

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



"INCLUSIÓN DE FITASA EN LA RACIÓN COMERCIAL DE CUYES (*Cavia porcellus* L.) EN FASE DE CRECIMIENTO."

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

BLADIMIR IVES HURTADO VISURRAGA

Tingo María - Perú

2014



**T
ZOO**

Hurtado Visurraga, Bladimir Ives

“Inclusión de Fitasa en la Ración Comercial de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) en Fase de Crecimiento” – Tingo María, 2014

52 páginas.; 08 cuadros; 01 fgrs.; 41 ref.; 30 cm.

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

- | | | |
|-----------|-----------|---------------------|
| 1. CUY | 2. FITASA | 3. FÓSFORO |
| 4. CALCIO | 5. HECES | 6. FASE CRECIMIENTO |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

“Año de la Promoción de la Industria y del Compromiso Climático”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de noviembre de 2014, a horas 7:00 pm. para calificar la tesis titulada:

“INCLUSIÓN DE FITASA EN LA RACIÓN COMERCIAL DE CUYES (*Cavia porcellus* L.) EN FASE DE CRECIMIENTO”.

Presentada por el Bachiller **BLADIMIR IVES HURTADO VISURRAGA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

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

Tingo María, 24 de noviembre de 2014

MSc. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDES
Presidente



Ing. WAGNER VILLACORTA LÓPEZ
Miembro

Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Miembro

Ing. JUAN LAO GONZALES
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, a la Virgen María y Jesús por iluminarme y bendecirme durante toda mi existencia.

En memoria a mi padre Sergio Hurtado Nano y abuelita Felicita Huaranga Yauri que siempre me guían y cuidan desde los cielos.

A mi madre Sonia Visurraga con cariño por otorgarme el regalo más maravilloso de enseñarme a luchar y valerme de mis propios esfuerzos para alcanzar mis metas.

A mi tío Cesar Hurtado, madrina Patricia Lumi, tía María Visurraga, Milka Vidurruzaga y demás familiares por apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater y Facultad de Zootecnia por haberme permitido formarme como profesional.

A los docentes de la Facultad de Zootecnia de la UNAS por sus conocimientos compartidos y a todas las personas que contribuyeron para que el presente trabajo se realice.

Al Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate y M.Sc. Juan Lao Gonzales por su apoyo incondicional, dedicación, consejos en la ejecución y redacción del presente trabajo.

Al jefe y personal del laboratorio de Nutrición Animal por su apoyo brindado.

A mi hermana Geraldine Hurtado Vizurraga, primos Alvaro Gonzales Vizurraga, Stephanie Gonzales Vizurraga, Guillermo Gallo Alvarez, David Nano Días y demás familiares que siempre me apoyan incondicionalmente.

A mis amigos y colegas: Josias Luna Chura, Tatiana Manyari Mendoza, Brian Alvarez Ramos y Jhonny Vargas Espinoza, que de una u otra manera hicieron posible la culminación y cooperación del presente trabajo.

ÍNDICE

Página

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del cuy o cobayo (<i>Cavia porcellus</i> L.)	3
2.2. Alimentación y nutrición del cuy.....	4
2.2.1. Requerimientos nutricionales del cuy	6
2.2.2. Sistemas de alimentación.....	8
2.3. Crecimiento.....	9
2.4. Parámetros productivos del cuy.....	10
2.4.1. Consumo de alimento.....	10
2.4.2. Ganancia de peso	11
2.4.3. Conversión alimenticia.....	12
2.5. Características generales de la fitasa	13
2.5.1. Tipos de fitasas	14
2.5.2. Importancia del fósforo y calcio	16
2.5.3. Factores anti nutricionales.....	18
2.6. Costos de producción.....	19
2.6.1. Costos indirectos	19
2.6.2. Costos directos.....	19
2.6.3. Mérito económico	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Lugar y fecha de la investigación.....	22
3.2. Tipo de investigación	22

3.3. Instalaciones y equipos.....	22
3.4. Animales experimentales.....	23
3.5. Aditivo en estudio.....	24
3.6. Alimento y alimentación.....	25
3.7. Sanidad.....	27
3.8. Variable independiente.....	27
3.9. Tratamientos.....	28
3.10. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones.....	28
3.11. Diseño y análisis estadístico.....	29
3.12. Variables dependientes.....	29
3.12.1. Concentración de fósforo y calcio en heces.....	29
3.12.2. Índice zootécnico.....	30
3.12.3. Parámetro económico.....	30
3.13. Metodología.....	30
3.13.1. Contenido de fósforo en las heces.....	30
3.13.2. Contenido de calcio en las heces.....	31
3.13.3. Producción de heces.....	32
3.13.4. Ganancia de peso.....	32
3.13.5. Consumo de alimento.....	33
3.13.6. Conversión alimenticia.....	33
3.13.7. Beneficio económico.....	33
IV. RESULTADOS.....	35
4.1. Concentración de fósforo y calcio en heces.....	35
4.1.1. Contenido de fósforo en heces.....	35

4.1.2. Contenido de calcio en heces	36
4.1.3. Producción de heces.....	36
4.2. Desempeño zootécnico	37
4.2.1. Ganancia diaria de peso	37
4.2.2. Consumo diario de alimento.....	37
4.2.3. Conversión alimenticia	38
4.3. Parámetro económico.....	39
V. DISCUSIÓN.....	40
5.1. Concentración de fósforo y calcio en heces	40
5.1.1. Contenido de fósforo en heces	40
5.1.2. Contenido de calcio en heces	42
5.1.3. Producción de heces en función al consumo de alimento.....	44
5.2. Desempeño zootécnico	45
5.2.1. Ganancia diaria de peso	45
5.2.2. Consumo diario de alimento.....	46
5.2.3. Conversión alimenticia	47
5.3. Parámetro económico.....	49
5.3.1. Beneficio económico	49
VI. CONCLUSIÓN.....	51
VII. RECOMENDACIONES	52
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
IX. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Matriz nutricional de la fitasa.....	24
Cuadro 2. Raciones concentradas para cuyes (<i>Cavia porcellus</i> L.) en fase de crecimiento.....	26
Cuadro 3. Análisis químico proximal de las raciones experimentales de cuyes.....	27
Cuadro 4. Excreción de fósforo y calcio en cuyes, en función a los tratamientos.....	35
Cuadro 5. Excreción de fósforo y calcio en cuyes por cada 100 g de alimento consumido en función a los tratamientos	36
Cuadro 6. Peso vivo, heces excretadas por día, alimento consumido por día y porcentaje de producción de heces en función al alimento consumido en los tratamientos experimentales de cuyes.....	37
Cuadro 7. Ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia en g de cuyes experimentales.....	38
Cuadro 8. Beneficio neto y mérito económico en función de los tratamientos experimentales.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones.....	28

RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del Área de Animales Menores del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootecnia y Laboratorio de Nutrición Animal, ambas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, con el objetivo de evaluar la concentración de fósforo y calcio en heces, desempeño zootécnico e índice económico de cuyes alimentados con ración balanceada comercial con inclusión de fitasa. Se utilizaron 25 cuyes machos de 30 días de edad, en la etapa de crecimiento de la línea Perú, distribuidos bajo un diseño completamente al azar, con análisis de covariancia, con 3 tratamientos y cada tratamiento con 8 repeticiones, en donde el tiempo fue 30 días de evaluación. Los tratamientos cuyos factores en estudio fueron cuyes alimentados con ración balanceada comercial con 0.42% de fósforo, cuyes alimentados con ración balanceada comercial con 0.30% de fósforo y cuyes alimentados con ración balanceada comercial con 0.30% de fósforo más la adición de fitasa, T1, T2 y T3 respectivamente; las variables evaluadas fueron: concentración de fósforo y calcio en heces, producción de heces en función al consumo de alimento, índice zootécnico y parámetro económico. Se observó que no hubo diferencia ($P > 0.05$) para el contenido de fósforo en las heces; mientras que para el contenido de calcio en las heces se observa que hubo diferencia ($P > 0.05$); para la producción de heces en función al peso vivo se observó diferencia ($P > 0.05$); en el índice zootécnico no hubo diferencia ($P > 0.05$); y en el análisis de mérito económico obtuvo mejor resultado el T2 con 12.68%.

Palabras clave: Cuy, fitasa, fósforo, calcio, heces, fase crecimiento.

I. INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus* L.), es un pequeño roedor originario de la zona andina de Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú; que contribuye con la seguridad alimentaria de la población rural, por ser un animal doméstico que presenta una crianza tipo familiar y muy difundida en nuestro país; asimismo, en la actualidad la crianza de cuyes es más tecnificada, siendo la cuyecultura una alternativa de producción de proteína animal de bajo costo.

Los principales ingredientes utilizados en las raciones de cuyes son de origen vegetal, tales como granos y sus subproductos; de los cuales aproximadamente del 50 a 80 % del total de fósforo almacenado en los vegetales se encuentra en forma de fitatos, caracterizado por ser de nula disponibilidad para los monogástricos; por lo tanto, la suplementación de fósforo se realiza a partir de fuentes inorgánicas, caracterizado por ser de alto valor económico, elevando así el costo por alimentación que es del 60 – 70 % del costo total.

Las fitasas son enzimas que hidrolizan los fitatos y liberan fósforo y otros micro minerales, proteína y energía, haciendo posible mayor aprovechamiento del fósforo presente en los vegetales; además, evita la contaminación ambiental, ya que el fósforo es uno de los nutrientes que tiene un alto poder contaminante principalmente del medio acuático.

Por tanto, en este trabajo se requiere averiguar ¿Cuál es el efecto de incluir fitasa en raciones balanceadas comerciales de cuyes, sobre la excreción de fósforo? Para ello planteamos la siguiente hipótesis: La inclusión de 0,01 % de enzima fitasa en raciones balanceadas comerciales de cuyes con 0.30% de fósforo total mostrará mayor disponibilidad del fósforo de la ración en relación a los otros tratamientos.

Objetivo general:

- Evaluar la inclusión de fitasa sobre la concentración de fósforo y calcio en heces; el desempeño zootécnico e índice económico de cuyes en fase de crecimiento alimentados con ración balanceada comercial.

Objetivos específicos:

- Determinar las concentraciones de fósforo y calcio en heces de cuyes en fase de crecimiento, alimentados con ración balanceada comercial con inclusión de fitasa.
- Evaluar el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mérito económico de cuyes en fases de crecimiento alimentados con ración balanceada comercial con inclusión de fitasa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cuy o cobayo (*Cavia porcellus* L.)

El cuy es un animal que tiene diferentes denominaciones según la región (cuye, curi, conejillo de indias, rata de américa, guinea pig, etc.), se considera nocturno, inofensivo, nervioso y sensible al frío (CHAUCA, 1995). Nacen con los ojos abiertos, cubiertos de pelo, caminan y comen a poco tiempo de nacidos; a la semana de edad, duplican su peso debido a que la leche de las hembras es nutritiva, siendo el peso al nacimiento dependiente de la nutrición y número de la camada (ALIAGA, 1979).

