

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE CANAVALIA
(*Canavalia ensiformis* L.) EXTRUSADA EN RACIONES DE
CUYES (*Cavia porcellus* L.) EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y
ACABADO”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

EDUARDO RETIS, Mery

Tingo María - Perú

2014



L10

E25

Eduardo Retis, Mery

“Inclusión de Harina de Granos de Canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) Extrusada en Raciones de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) en las Fases de Crecimiento y Acabado”

67 páginas; 10 cuadros; 02 figuras; 69 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia 2014.

1. CUY 2. ALIMENTACIÓN/NUTRICIÓN 3. EVALUACIÓN
4. CRECIMIENTO/ACAB. 5. TRATAMIENTO 6. HARINA EXTRU.



**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

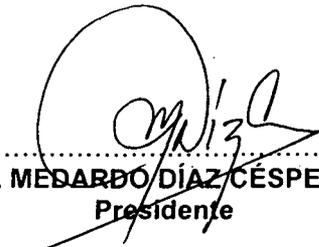
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de enero de 2014, a horas 11:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

"INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE CANAVALLIA (*Canavalia ensiformis* L.) EXTRUSADA EN RACIONES DE CUYES (*Cavia porcellus* L.) EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO".

Presentada por la Bachiller **MERY EDUARDO RETIS**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"BUENO"**.

En consecuencia, la sustentante queda apta 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, 11 de agosto de 2014

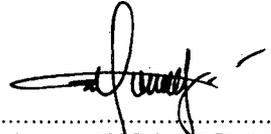


MSc. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDES
Presidente





Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Miembro



MSc. JUAN CHOQUE TICACALA
Miembro



Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A mi querido padre Delfín Eduardo Justiniano, que ya partió a la presencia del Altísimo, quien permanentemente me apoyó con su espíritu alentador, luchador y perseverante contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos.

A la señora Flor Violeta Carhua Loarte quien con su sacrificio, y dedicación me supo apoyar para que yo pueda alcanzar esta meta.

A mis hermanos, Caly Jhorvin, Kenyi Jonarth, Kedin Delfín, Yancer Delfín y Denis quienes con su apoyo, consejos, motivaciones me dieron la fuerza para así llegar a este triunfo profesional.

A mi querido amigo José Eduard Hernández Guevara por sus consejos y apoyo incondicional

AGRADECIMIENTO

- A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para culminar con mi estudios universitarios, y siendo un apoyo incondicional para lograrlo ya que sin él no hubiera podido.
- A nuestra primera casa superior de estudios, la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a mi querida Facultad de Zootecnia.
- A mi querido Asesor el Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate, por su ayuda técnica y científica durante el desarrollo del presente trabajo y al Dr. Carlos Enrique Arévalo Arévalo, Co-asesor por su colaboración y apoyo brindado.
- Al Ing. Wagner Villacorta López por haberme brindado las facilidades durante la ejecución del trabajo.
- Al Ing. Niels Rivera Durand, por su apoyo incondicional y paciencia en la preparación de los alimentos durante toda la tesis.
- A Don Leyden Fuchs Donayre por haberme brindado su apoyo en la fabricación de las estructuras de jaulas cuando lo necesitaba.
- A mi querida Madre Susana Retis Cecilio por su cariño y apoyo incondicional.

- A mis amigas y amigos, Leydi Laura Hurtado Ramírez, Marisol Lorely Navarro Rodríguez, Deysi Gaspar Orihuela, Roció del Pilar Lázaro Ore, Melissa Alexandra Montes Cárdenas, Danny Gisell Ramos Lipa, Katherine Torres Ruiz, Rafaelito Dávila Villalobos, Jairo Loayza Besares, Kevin Jaison del Águila Ibáñez, Richard Buleje Solís, Luis Trujillo Quispe, Juan Carlos Chávez Córdova por su amistad y sus consejos durante toda mi vida universitaria.

- A mis amigas del Colegio Nacional Mariano Bonin: Sofía Ruth Villanueva Claudio, Mayra Paucar Javier por su eterna y sincera amistad.

