

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“DESEMPEÑO BIOECONÓMICO DE CUATRO NIVELES DE INCLUSIÓN DE
HARINA DE CÁSCARA DE *Theobroma cacao* L (CACAO) EN DIETAS DE
Oreochromis niloticus (TILAPIA) EN FASE DE ENGORDE”**

Tesis

Para Optar el Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

DARWUIN MARTIN PENADILLO

TINGO MARÍA - PERÚ

2018



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 11:00 a.m. del 13 de junio de 2018, para calificar la Tesis titulada "**DESEMPEÑO BIOECONÓMICO DE CUATRO NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE *Theobroma cacao* L (CACAO) EN DIETAS DE *Oreochromis niloticus* (TILAPIA) EN FASE DE ENGORDE**" presentado por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **DARWUIN MARTÍN PENADILLO**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "**EXCELENTE**".

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del título de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 19 de junio de 2018.

.....
Ing. M. Sc. Juan Lao González
Presidente

.....
Dr. Franco Valencia Chamba
Miembro

.....
Ing. Marco Antonio Rojas Paredes
Miembro

.....
Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por darnos la entereza y sabiduría para afrontar cada día.

A mis padres, Santiago y Antonia, por su amor y confianza, por siempre creer en mi fortaleza y tener la seguridad de mis logros.

A mi hermano Cristiam, a mi esposa Daylith y a mi hijo Sebastian, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mi familia por su respaldo y amor filial.

A mis amigos, Bécquer Tucto, Yempol Gamez, Wilder Murga y Neyser Pinedo, por su sincera amistad en los momentos difíciles y por todo el tiempo compartido.

A nuestros amigos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por ofrecerme la oportunidad de una formación integral en el ámbito profesional y personal.

Al Biólogo pesquero. Carlos Álvarez Janampa y al Dr. Rizal Robles Huaynate, por su completa colaboración y orientación durante el desarrollo de este proyecto de tesis.

A Glelia Ríos Saldaña, auxiliar de laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Zootecnia, por su paciencia y disposición en el desarrollo del análisis químico de las raciones experimentales de este trabajo.

A Weny Sandoval por poner a disposición la Piscicultura El Encanto de Saipai y estar atento al desarrollo de este trabajo.

A Felix Jara Ramires, encargado del laboratorio de Piscicultura de la Facultad de Zootecnia, por el préstamo de equipos requeridos en la ejecución de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Cacao	4
2.1.1. Producción de cacao en el departamento de Huánuco.....	5
2.2. Cáscara de cacao	5
2.2.1. Composición química nutricional de harina de cascara de cacao. 6	
2.3. Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	8
2.3.1. Clasificación taxonómica	8
2.3.2. Requerimientos nutricionales	8
2.3.3. Habito alimenticio	13
2.3.4. Requerimiento de la calidad de agua	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento	17
3.2. Tipo de investigación	17
3.3. Instalaciones, equipos y materiales	17
3.3.1. Instalaciones	17
3.3.2. Equipos y materiales	18
3.4. Insumo en estudio	18
3.4.1. Recolección de la cáscara de cacao	19
3.4.2. Proceso de secado de la cáscara de cacao	19
3.4.3. Flujograma para la obtención de harina de cáscara de cacao	20
3.4.4. Análisis químico de la cáscara de cacao	20
3.4.5. Análisis de minerales de la cáscara de cacao	21
3.5. Dietas experimentales y alimentación	22
3.6. Peces experimentales	24
3.7. Variable independiente	23
3.8. Tratamientos	23
3.9. Croquis de distribución de tratamientos	25
3.10. Diseño y análisis estadístico	25

3.11. Variables dependientes	26
3.12. Metodología para el cálculo de variables respuestas	27
3.12.1. Parámetros biométricos	27
3.12.2. Parámetros económicos	32
3.12.3. Desempeño bioeconómico	33
IV. RESULTADOS	35
4.1. Parámetros biométricos	35
4.1.1. Parámetros de peso de la tilapia	35
4.1.2. Parámetros de longitud de la tilapia nilotica	42
4.1.3. Factor de condición, rendimiento productivo y sobrevivencia.	42
4.2. Parámetros económicos	44
4.3. Desempeño bioeconómico	45
V. DISCUSIÓN	46
5.1. Parámetros biométricos	46
5.1.1. Parámetros relacionados al peso de la tilapia en fase de engorde	46
5.1.2. Parámetros relacionados a la longitud de la tilapia en fase de engorde	54
5.1.3. Factor de condición, rendimiento productivo y sobrevivencia .57	
5.2. Parámetros económicos	59
5.3. Desempeño bioeconómico	59
5.3.1. Optimo técnico de producción	59
5.3.2. Máximo técnico de producción	60
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
VIII. ABSTRACT.....	63
IX. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	64
X. ANEXO	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Producción de cacao en el departamento de Huánuco (2013 – 2014)	5
2. Contenido nutricional de harina de la cáscara de cacao	7
3. Análisis proximal y energía bruta de la harina de cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L)	21
4. Análisis de minerales de la harina de cáscara de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L)	21
5. Dietas balanceadas para tilapia, en fase de engorde con diferentes niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao	23
6. Parámetros biométricos de tilapias (3 meses de edad) en fase de engorde, alimentados (30 días) con dietas incluidas con harina de cáscara de cacao	35
7. Parámetros biométricos relacionados al peso de la segunda etapa de evaluación (día 30 al día 60) de Tilapia nilotica en fase de engorde, alimentados con dietas incluido con harina de cáscara de cacao	37
8. Parámetros biométricos relacionados al peso en toda la evaluación (1 a 60 días) de Tilapia nilotica en fase de engorde, alimentados con dietas incluido con harina de cáscara de cacao	39
9. Parámetros biométricos relacionados a longitud durante la evaluación de tilapia nilotica en fase de engorde, alimentados con dietas incluidas con harina de cáscara de cacao	42
10. Factor de condición, rendimiento productivo y la sobrevivencia de la Tilapia en fase de engorde, alimentados con dietas con diferente inclusión de harina de cáscara de cacao	43
11. Análisis económico de la Tilapia de Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) en fase de engorde, alimentados con dietas incluidas con harina de cáscara de cacao	44
12. promedios de pesos y tallas durante las evaluaciones	72
13. Costos variables	73
14. Costos fijos	73
15. Costo de producción del tratamiento 1	74

16. Costo de producción del tratamiento 2	74
17. Costo de producción del tratamiento 3	74
18. Costo de producción del tratamiento 4	75
19. Costo de producción del tratamiento 5	75
20. Producto físico total, producto marginal y producto medio	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Regresión lineal, para la velocidad de crecimiento de peso (VCP), en la primera etapa de evaluación.....	36
2. Regresión lineal, para la tasa de crecimiento específico en peso, en la primera etapa de evaluación.....	36
3. Regresión lineal, para la conversión alimenticia aparente (CAA), en la primera etapa de evaluación.	37
4. Regresión cubica, para la velocidad de crecimiento de peso (VCP), en la segunda etapa de evaluación.	38
5. Regresión lineal, para la tasa de crecimiento específico en peso (T.C.E. P), en la segunda etapa de evaluación.....	38
6. Regresión lineal, para la conversión alimenticia aparente, en la segunda etapa de evaluación.	39
7. Regresión cubica, para el peso final durante toda la evaluación.	40
8. Regresión cubica, para la velocidad de crecimiento de peso (VCP), durante toda la evaluación.	40
9. Regresión lineal, para la tasa de crecimiento específico en peso (T.C.E. P), durante toda la evaluación.	41
10. Regresión lineal, para la conversión alimenticia aparente (C.A.A), durante toda la evaluación.	41
11. Regresión lineal, para el factor condición (K), durante en toda la evaluación	43
12. Relación insumo – producto. Curvas de Producto físico total (PFT), producto medio (PMe) y producto marginal (PMg).....	45

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la piscigranja “El encanto de Saipai”, ubicado en la Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, con el objetivo de determinar el desempeño bioeconómico de *Oreochromis niloticus* (tilapia), alimentadas con dietas peletizadas incluidas con diferentes niveles de cáscara de cacao; para ello, se emplearon 200 tilapias en fase de engorde, con tres meses de edad y con 191.06 ± 15.24 g de peso vivo, los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos (0%, 5%, 10%, 15% y 20% nivel de inclusión de harina de cáscara de cacao), 4 repeticiones y cada repetición con 10 peces. Los resultados muestran una tendencia lineal, que a mayor inclusión de harina de cáscara de cacao en las dietas para tilapias en fase de engorde presenta mejor resultado en velocidad de crecimiento en peso, tasa de crecimiento específico en peso, y conversión alimenticia aparente (2.86 g/día, 1.05% y 2.28 respectivamente), los peces alimentados con 5% y 10% de harina de cáscara de cacao mostraron mayor utilidad 28.8%. En conclusión, a mayor inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapia se mejoró la respuesta productiva, por lo tanto, se puede incluir hasta un 20% en la dieta.

Palabras clave: Acuicultura, Jaulas flotantes, Alimentación, Fibra total, Nutrientes, Fibra detergente neutro, Teobromina.

I. INTRODUCCIÓN

Ante la gran demanda que existe en producir alimentos para la población humana, que no reciben una alimentación adecuada que contengan proteínas y con la necesidad de conservar la biodiversidad de nuestra población, los alimentos que son utilizados como materia prima en la alimentación animal debe tener el menor costo posible, satisfacer los requerimientos nutricionales del animal y no ser usada en la alimentación humana (GABRIEL, 2001).

El problema al que se enfrentan los piscicultores en todo el mundo es disponer insumos baratos y ricos en nutrientes para reducir el costo de producción del pescado, reduciendo así el costo de los peces y haciéndolo asequible para el hombre (BAYNE et al., 1976).

En nuestro país existen diversos insumos residuales o subproductos generados dentro de la producción de alimentos para consumo humano, uno de ellos es la cáscara de cacao, por su gran disponibilidad en el trópico, bien puede ser una alternativa como insumo en la alimentación pecuaria y de esta forma fomentar la producción sustentable de peces (ROMERO, 2007).

Dentro de la producción acuícola, implica ser eficientes en su crianza y uno de los parámetros que representa los mayores costos de producción es el alimento, debido a que la principal característica de las raciones para peces, es su elevado nivel de proteína. La cáscara de cacao es considerada como un insumo residual; sin embargo, este insumo contiene factores anti nutricionales que limitan el nivel de su uso dentro de la alimentación pecuaria, muchos de estos factores anti nutricionales son inactivados por tratamientos térmicos para mejorar la calidad del producto e incrementar el nivel de uso; en tal sentido se plantea la siguiente interrogante.

¿Cuál será el desempeño bioeconómico de tilapias (*Oreochromis niloticus*) en fase de engorde alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.)?. Para este interrogante se ha planteado la siguiente hipótesis: Las tilapias en fase de engorde que son alimentadas con dietas peletizadas incluidas con 10% de harina de cáscara de cacao, genera mejor rendimiento bioeconómico.

Los objetivos del trabajo de investigación son:

Objetivo general

- Evaluar el desempeño bioeconómico de la inclusión de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L), en dietas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en fase de engorde en el centro de producción de la piscicultura el encanto de Saipai – JCC.

Objetivos específicos

- Determinar la velocidad de crecimiento, tasa de crecimiento específico en peso, consumo de alimento, conversión alimenticia aparente, velocidad de crecimiento en talla, tasa de crecimiento específico en talla, factor condición y el porcentaje de sobrevivencia de tilapias, alimentadas con dietas incluidas con diferentes niveles de cascara en Saipai.
- Estimar el rendimiento económico de la crianza de tilapias alimentadas con raciones incluidas con diferentes niveles de harina de cáscara de cacao, en Saipai.
- Determinar el óptimo técnico y el máximo técnico en la producción de tilapias en fase de engorde con diferentes niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao en su dieta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cacao

El cacao, es una especie distribuida en América Central, Sudamérica, África y Asia, en el Perú en los departamentos de Cuzco, Ayacucho, Junín, Huánuco, San Martín y Amazonas (MINAG, 2003). El cacao es un árbol de altura mediana (5-8 m), tronco recto que se desarrolla en formas variadas, según las condiciones ambientales puede alcanzar alturas hasta los 20 metros cuando crece bajo sombra intensa (ANACAFÉ, 2013). El cacao pertenece a la familia de Esterculiaceae cuya principal característica es que sus miembros producen flores y frutos en los tallos. Es, además, un cultivo que crece y produce en forma adecuada cuando está protegido por la sombra de árboles de otras especies (MINAG, 1991).

MENDOZA (2013) señala que esta planta en la selva peruana se encuentra una gran diversidad de especies, constituyendo un banco de genes para el mejoramiento y obtención de nuevos tipos de cacao con mejores características agronómicas y organolépticas.

2.1.1. Producción de cacao en el departamento de Huánuco

La producción de cacao en las principales provincias del departamento de Huánuco en los años 2013 y 2014 muestra un crecimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de cacao en el departamento de Huánuco (2013 – 2014).

Provincia	Año	Producción (tn)	Aumento (tn)
LEONCIO PRADO	2013	1734.0	+ 340.2
	2014	2074.2	
PUERTO INCA	2013	384.0	+ 5.7
	2014	389.7	
MARAÑÓN	2013	414.0	+ 635.6
	2014	1049.6	
HUÁNUCO	2013	22.0	+ 6
	2014	28.0	
HUAMALIES	2013	86.5	0
	2014	86.5	
PACHITEA	2013	103.4	- 31
	2014	72.6	
TOTAL		6443.5	956.1

Fuente: DRA - HUÁNUCO (2015)

2.2. Cáscara de cacao

La cáscara de cacao corresponde a un 90% del fruto, siendo este el principal desecho en la producción cacaotera, los desechos son utilizados como abonos del mismo cultivo, como también la harina de cáscara de cacao son utilizados en la alimentación animal (EGAS, 2010). Según BRENES (1990) en su titulado “posibilidades de la utilización de los subproductos del beneficio del cacao”: las cáscaras de cacao constituyen un subproducto, indica que pueden ser utilizados en la alimentación animal. Estos usos fueron propuestos tomando en cuenta la composición química de la cáscara: 27% de fibra cruda,

6.25% de proteína cruda, 35.5% de nitrógeno disponible total y 3.2% de potasio.