El cuy (*Cavia porcellus* L.), es un animal originario de los Andes Sudamericanos, la crianza en el Perú está concentrada en las regiones Alto Andinos y en pequeña escala en la región Amazónica, caracterizado como un animal productor de carne con alto valor nutritivo (ZALDÍVAR, 1976). La crianza está orientada para el autoconsumo, seguridad alimentaria, generadora de ingresos adicionales por la venta de remanente y genera mayor oportunidad laboral, principalmente a mujeres (CHAUCA, 1995).

La carne del cuy es fuente de proteínas en la alimentación humana, debido a que es un producto de excelente calidad, de alto valor biológico y bajo contenido de grasa en comparación a otras carnes, características que inducen a tener mayor

cantidad de personas que consumen la carne del cuy (ZALDÍVAR, 1976). El consumo del cuy es tradicional, se realiza siempre con motivos festivos entre familiares y amigos y con un menor consumo en restaurantes, la comercialización se basa en un sector muy importante que son los intermediarios que adquieren los animales de los criadores o ferias para luego venderlos a los mercados (CAYCEDO, 1983).

2.2. Alimentación y nutrición del cuy

La alimentación y nutrición, juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción y el conocimiento de las características de los insumos a utilizarse en la alimentación de cuyes nos permitirá elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (BENSON, 2008).

El cuy, especie herbívora y monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad fecal depende de la composición de la ración. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas (CHAUCA, 1995).

Esta especie, está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico, debido a que posee microorganismos a nivel del ciego, así, el movimiento de la ingesta hasta el estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego; sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas. (BENSON, 2008).

SARAVIA (1993) determina que la digestión microbiana ocurre principalmente en el ciego en menor grado en el colon proximal, siendo estas las porciones del aparato digestivo del cual donde se produce principalmente la absorción de los ácidos grasos de cadena corta. En una pequeña extensión del estómago en el intestino delgado ocurre la digestión de los otros nutrientes como son los: azúcares, grasas, y ácidos grasos de cadena larga, vitaminas y probablemente los minerales.

CHAUCA (1995) manifiesta que la disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En este caso alterno el uso de alimento concentrado, con granos o subproductos industriales, ya que con el suministro de una ración balanceada, el tipo de forraje aportado pierde importancia. Un animal mejor alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia llegando a valores intermedios entre 3.09 y 6.0, y alcanzando incrementos de 546.6 g. cuando reciben una alimentación mixta, mientras que los que recibían únicamente forraje alcanzaban incrementos de 274.4 g.

2.2.1. Requerimientos nutricionales del cuy

CHAUCA (1995) señala que el conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Aún no han sido determinados los requerimientos nutritivos de los cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos. Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas.

ALIAGA (1995) manifiesta que los requerimientos de proteína para los cuyes aún no están bien establecidos, pero con raciones que contienen de 14 a 17% se ha logrado obtener buenos incrementos de pesos.

CAICEDO (1993) explica que en investigaciones realizadas sobre la utilización de los niveles de proteína en la distintas fases fisiológicas del cuy, se han logrado adecuados rendimientos con 17% de proteína para crecimiento: 16% para desarrollo y engorde y del 18 a 20% para gestación y lactancia, estos valores lo obtuvo cuando en su alimentación utilizo ración combinada a base de forrajes y balanceados.

USCA (2000) dice que aparte de ser el cuy un animal herbívoro requiere dentro de su alimentación un suministro de vitaminas, que puede ser proporcionado por el suministro de forrajes, sin embargo su deficiencia puede provocar ciertos inconvenientes en el desarrollo de estos animales, es así que la deficiencia de vitamina A: produce un cese del crecimiento de los animales, pérdida

de peso, xeroftalmia, menor consumo de alimento y muerte, por lo tanto para combatir esta deficiencia lo recomendable es que los animales dispongan para su alimentación forrajes verdes ya que estos contienen carotenos, y así poder evitar estos inconvenientes en los animales.

VALLARDI (2002) menciona que los minerales constituyen uno de los más caros en las raciones, además cumple funciones esenciales en los procesos metabólicos y del desarrollo estructural del sistema óseo, también se distribuye por todo el organismo animal, en tejidos y fluidos blandos.

La alimentación y nutrición juegan un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción y el conocimiento de los requerimientos nutricionales de los cuyes nos permitirá elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. El factor alimentación en cuyes, es uno de los aspectos más importantes, debido a que de éste depende el éxito de la producción, por tanto, se debe garantizar la producción de forraje en cantidad suficiente, considerando que el cuy es un animal herbívoro y tiene una gran capacidad de consumo de forraje (MORENO, 1995).

VERGARA (2008) menciona que las necesidades nutricionales de cuyes en la fase de crecimiento son; energía digestible 2 800,00 kcal/kg, fibra 8,00 %, proteína 18,00 %, lisina 0,83 %, metionina 0,36 %, metionina + cistina 0,74 %, arginina 1,17 %, Treonina 0,59%, triptófano 0,18 %, calcio 0,80 %, fósforo 0,40 % y sodio 0,20 %.

2.2.2. Sistemas de alimentación

Los sistemas de alimentación en cuyes se adecuan de acuerdo a la disponibilidad de alimento y los costos que estos tengan durante el año; de acuerdo al tipo de crianza (familiar, familiar-comercial y comercial) y a la disponibilidad de alimento (RICO, 1994).

Alimentación en base a forraje, consiste en el empleo de forraje como única fuente de alimentos, por lo que existe dependencia a la disponibilidad de forraje, el cual está altamente influenciado por las estaciones climáticas durante el año, por eso el forraje es la fuente principal de nutrientes que asegura la ingestión adecuada de la vitamina C, también indica que los cuyes pueden desarrollarse con raciones exclusivamente forrajeras, pero su requerimiento en función de la producción de carne necesita el empleo de una ración balanceada, con un alto contenido de proteína y elementos nutricionales, también necesita consumir mayor cantidad de fibra que las aves y los cerdos para que haya un funcionamiento normal de aparato digestivo, teniendo la capacidad de digerir la celulosa y la hemicelulosa a través de la flora microbial (CAYCEDO, 1983).

ORTEGÓN (1999) entre las vitaminas que requiere el cuy para su alimentación la más importante es la vitamina C, y nos vemos obligados a darle constantemente por que el cuy es incapaz de sintetizar dicha vitamina. Por lo tanto al encontrarse en cantidades considerables en los forrajes, determina la importancia que tienen estos alimentos para beneficio de la alimentación de los cuyes.

Es importante indicar que con una alimentación a base de forraje no se logra el mayor rendimiento de los animales, pues cubre la parte voluminosa y no llega a cubrir los requerimientos nutritivos (CHAUCA, 1995). Así mismo, el cuy consume forraje verde en un 30% de su peso vivo (RICO, 1994).

Alimentación en base a alimento balanceado, este sistema permite el aprovechamiento de insumos con alto contenido de materia seca, siendo necesario el uso de vitamina C en el agua o alimento; ya que esta vitamina no es sintetizada por el cuy, se debe tomar en cuenta que la vitamina C es inestable, se descompone, por lo cual se recomienda evitar su degradación, utilizando vitamina C protegida y estable (RICO, 1994).

Alimentación mixta, se denomina alimentación mixta al suministro de forraje más alimento balanceado. La producción cuyícola en nuestro medio está basada en la utilización de forrajes y en poca cantidad de alimento balanceado (RICO, 1994). El forraje cubre las necesidades de fibra y vitamina C y contribuye en parte con algunos nutrientes; mientras el alimento balanceado satisface los requerimientos de nutrientes con mayor eficiencia en animales criados en escala comercial (CAYCEDO, 1983).

2.3. Crecimiento

El crecimiento, es medido por el peso corporal, es más rápido en las primeras etapas de la vida. Cuando se expresa como un aumento en el porcentaje del peso corporal, el índice de crecimiento disminuye gradualmente hasta la pubertad, seguido por un índice aún más lento hasta la madurez. A medida que los animales

crecen, diferentes tejidos y órganos se desarrollan en índices diferenciales, por lo que obviamente la conformación de un animal recién nacido es diferente a la de un adulto, este desarrollo diferencial tiene sin duda, algún efecto en las cambiantes necesidades nutricionales; así mismo menciona que las necesidades nutricionales por unidad de peso corporal son mayores en los animales muy jóvenes, a la vez el consumo de materia seca en todos los animales jóvenes es generalmente mucho mayor por unidad de peso corporal durante sus primeras etapas de vida que en los períodos posteriores (RODRIGUEZ, 2001).

2.4. Parámetros productivos del cuy

2.4.1. Consumo de alimento

REYES (1986), afirma que en su evaluación el consumo de forraje disminuyó en la medida que se incrementaba los niveles de concentrado, debiéndose al fenómeno de sustitución alimenticia.

MALLMA (1975) reportó consumos de 64, 65 y 22 g/día de alimento mixto en materia seca, en un estudio realizado con alimento purina más forraje verde (kudzu); Vita ovo más kudzu; Nicovita mas kudzu y kudzu respectivamente en cuyes criollos hembras de 2 a 3 meses de edad.

MORENO (1998), menciona que el consumo de forraje promedio del cuy es de 180 g/día siempre y cuando se suministra un concentrado de 14 a 16% de proteína y 62 a 65 de nitrógeno disponible total (NDT).

BAUTISTA (1990), indica que los cuyes de la línea Perú, Andina, Inti y Criollo tuvieron consumos de alimento concentrado en base seca de 52, 40, 44 y 39 g/día respectivamente. Y para dos cruces de la línea Perú con Criollos ($\frac{3}{4}$ de Perú $\frac{1}{4}$ de Criollo y $\frac{7}{8}$ de Perú $\frac{1}{8}$ de Criollo) fue de 53 y 51 g/día de alimento concentrado en base seca, respectivamente.

CANCHAYA (2012), reporto 29 g/cuy/día de alimento concentrado en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento, utilizando diferente pre mezclas vitamínicas y minerales en la ración por un periodo de 3 meses.

2.4.2. Ganancia de peso

PAREDES (1993), indica que sus resultados obtenidos utilizando cuyes alimentados con hojas de eritrina y diferentes niveles de yuca fresca y concentrado no encontró diferencia estadística, mostrando las mejores ganancias de peso con los tratamientos 2, 3 y 4 (5.7, 5.4 y 5.6 g/día, respectivamente), difiriendo significativamente del tratamiento 5 quien mostro la más baja ganancia de peso de 2.4 g; explicando que posiblemente se debe a que el cuy digiere menos eficientemente la proteína de los forrajes o incluso dependiendo del tipo de forraje para la concentración y contenido de proteína según la especie. El uso de alfalfa más alimento balanceado, en la alimentación de cuyes, reportado una ganancia de peso de 8.6 g/día; utilizando hojas de plátano más alimento balanceado 6.2 g/día CHAUCA (1997).