- A la señora Edith Elizabeth Ramírez Poma, Yolanda Roda Ramírez Poma, Don Segundo Saúl Linares Arias y Don Álvaro Blácido Ramírez, por su amistad, sus consejos y sus buenos deseos en todo momento.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del cuy (<i>Cavia porcellus</i> L.)	4
2.2. Alimentación y nutrición de cuyes.....	5
2.2.1. Requerimiento nutricional del cuy	6
2.3. Sistemas de alimentación	8
2.3.1. Alimentación a base de forraje.....	8
2.3.2. Alimentación mixta	9
2.3.3. Alimentación a base de alimento balanceado.....	10
2.4. Crecimiento y acabado	10
2.5. Parámetros productivos del cuy.....	11
2.5.1. consumo de alimento.....	11
2.5.2. Ganancia de peso	12
2.5.3. Conversión alimenticia	13
2.5.4 Rendimiento de Carcasa.....	13

2.6.	Generalidades de la canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i> L.).....	14
2.6.1.	Clasificación taxonómica de la canavalia.....	14
2.6.2.	Características generales de la canavalia.....	14
2.6.3.	Composición nutricional de la canavalia.....	16
2.7	Factores antinutricionales de la canavalia.....	19
2.8.	Tratamientos antes del uso de la canavalia.....	22
2.8.1.	Procesamiento por extrusión.....	23
2.9.	Evaluación del proceso térmico de las leguminosas.....	25
2.9.1.	Actividad ureática.....	25
2.9.2.	Solubilidad proteica.....	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1.	Lugar y fecha de ejecución del estudio.....	26
3.2.	Tipo de investigación.....	27
3.3.	Animales experimentales.....	27
3.4..	Insumo en estudio.....	27
3.4.1.	Proceso de extrusión y evaluación del insumo en estudio y el pasto King Grass verde (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>).....	29
3.4.2.	Preparación de las raciones.....	30

canavalia cruda y extrusada	38
3.14.3. Parámetros biológicos	39
3.14.4. Parámetros económicos	40
IV. RESULTADOS	42
4.1. Nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en raciones de cuyes.....	42
4.2. Análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad ureática de harina de granos de canavalia cruda y extrusada.....	42
4.3. Parámetros biológicos	43
4.4. Parámetros económicos	46
V. DISCUSIÓN	48
5.1. Nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia	48
5.2. Análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad ureática.....	48
5.3. Parámetros biológicos	50
5.3.1. Fase de crecimiento.....	50
5.3.2. Fase de acabado	55

5.3.3. Periodo total	58
5.3.4. Proporción de consumo de alimento mixto tal como ofrecido	63
5.3.5. Rendimiento de carcasa, peso del hígado, peso del páncreas, peso relativo del hígado y páncreas	64
5.4. Parámetros económicos	65
VI. CONCLUSIÓN	66
VII. RECOMENDACIONES	67
VIII. ABSTRACT	68
IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	69
ANEXO.....	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis químico proximal y energía bruta de la harina de granos de canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i> L.) cruda y pasto King Grass verde (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i>) utilizado en la alimentación de cuyes.....	29
2. Raciones balanceadas esperadas de la fase de crecimiento de cuyes.....	31
3. Raciones balanceadas esperadas de la fase de acabado de cuyes.....	32
4. Análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad uréatica de harina de granos de canavalia cruda y extrusada	42
5. Parámetros productivos de cuyes en fase de crecimiento, acabado y periodo total, alimentados con inclusiones de 0, 10, 20, 30 y 40% de HEGC en la ración concentrada.....	43
6. Proporción porcentual de consumo de alimento concentrado y forraje tal como ofrecido y su contenido nutricional en función	

a los tratamientos, fases y periodo total	44
7. Mezcla de la ración balanceada para los cuyes en la fase de crecimiento.....	45
8. Mezcla de la ración balanceada para los cuyes en la fase de acabado	45
9. Peso vivo (PV), peso de carcasa (PC), en kg, rendimiento de carcasa (%), peso del hígado (PH), peso relativo del hígado (PRH), Peso del páncreas (PP), y peso relativo del páncreas (PRP) en g de cuyes experimentales	46
10. Beneficio neto (s/.) y merito económico (%) en función a los tratamientos fases y periodo total.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Procedimiento de la preparación y el rendimiento del producto en estudio.....	28
2. Distribución de los tratamientos en estudio.....	35