Un estudio sobre el “potencial de la cáscara de la vaina de cacao como ingrediente alimenticio en la dieta del pez gato africano (*Clarias gariepinus*), realizado por HAMZAT y colaboradores, utilizaron la cáscara de cacao para la alimentación de peces, remplazando al maíz como fuente de energía para el *Clarias gariepinus*, los resultados mostraron que no existe diferencias en la aceptabilidad y demuestra que la inclusión de 10% de harina de cáscara de cacao ofrece un óptimo rendimiento al pez gato africano.

MORA (2011) indica que la cáscara de cacao es nutritiva y no contiene sustancias que son dañinas como la teobromina que se encuentra en las semillas y en las cascarillas de los granos de cacao, además sugiere que es necesario implementar tecnologías para el aprovechamiento de los desechos agrícolas de la actividad cacaotera.

El estudio CCN51 *Theobroma cacao* L, indica que los granos y las cascarillas de cacao contienen un alcaloide llamado teobromina, que es tóxico para los animales, lo que limita su uso para fines de la alimentación, aunque recalca que el contenido de teobromina en la cáscara de cacao es muy bajo. Además, las mazorcas son ricas en potasio (FAO, 2004).

2.2.1. Composición química nutricional de harina de cascara de cacao

La harina de cáscara de cacao contiene 10.56% de proteína total y altos contenidos de ceniza y fibra cruda. Resultados con menores contenidos

de proteína y fibra cruda fueron reportados por VICUÑA (1974) con 6.44% y 21.73%, respectivamente y ALMEIDA (1976) con 7.85% y 23.78 %.

En el Cuadro 2 se muestran el contenido nutricional de harina de cascara de cacao según (VRIESMANN, 2012)

Cuadro 2. Contenido nutricional de harina de la cáscara de cacao

COMPONENTES	CONTENIDO (g/100g)
Humedad	8.5 ± 0.03
Ceniza	6.7 ± 0.01
Proteína	8.6 ± 0.05
Lípidos	1.5 ± 0.08
Carbohidratos totales	32.3 ± 1.04
Carbohidratos de bajo peso molecular	19.2 ± 0.14
Azúcares reductores	10.4 ± 0.50
Lignina	21.4 ± 0.35
Fibra dietética insoluble	27.4 ± 0.01
Fibra dietética soluble	9.6 ± 0.01
Fibra alimentar total	36.6 ± 0.01
Minerales	mg/100g
Ca	254.0 ± 6.53
Fe	5.8 ± 0.06
K	2768.0 ± 30.00
Mg	110.9 ± 0.01
Na	10.5 ± 0.35

Fuente: VRIESMANN (2012)

En el Cuadro 2 se muestra los resultados obtenidos en el análisis químico efectuado en la cáscara de cacao. Se observa que los contenidos de proteína, grasa cruda y otros elementos nutritivos necesarios están presentes en cantidades adecuadas para la alimentación de animales domésticos. Tal como lo señala POUOMONGNE et al. (1997), quienes recomiendan incluir en las dietas de los peces, aves y porcinos un 20 % de cáscara de cacao.

2.3. Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

La tilapia nilotica, es un pez nativo de África. Posiblemente el más importante dentro del grupo de peces de agua cálidas y una de las especies predominantes en el comercio a nivel mundial GÓMEZ et al (2003), las tilapias o mojarra como también se les conoce comúnmente son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales del país (ITURBIDE, 2004).

2.3.1. Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica de la tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*), según LINNAEUS (1758)

REINO	: Animalia
PHYLLUM	: Vertebrata
SERIE	: Piscis
CLASE	: Teleostomi
ORDEN	: Perciformes
FAMILIA	: Cichlidae
GENERO	: <i>Oreochromis</i>
ESPECIE	: <i>Oreochromis niloticus</i>
NOMBRE COMÚN	: Tilapia del nilo

2.3.2. Requerimientos nutricionales

Los nutrientes requeridos por los peces para crecimiento, engorda y otras funciones fisiológicas son semejantes a aquellos requeridos por las

especies terrestres. Los peces necesitan consumir proteínas, minerales, vitaminas y fuentes energéticas (POKNIAK, 1997).

En ambientes naturales, las tilapias se alimentan de una amplia variedad de ítems, desde plancton, organismos bentónicos, invertebrados de la columna de agua, larvas de peces, detritus, materia orgánica en descomposición, etc. Una de las grandes ventajas de la tilapia, es su hábito alimentario es desde un nivel trófico inferior (FITZSIMMONS, 2005).

Las exigencias nutricionales de los alevines son semejantes a la de las tilapias adultas en términos cualitativos, sin embargo, en términos cuantitativos, las exigencias son mayores en peces jóvenes que en adultos (TORRES – NOVOA et al., 2012).

Proteína

El tamaño y la edad del pez, la fuente proteica, el contenido de energía de la ración, calidad de agua y las condiciones de cultivo, afectan los requerimientos de proteína de la tilapia (EL SAYED, 2003). En la fase de engorde FAO recomienda 30% – 32% PB para peces de 25 a 200g y 28 -30% de PB para peces mayores a 200g, para su máximo desempeño.

Aminoácidos

Los requerimientos de aminoácidos azufrados pueden ser atendidos con metionina o una mezcla de metionina y cisteína, y las necesidades de aminoácidos aromáticos como la fenilalanina, pueden ser atendidos parcialmente por la tirosina (NRC, 1993). Estudios recientes

recomiendan una proporción de metionina y cisteína de 50:50 para mejorar el rendimiento de la tilapia de Nilo.

El requerimiento de lisina para la fase de engorde es de 1.42%, con dietas elaboradas a base de maíz y torta de soja (FURUYA et al., 2004). Los requerimientos de aminoácidos azufrados disminuyen con el aumento de peso de la tilapia 1.32% en reversión, 0.92% en post reversión hasta los 100 g de peso y 0.82% para tilapias mayores a 100 g de peso (FURUYA, 2010).

Energía

Las tilapias requieren básicamente de los ácidos grasos linoleico y el araquidónico presente en los aceites de origen vegetal. Los lípidos como fuente de energía de bajo costo y alto nivel energético mejoran la conversión alimenticia (MARTINO et al., 2002), estimulan el consumo de alimento (LEE et al., 2002; BOSCOLO et al., 2005) y mejoran la digestibilidad de alimentos vegetales en dietas para tilapia de Nilo.

La tilapia no utiliza eficientemente los lípidos como fuente energética en niveles por encima de 5% de la dieta (BOSCOLO et al., 2005), MEURER et al. (2002) señalan que la energía proveniente de los lípidos tiene poca influencia en el crecimiento de las tilapias.

Según NRC (1993), la energía ingerida a través de los alimentos puede seguir diferentes rutas metabólicas en el animal, existiendo varios lugares donde la energía perdida puede ser recuperada. Las pérdidas de energía ocurren en las heces, orina y excreciones branquiales y como calor. El pez necesita minimizar esas pérdidas para obtener un óptimo desarrollo.

Como la tilapia no necesita regular la temperatura corporal, los requerimientos de energía de mantenimiento son bajos, la energía diaria de mantenimiento para peces se puede calcular dependiendo del peso metabólico así $(8.85) \cdot (PV)^{0.82}$ kcal/día/pez. Sin embargo, FURUYA (2010) recomienda 4007, 3036 y 3075 kcal/kg de Energía Digestible en la fase de reversión, después de la reversión hasta los 100 g de peso y para mayores de 100 g de peso respectivamente.

Vitamina C

El ácido ascórbico o vitamina C es cofactor de la hidroxilación de la prolina y lisina para formar hidroxiprolina en pro colágeno, el cual es precursor del colágeno, que es necesario en la formación de tejido conectivo, tejido de granulación y matriz ósea. El ácido ascórbico facilita la absorción de hierro, previniendo así, la anemia en peces. Además, el ácido ascórbico ayuda a la vitamina E para minimizar la peroxidación de los lípidos en los tejidos del pez (VÁZQUEZ, 2004). La tilapia del Nilo no puede sintetizar la vitamina C. debido a la ausencia de la enzima L-gulonolactona oxidativa, para su formación a partir de glucosa (BARROS et al., 2002).

La deficiencia de la vitamina C en tilapias, ocasiona deformaciones estructurales como escoliosis y lordosis, afecta al sistema inmune y la actividad reproductiva de la tilapia (TOYAMA et al., 2000), NAVARRO et al. (2010) estimaron que los requerimientos de vitamina C de 50 mg/kg/ración presentan un desempeño productivo satisfactorio en la fase de pos reversión.

Calcio y Fosforo

El calcio y el fosforo están relacionados con el desarrollo y mantenimiento del sistema esquelético y participan en diferentes procesos fisiológicos. En la tilapia 65 a 80 % de las exigencias de calcio pueden ser suplidas directamente del agua, por medio de la absorción activa en las branquias, por aletas y epitelio oral. Los requerimientos de calcio para tilapia están influenciados por la composición físico química del agua y el contenido de calcio en la dieta (NRC, 1993).

Las fuentes de mayor disponibilidad de fosforo para la tilapia son el fosfato mono cálcico y el fosfato bicalcico. El fosforo es un componente de los ácidos nucleicos y de la membrana celular y participan de las reacciones para la producción de energía química de la célula. El fosforo actúa como el metabolismo de carbohidratos, lípidos y aminoácidos, así como del sistema tampón en los fluidos corporales (NRC, 1993).

La deficiencia de fosforo en tilapia afecta el crecimiento, empeora la eficiencia alimenticia y la mineralización ósea. El fosforo puede ser absorbido del agua a través de las branquias en menor proporción que el calcio. La absorción de fosforo depende de la solubilidad en el punto de contacto con la membrana de absorción y también del grado de molido del alimento (SANTOSH, 2002) y la retención aumenta con la concentración de este en la dieta, sin influencia de nivel de calcio en la misma (RIBEYRO et al., 2006).

BOSCOLO et al. (2005) trabajando con alevinos de tilapia alimentados con raciones a base de maíz, torta de soya y suplementadas con fosfato bicálcico, determinaron un requerimiento de fósforo total de 0,74%, y

mayor sobrevivencia de los peces con 0,80% de fósforo total. PEZZATO et al. (2006) trabajando con alevinos revertidos de tilapia establecieron un requerimiento de fósforo disponible de 0,74%. RIBEIRO et al. (2006) estimaron que 1,10% de fósforo total mejora la conversión alimenticia y la tasa de eficiencia proteica, en alevinos de tilapia del Nilo.

Digestión

En los peces la digestión de las proteínas comienza con la acción de la pepsina en medio ácido y continua gracias a las proteasas y peptidasas pancreáticas e intestinales (HIDALGO Y ALLIOT, 1987). La digestión en el intestino se realiza gracias a la acción de distintos productos secretados por la pared intestinal o por glándulas anexas, como el páncreas y el hígado. El páncreas vierte al intestino las siguientes enzimas digestivas; proteasas, carbohidrasas y lipasas. La bilis procedente del hígado mediante la vesícula biliar, aporta las sales biliares, estos son compuestos capaces de emulsionar los lípidos y por consecuencia facilitan la acción de la lipasa en la digestión de las grasas (FRANGE y GROVE, 1979).

2.3.3. Hábito alimenticio

Su hábito alimenticio omnívoro, dentro de su alimentación se encuentra el fitoplancton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, semillas de gramíneas, insectos, restos de peces, cladóceros, rotíferos y copépodos, también pueden filtrar partículas suspendida; bacterias que atrapa en la mucosa de la cavidad bucal (SOTO, 2010).

La tilapia es considerada un pez filtrador por su capacidad de capturar eficientemente organismos planctónicos de la columna del agua. Así mismo digiere con éxito la mayoría de los componentes de las dietas, en particular resulta interesante la alta digestibilidad que presentan algunos compuestos que no son aprovechados por otras especies de peces como los carbohidratos con complejos y alimentos ricos en fibra (CANTOR, 2007). Para un buen desarrollo de las tilapias es necesario utilizar un alimento con cuyo contenido proteico (28%), para asegurar su rápido desempeño biológico en la etapa de crianza (NICOVITA).

Los alimentos suministrados a la tilapia, utilizados como materia prima fundamentalmente es la harina de pescado, harina de carne, hueso y sangre. Las fuentes vegetales más empleados son las harinas de trigo, maíz, torta de soja y algodón. Además, se utiliza otras materias primas de mejor calidad como la harina de calamar (NEGRET, 1993)

El suministro de los alimentos balanceados, depende del clima y de la edad del organismo; para la fase de engorde la tasa de alimentación es de 2% a 5% de la biomasa, con una frecuencia de 2 a 5 veces al día. El factor de conversión alimenticia, depende del tipo de cultivo y sus fases, el rango optimo es de 1.4 y 2.5 (YAHUAR, 2008).

Para lograr un rápido crecimiento y una producción rentable en cultivos de peces, se requiere de un programa de alimentación. El alimento utilizado puede presentar una dieta completa o solamente un suplemento a la alimentación principal, la dieta completa para peces debe contener proteína,

elementos nutritivos, para producir energía para su buen desarrollo en cuanto a crecimiento en el cultivo (MEYER, 2002).

2.3.4. Requerimiento de la calidad de agua

Temperatura

Las tilapias son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio ambiente), y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios bruscos de temperatura). Por ello los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, por ende, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y por ende mayor consumo de oxígeno (NICOVITA).