ROJAS (2002), menciona que alimentando cuyes con heno de alfalfa más centeno hidropónico se obtuvo un incremento de peso de 6.1 a 6.5 g/día en la etapa de crecimiento. En cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento se reportaron ganancias de pesos de 10.28 g/cuy/día, utilizando niveles crecientes de torta de sachá inchi precocidad en la dieta peletizada, y con sistemas de alimentación mixta (ración concentrada más King grass verde (CUTIPA, 2011).

CANCHAYA (2012), obtuvo 9.2 g/cuy/día en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales en la ración balanceada.

2.4.3. Conversión alimenticia

Al evaluar el efecto del cubo multinutricional con 0, 18, 20, 22 y 24% de proteína total, suplementados con pasto elefante en las fases de crecimiento y acabado de cuyes de la línea genética Perú, obtuvo la conversión alimenticia de 5.01 (CAYCEDO, 1983).

CHAUCA (1997), menciona que al evaluar el crecimiento y acabado de cuyes, alimentados con alfalfa más alimento balanceado, obtuvieron una conversión alimenticia de 5.75, con hojas de plátano más alimento balanceado 8.26; cáscara de papa más alimento balanceado 7.92; pasto elefante más alimento balanceado 6.04.

CANCHAYA (2012); reportó en un trabajo experimental datos obtenidos de 13.46 y 5.01 en conversiones alimenticias en base fresca y seca,

respectivamente, estos datos son del trabajo con cüyes mejorados de la línea Perú utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales en la ración por un periodo de 3 meses.

2.5. Características generales de la fitasa

Las fitasas son enzimas que mejoran la digestión del fósforo en los piensos utilizados en la alimentación porcina. Por tanto, van a permitir una mejor utilización del fósforo de la dieta, ya que el fósforo es el segundo mineral en importancia, desde el punto de vista cuantitativo, en el organismo del cerdo; al margen de su importancia cuantitativa, el fósforo va a cumplir una serie de funciones dentro del organismo animal de vital importancia, por lo que puede ser considerado como un mineral más importante ya que interviene en la formación y mineralización de la matriz orgánica de los huesos, intervienen en el crecimiento y diferenciación celular, al formar parte de los fosfolípidos, interviene en el metabolismo de los glúcidos, ácidos grasos, síntesis de aminoácidos, proteínas y entre otros (QUILES, 2003).

KESHAVARZ (2008), menciona que las fitasas son fosfatasas específicas que hidrolizan los fitatos a inositol y ortofosfato, existen dos tipos de actividad fitasica, 3 y 6-fitasas. Su diferencia radica en que la primera inicia su hidrolisis en el grupo fosfato que está en la posición 3 y la 6-fitasa en el que está en la 6. La 3-fitasa se ha encontrado en microorganismo y animales, mientras que la 6-fitasa es de origen vegetal, las fitasas se encuentran en la naturaleza en un gran número de granos, semillas y subproductos, siendo el centeno, el triticale, el trigo y los salvados los que poseen una mayor riqueza, en los microorganismos principalmente en hongos, también se encuentran en muy altas concentraciones y

por último en la mucosa del tracto gastrointestinal, pero en cantidades muy poco representativas.

Las fitasas forman parte de un subgrupo de enzimas de la familia de las fosfatasas ácidas, las cuales son del tipo hidrolasas. Éstas actúan rompiendo los enlaces fosfomonoéster degradando los fitatos a mioinositol hexafosfato y fósforo inorgánico, los cuales tienen menor o nulo efecto quelante, las fitasas de origen microbiano han recibido una mayor atención debido a las altas posibilidades para ser empleadas en la industria de alimentos para animales y así lograr el aprovechamiento de micronutrientes (P, Ca, Mg, etc) (NEIRA *et al.*, 2013).

La disponibilidad de la fitasa microbiana para uso comercial y su papel significativo en la disminución de los requerimientos de la dieta de fósforo inorgánico ha sido últimamente el foco de atención de muchos artículos científicos y populares. El mayor esfuerzo de los nutriólogos durante estos últimos años ha sido el de determinar los métodos que se pueden seguir para reducir la contribución del fósforo de las excretas a la contaminación ambiental, sin comprometer el desempeño animal (KESHAVARZ, 2008).

2.5.1. Tipos de fitasas

DONAYRE (2000), menciona que existen 2 tipos de fitasas reconocidas por el IUPAC-IUB (1976) una de ellas la 3-fitasa y otra la 6-fitasa, estas enzimas comienzan la defosforilación del mio-inositol en las posiciones 3 y 6, por lo tanto la de origen vegetal: la 6-fitasa está presente en las plantas como en el trigo también el centeno, entre otros. Según evaluaciones las fitasas de los cereales son

40% menos efectivas que la fitasa microbiana y la de origen microbiano: la 3-fitasa es encontrada en animales y microorganismos como en hongos, también aporta que las fitasas en los últimos años han captado gran atención por los nutricionistas y productores.

Usar más enzimas no significa que sea mejor, una mayor cantidad “va a mejorar la velocidad de desdoblamiento”, debemos tener en cuenta que mientras esté presente el sustrato, la enzima añadida va a actuar, hasta que se acabe (RUIZ, 2011).

QUILES (2003), menciona que existen dos tipos de origen en las fitasas, la fitasa vegetal y fitasa microbiana, siendo utilizadas mayormente en las raciones balanceadas de animales monogástricos las de origen microbiano por su mayor facilidad en la ración para la disponibilidad del fósforo, calcio, entre otros.

Las enzimas que son de origen bacteriano, con una mayor bioactividad en el sustrato en comparación con las fúngicas. Por ejemplo, hablando en química pura, una fitasa de hongos es un inositol 3-fosfato, lo que quiere decir que por las cadenas que tiene el ácido fítico va a empezar a hidrolizar hasta 3 ligaduras del ácido fítico. En el caso de la fitasa bacteriana, es un inositol 6-fosfato, tiene capacidad de poder hidrolizar más cantidad de ligaduras del ácido fítico, hasta 6, es una hidrolización completa (RUIZ, 2007).

2.5.2. Importancia del fósforo y calcio

QUILES (2003), reportó que la baja biodisponibilidad del fósforo en los vegetales provoca que su deficiencia sea mayor en organismos no rumiantes, donde conduce a diferentes estados patológicos, como osteoporosis, pérdida de apetito, descenso en la fertilidad y en la producción de leche y huevo, además el fósforo no absorbido causan fuertes problemas de contaminación ambiental debido a altas concentraciones de ácido fítico en el excremento animal.

Alrededor de las dos terceras partes (70 %) del contenido de fósforo total de las materias primas de origen vegetal se encuentra en un complejo que, en su mayor parte, no se encuentra disponible para los animales monogástricos. A esta porción del fósforo total se le llama fósforo fítico. El ácido fítico es un compuesto muy activo, principalmente debido a que tiene muchas cargas negativas. Las cargas negativas de una molécula de ácido fítico pueden reaccionar con las cargas positivas de cationes principalmente divalentes (tales como calcio, magnesio, manganeso, zinc, hierro, etc), y al producto resultante se llama ácido fítico, este también puede reaccionar con aminoácidos y azúcares siendo no disponibles para los monogástricos (KESHAVARZ, 2008).

El calcio y fósforo son los dos integrantes más abundantes en el organismo, forman casi el 70% de las cenizas y se encuentran casi siempre junto y su metabolismo está estrechamente relacionado, por lo tanto son minerales que cumplen funciones en forma asociada, se depositan en los huesos durante el crecimiento pero también se almacenan y se movilizan constantemente durante toda la vida para suplir las necesidades del animal cuando hay deficiencia en la

ración, su deficiencia del fósforo, provoca pérdida del apetito y síntomas del llamado “apetito depravado” o “pica”, caracterizado por consumo anormal de huesos, madera, etc., frecuentemente en animales que pastorean en suelos muy pobres en fósforo (BARRETO, 2010).

Los minerales se consideran como el tercer grupo de nutrientes limitantes en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales como leche, carne, piel, lana, etc., especialmente las de fósforo y calcio quienes cumplen funciones vitales y su ausencia deteriora la conformación de la estructura ósea y dental, la reproducción, los procesos energéticos y de reproducción celular. Las heces son la principal ruta de excreción de fósforo en los herbívoros, pero la orina es la principal ruta para los carnívoros, sin embargo sustancialmente más fósforo ha sido reportado en la orina de vacunos que han sido alimentados con dietas balanceadas PRERTTON (1977), citado por Mc DOWEEL (1992).

La excreción fecal de fósforo está relacionada con su consumo, es decir a mayor consumo de fósforo habrá mayor excreción de fósforo en el organismo animal, donde el fósforo del estiércol se ha convertido en un problema ambiental, ya que ha causado la atención de los nutriólogos para disminuirlo en las excretas, aún más cuando las vacas lecheras utilizan el fósforo de una manera ineficiente, excretando el 60-70% del fósforo consumido WEISS AND WYATT (2004), citado por ELIZONDO (2008).

2.5.3. Factores anti nutricionales

Las dos terceras partes del fósforo vegetal presente en las raciones (60–85%) está ligado al ácido fítico, en forma de fitatos, cuya biodisponibilidad para los cerdos es casi nula, ya que una pequeñísima cantidad de fósforo ligado al ácido fítico llega a estar biológicamente disponible (QUILES, 2003).

En la clasificación de los llamados factores anti nutricionales relacionados al metabolismo de fósforo, se encuentra el ácido fítico-ácido orgánico formado por seis moléculas de fosfato y una de mioinositol, este compuesto es abundante en cereales y leguminosas, su presencia puede variar desde el 2% en cereales, como la soya, hasta 4% en maíz y trigo, a la misma vez posee la capacidad de unirse a proteínas, aminoácidos y azúcares e inhibir algunas enzimas digestivas como tripsina y quimotripsina, tirosinas y pepsinas (KESHAVARZ, 2008).

PEREIRA (2010), aclara que el fitato es la principal reserva de fósforo en cereales, leguminosas, semillas, frutos secos, entre otros; correspondiendo a más del 50% del fósforo total. Sin embargo, esta rica fuente de fósforo no es asimilable por los animales monogástricos, ya que estos carecen de las enzimas necesarias para la hidrólisis de este sustrato. Por esta razón, los concentrados de alimentos para cerdos, aves y peces deben ser suplementados con fósforo inorgánico; un mineral costoso y no renovable, por otra parte, la carga negativa del ácido fítico hace que éste actúe como una molécula que atrae elementos trazas como calcio, hierro, manganeso, cobre y zinc, lo que conlleva a problemas nutricionales importantes.

2.6. Costos de producción

BOLTEN (1981) y PURCELL (1983), clasifican a los costos en costos variables o directos y costos fijos o indirectos; estos costos obedecen a criterios económicos fundamentalmente a la relación que existe entre los costos y la cantidad producida.