RESUMEN

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María, entre los meses de junio a julio del 2013, con el objetivo de determinar el nivel óptimo de inclusión de la harina extrusada de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) en las raciones de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fases de crecimiento y acabado. Se utilizaron 35 cuyes machos de 29 días de edad, distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos, siete repeticiones y un cuy por unidad experimental, además, las variables dependientes e independientes fueron sometidos a un análisis de regresión. Los tratamientos fueron: T1: Ración concentrada sin inclusión de harina extrusada de granos de canavalia (HEGC), T2: Ración concentrada con 10% de inclusión de HEGC, T3: Ración concentrada con 20% de inclusión de HEGC, T4: Ración concentrada con 30% de inclusión de HEGC y T5: Ración concentrada con 40% inclusión de HEGC. La alimentación de los cuyes fue mixta, forraje verde (King Grass verde) por animal/día y alimento concentrado, ambos en forma Ad libitum. Las variables dependientes evaluadas fueron: nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso relativo del hígado y páncreas y beneficio económico. En ambas fases, los resultados observados muestran tendencia lineal negativa ($p < 0.05$) para todos los parámetros productivos, con excepción del consumo diario de alimento en base fresca, seca y conversión alimenticia en base seca los, cuales no mostraron ($p > 0.05$) regresión; asimismo, las variables de rendimiento de carcasa, y pesos relativos del hígado y páncreas no mostraron diferencia

($p > 0.05$) entre los cuyes alimentados con diferentes inclusiones de HEGC. Concluimos que el desempeño de los cuyes machos de 29 a 74 días de edad alimentados con raciones concentradas con diferentes niveles (0, 10, 20, 30 y 40%) inclusiones de HEGC se mostraron que cada vez que se le adicionó mayor nivel de HEGC tuvo un impacto negativo sobre los parámetros zootécnicos, debido a ello no se logró determinar el nivel óptimo de inclusión de HEGC en las raciones.

Palabras clave: Cuy, extrusión, fases de crecimiento y acabado, granos de canavalia, nivel óptimo de inclusión

I. INTRODUCCIÓN

El cuy es un mamífero roedor originario de la zona andina de Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú; según su composición química nutricional, su carne tiene 20,3% de proteína, esto ayuda a que el consumo per cápita aumente paulatinamente debido al aumento poblacional; con todo ello el productor agropecuario tiene la posibilidad de dedicarse a la producción de animales menores que se caracteriza por el aumento de la demanda y la calidad de su carne, así la cuyecultura representa una alternativa de producción de proteína animal de bajo costo.

Los continuos incrementos de precios en las materias primas agrícolas que hacen parte en la fabricación de alimentos concentrados, han ocasionado un aumento desproporcionado de los precios de las raciones para monogástricos. Sin embargo en la alimentación de cuyes, es necesario realizar una formulación adecuada con diferentes insumos, según el requerimiento nutricional; siendo el suministro de alimento mixto (forraje más alimento concentrado) un sistema que ofrece mejores resultados en cuanto a desempeño productivo. Por tanto, el uso de ingredientes no tradicionales podría sustituir a insumos tradicionales, con la finalidad de bajar los costos por alimentación.

Frente a esto, surgen los granos de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.), como un insumo no tradicional, ya que es una leguminosa altamente proteica con un 33% de proteína bruta (CARLINI Y UDEDIBIE, 1998); pero, estos granos contienen factores antinutricionales (FAN), como la concanavalina A (LEÓN *et al.*, 1991) y canavanina (MICHELANGELI, 1990) que limitan el nivel de uso en la alimentación de animales monogástricos.

Se reportaron valores de energía metabolizable corregida por nitrógeno para pollos, de 2 583 kcal/kg para los granos de canavalia sin procesamiento y 3 100 kcal/kg para los granos de canavalia extrusada, señalando que el tratamiento térmico mejora el valor energético de los granos, siendo así el extrusado uno de los tratamientos físicos que inactiva eficientemente los factores antinutricionales (FAN) de la canavalia, permitiendo así su uso en la alimentación y reduciendo los costos por alimentación (LEÓN *et al.*, 1990).