Oreochromis niloticus es una especie tropical que habita normalmente en aguas pocas profundas; la temperatura mortal es inferior 11 °C - 12 °C y superior a 42 °C, la temperatura óptima esta entre 24 °C – 32 °C (FAO, 2006 y FAO, 2011).

Oxígeno disuelto

Debido a que los organismos acuáticos están adaptados a la concentración de oxígeno disuelto que existe normalmente en sus ecosistemas de origen, se pueden desempeñar muy bien en condiciones de saturación de oxígeno disuelto en los sistemas de cultivo. Si no es posible obtener niveles de saturación, por lo menos se debe mantener en 5 mg/l de oxígeno disuelto en los estanques de cultivo para un óptimo desarrollo (BAUTISTA, 2011).

Las tilapias pueden tolerar niveles de oxígeno disuelto muy bajos, de 0.1 – 0.5 mg/l si pueden alcanzar la superficie del agua. Asimismo, la tilapia puede soportar condiciones de súper saturación de oxígeno. El rango óptimo de oxígeno disuelto para la tilapia es de 4 – 6 mg/l (EL – SAYED, 2006).

pH

El rango óptimo para esta especie esta entre 6.5 a 8.5, este parámetro tiene que ver con la producción de plancton; el nivel óptimo tanto para el pez como para el plancton es 7.0 (ALIAGA, 2004).

Transparencia

La transparencia del agua para *Oreochromis nilotica* se debe mantener 30 cm de visibilidad a la lectura del disco secchi (SAAVEDRA, 2006)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de la Piscicultura el Encanto de Saipai, el cual se encuentra ubicado en el caserío de Saipai, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco. Geográficamente ubicada a 9°51'00" latitud sur y a 75°23'27" longitud oeste, a una altitud de 630 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 23.6°C, humedad relativa de 83.6%. Ecológicamente ubicado en la zona de vida bosque muy húmedo pre montano subtropical: el trabajo de investigación tuvo una duración de 60 días, comprendidos entre los meses de enero y febrero del 2017.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación experimental

3.3. Instalaciones, equipos y materiales

3.3.1. Instalaciones

Se utilizó un estanque con medidas: largo 50 m y ancho 20 m. Cuyo espejo de agua es de 1000 m² con una profundidad de 1.5 metros y una pendiente de 2%, dicho estanque se acondicionó realizando una limpieza general, retirando todo lo inservible, se desinfectó con material calcáreo, en

una proporción de 40 kg por cada 1000 m², además se fertilizo con abono orgánico (gallinaza) en una proporción de 150 g por m² de espejo de agua.

Los parámetros físico – químicos del agua durante la evaluación fueron: pH 6.2 ± 0.2 , temperatura $25.5^{\circ}\text{C} \pm 1.9$, transparencia $25.8 \text{ cm} \pm 1.1$ y oxígeno disuelto de 5 ppm.

Jaulas flotantes

Dentro del estanque se instalaron 20 jaulas flotantes de 1 m³ cada una, estas jaulas fueron construidas con estructuras de tubos PVC de ½ pulgada, cubierta con malla anchovetera de ½ pulgada, donde la altura de la base de las jaulas con respecto al suelo fue de 15 cm y el espacio entre jaulas de 50 cm.

3.3.2. Equipos y materiales

Se usó un oxímetro digital, Marca YSI – Modelo Y60020, kit para análisis de agua de marca LA MOTTE – Modelo AQ-2, para el monitoreo del pH y temperatura del agua se utilizó un peachimetro electrónico de marca EXTECH INSTRUMENTS modelo Q086817, balanza digital marca OHAUS – Modelo SB2 con capacidad máxima de 500 g y con 0.1 g de precisión, ictiometro de 50 cm y una cámara digital marca LUMIX.

3.4. Insumo en estudio

La harina de cáscara de cacao que se utilizó en el experimento fue procedente de la ciudad de José Crespo y Castillo – Aucayacu.

3.4.1. Recolección de la cáscara de cacao

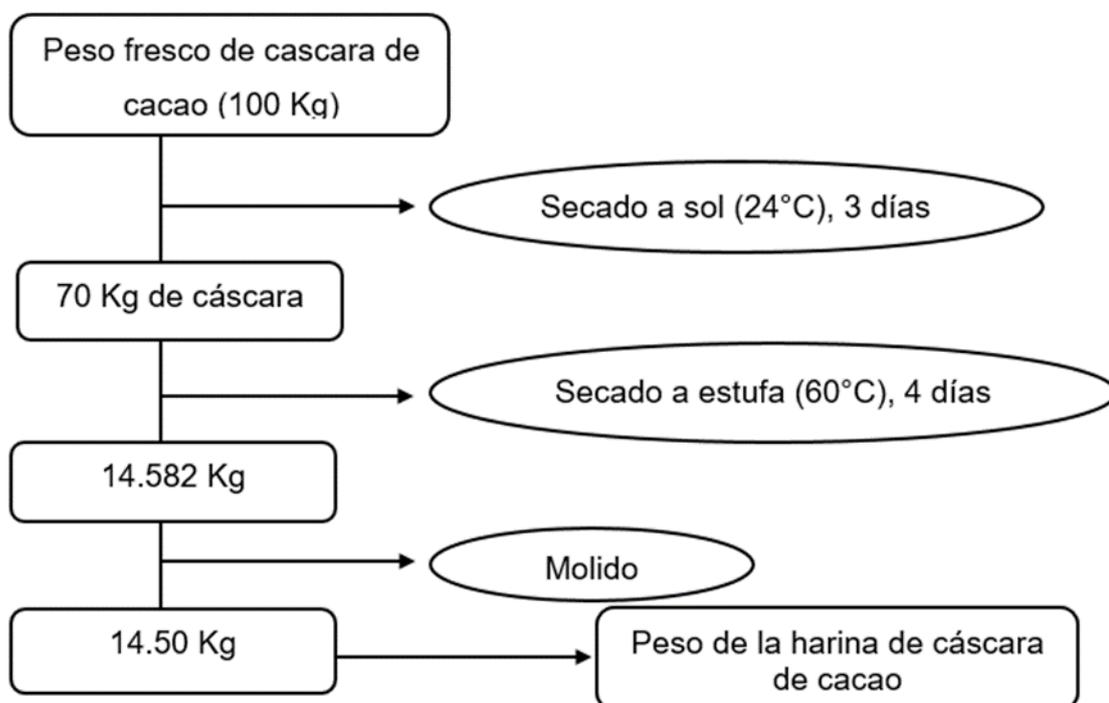
Se obtuvo de las parcelas agrícolas del Sr. Esteban Arias. Se encuentra ubicado en el caserío de Cotomonillo, Distrito de José Crespo y Castillo. Cuenta con ocho hectáreas de cacao de la variedad CCN51, la cáscara recolectada se redujo de tamaño con la ayuda de un machete (picacheo) y se llevó a secar al sol.

ARDILLA (2011) indica que el proceso de la elaboración de la harina de cáscara de cacao, inicia con la recolección de la cáscara, la cual debe realizarse como máximo después de dos días de cortados y sacadas el fruto, ya que la descomposición de la cáscara empieza de manera rápida con la consecuente pérdida de humedad.

3.4.2. Proceso de secado de la cáscara de cacao

Se realizó un pre secado de cáscara de cacao al sol a 24°C durante dos días para luego esto ponerlo en papel periódico y llevarlo a estufa a 60 °C por un periodo de tres días, posterior a ello se llevó a moler la cáscara de cacao en el molino de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia.

3.4.3. Flujograma para la obtención de harina de cáscara de cacao



3.4.4. Análisis químico de la cáscara de cacao

Su composición química de este insumo fue analizada (análisis químico proximal y energía bruta) en el laboratorio de química – UNALM, obteniendo así su contenido nutricional del mismo y formulando una ración adecuada para el experimento, a este insumo no se le practicara ningún tipo de tratamiento. Los resultados del análisis proximal de la cáscara de cacao se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis proximal y energía bruta de la harina de cáscara de cacao
(*Theobroma cacao* L)

Análisis	Resultados
Materia seca	92.63%
Proteína total (Nx6.25)	6.86%
Grasa	0.49%
Fibra Cruda	30.59%
Ceniza	8.54%
ELN	46.15%
Energía Total	3996.5 kcal/kg

Fuente: Laboratorio de Química – UNALM (2015)

3.4.5. Análisis de minerales de la cáscara de cacao

Su composición de minerales de este insumo fue analizada en el laboratorio de suelos – UNAS, los resultados del análisis proximal de la cáscara de cacao se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de minerales de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L)

Análisis	Resultados (%)
Calcio	0.404
Fósforo	2.057
Sodio	0.103
Magnesio	0.334

Fuente: Laboratorio de suelos – UNAS (2016)

3.5. Dietas experimentales y alimentación

Se formularon cinco dietas con inclusiones de 0%, 5%, 10%, 15%, y 20% de harina de cáscara de cacao. La administración del alimento se realizó de forma manual con frecuencia de dos veces por día (9:00 am y 16:00 pm), la cantidad de ración a ofrecerse se calculó en función a la biomasa, donde la tasa de alimentación fue de 4% para el primer mes y 2% para el segundo mes, utilizando ración elaborada en la planta de alimento balanceado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, con 22.82 % de proteína y de 3 mm de diámetro peletizado.

En el Cuadro 5, se muestra las dietas balanceadas que se utilizaron en el presente trabajo de investigación, también se muestra los valores de la composición nutricional de cada tratamiento.

Cuadro 5. Dietas balanceadas para tilapia, en fase de engorde con diferentes niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao

Insumos	Tratamientos				
	0%	5%	10%	15%	20%
Maíz amarillo	0.00	0.00	0.80	12.40	21.50
Polvillo de arroz	0.00	0.00	15.00	15.00	5.30
H.C.C	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
Afrecho de trigo	50.50	51.50	32.10	11.80	0.00
Torta de soja 45	31.30	30.20	31.40	35.20	39.40
Almidón	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Carbonato de calcio	0.30	0.30	0.20	0.10	0.10
Fosfato bicalcico	2.20	2.20	2.20	2.40	2.50
Sal común	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50
Suplemento Vit+Min	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamina C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
BHT	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Aceite de palma	2.50	0.90	0.10	0.00	0.70
Cascara de arroz	5.00	1.90	0.00	0.00	0.00
L-Lisina	0.12	0.13	0.10	0.07	0.04
Metionina	0.22	0.21	0.23	0.23	0.23
Treonina	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
Triptofano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
TOTAL	100	100	100	100	100
valores calculados ¹					
Proteína bruta, %	22	22	22	22	22
Energía digestible, kcal/kg	2700	2700	2700	2804	2900
Extracto etéreo, %	3.00	3.20	3.90	3.70	3.00
Fibra bruta, %	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Calcio, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Fosforo disponible, %	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Sodio, %	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lisina, %	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Metionina, %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Valores determinados ²					
Materia seca %	88.27	88.33	88.42	88.42	88.56
Proteína bruta %	25.96	25.23	25.50	25.82	25.15

1: Valores calculados mixit-2, 2: Valores determinados, Laboratorio de nutrición animal - 2017

3.6. Peces experimentales

Los peces evaluados fueron de la especie *Oreochromis niloticus*, de 3 meses de edad en fase de engorde con un peso promedio de 191.06 ± 15.24 gramos y 21.45 ± 0.95 cm de talla.

3.7. Variable independiente

Niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao

3.8. Tratamientos

Fueron 5 tratamientos, el tratamiento control consistió en una dieta sin la adición de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L) y los tratamientos experimentales con 5%, 10%, 15% y 20% de inclusión de harina de cáscara de cacao.

T1: Dieta peletizada sin inclusión de harina de cáscara de Cacao.

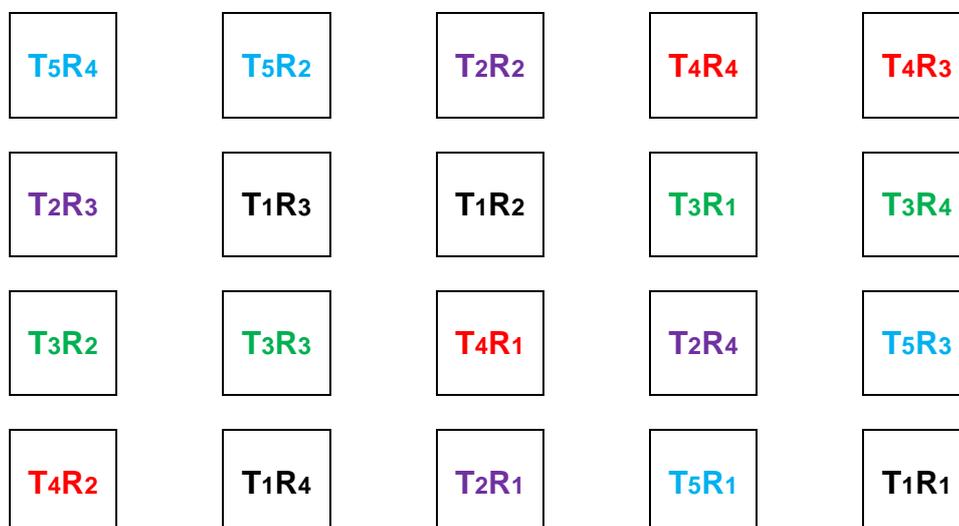
T2: Dieta peletizada con inclusión de 5 % de harina de cáscara de Cacao.

T3: Dieta peletizada con inclusión de 10 % de harina de cáscara de Cacao.

T4: Dieta peletizada con inclusión de 15 % de harina de cáscara de Cacao.

T5: Dieta peletizada con inclusión de 20 % de harina de cáscara de Cacao.