2.6.1. Costos indirectos

Son aquellos que tienen que afrontarse siempre, se tenga o no una producción, y que son independientes de si la cantidad producida es pequeña o grande (BOLTEN, 1981 y PURCELL, 1983).

DÍAS Y ORDINOLA (2008), son aquellos costos que tienen que afrontarse siempre que se tenga o haya falta de producción y que son independientes de que si la cantidad producida es pequeña o grande. También se reporta que dentro de los costos indirectos llega abarcan el 18% de la inversión total, se consideran los intereses y gastos administrativos de los costos presentados en total (ESPINOZA *et al.*, 2008).

2.6.2. Costos directos

Son aquellos costos que están estrechamente relacionados con la cantidad de producto obtenido y varían en forma directa con dicha producción. Estos costos no existen o son iguales a cero si no hay producción (BOLTEN, 1981 y PURCELL, 1983).

Costos directos son aquellos que están estrechamente relacionados con la cantidad del producto obtenido que varían en forma directa con dicha producción que se maneja (DÍAS Y ORDINOLA, 1993).

Compra de cuy y alimentación, es el principal costo productivo del cuy se da en la compra del animal y la alimentación que equivalen al 79.64 % de los costos directos, y es aquí donde se realiza la mayor cantidad de inversión (ESPINOZA *et al.* 2008).

Sanidad, los gastos en sanidad es la suma de los gastos de todas las compras de insumos para prevención y control de las enfermedades (antiparasitarios, medicinas, etc.), el cual representa asta en un 2.55% (ESPINOZA *et al.* 2008).

Mano de obra, la mano de obra es el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformación de las materias primas en productos terminados y representa el 10% es el costo de producción (ESPINOZA *et al.* 2008).

La mano de obra es un factor determinante al hablar de costos de producción aunque puede variar enormemente según el tipo de granja y de material con que se trabaje, así como según la organización de las operaciones diarias en la granja (REYES, 2006).

2.6.3. Merito económico

CUTIPA (2011) reporta en su trabajo de investigación experimental en diferentes niveles crecientes de torta de sachá inchi (*Plukenetia voluvilis*) precocida en la dieta peletizada para los animales en los tratamientos, sobre el desempeño de cuyes de la línea Perú, obtuvo un resultado en su tratamiento control (tratamiento 1) en beneficio neto de 37.09 nuevos soles y un mérito económico de 29.19 %.

DE LA CRUZ (2012) obtiene en su trabajo de investigación en Inclusión de diferentes niveles de harina de hoja de eritrina (*Erythrina fusca*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de crecimiento y acabado, alcanzó un resultado en su tratamiento control en beneficio neto de 9.23 nuevos soles y un mérito económico de 25.03 %.

LAZARO (2014) adquiere en su trabajo de investigación en Inclusión de harina de cascara de plátano verde variedad inguiri (*Mussa paradisiaca L.*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento y acabado, obtuvo un resultado en su tratamiento control en beneficio neto de 3.71 nuevos soles y un mérito económico de 18.28 %.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo se realizó en el Área de Animales Menores del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootecnia y en el Laboratorio de Nutrición Animal, ambas de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región de Huánuco; geográficamente, ubicada a una altitud de 660 msnm, 09° 17' 58" de latitud sur y 76° 01' 07" de longitud oeste; con temperatura promedio anual es 24.85°C, humedad relativa anual 80% y una precipitación pluvial media anual de 3.194 mm, ecológicamente se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo - Premontano Sub - Tropical (UNAS, 2012). El trabajo experimental tuvo una duración de 30 días, que se realizó entre los meses de enero a febrero del 2014.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Instalaciones y equipos

El trabajo se realizó en un galpón adaptado para el trabajo experimental, contó con techo de calamina de dos aguas con claraboya, piso de cemento, zócalo de cemento de 60 cm y paredes con malla galvanizada forrada con triplay,

asegurando la ventilación apropiada, en cuyo compartimiento se instalaron 25 jaulas cúbicas con estructura de fierro y malla metálica, cada jaula con medidas de 0.63 x 0.33 x 0.47 metros de largo, ancho y altura, respectivamente; en cuyo compartimiento se albergó un cuy con su respectivo comedero y bebedero. Los comederos utilizados fueron recipientes de cerámica y los bebederos fueron envases de plástico de polietileno sujetadas con un alambre, los cuales fueron distribuidos uno por cada animal.

Para cuantificar la concentración de fósforo y calcio se usó espectrofotómetro de absorción atómica marca Varian y modelo Spectraa SSB, espectrofotómetro UV marca Miltonroy y modelo Spectronic, balanza analítica con una sensibilidad de 0.0001 g, mufla eléctrica, estufa, crisoles, capsulas, rejillas, entre otros. Para controlar el peso diario de los animales, alimento balanceado comercial y heces se usó una balanza digital de modelo Kambor KD55P con capacidad de 5000 g, con una aproximación a 1 g.

3.4. Animales experimentales

Se trabajó con 25 cuyes machos de 30 días de edad, de raza Perú, procedente del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootécnica de la Facultad de Zootecnia - UNAS, estos animales fueron distribuidos en tres tratamientos, cada tratamiento con ocho repeticiones y cada repetición fue con un cuy; los cuales recibieron condiciones de manejo semejantes durante el experimento.

3.5. Aditivo en estudio

La fitasa fue incluida como suplemento en la ración comercial balanceada, ya que contiene propiedades adecuadas para la biodisponibilidad del fósforo y otros micronutrientes relacionados, cuya matriz nutricional de la fitasa es la siguiente:

Cuadro 1. Matriz nutricional de la fitasa

Nutrientes	Contribución en la dieta
Fósforo disponible, %	0,115
Calcio, %	0,100
EM, kcal/kg	10
Proteína bruta	0,200
Lisina, %	0,008
Metionina, %	0,0025
Metionina + cistina, %	0,0055
Treonina, %	0,005
Triptófano, %	0,003
Unidades de Fitasa, FTU/kg ¹	500

Fuente: Phartec, 2014, ¹FTU/kg: Unidad de medida estándar/kg
Dosis: 100 g/tonelada de ración

La fitasa fue adicionada a una dosis de 0.01% (10 g/100 kg de alimento balanceado), debido a la pequeña cantidad de inclusión se realizó una pre mezcla de los aditivos, para lograr mejor homogenización de todos los ingredientes macro y micro nutrientes, de tal forma que en primer lugar se tomó 50 g de torta de soya y se homogenizó con la fitasa, para luego incorporarlo en los micronutrientes

(calcio, aditivos, etc); luego se tomó 2 kg de la mezcla de los macronutrientes (maíz, torta de soya, harina de pescado, etc) para mezclar con los micronutrientes, a continuación se combinó la totalidad de los macronutrientes con los micronutrientes mencionados, de tal forma que no se pierda la concentración homogenizada de la fitasa en todo el alimento balanceado.

3.6. Alimento y alimentación

El alimento balanceado para los tres tratamientos fue preparado en la planta de alimentos "El Granjero" de la Facultad de Zootecnia de la U.N.A.S. donde se suplementó 0.01% de fitasa para el tratamiento 3, sin incluir fitasa para los tratamientos 1 y 2. Las raciones experimentales y sus respectivos valores nutricionales están presentados en el Cuadro 2 y su análisis químico proximal en el cuadro 3.

La alimentación de los cuyes fue en base al sistema de alimento concentrado que consistió en alimento comercial más vitamina C y agua. Se suministró en forma continua según el consumo voluntario de los animales, pesando la cantidad que se brindaba por día. También se suministró agua en forma permanente a todos los tratamientos y repeticiones.

Los requerimientos de fósforo total para cuyes fueron considerados de 0.42%. Según la matriz de la fitasa (Cuadro 1) ésta disponibiliza 0.115% de fósforo fítico a fósforo disponible. La ración del T1 tuvo 0.42% de fósforo total y las raciones de T2 y T3 tuvieron 0.30% de fósforo total, que se obtiene de la diferencia entre 0.42% - 0.115%.

Cuadro 2. Raciones concentradas (comerciales) para cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fase de crecimiento

Ingredientes	Ración		
	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Maíz	39.95	48.53	48.53
Afrecho de trigo	13.58	0.00	0.00
Torta de soya	20.81	22.21	22.21
Harina de alfalfa	16.47	22.00	22.00
Melaza de caña	5.00	5.00	5.00
Polvillo de arroz	1.99	0.00	0.00
Carbonato de calcio	1.18	1.01	1.01
Sal	0.41	0.40	0.40
Premix	0.10	0.10	0.10
Aflaban	0.05	0.05	0.05
Vitamina C	0.10	0.10	0.10
BHT	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05
Lisina	0.08	0.08	0.08
Metionina	0.15	0.14	0.14
Treonina	0.02	0.01	0.01
Aceite de palma	0.00	0.27	0.27
Fitasa	0.00	0.00	0.01
Total	100	100	100
Precio \$/./kg	1.75	1.85	1.88
Valores calculados ¹			
Proteína bruta, %	18.00	18.00	18.00
ED ² , kcal/kg	2938	2938	2938
Calcio, %	0.82	0.82	0.82
Fósforo total, %	0.42	0.30	0.30
Sodio, %	0.20	0.20	0.20
Lisina, %	1.00	1.00	1.00
Metionina, %	0.43	0.43	0.43

¹Fuente: VERGARA (2008) ²ED: Energía digestible

En el Cuadro 3 se presenta los valores nutricionales determinados en el laboratorio de Nutrición Animal de la U.N.A.S. de las raciones experimentales.

Cuadro 3. Análisis químico proximal de las raciones experimentales

Nutrientes	Unidad	Tratamientos		
		T1	T2	T3
Humedad	%	13.29	12.86	12.86
Materia seca	%	86.71	87.14	87.14
Extracto etéreo	%	2.5	2.68	2.59
Fibra bruta	%	6.02	6.51	6.21
Ceniza	%	5.98	6.08	5.98

Fuente: Laboratorio de nutrición animal – UNAS (2014)

3.7. Sanidad

El galpón y las jaulas experimentales se desinfectaron con Exquat 50 mediante aspersion con mochila mecánica, también se realizó el caleado a todas las paredes y el piso del galpón, se utilizó lejía y detergente para desinfectar los comederos y bebederos. Para mantener una estricta bioseguridad se colocó un pediluvio de cal en la entrada del galpón. Así mismo, el primer día el experimento, se desparasitó a los animales con Promectine oral (ivermectina al 1%) vía oral con una dosis de 2 gotas directamente.

3.8. Variable independiente

Enzima fitasa

3.9. Tratamientos

Los tratamientos del presente experimento fueron:

T1: Ración comercial con 0.42% de fósforo + Vitamina C + agua.

T2: Ración comercial con 0.30% de fósforo total + Vitamina C + agua.

T3: Ración comercial con 0.30 de fósforo total + 0,01% de fitasa + Vitamina C + agua.

