6,64	**
Restante	11,654560	1	11,654560	2,784176	6,64	NS
Error	1444,169955	345	4,186000			

Anexo 19. Resumen del modelo de Regresión lineal para Longitud total.

R	R ²	R ² corregida	Error típico de la estimación
0,986 ^a	0,972	0,962	0,61890

^a Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna

Anexo 20. ANOVA^a de Regresión lineal de Longitud total.

	SC	GL	CM	F	Sig.
Regresión	39,516	1	39,516	103,166	0,002 ^b
Residual	1,149	3	0,383		
Total	40,665	4			

a. Variable dependiente: Longitud total

b. Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna

Anexo 21. ANOVA de una vía de Conversión alimenticia.

FV	SC	GL	CM	F	Sig.
Tratamientos	1,330	4	0,333	6,310	0,001
Error	1,581	30	0,053		
Total	2,911	34			

Anexo 22. Prueba de Tukey^a de Conversión alimenticia.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T1	7	1,6839		
T2	7	1,7066	1,7066	
T3	7	1,9040	1,9040	1,9040
T4	7		2,0523	2,0523
T5	7			2,1880
Sig.		0,396	0,60	0,168

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

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7.000.

Anexo 23. ANOVA de Polinomios ortogonales de Conversión alimenticia.

FV	SC	GL	CM	Fc	F(0,01)	Sig.
Lineal	1,283131	1	1,283131	24,210021	7,56	**
Cuadrático	0,015647	1	0,015647	0,295222	7,56	NS
Cúbico	0,024557	1	0,024557	0,463338	7,56	NS
Restante	0,006776	1	0,006776	0,127841	7,56	NS
Error	1,590000	30	0,053000			

Anexo 24. Resumen del modelo de Regresión lineal de Conversión alimenticia.

R	R ²	R ² corregida	Error típico de la estimación
0,982 ^a	0,965	0,953	0,04728

^a. Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna

Anexo 25. ANOVA^a de Regresión lineal de Conversión alimenticia.

	SC	GL	CM	F	Sig.
Regresión	0,183	1	0,183	82,012	0,003 ^b
Residual	0,007	3	0,002		
Total	0,190	4			

a. Variable dependiente: Conversión alimenticia

b. Variables predictoras: (Constante), Niveles mucuna