3.9. Croquis de distribución de tratamientos



3.10. Diseño y análisis estadístico

Se usó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones y cada unidad experimental conto con 10 tilapias en fase de engorde. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el software estadístico Infostat (INFOSTAT, 2017) y para el cálculo de las diferencias significativas mínimas entre las medias del tratamiento se utilizó la prueba de Student-Newman-Keuls (S.N.K) 5%; para determinar el nivel óptimo de inclusión de harina de cascara de cacao se realizó el análisis de regresión.

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

Donde:

Y_{ij} = Observación de la j-ésima jaula, en el i-ésimo nivel de harina de cáscara de Cacao

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo nivel de cáscara de Cacao

E_{ij} = Error experimental

3.11. Variables dependientes

Parámetros biométricos

- Velocidad de crecimiento en peso (g)
- Tasa de crecimiento específico en peso (%)
- Consumo de alimento (g)
- Conversión alimenticia aparente
- Velocidad de crecimiento en talla (mm)
- Tasa de crecimiento específico en talla (%)
- Factor de condición (%)
- Supervivencia (%)

Parámetros económicos

- Beneficio neto
- Merito económico

Desempeño bioeconómico

- Máximo técnico de producción
- Optimo técnico económico

3.12. Metodología para el cálculo de variables respuestas

3.12.1. Parámetros biométricos

Ganancia de peso(GP). – Es la diferencia entre el peso final (PF) y el peso inicial (PI), mensualmente se registraron los pesos de cada unidad experimental con una balanza digital marca OHAUS – Modelo SB2 con capacidad máxima de 500g y con 0.1g de precisión.

$$GP = PF(g) - PI(g)$$

Donde:

- GP : Ganancia de peso
- PF(g) : Peso final en gramos
- PI(g) : Peso inicial en gramos

Velocidad de crecimiento en peso (VCp). - Es la diferencia entre los pesos promedios final e inicial entre el tiempo de cultivo, indica el aumento de peso por unidad de tiempo.

$$VCP(g/día) = \frac{P_{f(g)} - P_{i(g)}}{T(días)}$$

Donde:

- VCP (g/día) : Velocidad de crecimiento de peso
- PF(g) : Peso final en gramos

- PI(g) : Peso inicial en gramos
- T : Tiempo en días

Tasa de crecimiento específico en peso (TCEp). – Expresa el peso condicionado por los factores ambientales y de manejo, expresado en porcentaje de crecimiento por día (% g/día).

$$TCEP = \frac{\text{Ln}P_f - \text{Ln}P_i}{T(\text{días})} * 100$$

Donde:

- TCEP : Tasa de crecimiento específico en peso
- LnPF : Logaritmo natural de peso final
- LnPI : Logaritmo natural de peso inicial
- T(días) : Tiempo de cultivo en días

Consumo de alimento (CA). - Es la cantidad de alimento consumido por las unidades experimentales, se calculó primero la biomasa, luego la cantidad de alimento a ofertar, como indica la siguiente fórmula y se registró el consumo diario del alimento.

Biomasa

$$B = N^{\circ}P * W_p$$

Donde:

- B(kg) : Biomasa en kilos
- N°P : Numero de peces
- Wp : Peso promedio

Consumo de alimento

$$CA = TA * B(\text{kg})$$

Donde:

- CA : Consumo de alimento
- TA : Tasa de alimentación (%)
- B(kg) :Biomasa en kilogramo

Conversión alimenticia aparente. - Es la relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso, el alimento ofrecido se brindó de acuerdo a su tasa de alimentación y biomasa.

$$CAA = \frac{\text{Alimento Consumido}(Kg)}{\text{Ganancia de Peso}(Kg)}$$

Ganancia de longitud (cm). - Este parámetro se obtuvo midiendo la longitud total del pez con un ictiometro de 50 cm, se sacaron los 10 peces de las unidades experimentales y de inmediato se registró la talla de cada uno, se realizaron mediciones de talla cada 30 días.

$$GL = LF - LI$$

Donde:

- GL : Ganancia de talla en centímetros
- LF : Longitud final (cm)
- LI : Longitud inicial (cm)

Velocidad de crecimiento en longitud (VCL). - Corresponde a las longitudes totales promedios final e inicial promedios, entre el tiempo de cultivo, indica el aumento de longitud por unidad de tiempo.

$$VCL \text{ (cm/día)} = \frac{L_{f(\text{cm})} - L_{i(\text{cm})}}{T(\text{días})}$$

Donde:

- VCL : Velocidad de crecimiento en longitud
- LF : Longitud final
- LI : Longitud inicial
- T(días) : Tiempo en días

Tasa de crecimiento específico en longitud (TCEL). - Está condicionado por los factores ambientales y de manejo expresado en porcentaje de crecimiento por día (%).

$$TCEL = \frac{\text{Ln}L_{f(\text{cm})} - \text{Ln}L_{i(\text{cm})}}{T(\text{días})} * 100$$

Donde:

- TCEL : Tasa de crecimiento específico en longitud
- LnLF : Logaritmo natural de longitud final (cm)
- LnLI : Logaritmo natural de longitud inicial (cm)
- T(días) : Tiempo en días

Factor de condición (K). - Manifiesta el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio donde vive, la alimentación ofertada y el tiempo de crianza.

$$K = \frac{PT}{L^3} * 100$$

Donde:

- K : Factor de condiciones en porcentaje
- PT : Peso total (g)
- L : longitud elevada a la potencia (3)

Sobrevivencia (S). - Es el cociente obtenido del número de peces vivos al final (PVF) entre el número de peces vivos al inicio(PVI).

$$S(\%) = \frac{PVF}{PVI} * 100$$

Donde:

- S (%) : Sobrevivencia en porcentajes
- PVF : Peces vivos al final
- PVI : Peces vivos al inicio

Rendimiento productivo (RP). – Para el cálculo del rendimiento productivo se utilizó la siguiente fórmula.

$$RP = \frac{BF}{0.7}$$

Donde:

- Rp : Rendimiento productivo
- BF : Biomasa final

3.12.2. Parámetros económicos

Rendimiento económico. - Para el cálculo de rendimiento económico se utilizó las siguientes formulas:

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Donde:

- BN : Beneficio neto
- J : Tratamiento
- P : precio por kg del pescado (S/.)
- Y : Biomasa final por cada tratamiento (Kg)
- CV : Costo variable por tratamiento (S/.)
- CF : Costo fijo por tratamiento (S/.)

Merito económico. – Para el cálculo de índice de rentabilidad se utilizó la siguiente formula.

$$ME \text{ ó } IR (\%) = \frac{BN}{CT} * 100$$

Donde:

- IR : Índice de rentabilidad o merito económico en porcentajes
- BN : Beneficio neto
- CT : Costo total por tratamiento (S/.)

3.12.3. Desempeño bioeconómico

Óptimo técnico y máximo técnico de producción. – Para hallar estas variables, de acuerdo a las relaciones geométricas entre el producto físico total, producto medio y producto marginal.

Donde:

Óptimo técnico → P_{Me} es Máximo

Máximo técnico → P_{Mg} = 0

Para ello se tuvo que hallar:

a. Producto físico total (PFT)

$$Y = f(x)$$

Donde

Y : Producto (Kilogramos de tilapia por tratamiento)

X : Insumo (Niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao)

f : Función

b. Producto medio (PMe)

$$\text{PMe} = \frac{Y_1}{X}$$

Donde:

Y_1 : Producto físico total (PFT)

X : Insumo (Niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao)

c. Producto marginal (PMg)

$$\text{PMg} = \frac{\Delta X}{\Delta Y_1}$$

ΔX : Variación de insumo (nivel de inclusión de cáscara de cacao)

ΔY_1 : Variación de producto (Kg de tilapia por tratamiento)

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros biométricos

4.1.1. Parámetros de peso de la tilapia

En el Cuadro 6, se detalla los índices de pesos en función a la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapia.

Cuadro 6. Parámetros biométricos de tilapias (3 meses de edad) en fase de engorde, alimentados (30 días) con dietas incluidas con harina de

Variables	Unid	Inclusión de Harina de cáscara de cacao					p-valor ¹	CV ² (%)	Reg ³
		0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)			
PI ⁴	g	189.00	191.00	193.21	196.01	186.09	0.51	4.31	N.S
PF ⁵	g	234.05	237.47	240.48	253.12	241.35	0.34	5.36	N.S
VCp ⁶	g/día	1.50	1.55	1.58	1.90	1.84	0.08	13.86	L
TCEp ⁷	%	0.71	0.73	0.73	0.85	0.87	0.05	11.01	L
CDA ⁸	g/d	7.56	7.64	7.73	7.84	7.44	0.51	4.31	N.S
CAA ⁹		5.10	5.03	4.95	4.19	4.04	0.06	12.76	L

cáscara de cacao

1: Análisis de regresión con covariable (peso inicial), 2: Coeficiente de varianza, 3: Regresión, 4: Peso inicial, 5: Peso final, 6: Velocidad de crecimiento en peso. 7: Tasa de crecimiento específico en peso, 8: Consumo de alimento, 9: Conversión alimenticia aparente, L: Tendencia lineal, N.S: No significativo.

La tendencia en la variable velocidad de crecimiento de peso muestra un aumento en acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao (Figura 1).

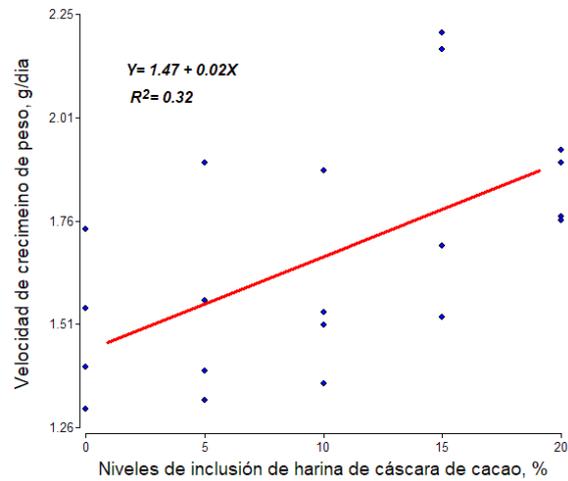


Figura 1. Regresión lineal, para la velocidad de crecimiento de peso (VCP), en la primera etapa de evaluación.

La tendencia en la variable tasa de crecimiento específico en peso muestra aumento en acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao (Figura 2).

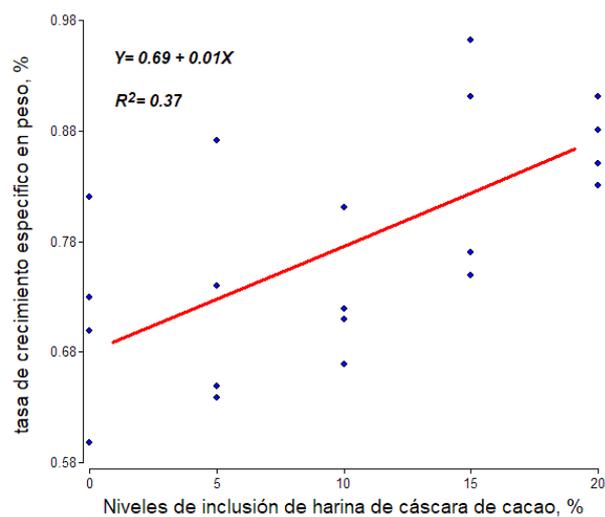


Figura 2: Regresión lineal, para la tasa de crecimiento específico en peso, en la primera etapa de evaluación.

La tendencia en la variable conversión alimenticia aparente muestra una disminución de acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao (Figura 3).

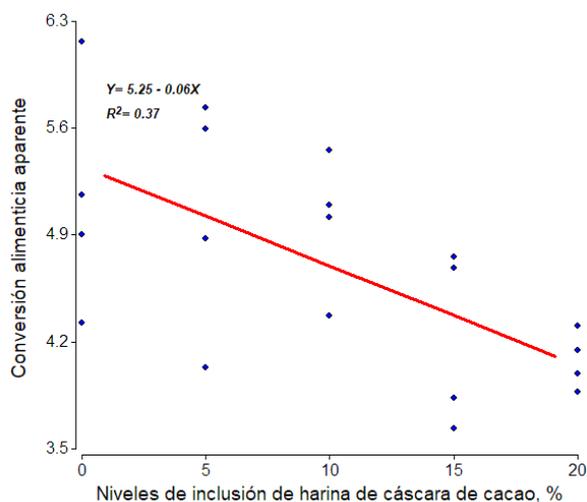


Figura 3. Regresión lineal, para la conversión alimenticia aparente (CAA), en la primera etapa de evaluación.

En el Cuadro 7, se detalla los índices de pesos en función a la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapia.

Cuadro 7. Parámetros biométricos relacionados al peso de la segunda etapa de evaluación (día 30 al día 60) de *Tilapia nilotica* en fase de engorde, alimentados con dietas incluido con harina de cáscara de cacao

Variable	Unid	Inclusión de Harina de cáscara de cacao					p-valor ¹	CV ² (%)	Reg ³
		0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)			
PI ⁴	g	234.05	237.47	240.48	253.12	241.35	0.336	5.36	N.S
PF ⁵	g	305.75	310.19	324.85	367.73	348.22	0.001	5.20	C
VCp ⁶	g/día	2.39	2.42	2.81	3.82	3.56	0.001	15.22	Q
TCEp ⁷	%	0.89	0.89	1.00	1.25	1.22	0.009	14.90	L
CDA ⁸	g/d	4.68	4.75	4.81	5.06	4.83	0.336	5.36	N.S
CAA ⁹		2.01	2.00	1.72	1.35	1.39	0.010	17.00	L

1: Análisis de regresión con covariable (peso 30 días), 2: Coeficiente de varianza, 3: Regresión, 4: Peso inicial, 5: Peso final, 6: Velocidad de crecimiento en peso. 7: Tasa de crecimiento específico en peso, 8: Consumo de alimento, 9: Conversión alimenticia aparente, L: Tendencia lineal, Q: Tendencia cubica, N.S: No significativo

La tendencia en la variable velocidad de crecimiento de peso (g/día) muestra un aumento, hasta el 15% de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta, sin embargo, existe una leve declinación con un 20% de inclusión (Figura 4).