3.10. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones

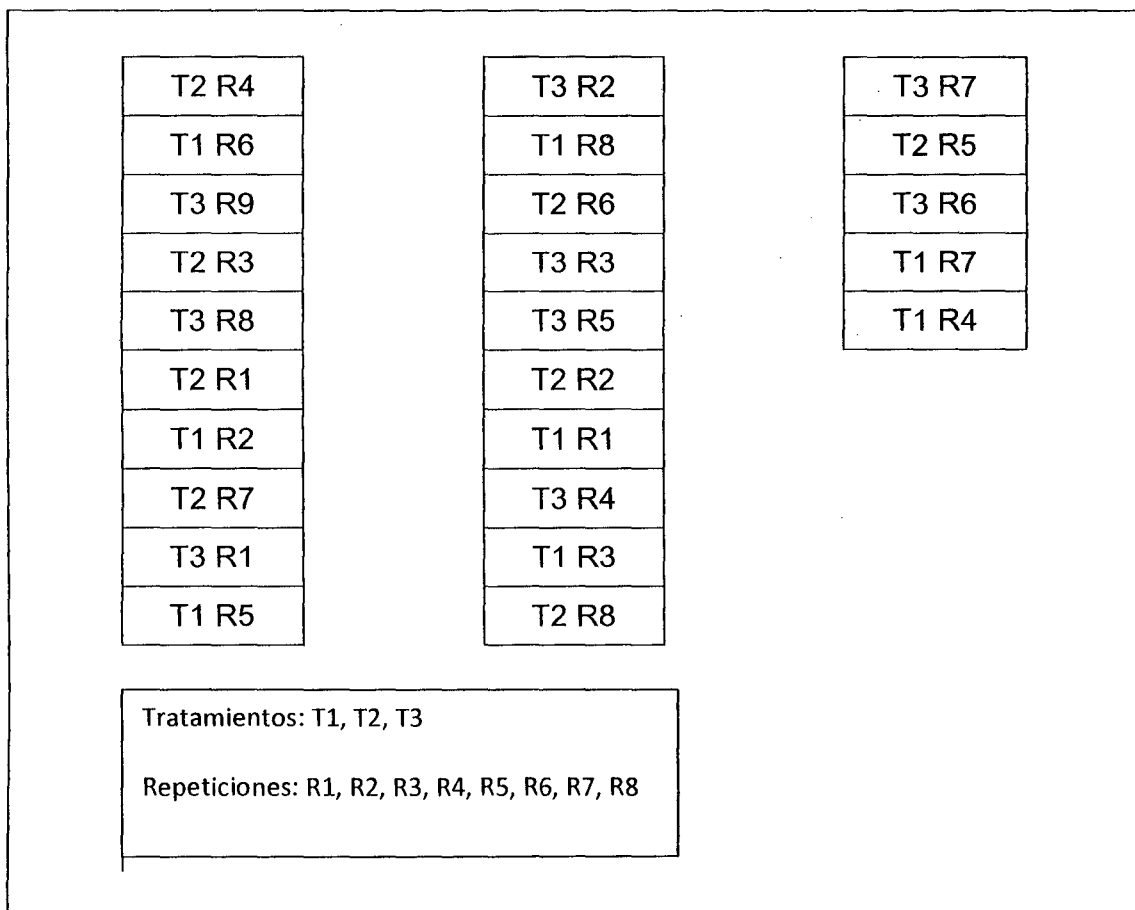


Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones

3.11. Diseño y análisis estadístico

Los animales fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos y 8 repeticiones; con análisis de covariancia para controlar el peso inicial. La comparación de los promedios fueron realizados utilizando la prueba de Duncan a 5%, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$DCA = Y_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

$$DCA_{\text{covariancia}} Y_{ij} = u + T_i + b(X_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = J-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

u = Media poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

$b(X_{ij} - \bar{X})$ = Efecto de la covariancia entre el peso vivo inicial y las variables dependientes

e_{ij} = Error experimental

3.12. Variables dependientes

3.12.1. Concentración de fósforo y calcio en heces

- Contenido de fósforo en heces
- Contenido de calcio en heces
- Producción de heces

3.12.2. Índice zootécnico

- Ganancia de peso
- Consumo de alimento
- Conversión alimenticia

3.12.3. Parámetro económico

- Beneficio económico

3.13. Metodología

3.13.1. Contenido de fósforo en las heces

En el período del ensayo (30 días), iniciando en la segunda semana, fueron colectadas las heces de cada animal cada 5 días, con la finalidad de obtener heces representativas del periodo de ensayo. Estas heces sirvieron como muestras para los análisis laboratoriales, en la determinación de las concentraciones de fósforo.

Dichas muestras del período de 24 horas con una colecta de cada 5 días fueron pesadas y mantenidas en congelación hasta la conclusión del período del ensayo. Después, estas muestras han sido descongeladas, obteniéndose muestras compuestas para cada animal mediante la unificación, mezcla y homogenización de las muestras de cada animal. Enseguida se procedió a ser juntados y mezclados en una sola muestra las heces de 2 animales del mismo tratamiento, enseguida fueron homogenizados, para luego ser secados en estufa con ventilación forzada a 55 °C durante 72 horas y posterior molienda para la digestión seca y análisis de fósforo por el método colorimétrico (SANDOVAL, 1994).

Con los valores obtenidos en las lecturas, fueron calculadas las cantidades excretadas de fósforo por kilogramo de alimento consumido. Para los cálculos, fueron utilizados los valores de: cantidad promedio de materia seca de las heces producidas por día por animal (g), porcentaje de fósforo y cantidad media diaria de consumo de ración por animal (g).

La fórmula utilizada para determinar CME/kg AC (g):

Dónde:

$$\text{CME/kg AC(g)} = \frac{\text{CME/D/A} \times 1\text{kgAC}}{\text{CAC/D/A}}$$

Donde:

CME/kg AC = Cantidad de mineral excretado por kg de alimento consumido.

CME/D/A = Cantidad de mineral excretado, por día por animal.

1kgAC = Kilogramo de alimento consumido.

CAC/D/A = Cantidad de alimento consumido, por día por animal.

3.13.2. Contenido de calcio en heces

En el período del ensayo iniciando en la segunda semana, fueron colectadas las heces de cada animal cada 5 días, con la finalidad de obtener heces representativas del periodo de ensayo. Estas heces sirvieron como muestras para los análisis laboratoriales, en la determinación de las concentraciones de calcio.

Dichas muestras del período de 24 horas con una colecta de cada cuy fueron pesadas y mantenidas en congelación hasta la conclusión del período del ensayo. Después, estas muestras han sido descongeladas, obteniéndose muestras compuestas. Enseguida fueron juntados y mezclados en una sola muestra las heces de 2 animales del mismo tratamiento, enseguida serán homogenizados, para luego ser secados en estufa con ventilación forzada a 55 °C durante 72 horas y posterior molienda para la digestión seca y análisis de fósforo por el método en espectrofotómetro de absorción atómica, donde se realizó diluciones con solución de Oxido de lantano al 0.1% (SANDOVAL, 1994).

3.13.3. Producción de heces

La segunda y última semana del ensayo, fueron colectadas las heces de cada cuy. Los pesos vivos, las cantidades de heces producidas y las cantidades de alimento consumido en esos días fueron utilizados para calcular el porcentaje de heces producidas en base al consumo de alimento. Dicha colecta se realizó en un soporte de malla colocada debajo de la base de cada jaula.

3.13.4. Ganancia de peso

Los animales se pesaron individualmente al inicio y al final de cada fase, a las 8:00 am antes del suministro de los alimentos. La ganancia de peso por fases será la diferencia del peso final menos el inicial.

3.13.5. Consumo de alimento

El consumo de alimento por la fase (crecimiento) se determinó para cada unidad experimental pesando el concentrado ofrecido, menos los sobrantes.

3.13.6. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia mide la transformación de los alimentos en ganancia de peso y para su determinación por la fase se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento por fase (gMS/día)}}{\text{Ganancia de peso por fase (g/día)}}$$

3.13.7. Beneficio económico

La determinación del beneficio económico se realizó a través del Beneficio Neto para la fase de crecimiento, en función de los costos de producción y de los ingresos calculados por el precio de venta de los cuyes al final del experimento. En los costos de producción se consideraron los costos variables (costos del alimento, luz eléctrica y sanidad) y los costos fijos (costo del agua, mano de obra e instalaciones). Los cálculos del beneficio económico para cada tratamiento se realizaron a través de la siguiente ecuación:

$$\text{BN} = \text{P} * \text{Y} - (\text{CFi} + \text{CVi})$$

Dónde:

BN i = Beneficio neto por cuy para cada tratamiento S/.

i = Tratamiento

PY i = Ingreso bruto para cada tratamiento S/.

CF i = Costo fijo por cuy para cada tratamiento S/.

CV i = Costo variable por cuy para cada tratamiento S/.

Para el análisis de mérito económico, se empleó la siguiente ecuación:

$$ME (\%) = \frac{NB}{CT} * 100$$

Dónde:

ME = Mérito económico en porcentaje.

NB = Beneficio neto por tratamiento.

CT = Costo total por tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Concentración de fósforo y calcio en heces

4.1.1. Contenido de fósforo en las heces

Los resultados de las cantidades de fósforo excretados en las heces se muestran en el Cuadro 4, donde no existe diferencia significativa ($p>0.05$) entre los tratamientos; pero si existe una ligera diferencia numérica, observándose mayor excreción de fósforo en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y menor excreción de fósforo en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin fitasa; entre tanto los tratamientos destacan que los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con fitasa excretan menor ($p>0.05$) cantidad de fósforo (6.54 en y 6.99) mg/día), en relación a los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo (7.74 mg/día).

Cuadro 4. Excreción de fósforo y calcio de cuyes, en función a los tratamientos

Tratamientos	P excretado (mg/día)	Ca excretado (mg/día)
T1 (0.42% de P)	7.74±1.42	41.26±7.57 ^a
T2 (0.30% de P)	6.54±1.16	32.11±5.70 ^b
T3 (0.30% de P + fitasa)	6.99±2.06	12.07±3.57 ^c
CV (%)	22.51	20.43
P-valor	0.394	0.001

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p<0.05$)

Cuadro 5. Excreción de fósforo y calcio de cuyes por cada 100 gr de alimento consumido, en función a los tratamientos

Tratamientos	P excretado (mg)	Ca excretado (mg)
T1 (0.42% de P)	22.22±1.62 ^a	118.48±8.62 ^a
T2 (0.30% de P)	17.36±0.82 ^b	85.23±4.05 ^b
T3 (0.30% de P + fitasa)	17.41±1.43 ^b	30.08±2.48 ^c
CV (%)	6.89	7.06
P-valor	0.001	0.001

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); P: Fósforo¹

4.1.2. Contenido de calcio en las heces

Al evaluar las cantidades de calcio en las heces, se observa en el Cuadro 4 que si existe diferencia significativa ($p > 0.05$), pero resalta la baja excreción de calcio en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más fitasa a comparación de los demás tratamientos. Así mismo en el Cuadro 5 se determinaron las cantidades de excreción de calcio (mg) por cada 100 gr de alimento consumido, donde también existe diferencia significativa ($p < 0.05$).