Por tanto, en este trabajo se requiere averiguar ¿Cuál es el nivel óptimo de inclusión de harina de granos de canavalia extrusada en raciones de cuyes en las fases de crecimiento y acabado? En tal sentido, se plantea la siguiente hipótesis: la inclusión de 40% de harina de granos de canavalia extrusada en raciones concentradas de cuyes en las fases de crecimiento y acabado será el óptimo, reportando mejor desempeño zootécnico y mérito económico comparado al grupo de animales de los otros tratamientos.

Objetivo general:

- Determinar el nivel óptimo de inclusión de diferentes niveles de harina extrusada de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) en raciones de cuyes en fases de crecimiento y acabado.

Objetivos específicos:

- Determinar el análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad ureática de harina extrusada de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.).
- Determinar los parámetros biológicos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, peso absoluto y relativo del hígado y páncreas) de cuyes alimentados con raciones concentradas incluidas con diferentes niveles de harina extrusada de granos de canavalia.
- Determinar el beneficio neto y mérito económico de cuyes alimentados con raciones concentrada incluidas con diferentes niveles de harina extrusada de granos de Canavalia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

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

El cuy es un animal que tiene diferentes denominaciones según la región (cobayo, cuye, curi, conejillo de indias, rata de américa, guinea pig, etc.), se considera nocturno, inofensivo, nervioso y sensible al frío, su crianza está orientada para el autoconsumo, seguridad alimentaria, generadora de ingresos adicionales por su venta y permite generar mayor oportunidad de mano de obra, principalmente a mujeres (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 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, que es utilizada como fuente de proteínas en la alimentación humana, debido a que es un producto de excelente calidad y de alto valor biológico, con elevado contenido de proteína y bajo contenido de grasa en comparación a otras carnes, características que inducen a consumir más carne de 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 de cuyes

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; 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, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el hasta por 48 horas, se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia de la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas y la absorción de otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas (CHAUCA, 1995).

SARAVIA (1993) determina que la digestión microbiana ocurre principalmente en el ciego, en menor grado en el colon proximal y 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 a lo largo del año no es constante, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales, diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando son alimentados con una ración balanceada, un animal mejor alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia que puede llegar a valores intermedios entre 3,09 y 6,00; Cuyes de un mismo germoplasma alcanzan incrementos de 546,6 gr. Cuando reciben una alimentación mixta, mientras que los que recibían únicamente forraje alcanzaban incrementos de 274,4 gr.

2.2.1. Requerimientos nutricionales del cuy

CHAUCA (1995) señala que el conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permite elaborar raciones balanceadas que satisfacen las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Sin embargo aún no se han determinados los requerimientos nutritivos de cuyes en sus diferentes estadios fisiológicos. Al igual que 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. Investigaciones realizadas sobre la utilización de los niveles de proteína en las distintas fases fisiológicas del cuy, se han logrado adecuados rendimientos con 17% de proteína para crecimiento, 16% para engorde y 18 a 20% para gestación y lactancia, estos valores los obtuvo cuando en su alimentación utilizó ración combinada a base de forrajes y balanceados (CAYCEDO 1993).

USCA (2000) manifiesta 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, pérdida de peso, xeroftalmia 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.

La alimentación y nutrición uno de los aspectos más importantes en toda explotación pecuaria, por tanto, se debe garantizar la producción de forraje en cantidad suficiente, ya que el cuy es un animal herbívoro y tiene una gran capacidad de consumo de forraje, entre tanto 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 (MORENO, 1995).

VERGARA (2008) manifiesta las necesidades nutricionales de cuyes en las fases de crecimiento (29 a 63 días de edad) son: proteína 18%, energía digestible 2 800 kcal/kg, fibra 8%, calcio 0,8%, fosforo 0,4%, sodio 0,2%, lisina 0,83%, metionina 0,36%, arginina 1,17%, treonina 0,59%, triptófano 0,18% y para la fase de acabado (64 a 84 días de edad) es: proteína 17%, energía digestible 2 700 kcal/kg, fibra 10%, calcio 0,8%, fosforo 0,4%, sodio 0,2%, lisina 0,78%, metionina 0,34%, arginina 1,10%, treonina 0,56%, triptófano 0,17%.