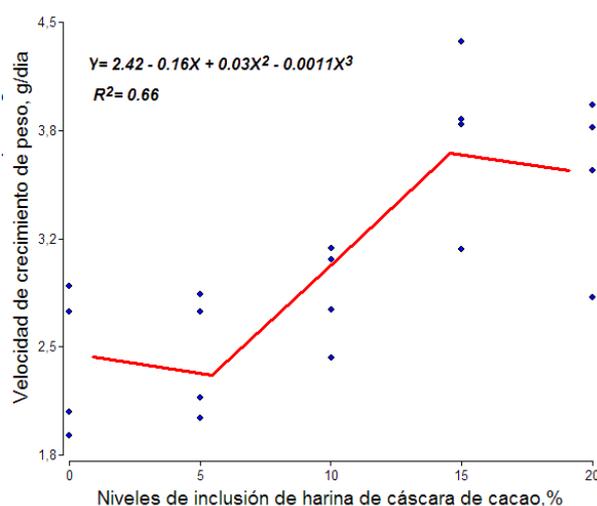


Figura 4: Regresión cúbica, para la velocidad de crecimiento de peso (VCP), en la segunda etapa de evaluación.

La tendencia de la variable tasa de crecimiento específico en peso (%) muestra un aumento, en acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta (Figura 5).

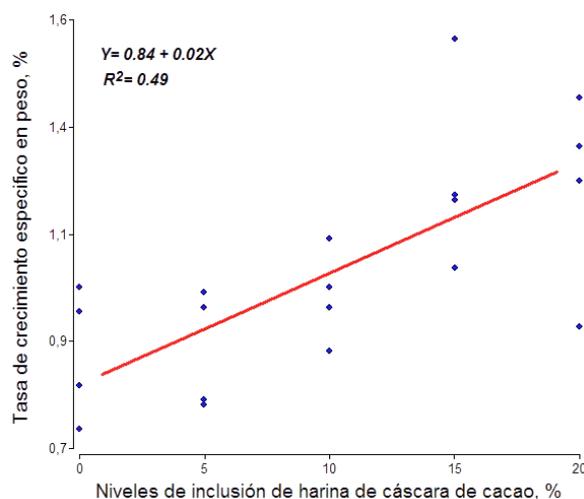


Figura 5. Regresión lineal, para la tasa de crecimiento específico en peso (T.C.E.P), en la segunda etapa de evaluación.

En la Figura 6, se muestra que la tendencia es lineal de la variable conversión alimenticia aparente.

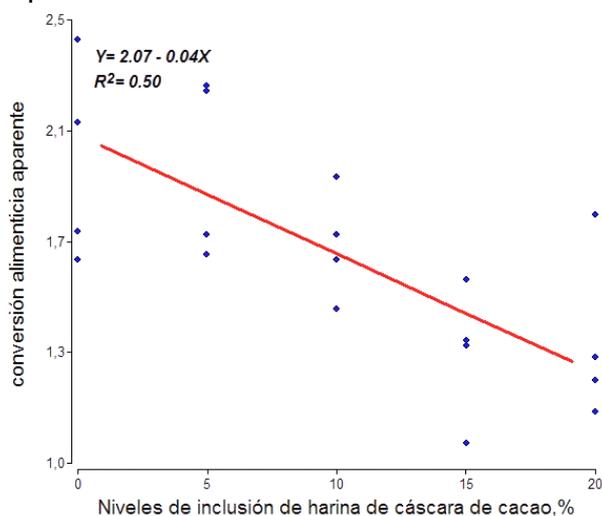


Figura 6. Regresión lineal, para la conversión alimenticia aparente, en la segunda etapa de evaluación.

En el Cuadro 8, se detalla los índices de pesos en función a la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapia.

Cuadro 8. Parámetros biométricos relacionados al peso en toda la evaluación (1 a 60 días) de *Tilapia nilotica* en fase de engorde, alimentados con dietas incluido con harina de cáscara de cacao

Variable	Unid	Inclusión de Harina de cáscara de cacao					p-valor ¹	CV ² (%)	Reg ³
		0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)			
PI ⁴	g	189.00	191.00	193.21	196.01	186.09	0.5121	4.31	N.S
PF ⁵	g	305.75	310.19	324.85	367.73	348.22	0.0006	5.20	Q
VCp ⁶	g/día	1.95	1.99	2.19	2.86	2.70	0.0002	10.82	Q
TCEp ⁷	%	0.80	0.81	0.86	1.05	1.05	0.0007	9.16	L
CDA ⁸	g/d	6.12	6.19	6.27	6.45	6.14	0.4911	4.57	N.S
CAA ⁹		3.18	3.18	2.87	2.28	2.29	0.0012	11.44	L

1: Análisis de regresión con covariable (peso 60 días), 2: Coeficiente de varianza, 3: Regresión, 4: Peso inicial, 5: Peso final, 6: Velocidad de crecimiento en peso, 7: Tasa de crecimiento específico en peso, 8: Consumo de alimento, 9: Conversión alimenticia aparente, L: Lineal, Q: Cubica, N.S: No significativo.

La tendencia en la variable peso final (g) muestra un aumento, hasta el 15% de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta, sin embargo, existe una leve declinación con un 20% de inclusión (Figura 7).

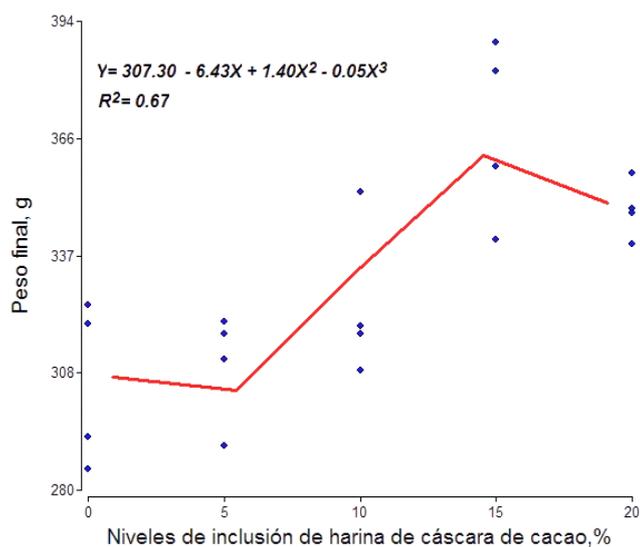


Figura 7. Regresión cúbica, para el peso final durante toda la evaluación.

La tendencia de la variable velocidad de crecimiento en peso (g/día) muestra un aumento, hasta el 15% de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta, sin embargo, existe una leve declinación con un 20% de inclusión (Figura 8).

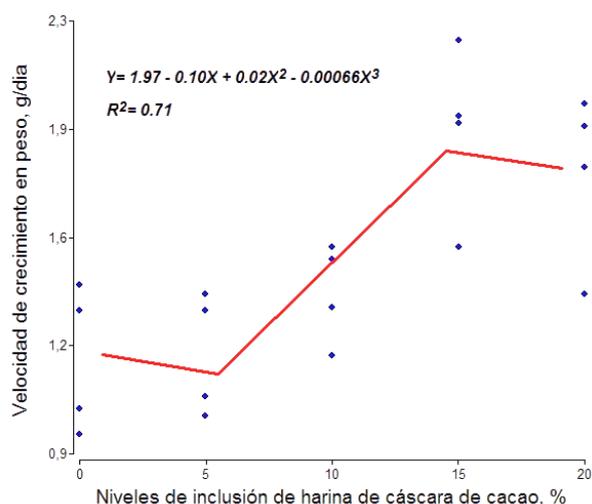


Figura 8. Regresión cúbica, para la velocidad de crecimiento de peso (VCP), durante toda la evaluación.

La tendencia de la variable tasa de crecimiento específico en peso (%) muestra un aumento, en acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta, (Figura N°. 9).

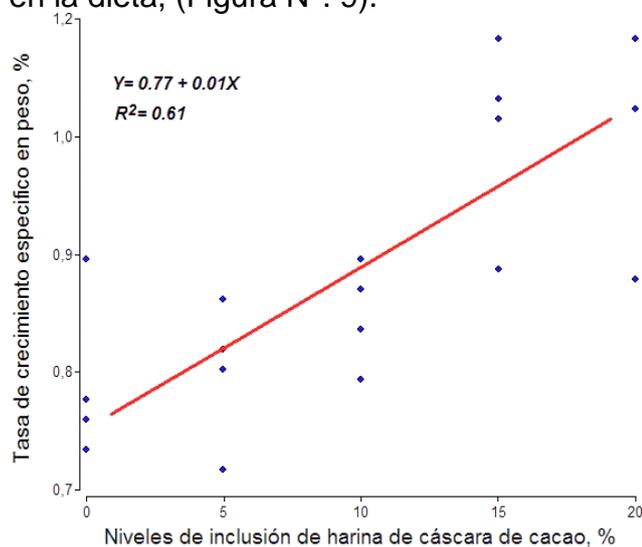


Figura 9. Regresión lineal, para la tasa de crecimiento específico en peso (T.C.E.P), durante toda la evaluación.

La tendencia en la variable conversión alimenticia aparente muestra una disminución de acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao. (Figura 10).

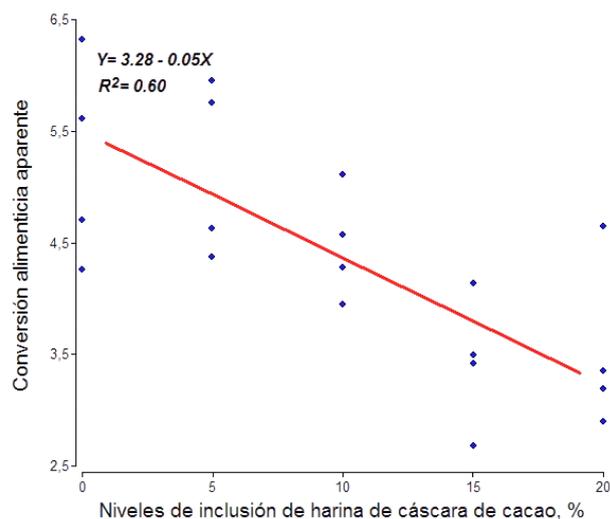


Figura 10. Regresión lineal, para la conversión alimenticia aparente (C.A.A), durante toda la evaluación.

4.1.2. Parámetros de longitud de la tilapia nilotica

En el Cuadro 9, se detalla los índices de longitud en función a la inclusión de harina de cascara de cacao en dietas para tilapia en fase de engorde.

Cuadro 9. Parámetros biométricos relacionados a longitud durante la evaluación de tilapia nilotica en fase de engorde, alimentados con dietas incluidas con harina de cáscara de cacao

Variables	Unidad	Inclusión de harina de cáscara de cacao					p-valor ¹	CV ² (%)	R ³
		0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)			
L (0 días)	cm	21.38	21.41	21.55	21.74	21.15	0.737	2.88	N.S
L (30 días)	cm	23.12	23.24	23.27	23.53	23.00	0.797	2.66	N.S
L (60 días)	cm	24.62	24.65	24.66	24.78	24.29	0.670	1.93	N.S
VCL*	mm/día	0.58	0.61	0.57	0.59	0.61	0.996	29.48	N.S
TCEL*	%	0.26	0.27	0.26	0.26	0.28	0.995	29.46	N.S
VCL**	mm/día	0.50	0.46	0.46	0.41	0.43	0.979	44.98	N.S
TCEL**	%	0.21	0.2	0.19	0.17	0.18	0.982	45.07	N.S
VCL***	mm/día	0.54	0.53	0.51	0.50	0.523	0.969	14.95	N.S
TCEL***	%	0.24	0.23	0.22	0.22	0.23	0.959	0.98	N.S

1: Análisis de regresión con covariable (peso 60 días), 2: Coeficiente de varianza, 3: Regresión, L (0 días): Longitud inicial, L (30 días): Longitud a 30 días de la evaluación, L (60 días): Longitud al finalizar la evaluación, VCL: Velocidad de crecimiento en longitud, TCEL: Tasa de crecimiento específico en longitud, N.S: No significativo, *: Primera etapa de evaluación, **: Segunda etapa de evaluación, ***: Evaluación final.

4.1.3. Factor de condición, rendimiento productivo y sobrevivencia

En el Cuadro 10, se detalla los índices de las variables (factor de condición, rendimiento productivo y sobrevivencia) en función a la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapias.

Cuadro 10. Factor de condición, rendimiento productivo y la sobrevivencia de la Tilapia en fase de engorde, alimentados con dietas con diferente

Variables	Unid	Inclusión de Harina de cáscara de cacao					p-valor ¹	CV ² (%)	Reg ³
		0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)			
K ⁴		2.05	2.07	2.17	2.42	2.44	0.001	5.89	L
R.P ⁵	kg/m ³	4.37	4.43	4.64	5.26	4.97	0.001	5.20	L
S ⁶	%	100	100	100	100	100	-	-	N.S

inclusión de harina de cáscara de cacao

1: Análisis de varianza con covariable (longitud 60 días), 2: Coeficiente de variación, 3: Regresión, 4: Factor condición, 5: Respuesta productiva, 6: Sobrevivencia, L: Lineal, N.S: No significativo, S: Significativo

La tendencia de la variable factor condición (%) muestra un aumento, en acorde a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta (Figura 11).