4.1.3. Producción de heces

En el Cuadro 6, se muestra el porcentaje de las heces excretadas en función al alimento consumido de cuyes en fase de crecimiento, alimentados con ración comercial balanceada suplementada con y sin adición de fitasa. Donde se observa que hubo diferencia ($p > 0,05$) para los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y los cuyes del tratamiento 2 y 3, por tanto se observa que los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con

0.42% de fósforo excretan (%) en mayor cantidad en comparación a los diferentes tratamientos (T2 y T3).

Cuadro 6. Peso vivo, heces excretadas por día, alimento consumido por día y porcentaje de producción de heces en función al alimento consumido en los tratamientos

Tratamientos	PV(g) ¹	h/e/día(g) ²	AC(g) ³	%PHFAC ⁴
T1 (0.42% de P)	731.33	15.48±3.99	40.08±5.71	39.93 ^a
T2 (0.30% de P)	808.00	13.78±3.30	45.12±6.54	30.07 ^b
T3 (0.30% de P + fitasa)	832.43	13.75±3.98	43.15±9.60	31.70 ^b
CV (%)		26.14	12.99	14.45
P-valor		0.642	0.280	0.012

¹PV: Peso vivo promedio, ²h/e/día: heces excretadas por día, ³AC: alimento consumido por día, ⁴PHFAC: producción de heces en función al alimento consumido.

4.2. Desempeño zootécnico

4.2.1. Ganancia diaria de peso

Al evaluar la ganancia de peso se observa (Cuadro 7) que no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$), donde solo existe diferencia numérica en los cuyes alimentados con 0.42% de fósforo (6.55 ± 2.28 g/día) y en mayor ganancia de peso por los cuyes alimentados con 0.30% de fósforo con y sin adición de fitasa (7.13 ± 2.26 g/día y 8.42 ± 2.06 gr/día), respectivamente.

4.2.2. Consumo diario de alimento

Los resultados (Cuadro 7) muestran que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$), solo se observa diferencia numérica en mayor consumo de

alimento por parte de los cuyes alimentados con 0.30% de fósforo (45.12 ± 6.54 g/día), seguidamente por los cuyes alimentados con 0.30% de fósforo con adición de fitasa (43.15 ± 9.60 g/día) y con bajo consumo de alimento por los cuyes alimentados con 0.42% de fósforo (40.08 ± 5.71 g/día).

4.2.3. Conversión alimenticia

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de la conversión alimenticia, donde se muestra que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$), pero si resalta la mejor conversión alimenticia por parte de los cuyes alimentados con 0.30% de fósforo (5.49 ± 0.70), seguidamente por los cuyes alimentados con 0.30% de fósforo más adición de fitasa (6.37 ± 1.44) y los cuyes alimentados con 0.42% de fósforo (7.07 ± 1.31).

Cuadro 7. Ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) en g de cuyes experimentales

Tratamientos	GDP	CDA	CA
T1 (0.42% de P)	6.55 ± 2.28 ^b	40.08 ± 5.71	7.07 ± 1.31 ^b
T2 (0.30% de P)	8.42 ± 2.06 ^a	45.12 ± 6.54	5.49 ± 0.70 ^a
T3 (0.30% de P + fitasa)	7.13 ± 2.26 ^{ab}	43.15 ± 9.60	6.37 ± 1.44 ^{ab}
CV	29.44	12.99	32.36
P-valor	0.301	0.280	0.380

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); Tratamientos; T1 (ración comercial balanceado con 0.42% de fósforo); T2 (ración comercial balanceado con 0.30% de fósforo) y T3 (ración comercial con 0.30% de fósforo y con fitasa).

4.3. Parámetro económico

En el Cuadro 8, se aprecia el beneficio neto y mérito económico, en el cual los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo presentaron un 12.68% de mérito económico; entre tanto, los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más fitasa obtuvieron un 6.85% de mérito económico y los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo reportaron un 0.41% de mérito económico.

Cuadro 8. Beneficio neto y mérito económico en función de los tratamientos.

Tratamientos	BN ¹	ME ²
T1 (Ración comercial balanceada con 0.42 % de P)	0.18	0.41
T2 (Ración comercial balanceada con 0.30 % de P)	2.32	12.68
T3 (Ración comercial balanceada con 0.30 % de P + fitasa)	1.35	6.85

¹BN: Beneficio neto, ²ME: Mérito económico

V. DISCUSIÓN

5.1. Concentración de fósforo y calcio en heces

5.1.1. Concentración de fósforo en las heces

En el Cuadro 4 se observa los resultados de la concentración de fósforo en las heces donde se muestra que no existe diferencia ($p>0.05$) para los tratamientos. Observándose, numéricamente que los cuyes alimentados con ración balanceada con 0.42% de fósforo reportaron mayor concentración de fósforo en las heces con 7.74 ± 1.42 mg/día; en relación a los cuyes alimentados con ración balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición fitasa que son de 6.54 ± 1.16 y 6.99 ± 2.06 mg/día respectivamente.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de concentración de fósforo por cada 100 g de alimento consumido, donde existe diferencia ($p>0.05$), observándose que los cuyes del T1, alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo reportaron mayor excreción de fósforo 22.22 ± 1.62 mg/día en relación a los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa, quienes excretaron 17.36 ± 0.82 y 17.41 ± 1.43 mg/día de fósforo, respectivamente.

Por otro lado Mc DOWELL (1992), nos hace referencia que en los herbívoros generalmente la principal ruta de excreción de fósforo es a través de las heces, pero sustancialmente es mas en la orina cuando los ganado vacuno son alimentados netamente con alimentación balanceada, lo cual implica que posiblemente los cuyes experimentales hallan excretado vía orinal gran parte de fósforo.

Por otro lado los valores de concentración de fósforo en las heces obtenido en el presente trabajo de investigación, son en mayor cantidad numérica en los cuyes alimentados con ración balanceada con 0.42% de fósforo y en menor cantidad en los cuyes alimentados con ración balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa, ya que fisiológicamente los animales cuando son alimentados con ración que contiene más de un nutriente se torna en excretar fósforo para mantener el nivel de fósforo en su organismo, eliminando el exceso.

También la mayor excreción de fósforo en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo concuerda con ELIZONDO (2008), quien reporta que existe una correlación directa entre fósforo consumido y excretado en las heces de vacas lecheras, lo cual contribuye a la contaminación ambiental. Por lo tanto se debería reducir el fósforo en la dieta de alimentación de las vacas o suplementarlo de una manera más precisa.

Sin embargo RUIZ (2011) nos menciona que el sustrato es muy importante para que la enzima actúe, donde generalmente se basa en maíz y soya, y donde la ración comercial balanceada no retribuye el sustrato por la variabilidad

de otros ingredientes en la dieta, ya que el mismo autor menciona que las fitasas bacterianas tienen poder para una hidrolización completa a comparación de las fitasas fúngicas, pero con una correcta cantidad de sustrato en la ración brindada.

Además los resultados de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo y con adición de fitasa es inferior a lo reportado por CERVANTES, *et al* (2012), quien señala que los cerdos alimentados con ración con adición de fitasa reducen fósforo a través de las excretas, es decir en las heces y orina, donde su reducción es de 20 a 25%, y en el presente trabajo de investigación no se observa disminución de fósforo en la excreción de heces en relación al tratamiento de cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo y 0.42% de fósforo.

5.1.2. Concentración de calcio en las heces

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la concentración de calcio en las heces, donde se observa que existe diferencia ($p > 0.05$), donde hubo menor concentración de calcio en las heces de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más fitasa (12.07 ± 3.57 mg/día), seguida de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo con 32.11 ± 5.70 mg/día y en mayor concentración de calcio en las heces para cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo con 41.26 ± 7.57 mg/día.

Asimismo, en el Cuadro 5 se observa que existe diferencia ($p > 0.05$), donde los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de

fósforo más fitasa excretaron menor cantidad de calcio en las heces (30.08 ± 2.48 mg/día), y mayor cantidad en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% y 0.30% de fósforo con 118.48 ± 8.62 y 85.23 ± 4.05 mg/día respectivamente.

En tal sentido, las cantidades de calcio en las heces son reducidas en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más fitasa, debido posiblemente a la acción de la fitasa fue eficiente para poder digerir el calcio fítico de la ración balanceada. Por lo tanto, siendo el calcio mejor aprovechado y absorbido en el tracto intestinal del cuy, es ahí donde radica su baja cantidad de concentración en las excretas de los cuyes alimentados con ración suplementada con fitasa.

Asimismo, en el Cuadro 5 se observa que las cantidades excretadas de calcio en las heces por cada 100 gr de alimento consumido (30.08 ± 2.48 mg) de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más la adición de fitasa es baja en relación a los otros tratamientos y concuerda con VALLARDI, *et al* (2002), donde evaluó el efecto de la adición de fitasa como fuente de fósforo inorgánico en dietas para gallinas de postura, quien reporto aumento de grosor del cascarón e incremento de porcentaje de postura en gallinas de postura alimentadas con dieta basal sorgo y pasta de soya con 0.1% de fósforo inorgánico más fitasa, ya que hubo un incremento de la disponibilidad de otros minerales como el calcio.

5.1.3. Producción de heces

En el Cuadro 6 se muestran los resultados de la producción de heces en función al consumo de alimento de los cuyes, donde se observa que hubo diferencia significativa ($p>0.05$) entre el tratamiento 1, y los tratamientos 2 y 3. Es decir que los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo tienen mayor excreción (39.93%) a comparación de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa con 30.07 % y 31.70 % respectivamente.

Por otro lado en el Cuadro 6 se observa las cantidades de heces excretadas por día (g), donde los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo reportan mayor excreción con 15.48 ± 3.99 g/día, seguida de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con inclusión de fitasa 13.78 ± 3.30 g/día 13.75 ± 3.98 g/día, respectivamente. También se observa (Cuadro 6) las cantidades del alimento consumido por día (g), donde los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo reportan mayor consumo de alimento por día con 45.12 ± 6.54 g/día, seguida de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo con inclusión de fitasa con 43.15 ± 9.60 g/día y por debajo los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo con 40.08 ± 5.71 g/día.

5.2. Desempeño zootécnico

5.2.1. Ganancia diaria de peso

En el Cuadro 7 se muestra los resultados de la ganancia diaria de peso donde se muestra que no existe diferencia ($p>0.05$) para los tratamientos de cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con fitasa.

Observándose, numéricamente que en los cuyes alimentados con ración balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa generaron mayor ganancia diaria de peso con 8.42 ± 2.06 y 7.13 ± 2.26 g/día y en menor ganancia diaria de peso los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo con 6.55 ± 2.28 g/día.

Asimismo, la ganancia diaria de peso obtenido en el presente trabajo de investigación, Cuadro 7, nos muestra la superioridad de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo (T1) también los cuyes alimentados con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa (T2 y T3) respectivamente, a los reportado por PAREDES (1993), quien encontró ganancia de peso en cuyes en cuatro tratamientos los cuales fueron alimentados con alimento concentrado con eritrina y diferentes niveles de yuca fresca; donde obtuvo una ganancia diaria de peso de 2.4, 5.7, 5.4 y 5.6 g/día respectivamente.

Estos resultados concuerdan a lo reportado por GODOY, *et al* (2002), quien al evaluar el efecto de la suplementación de fitasa microbiana en la utilización de fósforo fítico en pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz – soya, obtiene mejores ganancias de peso a medida que se incrementa la fitasa en la ración, donde el mejor resultado obtuvo con un nivel de 0.65% de fósforo total y 500 U/kg de fitasa (1403 g/ave), y su tratamiento control obtuvo con un nivel de 0.65% de fósforo total y 0 U/kg de fitasa (1357 g/ave).

5.2.2. Consumo diario de alimento

En el Cuadro 7 se muestran los resultados del consumo diario de alimento, donde se observa que no existe diferencia ($p>0.05$) en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa.

Por otro lado numéricamente si se observa diferencia, donde los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo muestran una menor cantidad de consumo diario de alimento con 40.08 ± 5.71 g/día, seguidamente los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo con adición de fitasa con 43.15 ± 9.60 g/día y con superioridad los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo con 45.12 ± 6.54 g/día.

Asimismo, el consumo diario de alimento presentado en el Cuadro 7, nos muestra una superioridad de los tres tratamientos (cuyes alimentados con

ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con adición de fitasa), a lo reportado por CANCHANYA (2012), quien encontró un consumo diario de alimento concentrado en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento, utilizando diferentes pre mezclas vitamínicas y minerales, obteniendo 29 g/día.

Del mismo modo concuerda con los datos obtenidos por GODOY, *et al* (2002), en evaluar el efecto de la suplementación de fitasa microbial en la utilización de fósforo fítico en pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz y soya, obtuvieron un mayor consumo de alimento en el tratamiento con 0.65% de fósforo total más 500 unidades de fitasa con 1893 g/ave, y su tratamiento control obtuvo con 0.65% de fósforo total y 0 unidades de fitasa 1834 g/ave.

Por otra parte también concuerda con los datos presentados por SANMIGUEL, A. (2011), donde SILVERSIDES F. y FREED M. (2009), formularon dietas bajas en fósforo inorgánico (0.12 y 0.15%), adicionando 300 y 600 unidades de fitasa en gallinas Lohman White y Brown Classic, observando que el consumo de alimento fue mal alto proporcionalmente a la adición de fitasas, efecto retribuido a los beneficios adicionales de la actividad fitasica, sobre todo con energía y proteína.

5.2.3. Conversión alimenticia

En el Cuadro 7 se muestran los resultados de conversión alimenticia donde se observa que no existe diferencia ($p>0.05$) en los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y los cuyes alimentados con

ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con fitasa, siendo el T1, T2 y T3, respectivamente. Cabe mencionar que el T2 obtuvo mejor resultado con (5.49 ± 0.70) .

También se observa que si existe diferencia numérica en conversión alimenticia, donde los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo muestran mejor conversión alimenticia con 5.49 ± 0.70 , seguidamente de los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más adición de fitasa con 6.37 ± 1.44 y con un valor más elevado los cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo con 7.07 ± 1.31 .

Asimismo, la conversión alimenticia que está presentado en el Cuadro 7, muestran una inferioridad de los tres tratamientos (cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.42% de fósforo y cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo sin y con fitasa), a lo reportado con CANCHANYA (2012), quien encontró una conversión alimenticia de 5.01 en cuyes mejorados de raza Perú en la etapa de crecimiento utilizando alimento balanceado con diferentes premezclas vitamínicas y minerales.

Por otro lado, la conversión alimenticia del Cuadro 7, concuerda a lo citado por CHAUCA (1997), donde evaluó cuyes en fase de crecimiento y acabado, quien utilizó cuatro tratamientos; T1 (alfalfa más alimento balanceado), T2 (hojas de plátano más alimento balanceado), T3 (cáscara de papa más alimento balanceado) y T4 (pasto elefante más alimento balanceado), con las siguientes

conversiones alimenticias; 5.75, 8.26, 7.92 y 6.04 respectivamente de autor mencionado.

Estos resultados no tienen mayor efecto por la adición de fitasa, ya que en un estudio presentado por SANMIGUEL (2011), nos menciona que en pollos Hubbard se formularon dietas bajas en fosforo no fitasica, con maíz y soya tratadas con fitasas microbiales, encontrándose que, aunque se observó incremento en el consumo de alimento y ganancia de peso con respecto al testigo, el coeficiente de conversión alimenticia no presento diferencias significativas.

5.3. Parámetro económico

5.3.1. Beneficio económico

En el Cuadro 8 se observa que el T2, cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo, consigue mayor mérito económico de 12.68%, seguida del T3, cuyes alimentados con ración comercial balanceada con 0.30% de fósforo más fitasa, logró un mérito económico de 6.85%, luego el T1 que obtuvo un mérito económico de 0.41%.

Estos resultados son inferiores a lo reportado por CUTIPA (2011) quien al evaluar los niveles crecientes de torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*, L.) precocida en la dieta peletizada, sobre el desempeño de cuyes de la línea Perú, en Tingo María, en su tratamiento control que fue de 0% de torta de Sacha Inchi reporta un mérito económico de 32.13%. Esta diferencia con respecto al presente estudio, posiblemente al uso del concentrado (formula alimenticia), el cual eleva el

costo de producción y también depende del tiempo de alimentación de acuerdo a la fase, precio de venta de los cuyes, volumen de producción, el cual tienden a incrementar o disminuir el costo de producción y rentabilidad de la crianza de cuyes.

Además los resultados de los tratamientos también son inferiores a lo reportado por LAZARO (2014), quien señala un mérito económico de 18.28% en su tratamiento control, utilizando concentrado sin inclusión de harina de cáscara de plátano más King grass verde, en Tingo María, esta diferencia que se observa también quizá se deba a la diferente alimentación que se brindó los cuyes que se evaluaron.

Del mismo modo se observa inferioridad a lo reportado por DE LA CRUZ (2012), quien presentó un mérito económico de 25.03% y un beneficio neto de 9.23 nuevos soles en su tratamiento control, realizado en inclusión de diferentes niveles de harina de hoja de eritrina (*Erythrina fusca*) en la alimentación de cuyes en fases de crecimiento y acabado en Tingo María, esta variación se debe posiblemente a las distintas condiciones del trabajo de investigación y a la variación del tipo de alimentación que se brindaron a los cuyes.

VI. CONCLUSIÓN

- Se determinó la concentración de fósforo y calcio en heces; el desempeño zootécnico e índice económico de cuyes en fase de crecimiento alimentados con ración balanceada comercial con inclusión de fitasa.
- La excreción de fósforo en los tratamientos 1, 2 y 3 fue de 7.74, 6.54 y 6.99 mg/día respectivamente, no presento diferencia ($p>0.05$). En la excreción de calcio obtuvo mejor resultado el tratamiento 3 con 12.07 mg/día.
- La inclusión de fitasa no mostro diferencia ($p>0.05$) en la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, en los parámetros económicos, tuvo mejor resultado el tratamiento 2 con merito económico de 12.68%.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajo de investigación con la misma metodología, en el área de animales menores del centro de capacitación e investigación Granja Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en cuyes en etapa de acabado.
- Ejecutar trabajos de investigación usando fitasas microbiales y otras fuentes enzimáticas no convencionales, en etapas de crecimiento y acabado en cuyes, midiendo la concentración de fósforo y calcio en huesos.

ABSTRACT

"PHYTASE INCLUSION IN COMMERCIAL RATION OF GUINEA PIGS (*Cavia porcellus* L.) IN GROWTH PHASE."

The present study was conducted at the guinea pig barn, in the Training and Research Center and Animal Nutrition Laboratory, both from the National Agrarian University of the Jungle - Tingo María, with the objective to evaluate concentration of phosphorus and fecal calcium, zootechnical performance and economic parameter in guinea pig fed with commercial balanced ration phytase including. 25 male, 30 days old in growth stage, Peru – line guinea pigs were used, distributed under a completely randomized design, with analysis of covariance, with 3 treatments and each treatment with 8 repetitions and lasted 30 evaluation days. The study treatments were T1 guinea pigs fed with balanced commercial diet with 0.42% phosphorus, T2 guinea pigs fed with balanced commercial diet with 0.30% phosphorus and T3 fed with balanced commercial diet with 0.30% phosphorus plus phytase. The variables evaluated were: concentration of phosphorus and calcium in feces, fecal output depending on feed intake, animal husbandry and economic parameters. We observed no difference ($P>0.05$) for the phosphorus content in the feces; in calcium in feces was observed statistic difference ($P<0.05$); whereas for fecal output according to body weight difference ($P>0.05$) were observed; in zootechnical performance we observed no difference ($P>0.05$); and among the economic merit analysis of treatments, it was found that the economic merit was 12.68%, which belongs to T2.

Keywords: Guinea pigs, phytase, phosphorus, calcium, feces, growth phase.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIAGA, L. 1995. Selección y mejoramiento de los cuyes. sn. Universidad Nacional del Centro del Perú. Lima. Perú. se. pp. 20. 21. 22. 40.

ALIAGA, L. 1979. Producción de cuyes. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. 35-85p.

BAUTISTA, R. 1990. Parámetros productivos y reproductivos de tres líneas puras y cruzamiento con criollos de cuyes. Tesis - Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima - Perú. 70p.

BENSON. 2008. Producción de cuyes. Disponible en. <http://benson.byu.edu>. Consultado el 9 de febrero del 2013.

BOLTEN S. F. 1981. Administración financiera Limusa. México. (Traducción de la edición, 1976).

CAICEDO, A. 1993. primer seminario internacional de cuyecultura. sn. San Juan de Pasto, Colombia. Editado en la universidad de Nariño. Pp. 3, 5, 6.

CANCHAYA, C. 2012. Uso de diferentes niveles Premezclas vitamínicas y minerales en raciones de cuyes (*Cavia porcellus*) en el trópico. Tesis – Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú 72p.

CAYCEDO, V.A. 1983. Crianza de cuyes. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 47 págs.