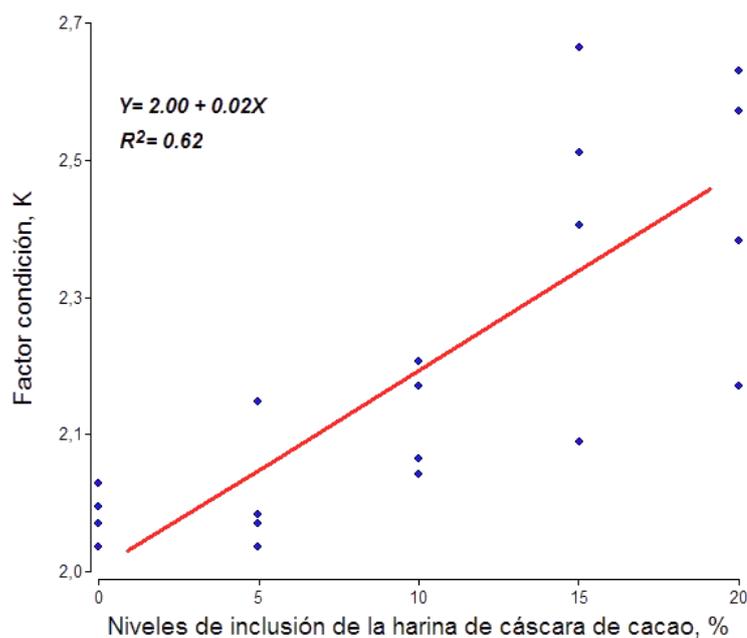


Figura 11. Regresión lineal, para el factor condición (K), durante en toda la evaluación

4.2. Parámetros económicos

Cuadro 11. Análisis económico de la Tilapia de Nilo (*Oreochromis niloticus*) en fase de engorde, alimentados con dietas incluidas con harina de cáscara de cacao

Parámetros	unidad	Inclusión de harina de cáscara de cacao				
		0 (%)	5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)
CPT	S/.	95.91	95.44	95.50	97.20	102.19
BF	Kg	12.2	12.4	13.0	14.7	13.9
IT (S/. 13/KG)	S/.	159.0	161.3	168.9	191.2	181.1
BN	S/.	63.1	65.9	73.4	94.0	78.9
CPU	S./Kg	9.6	9.5	9.5	9.7	10.2
UU	S./Kg	3.4	3.5	3.5	3.3	2.8
IR	%	28.4	28.8	28.8	27.3	23.2

CTP: Costo de producción total, BF: Biomasa final, IT: Ingreso total, BN: Beneficio neto, CPU: Costo de producción unitario, UU: Utilidad unitaria, IR: Índice de rentabilidad

En el cuadro 11, se muestra los valores de la utilidad unitaria (U.U) y el porcentaje del índice de rentabilidad (I.R) de las tilapias de nilo en función a la inclusión de harina de cáscara de cacao en las dietas, en fase de engorde.

4.3. Desempeño bioeconómico

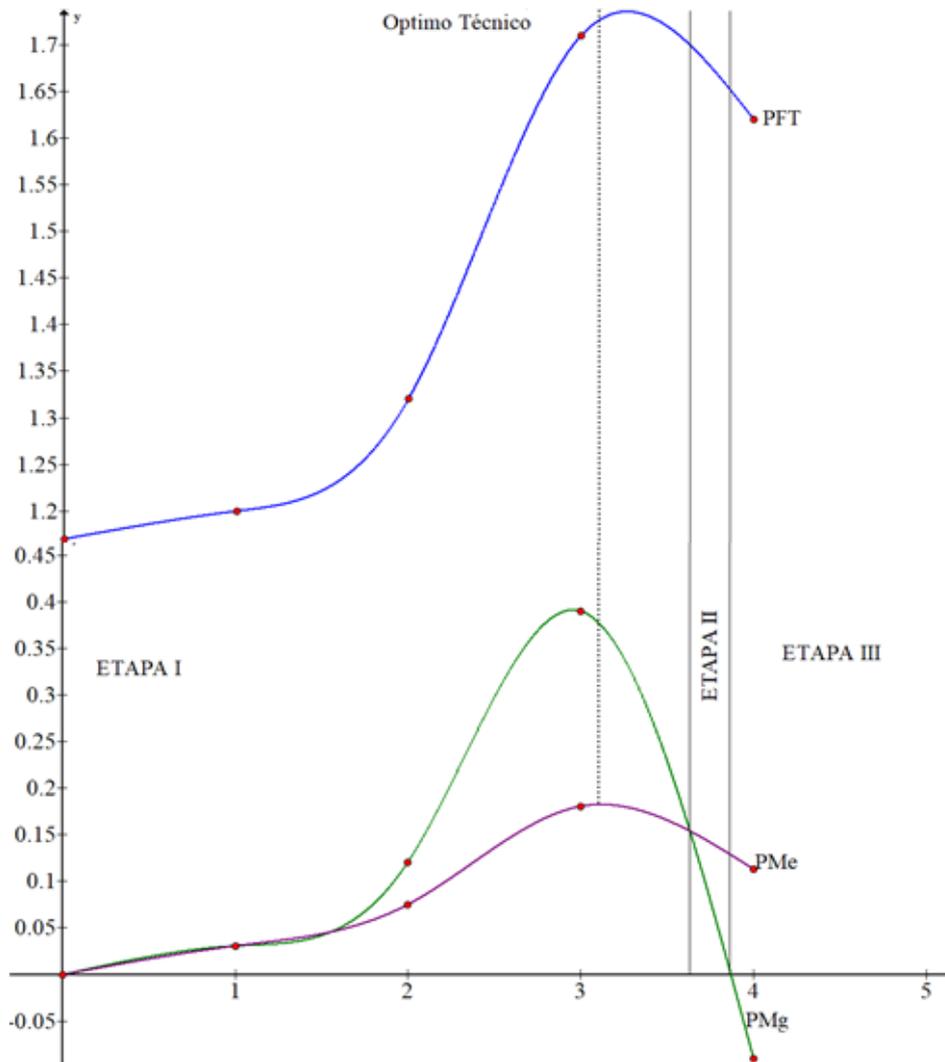


Figura 12. Relación insumo – producto. Curvas de Producto físico total (PFT), producto medio (PMe) y producto marginal (PMg)

V. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros biométricos

5.1.1. Parámetros relacionados al peso de la tilapia en fase de engorde

Primera fase (1 a 30 días):

Velocidad de crecimiento en peso. – Esta variable, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapia en fase de engorde; observándose, una tendencia lineal positiva, donde se nota ($p < 0.05$) mayor velocidad de crecimiento en peso cada vez que se aumentó la concentración de harina de cáscara de cacao en las dietas respectivas de tilapias.

Por tanto, a mayor inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas para tilapias en fase de engorde mejora la velocidad de crecimiento en peso, posiblemente debido al efecto nutricional y funcional de la harina de cáscara de cacao que se caracteriza por el nivel de fibra soluble de 9.6% y fibra insoluble 27% (VRIESMANN et al, 2011)

La velocidad de crecimiento en peso de tilapia en fase de engorde durante 30 días, alimentado con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 1.5 g/día

Tasa de crecimiento específico en peso. - Esta variable, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas para tilapia en fase de engorde; observándose, una tendencia lineal positiva, donde se denota ($p < 0.05$) mayor tasa de crecimiento específico en peso cada vez que se aumentó la concentración de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapias en fase de engorde.

La tasa de crecimiento específico en peso de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 0.71%.

Consumo de alimento. - Esta variable, no fue influenciada ($p > 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapia en fase de engorde; numéricamente se observa mayor consumo de alimento, en tilapias que consumieron dietas peletizadas con una inclusión de 15% de harina de cáscara de cacao.

El consumo de alimento de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentadas con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 7.56 g/d.

Conversión alimenticia aparente. - La conversión alimenticia aparente en tilapias en fase de engorde fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose, una tendencia lineal negativo, donde se denota ($p < 0.05$) menor conversión alimenticia aparente cada vez que se aumentó la concentración de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta.

La conversión alimenticia aparente de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentado con dieta peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 5.10.

Segunda fase (30 a 60 días)

Velocidad de crecimiento en peso. - La velocidad de crecimiento en peso de tilapias en fase de engorde (30 – 60 días) fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose, una tendencia cubica, donde se denota menor velocidad de crecimiento en peso en tilapias alimentados con 5% de inclusión, luego aumentó hasta el 15% y nuevamente descenso cuando a la dieta se adicionaron 20% de harina de cáscara de cacao.

Siendo que a partir de 5% se nota un incremento hasta 15% y mayor a 15% la velocidad de crecimiento en peso se reduce, probablemente al exceso de fibra esto concuerda con lo investigado por ELIKA (2013) En estudios con la cáscara de cacao en la alimentación de tilapias de nilo, el alto contenido de fibra y posiblemente el contenido de teobromina se considera la causa de la disminución del crecimiento de *Oreochromis niloticus*.

La velocidad de crecimiento en peso de tilapia en fase de engorde durante 30 días, alimentado con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 2.39 g/día.

Tasa de crecimiento específico en peso. – Esta variable, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose que las tilapias alimentadas con dietas peletizadas,

observándose una tendencia lineal positiva, donde se denota ($p < 0.05$) mayor tasa de crecimiento específico en peso cada vez que se aumentó la concentración de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapias en fase de engorde.

La tasa de crecimiento específico en peso de tilapias en fase de crecimiento durante 30 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 0.89%.

Consumo de alimento. – Esta variable, no fue influenciada ($p > 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapia en fase de engorde; numéricamente se observa mayor consumo de alimento, en tilapias que consumieron dietas peletizadas con una inclusión de 15% de harina de cáscara de cacao.

El consumo de alimento de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentadas con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 4.68 g/d.

Conversión alimenticia aparente. – La conversión alimenticia aparente en tilapias en fase de engorde fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose, una tendencia lineal negativo, donde se denota ($p < 0.05$) menor conversión alimenticia aparente cada vez que se aumentó la concentración de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta.

La conversión alimenticia aparente de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentado con dieta peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 2.01.

Fase total (1 – 60 días)

Velocidad de crecimiento en peso. – Esta variable, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapia en fase de engorde; observándose, una tendencia cubica, donde se denota menor velocidad de crecimiento en peso en tilapias alimentados con 5% de inclusión, luego aumentó hasta el 15% y nuevamente descenso cuando a la dieta se adicionaron 20% de harina de cáscara de cacao.

Sin embargo, POUOMOGNE (1997) al evaluar 0%, 10% y 20% de inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para la alimentación de tilapias en fase de alevino, observó ($p < 0.05$) mejor velocidad de crecimiento específico en pesos de tilapias alimentadas con dietas peletizadas incluida con 20% de harina de cáscara de cacao. Comparado a aquellos que consumieron dietas con 0% y 10% de harina de cáscara de cacao. También ASHADE (2013) realizó una investigación en la sustitución del maíz por la cáscara de cacao en dietas para tilapia en fase de alevino con inclusión de 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de harina de cáscara de cacao y observó ($p < 0.05$) mejor velocidad de crecimiento en pesos de alevinos alimentados con dietas incluidas con 40% de harina de cáscara de cacao en

relación a aquellos que consumieron dietas incluidas con 0%, 10%, 20% y 30% de harina de cáscara de cacao.

Siendo que a partir de 5% se nota un incremento hasta 15% y mayor a 15% la velocidad de crecimiento en peso se reduce, probablemente al exceso de fibra esto concuerda con lo investigado por ELIKA (2013) En estudios con la cáscara de cacao en la alimentación de tilapias de nilo, el alto contenido de fibra y posiblemente el contenido de teobromina se considera la causa de la disminución del crecimiento de *Oreochromis niloticus*.

La velocidad de crecimiento en peso de tilapia en fase de engorde durante 61 días, alimentado con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 1.95 g/día, este valor fue inferior al determinado por CONTRERAS (2012) quien observó, 2.29 g/día, al realizar una investigación sobre el rendimiento técnico de la Tilapia de Nilo resultante de la sustitución de la dieta con falso girasol y morera en fase de engorde y superior al observado por MERINO (2015), quien realizó un estudio sobre la inclusión de ensilado ácido en dietas extrusadas para el engorde de tilapias de Nilo (*Oreochromis niloticus*) en jaulas, obteniendo una ganancia de peso diario de 1.89 g/día.

También fue superior a NUÑEZ (2017) quien observó una ganancia de peso diario de 1.68 g/d, al evaluar el efecto de cuatro densidades de crianzas en jaulas de tilapia de nilo (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de crecimiento y asimismo ALVARADO (2015), hizo una comparación del crecimiento de machos y hembras de la tilapia (*Oreochromis niloticus*)

cultivadas en jaulas donde los machos obtuvieron una ganancia de peso diario de 2.73 g/día y las hembras 2.17 g/día.

Tasa de crecimiento específico en peso. – Esta variable, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose que las tilapias alimentadas con dietas peletizadas, observándose una tendencia lineal positiva, donde se denota ($p < 0.05$) mayor tasa de crecimiento específico en peso cada vez que se aumentó la concentración de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapias en fase de engorde.

Estos resultados coinciden con POUOMOGNE (1997) quien evaluó la inclusión de 0%, 10% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapias juveniles, observando ($p < 0.05$) mejor tasa de crecimiento específico en peso al incluir un 20 % de harina de cáscara de cacao en la dieta; así mismo, ASHADE (2013) observó ($p < 0.05$) mejor tasa de crecimiento específico al incluir un 40% de harina de cáscara de cacao en la dieta de los alevines.

La tasa de crecimiento específico en peso de tilapias en fase de engorde durante 60 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 0.80%, este valor fue ligeramente inferior al determinado por CONTRERAS (2012) con 0.86% y NUÑEZ (2017) con 1.61%, en tanto fue superior al observado por MERINO (2015), quien determinó 0.74%.

Consumo de alimento. – Esta variable, no fue influenciada ($p>0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapia en fase de engorde; numéricamente se observa mayor consumo de alimento, en tilapias que consumieron dietas peletizadas con una inclusión de 15% de harina de cáscara de cacao.

El consumo de alimento de tilapias en fase de engorde durante 60 días, alimentadas con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 6.12 g/d.

Conversión alimenticia aparente. – La conversión alimenticia aparente en tilapias en fase de engorde fue influenciada ($p<0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose, una tendencia lineal negativo, donde se denota ($p<0.05$) menor conversión alimenticia aparente cada vez que se aumentó la concentración de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta.

Estos datos concuerdan con POUOMOGNE (1997) al evaluar la inclusión de 0%, 10% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapias juveniles, observo ($p<0.05$) mejor conversión alimenticia aparente en tilapias alimentados con dietas peletizadas incluidas con 20% comparado a aquellos que consumieron dietas sin inclusión y con 10% de inclusión de harina de cáscara de cacao (2.08 y 1.95%, respectivamente). Así mismo, ASHADE (2013), reporta mejor conversión alimenticia aparente en tilapias alimentados con inclusión de 40% de harina de cáscara de cacao en las dietas.

Por tanto, a mayor inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas para tilapias en fase de engorde mejora la conversión alimenticia, posiblemente debido al efecto nutricional y funcional de la harina de cáscara de cacao que se caracteriza por el nivel de fibra soluble de 9.6% y fibra insoluble 27% (VRIESMANN et al, 2011)

La conversión alimenticia aparente de tilapias en fase de engorde durante 60 días, alimentado con dieta peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 3.18, este valor fue inferior al determinado por CONTRERAS (2012) quien obtuvo una conversión alimenticia aparente de 2.36, al de MERINO (2015), quien reporto una conversión alimenticia aparente de 1.51 y NUÑEZ (2017) obtuvo una conversión de 1.33.

5.1.2. Parámetros relacionados a la longitud de la tilapia en fase de engorde

Primera fase (1 – 30 días)

Velocidad de crecimiento en longitud. - Esta variable, no fue influenciada ($p>0.05$) por la inclusión de 0%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapias en fase de engorde; numéricamente se observa mayor velocidad de crecimiento en longitud de tilapias que consumieron dietas peletizadas, incluidas con 20% de harina de cáscara de cacao en relación a las tilapias alimentadas con dietas peletizadas con inclusión de 10% de harina de cáscara de cacao.

La velocidad de crecimiento en longitud de la tilapia en fase de engorde durante 30 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control fue de 0.58 mm/día.

Tasa de crecimiento específico en longitud. - Esta variable, no fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10% 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en las dietas para tilapias en fase de engorde; numéricamente, se observa mayor tasa de crecimiento en longitud de tilapias alimentadas con dietas peletizadas, incluidas con 20% de harina de cáscara de cacao en relación a las tilapias alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de la harina de cáscara de cacao.

La tasa de crecimiento específico en longitud de las tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentadas con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 0.26%.

Segunda fase (30 – 60 días)

Velocidad de crecimiento en longitud. - Esta variable, no fue influenciada ($p > 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapias en fase de engorde; numéricamente, se observa mayor velocidad de crecimiento en longitud en tilapias que consumieron dietas peletizadas, sin inclusión de harina de cáscara de cacao en relación a tilapias alimentados con dietas peletizadas con 5%, 10%, 15% y 20% de inclusión de harina de cáscara de cacao.

La velocidad de crecimiento en longitud de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control fue de 0.50 mm/día.

Tasa de crecimiento específico en longitud. – Esta variable, no fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10% 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en las dietas para tilapias en fase de engorde; numéricamente, se observa mayor tasa de crecimiento en longitud de tilapias alimentadas con dietas peletizadas, sin inclusión de harina de cáscara de cacao en relación a las tilapias alimentados con dietas peletizadas con inclusión de la harina de cáscara de cacao.

La tasa de crecimiento específico en longitud de las tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentadas con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 0.21%.

Fase total (1 – 60 días)

Velocidad de crecimiento en longitud. – Esta variable, no fue influenciada ($p > 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas de tilapias en fase de engorde; numéricamente, se observa mayor velocidad de crecimiento en longitud en tilapias que consumieron dietas peletizadas, sin inclusión de harina de cáscara de cacao en relación a tilapias alimentados con dietas peletizadas con 5%, 10%, 15% y 20% de inclusión de harina de cáscara de cacao.

La velocidad de crecimiento en longitud de tilapias en fase de engorde durante 30 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de

harina de cáscara de cacao tratamiento control fue de 0.54 mm/día, este valor fue ligeramente superior al reportado por MERINO (2015) quien obtuvo una velocidad de crecimiento de 0.51 mm/día e inferior al observado por NÚÑEZ (2017) quien determinó 1.2 mm/día.

Tasa de crecimiento específico en longitud. - Esta variable, no fue influenciada ($p>0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas para tilapias en fase de engorde; numéricamente, se observa mayor tasa de velocidad de crecimiento en longitud en tilapias alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao, en relación a las tilapias alimentados con dietas peletizadas con inclusión de harina de cáscara de cacao.

La tasa de crecimiento específico en longitud de tilapias en fase de engorde durante 60 días, alimentado con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control fue de 0.24%, este valor fue superior a lo reportado por MERINO (2015) quien obtuvo una tasa de crecimiento específico de 0.22% e inferior al observado por NÚÑEZ (2017) quien determino 0.83%.

5.1.3. Factor de condición, rendimiento productivo y sobrevivencia

Factor de condición. - El factor de condición de tilapias en fase de engorde (1 – 60 días) fue influenciada ($p<0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas, observándose, una tendencia lineal positiva, que consiste en que a mayor inclusión de harina de cáscara de cacao se observa mejor condición corporal.

El factor de condición de las tilapias en fase de engorde durante 60 días, alimentadas con dietas peletizadas sin inclusión de harina de cáscara de cacao tratamiento control, fue de 2.05%, este valor fue superior al determinado por MERINO (2015), con 1.97% durante 153 días de evaluación.

Rendimiento productivo. – Esta variable, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapias en fase de engorde, observándose, una mejor respuesta productiva a la inclusión de 15% de harina de cascara de cacao en la dieta de tilapias.

Sobrevivencia. – Esta variable, no fue influenciada ($p > 0.05$) por la inclusión de 0% 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas para tilapias en fase de engorde; obteniéndose, así un 100% de sobrevivencia para todos los tratamientos. Asimismo, FALAYE (1999) al evaluar la aceptabilidad y digestibilidad por *Oreochromis niloticus* de alimentos que contienen cáscara de cacao en etapa de alevines no observo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) para la sobrevivencia, siendo de 100% y POUOMOGNE (1997) en su evaluación sobre la inclusión de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para la alimentación de tilapias en fase de alevino no encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$).

5.2. Parámetros económicos

Esta variable, no fue influenciada ($p > 0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de cáscara de cacao en dietas para tilapia en fase de engorde; numéricamente, se observa mayor rendimiento económico (utilidad unitaria e índice de rentabilidad) en tilapias que consumieron dietas peletizadas, incluidas con 5% y 10% de H.C.C en relación a las tilapias alimentados con dietas peletizadas con inclusión de 20% de harina de cáscara de cacao.

El rendimiento económico (utilidad unitaria e índice de rentabilidad) de las tilapias en fase de engorde durante 60 días, alimentados con dietas peletizadas sin inclusión de H.C.C (control), fue la utilidad unitaria de 3.40 soles/kg y un índice de rentabilidad de 28.4%.

5.3. Desempeño bioeconómico

La producción de kg de tilapia por m^3 (PFT) va aumentando en relación a los niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao en la dieta hasta un 15%, que se observa en la curva PFT, sin embargo, al seguir aumentando el nivel de inclusión (20%) de harina de cáscara de cacao genera un valor PMg que va disminuyendo sucesivamente.

5.3.1. Óptimo técnico de producción

El óptimo técnico de producción se logra cuando la productividad media (PMe) es máxima cuando el nivel de inclusión de H.C.C se encuentra más allá de 15%, lo que indica que es el nivel de producción que debemos

buscar ya que se estará usando eficientemente la H.C.C en la producción de tilapia (kg/m^3).

5.3.2. Máximo técnico de producción

Este nivel de producción está determinado por la productividad marginal (PMg) cuando esta es nula (GUERRA 1992); lo cual nos muestra que con un nivel de inclusión menor a un 20% de H.C.C es la producción máxima que se puede alcanzar para no tener pérdidas en la producción de tilapia kg/m^3 , ya que a partir de que el PMg sea igual a cero presenta rendimientos negativos (disminución de producción de tilapia kg/m^3) con respecto al incremento de inclusión de H.C.C en las dietas.

VI. CONCLUSIONES

- La inclusión de 15 % de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para *Oreochromis niloticus* determinado en 60 días de evaluación, mejoró la respuesta productiva.
- Al incluir 5% y 10% de harina de cáscara de cacao en dietas peletizadas para tilapias en fase de engorde se obtiene mayor índice de rentabilidad (28.8%).
- En la evaluación del periodo total (1 a 60 días) en dietas peletizadas incluidas con 0%, 5%, 10%, 15%, 20% de harina de cáscara de cacao alimentados a tilapias en fase de engorde influenció sobre los parámetros bioeconomicos, por lo tanto, se puede incluir la harina de cáscara de cacao en dietas para tilapias en fase de engorde hasta en 20%.

VII. RECOMENDACIONES

A futuros investigadores y productores de Tilapia del Nilo se les recomienda:

- Realizar más ensayos para determinar el nivel óptimo de inclusión de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) en la alimentación de peces.
- Evaluar la densidad adecuada de siembra, de acuerdo a las etapas de producción para mejorar resultados.
- Evaluar el comportamiento productivo de otras especies acuícolas y en distintas fases con diferentes niveles de inclusión de harina de cáscara de cacao.
- Contar con equipos en buen estado para la toma de parámetros (físico químicos y biológicos), para evitar mayores percances.
- Verificar que las Tilapias tengan el mismo peso y talla para llevar un mejor control y evitar mayores errores en el coeficiente de variación y mejorar los resultados.

VIII. ABSTRACT

The present research work took place at the fish farm facilities, “El encanto de Saipai”, located in the Leoncio Prado province, Huánuco region, Peru; with the objective of determining the bio economic performance of *Oreochromis niloticus* (tilapia), fed with pellet diets including different levels of cacao hull. To do so, two hundred tilapia in the fattening phase, at three months of age and with a live weight of 191.06 ± 15.24 g were used and distributed in a completely randomized design with five treatments (0%, 5%, 10%, 15% and 20% level of inclusion of cacao hull flour) with four repetitions and ten fish per repetition. The results showed a linear tendency, that with a greater inclusion of cacao hull flour in the diets of tilapia during the fattening phase, a greater velocity of growth in weight, growth rate specific to weight and apparent food conversion (2.86 g/day, 1.05% and 2.28, respectively) was found, the fish fed with 5% and 10% cacao hull flour showed greeter utility 28.8%. In conclusion, the greater the inclusion of cacao hull flour in the pellet diets of tilapia, the better the productive response, thus, it can be included up to 20% in the diet.

Keywords: Aquaculture, Floating cages, Nutrition, Total fiber, Nutrients, Neutral detergent fiber, Theobromine

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALIAGA, C. 2004. Variabilidad genética de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* en la región del Alto Madera (Amazonía boliviana) para el análisis del polimorfismo de la longitud de secuencias intrónicas (EPIC-PCR). Tesis biólogo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 103 p.
- ALMEIDA, C. 1976. Sustitución parcial del maíz por harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) en la alimentación de pollos parrilleros. Tesis Ingeniero Zootecnista, Tingo María (Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva. 43 pp.
- ALVARADO, C. 2015. Comparación del crecimiento de machos y hembras de tilapia *Oreochromis niloticus* cultivados en jaulas. Uniciencia, vol.29, núm. 1, enero 2015, pp. 1 – 15.
- ANACAFÉ. 2004, Cultivo de Cacao, Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera, jul.- del. 2004
- ARDILA, C. 2011. Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente, Universidad industrial de Santander – Bucaramanga 59 pág.

- ASHADE, O. And OSINEYE, O. 2013. Efecct of replacing maize with cocoa pod husk in the nutrition of *Oreochromis nilotius*. Departament of biological science, Yaba college of technologogy, Lagos, Nigeria
- BARROS M, et al. 2002. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) R Bras Zootec. 2002; 31(6): 2149-2156
- BAYNE, D.R., D. DUNSETH AND C.G. RAMIROLOS, 1976. Food supplemartario contaviendo ruipa care para la crianza de tilapia en America one hundred. Aquaculture, 7: 133-146.
- BAUTISTA et al. 2011. Calidad de agua para el cultivo de tilapia en estanques de geo membrana. Revista Fuente, Julio-septiembre. No. 8. 10-14.
- BRENES, O. 1990. Posibilidades de la utilización de los subproductos del beneficio del cacao. [En línea]. http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=UHPptC_7HNEC&oi=fnd&pg=PA141&dq=cascara+de+cacao+y+cascarilla+de+cacao&ots=C83kTpOoeG&sig=2YjDQTXrWVgPrXo_9ulCZsbRKmE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true, artículo 24 de octubre del 2015.
- BOSCOLO WR et al. 2005. Energía Digestível para Larvas de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Reversão Sexual. R Bras Zootec; 34 (6): 1813-1818
- CANTOR, F. 2007. Manual de producción de tilapia. Secretaria de desarrollo rural del estado de Puebla. Puebla, México, 135p

- CONTRERAS, J. 2012. Efecto sobre el rendimiento técnico de la tilapia nilotica resultante de la sustitución de la dieta con falso girasol y morera en la fase de engorde, Revista citecsa, vol. 3, numero 4.
- EGAS, 2010. Efecto de la inoculación con *Azotobacter* sp. En el crecimiento de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.), genotipo nacional, en la provincia de Esmeralda. Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- ELIKA, 2013. Sustancias indeseables en la alimentación animal – teobromina. vol 1 ,pag 5
- EL-SAYED, F.M.A. 2003. Protein Nutrition of Farmed Tilapia: Searching for Unconventional Sources. Faculty of Science University of Alexandria, 364-378.
- EL SAYED, A.F.M. 2006. Tilapia Culture. CABI Publishing. Cambridge, MA, USA. 277 p.
- FALAYE 1999. La aceptabilidad y digestibilidad por *Oreochromis niloticus* de alimentos que contienen cáscara de cacao en etapa de alevines, Aquaculture Nutrition, Vól.5; 157 - 161
- FAO, 2004. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. Proyecciones al año 2010. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. Descargado de <http://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5143s/y5143s00.pdf> el 30 de febrero del 2012.