- CERVANTES, M., MORALES, A. y ARAIZA, A. 2012. Uso de fitasa microbial en dietas para cerdos. Baja California, México. Instituto de Ciencias Agrícolas. Vol.19.
- CHAUCA, F.L. 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Revista Mundial de Zootecnia 83(2):9-19.
- CHAUCA, F. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*), Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), La Molina. Lima - Perú. 134p.
- CUTIPA, A. 2011. Niveles crecientes de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) precocida en la dieta peletizada, sobre el desempeño de cuyes de la línea Perú. Tesis – Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Huánuco - Perú. 42p.
- DE LA CRUZ, S. 2012. Inclusión de diferentes niveles de harina de hoja de eritrina (*Erythrina fusca*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en las fases de crecimiento y acabado. Tesis – Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Huánuco - Perú. 74p.
- DIAZ H. Y ORDINOLA M. 1993. Productividad agrícola IICA. Sub Gerencia De Planeación División De Planeación Estratégica. Lima – Perú. 40p.
- ESPINOZA J.; FURUSHIO E. Y RODRIGUEZ A. 2008. Plan de Negocio para una Empresa Dedicada a la Crianza Tecnificada de Cuyes ubicada en Ñaña y su Comercialización al Mercado Local. Tesis Magistral en Administración de empresas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima. 190p.
- ELIZONDO J. 2008. Problemas ambientales, partición y requerimientos de fósforo en ganado de leche. Estación experimental Alfredo Volio Mata. The Pennsylvania State University. Ucrania.

- GODOY, S., HERNANDEZ, G. y CHICCO, C. Efecto de la suplementación de fitasa microbial en la utilización de fósforo fítico en pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz – soya. Instituto de investigaciones zootécnicas. Maracay, Colombia.
- LÁZARO, R. 2014. Inclusión de harina de cascara de plátano verde variedad inguiri (*Mussa paradisiaca L.*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento y acabado. Tesis – Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Huánuco - Perú. 87p.
- MALLMA, W. 1975. Comparativo de tres concentrados comerciales en la alimentación de cuyes en Tingo María - Tesis – Ingeniero Zootecnistas. Universidad Nacional agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú.32p
- Mc DOWELL, L. 1992. Minerals in animal and human nutrition. University of Florida. United kingdom edition published by Academic prees limited. Gainesville, Florida, EUA. 524 pág.
- MORENO.A 1995. Producción de Cuyes. Editorial M.V. publicaciones la Molina – Perú. p.356
- MORENO, A. 1998. Producción de cuyes Segunda edición. Editorial M.V. publicaciones la Molina – Perú 132p.
- ORTEGON, R. 1999. Producción de cuyes. Universidad Nacional de Nariño. San Juan de pasto, Colombia.se.p.31.
- PAREDES M. 1993. Alimentación de cuyes con eritrina (*Eritrina sp*) suplementada con yuca fresca (*Manihot esculenta*) y concentrado comercial. Tesis – Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú.

- REYES, M. 1986. Alimentación en cobayos (*Cavia porcellus*) con hojas de eritrina (*Eritryna sp*) suplementado con diferentes niveles de concentrado comercial Tesis – Ingeniero Zootecnistas. Universidad Nacional agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú. 52p
- PURCELL J. W. R. 1983. Como comprender las finanzas de una compañía. Ed. Norma. Cali – Colombia. 78p.
- RICO, N.E., 1994. Alimentación en cuyes. Universidad Mayor de San Simón, Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia (Mejo cuy), Boletín Técnico N° 1.
- RODRIGUEZ, L. J. 2001. Crianza de cuyes. Instituto Nacional De Investigación Agraria. Perú Ministerio de Agricultura.
- ROJAS, S. 2002. Tratamiento dietético de dos eco tipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones agropecuarias de Perú. 1 (2): 7- 13p
- RUIZ, B. 2011. Puntos clave de las enzimas en la avicultura. [En línea]: (www.WATTAgNet.com, documentos, 14 de noviembre, 2014).
- RUIZ, J. 2007. Evaluaciones del polvillo de arroz en reemplazo del afrecho de trigo en etapa de crecimiento engorde en cuyes. Tesis – Ingeniero Zootecnistas. Universidad Nacional agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú 56p.
- SALAVERRY, L. 1980. Estudio de la alimentación de cobayos con pasto elefante con cuatro niveles de un concentrado comercial en Tingo María. Tesis – Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú 42p.

- SARAVIA, D.1993. Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes por forrajes producidos en la costa central del Peru.resúmenes de la XV reunión Asociación Peruana de Producción Animal.sb.Lima, Peru.se.pp.25, 32.
- SANDOVAL, M. 1994. Aplicaciones de la espectrofotometría de absorción/emisión atómica en programas de investigación en agricultura, biología y medicina. Primer curso taller. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú.
- SANMIGUEL, A. 2011. Investigación y uso de fitasas en avicultura. Revista Spel Domus. Ibagué, Colombia. 54 pág.
- USCA, J.2000.Evaluación del uso del forraje hidropónico de cebada en reemplazo de la alfalfa en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de grado. Maestría en producción animal. Facultad de ciencias pecuarias. ESPOCH. Riobamba – Ecuador.pp 45, 46, 51, 52,56.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA. 2009. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- KESHAVARZ, K. 2008. ¿Cuál es la diferencia entre el fósforo total, fósforo fítico, fósforo no fítico y fósforo disponible?. Universidad Cornell. Estados Unidos de América.
- VALLARDI, M., MORALES, R. y ÁVILA, E. 2002. Efecto de la adición de fitasa como fuente de fósforo inorgánico en dietas para gallinas de postura. Investigación y extensión en producción avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México.
- VERGARA, V.2008. Avances en Nutrición y Alimentación en cuyes. XXXI Reunión científica Anual de la Producción Peruana de Producción Animal APPA. Simposio: Avances sobre producción de cuyes en Perú. Lima, Perú.

ZALDÍVAR, A.M. 1976. Crianza de cuyes y generalidades. I Curso nacional de cuyes, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú. 23 págs.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de producción de heces evaluados en cuyes

Tratamiento	Repetición	Producción de Heces (g)			
		2 ^o semana	4 ^o semana	Total	Promedio
1	1	83	62	145	10.36
1	2	99	134	233	16.64
1	4	83	148	303	21.93
1	6	105	139	244	17.43
1	7	106	93	199	14.21
1	8	77	99	176	12.57
2	1	52	54	106	7.57
2	2	99	136	235	16.79
2	3	79	102	181	12.93
2	4	76	113	189	13.50
2	5	97	129	226	16.14
2	6	76	106	182	13.00
2	7	116	136	252	18.00
2	8	77	92	169	12.07
3	1	66	102	168	12.00
3	2	103	108	211	15.07
3	3	67	66	133	9.50
3	5	79	94	173	12.36
3	6	85	106	191	13.64
3	8	67	100	167	11.93
3	9	158	149	307	21.93

Anexo 2. Registro de desempeño zotécnico evaluados en cuyes

Tratamiento	Repetición	PI (g)	PF (g)	GDP (g)	CDA (g)	CA
1	1	505	779	6.50	35.80	6.45
1	2	592	826	7.80	44.33	5.68
1	4	588	804	7.20	45.87	6.37
1	6	622	774	5.07	41.73	8.24
1	7	602	684	2.73	35.60	13.02
1	8	591	810	7.30	41.60	5.70
2	1	493	641	4.93	31.50	6.39
2	2	568	868	10.00	44.80	4.48
2	3	508	736	7.60	42.63	5.61
2	4	524	714	6.33	36.30	5.73
2	5	591	849	8.60	50.20	5.84
2	6	600	891	9.70	47.47	4.89
2	7	588	924	11.20	49.83	4.45
2	8	617	841	7.47	42.07	5.63
3	1	499	774	9.17	41.70	4.55
3	2	727	976	8.30	47.40	5.71
3	3	567	691	4.13	36.80	8.90
3	5	586	805	7.30	42.07	5.76
3	6	577	786	6.97	46.30	6.65
3	8	610	761	5.03	38.90	7.73
3	9	716	1034	10.60	65.57	6.19

Anexo 3. Variable dependiente: Contenido de fósforo en las heces

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función al contenido de fósforo	2	4.92	2.46	0.98	0.394
Error	18	45.10	2.51		
Total	20	50.02			

Anexo 4. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para contenido de fósforo en las heces

Tratamiento	Media	Significancia
I	0.98	A
III	0.88	A
II	0.87	A

Anexo 5. Variable dependiente: Contenido de calcio en las heces

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función al contenido de calcio	2	2965.84	1482.92	45.19	0.001
Error	18	590.66	32.81		
Total	20	3556.5			

Anexo 6. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para contenido de calcio en las heces

Tratamiento	Media	Significancia
I	41.26	A
II	32.11	B
III	12.07	C

Anexo 7. Variable dependiente: Excreción de fósforo por cada 100 gr de alimento consumido

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función a la excreción de fósforo por cada 100 g de alimento consumido	2	100.00	50.00	29.87	0.001
Error	18	30.13	1.67		
Total	20	130.13			

Anexo 8. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para excreción de fósforo por cada 100 g de alimento consumido

Tratamiento	Media	Significancia
I	22.22	A
III	17.41	B
II	17.36	B

Anexo 9. Variable dependiente: Excreción de calcio por cada 100 gr de alimento consumido

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función a la excreción de calcio por cada 100 g de alimento consumido	2	26269.40	13134.70	452.37	0.001
Error	18	522.64	29.04		
Total	20	26792.03			

Anexo 10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para excreción de calcio por cada 100 g de alimento consumido

Tratamiento	Media	Significancia
I	118.48	A
II	85.23	B
III	30.08	C

Anexo 11. Variable dependiente: % producción de heces en función al consumo de alimento

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función a producción de heces	2	268.93	134.47	5.74	0.012
Error	18	421.92	23.44		
Total	20	690.84			

Anexo 12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para % producción de heces en función al consumo de alimento

Tratamiento	Media	Significancia
I	39.13	A
II	31.77	B
III	30.7	B

Anexo 13. Variable dependiente: Ganancia diaria de peso en cuyes.

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función a la GDP	3	14.41	4.80	1.00	0.301
Error	17	81.94	4.82		
Total	20	96.35			

Anexo 14. . Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la ganancia diaria de peso.

Tratamiento	Media	Significancia
II	8.42	B
III	7.13	A
I	6.55	AB

Anexo 15. Variable dependiente: Consumo diario de alimento en cuyes.

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función al CDA	3	538.85	194.62	6.23	0.28
Error	17	530.63	31.21		
Total	20	1114.48			

Anexo 16. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el consumo diario de alimento en cuyes.

Tratamiento	Media	Significancia
II	45.12	A
III	43.15	A
I	40.08	A

Anexo 17. Variable dependiente: Conversión alimenticia en cuyes.

FV	GL	SC	CM	F	p - valor
Fitasa en función a la CA	3	11.93	3.98	0.98	0.38
Error	17	69.13	4.07		
Total	20				

Anexo 18. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la conversión alimenticia en cuyes.

Tratamiento	Media	Significancia
III	5.49	A
II	6.37	AB
I	7.07	B