- FAO. 2006-2011. Visión general del sector acuícola nacional. Colombia. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Texto de Salazar Ariza, G. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 1 February 2005. [Citado 2015-09-02]. Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es>.
- FITZSIMMONS, K. 2005. Tilapia culture. *Aquaculture in the 21 Century*. American Fisheries Society, Maryland, 643 pp.
- FURUYA, W., PEZZATO, L., BARROS, M., PEZZATO, A., FURUYA, V., MIRANDA, E. 2004. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*, 35:1110-1116.
- FURUYA, W.M. 2010. tabelas brasileiras para a nutrição de tilapias. Gráfica Editora, Toledo, p.100.
- FURUYA, W.M., SILVA, L.C., NEVES, P.R., BOTARO, D., HAYASHI, C., SAKAGUTI, E.S., FURUYA, S.R. 2004. Exigências de metionina cistina total para alevinos de tilapia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Ciência Rural*, 34 (6): 1933-1937.
- FANGE, R. Y GROVE, D. 1979. Digestion. En" *Fish Physiology*"; Eds. Hoar, W. S.; Randall, D. y Brett, J.R. Academic Press. New York. p 178-189.
- GABRIEL, C. 2001. Evaluación de harina de coquito y soya en la suplementación de vacas de doble propósito en el Valle del Aguan, Honduras, 25 pp.

- GOMEZ, J.L.; PEÑA, B.; SALGADO, I.H. y GUZMAN, M. 2003. Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, México. *Rev. Biol. trop.* 2003, vol.51, n.1, pp.221-228. ISSN 0034-7744.
- GUERRA, GUILLERMO. 1992. Manual de administración de empresas agropecuarias, instituto interamericano de cooperacion para la agricultura, San Jose, Costa Rica
- HAMZAT Ppotencial so de la cáscara de la vaina de cacao como ingrediente alimentario en la dieta del pez gato africano (*Clarias gariepinus*)
- HIDALGO, F., ALLIOT, E. 1987. La digestión en los peces. En: Nutrición en acuicultura I. Ed. Por J. Espinoza de los Monteros y U. Labarta, Madrid, Industrias Gráficas España, S.L., Madrid, p. 85-95.
- ITURBIDE, K. 2004. Impacto de la estación acuícola de Amatitlán en el desarrollo de la tilapicultura en Guatemala. Tesis Lic. Acuicultura. Guatemala, USAC. 40 p.
- LEE SM, JEON JH, LEE JY. 2002. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish (*Sebasteschlegeli*). *Aquaculture*, 211: 227-239
- MARTINO CR, CYRINO JEP, PORTZ L. et al. 2002. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of surubim (*Pseudoplatistomacorruscans*). *Aquaculture*; 209: 209- 218
- MENDOZA, V. 2013. El cultivo de Cacao. Opción rentable para la selva, 1ra. Edición, 48 pp.

- MERINO, F. 2015. Inclusión de ensilado ácido en dietas extruidas para el engorde de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) en jaulas en el nordeste argentino, 12 pág.
- MEURER F, HAYASHI C, BOSCOLO WR. et al.2002. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). R Bras Zootec; 31(2): 566-573
- MEYER, D; MEYER, ST. 2002. Producción de tilapias en fincas integradas. 2 ed. Honduras, Colección Campesino. P. 37.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú y su competitividad. Programa para el desarrollo de la amazonia (PROAMAZONIA).
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica, Pág. 11
- MORA RAFAEL, 2011. Aprovechamiento de la cáscara de cacao a través de la máquina de molienda para la elaboración de balanceado para bovinos. Descargado de <http://es.scribd.com/doc/71979536/Cascara-de-Cacao> el 13 de octubre del 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. 1993 Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. Washington, D.C., National Academy Press, 102p.

- NAVARRO RD, et al. 2010. Desempenho de tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina C. Arch. Zootec; 59 (228): 589 – 596 pág.
- NEGRET, C.E. 1993. El estado actual de la acuicultura en Colombia y perfiles de nutrición y alimentación en la "La Nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe". FAO, Proyecto Aquila II, GCP/RLA/102/ITA Documento de Campo (9) México: 41-57
- NICOVITA. Manual de crianza de tilapia. [En línea]
<http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>
- NUÑEZ W. 2017. Efecto de cuatro densidades de crianzas en jaulas de tilapia de nilo (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista, Tingo María (Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva. 43 pp.
- POUOMOGNE, V., TAKAM, G. y POUEMEGNE, J. 1997. A preliminary evaluation of cacao husks in practical diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 156: 211 – 219 pág..
- POKNIAK, R. 1997. Nutrición de peces. *TecnoVet*, 3:2. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
- PEZZATO LE, et al. 2006. Exigência em fósforo disponível para alevinos de tilápia do Nilo. *Ciência Rural*; 36 (5): 1600-1605
- RIBEIRO FB, et al. 2006. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilapia do nilo R Bras Zootec, 2006; 35(4): 1588-1593

- ROMERO, O. 2007. Los productos y subproductos vegetales, animales y agroindustriales: Una alternativa para la alimentación de la tilapia, revistas bio ciencias <http://biociencias.uan.edu.mx/>, 12 pp
- SAAVEDRA, M. A. 2006. Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo, 2006.
- SANTOS PH. 2002. The Minerals in Fish Nutrition, Academic Press, San Diego, 824p.
- SOTO, J. 2010. Cultivo de tilapia en estanquería recubierta con plástico Impermeabilizante bajo un sistema de recirculación rancho san Luis, castamay, Campeche. [en línea]. Disponible en: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/camp/estudios/2010/04C42010PD012.pdf>, artículo 12 de octubre del 2015
- TORRES NOVOA, D.M., HURTADO NERY, V. L. 2012. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Orinoquia – Universidad de los Llanos.
- TOYAMA GN, et al. 2000. Suplementação de Vitamina C em Rações para Reversão Sexual da Tilápia do Nilo. Scientia Agrícola; 57(2): 221 – 228 pág.
- VÁSQUEZ W. 2004. principios de nutrición aplicada al cultivo de peces. Universidad de los Llanos. 101p.

- VICUÑA, D. A. 1974. Digestibilidad de la cáscara de cacao en ovinos. Tesis Ingeniero Zootecnista. Tingo María (Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva. 57 pp.
- VRIESMANN, L. C. 2012. Pectinas da casca dos frutos do Cacao (*Theobroma cacao* L.): optimização da extração e caracterização, Dissertação (Mestrado em Ciências – Bioquímica) – Sector de ciencias biológicas, Universidade Federal do Parana, Curitiba, 172 pp
- VRIESMANN, C et al, 2011. Cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.): Composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial Crops and Products* 34 (2011) pág. 1173 – 1181
- YAHUAR, N. 2008. Buenas prácticas en acuicultura, Argentina, SAGPYA, pág.

X. ANEXO

10.1. Pesos y tallas

En el Cuadro 12, se muestran los datos de las tres evaluaciones de peso y longitud de las tilapias en fase de engorde, alimentadas con inclusiones de harina de cáscara de cacao.

Cuadro 12. promedios de pesos y tallas durante las evaluaciones

Tratamiento	Evaluación 1		Evaluación 2		Evaluación 3	
	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)
T1R1	188.59	21.6	235.1	23.31	292.83	24.32
T1R2	200.19	22.3	239.36	23.07	320.43	25.18
T1R3	180.52	20.7	222.77	22.91	284.9	24.01
T1R4	186.7	20.9	238.98	23.19	324.85	24.97
T2R1	189.78	21.25	246.72	23.96	311.6	24.93
T2R2	194.91	21.7	236.94	23.41	317.8	24.98
T2R3	189.62	21	236.6	22.41	320.75	24.48
T2R4	189.68	21.7	229.63	23.18	290.62	24.19
T3R1	191.391	22	236.75	23.69	309.06	24.5
T3R2	192.11	21.3	238.39	23.17	319.7	24.37
T3R3	185.97	20.8	227.17	23.09	317.95	24.23
T3R4	203.35	22.1	259.6	23.13	352.68	25.54
T4R1	197.08	22.25	247.96	23.74	340.8	25.16
T4R2	199.56	21.3	266	23.13	382.25	24.39
T4R3	206.56	22.5	271.75	24.79	389.1	24.96
T4R4	180.84	20.9	226.77	22.47	358.75	24.61
T5R1	175.35	21.2	228.5	22.56	348.5	24.42
T5R2	182.52	20.7	239.63	22.89	347.45	23.9
T5R3	198.21	21.9	256.08	23.95	339.84	24.88
T5R4	188.27	20.8	241.19	22.6	357.1	23.96

T: Tratamiento, R: Repetición, Evaluación 1 (día1), Evaluación 2 (30 días), Evaluación 3 (60 días)

10.2. Costos fijos y variables

Cuadro 13. Costos variables

DETALLE	U.M	Cantidad	P.U. S/.	Total, S/.
peces	Millar	200	1.2	240.00
alimento peletizado	Kg	74.9	2.01	150.55
otros		1	20	20.00
TOTAL				410.55

P.U: Precio por unidad

Cuadro 14. Costos fijos

Variables	Costo total (S/.)	Vida útil (año)	Costo diario (S/.)	Días de uso (60)
Jaulas	1200.00	3	1.11	66.36
Balanza	150.00	2	0.21	12.33
Peachimetro	400.00	5	0.22	13.15
Ictiometro	10.00	1	0.03	1.64
Mesa	40.00	2	0.06	3.33
Alambres	3.00	1	0.01	0.49
Disco secche	10.00	1	0.03	1.64
Jornal	300.00	1	0.82	49.32
Estanque	10000.00	20	1.37	82.19
TOTAL				230.46

10.3. Costo de producción por tratamiento

Cuadro 15. Costo de producción del tratamiento 1

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 1					
ACTIVIDAD	CATEGORÍA	MEDIDA	CANTIDAD	V.U	TOTAL
Tilapia de 190g	Gris	unidad	40	1.2	48.00
Alimentación	Insumo 4%	Kg	9.1	1.95	17.73
	Insumo 2 %	Kg	5.6	1.95	10.98
Cal	insumo	Kg	0.6	1	0.60
Mano de obra	Jornal	hr	6	3.1	18.60
TOTAL					95.91

Cuadro 16. Costo de producción del tratamiento 2

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 2					
ACTIVIDAD	CATEGORÍA	MEDIDA	CANTIDAD	V.U	TOTAL
Tilapia de 190g	Gris	unidad	40	1.2	48.00
Alimentación	Insumo 4%	Kg	9.2	1.90	17.42
	Insumo 2 %	Kg	5.7	1.90	10.83
Cal	insumo	gr	0.6	1	0.60
Mano de obra	Jornal	hr	6	3.1	18.60
TOTAL					95.44

Cuadro 17. Costo de producción del tratamiento 3

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 3					
ACTIVIDAD	CATEGORÍA	MEDIDA	CANTIDAD	V.U	TOTAL
Tilapia de 190g	Gris	unidad	40	1.2	48.00
Alimentación	Insumo 4%	Kg	9.3	1.88	17.44
	Insumo 2 %	Kg	5.8	1.88	10.86
Cal	insumo	gr	0.6	1	0.60
Mano de obra	Jornal	hr	6	3.1	18.60
TOTAL					95.50

Cuadro 18. Costo de producción del tratamiento 4

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 4					
ACTIVIDAD	CATEGORÍA	MEDIDA	CANTIDAD	V.U	TOTAL
Tilapia de 190g	Gris	unidad	40	1.2	48.00
Alimentación	Insumo 4%	Kg	9.4	1.94	18.23
	Insumo 2 %	Kg	6.1	1.94	11.77
Cal	insumo	gr	0.6	1	0.60
Mano de obra	Jornal	hr	6	3.1	18.60
TOTAL					97.20

Cuadro 19. Costo de producción del tratamiento 5

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO5					
ACTIVIDAD	CATEGORÍA	MEDIDA	CANTIDAD	V.U	TOTAL
Tilapia de 190g	Gris	unidad	40	1.2	48.00
Alimentación	Insumo 4%	Kg	8.9	2.38	21.23
	Insumo 2 %	Kg	5.8	2.38	13.77
Cal	insumo	gr	0.6	1	0.60
Mano de obra	Jornal	hr	6	3.1	18.60
TOTAL					102.19

Cuadro 20. Producto físico total, producto marginal y producto medio

Tratamiento	PFT	PMg	PMe
0	1.17	0.00	0.00
1	1.2	0.03	0.03
2	1.32	0.12	0.08
3	1.71	0.39	0.18
4	1.62	-0.09	0.11