2.3. 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 la disponibilidad de alimento (RICO, 1994).

2.3.1. Alimentación a base de forraje

Consiste en el empleo de forraje como única fuente de alimento, por lo que existe siempre dependencia a la disponibilidad de forraje, además de ser la fuente principal de nutrientes que asegura la ingestión adecuada de la vitamina C, 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 fibra para que haya un funcionamiento normal del aparato digestivo, teniendo la capacidad de digerir la celulosa y la hemicelulosa a través de la flora microbial (CAYCEDO 1993).

ORTEGON (1999) comenta que 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 los cuyes.

Es importante indicar que con una alimentación a base de forraje verde es muy benéfica para los animales menores, porque constituye una fuente de la mayoría de las vitaminas y principalmente de las vitaminas del complejo B, sin embargo no se logra el mayor rendimiento de los animales, pues cubre la parte voluminosa y no llega a cubrir los requerimientos nutritivos (CHAUCA, 1995). Asimismo, el cuy consume forraje verde en un 30% de su peso vivo (RICO, 1994).

El análisis químico proximal del pasto King Grass verde utilizado en la alimentación de cuyes contiene 8,04% de humedad, 91,96% de materia seca, 12,52% de proteína, 7,37% de ceniza, 2,84% de grasa, 23,52% de fibra cruda y 3 721 kcal/kg de energía bruta (LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL - UNAS, 2007).

2.3.2. Alimentación mixta

Se denomina alimentación mixta al suministro de forraje más alimento balanceado. La producción de cuyes en nuestro medio está basada generalmente en la utilización de forrajes y en poca cantidad de alimento balanceado (RICO, 1994). El suministro de forraje en la alimentación

de cuyes cubre las necesidades de fibra y vitamina C que contribuye en parte con algunos nutrientes, por ello se debe disponer y garantizar la cantidad suficiente de forraje, mientras que el alimento balanceado satisface los requerimientos de nutrientes con mayor eficiencia en animales criados en escala comercial (CAYCEDO, 1983).

2.3.3. Alimentación a base de 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).

2.4. Crecimiento y acabado

La etapa de crecimiento de los cuyes, 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 que alcanza la madurez. A medida que los animales crecen, los diferentes tejidos y órganos se desarrollan rápidamente, por lo que la conformación corporal de un animal recién nacido es muy diferente a la de un adulto, este desarrollo diferencial tiene sin duda, algún efecto en las cambiantes necesidades nutricionales que requieren para su crecimiento y desarrollo (RODRÍGUEZ, 2000).

Así mismo menciona que, las necesidades nutricionales por unidad de peso corporal son mayores en los animales muy jóvenes; estas necesidades bajan gradualmente a medida que disminuye el índice de crecimiento y el animal se acerca a la madurez. El mayor aumento de peso corporal en animales jóvenes se debe principalmente a la mayor síntesis de tejido muscular a diferencia de los animales más adultos que sintetizan mayor cantidad de grasa. 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 (RODRÍGUEZ, 2001).

2.5. Parámetros productivos del cuy

2.5.1. Consumo de alimento

Alimentando cuyes con alfalfa más alimento balanceado se observó un consumo de materia seca de 52 g/día, hojas de plátano más alimento balanceado 52 g/día, cáscara de papa más concentrado 51 g/día y pasto elefante más concentrado 48,91 g/día (CHAUCA, 1997). Además DE LA CRUZ (2012), reportó un consumo de alimento concentrado de 28,34 g/cuy/día utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento.

FLORES (1995) utilizando cuyes mejorados alimentados con kudzu, pasto camerún y alimento balanceado desde el destete hasta el acabado, cuyos tratamientos fueron: T1 (testigo) camerún más concentrado, T2 kudzu, T3 kudzu más concentrado, T4 kudzu más camerún, observándose el T1 169,50 g/cuy/día de consumo diario de forraje. Asimismo al evaluar el

polvillo de arroz en reemplazo de afrecho de trigo en etapa de crecimiento y acabado en cuyes machos mejorados tipo I, con una duración de 49 días obtuvo 35,59 g de consumo diario de alimento concentrado y 152,43 g de consumo diario de forraje en T1 (testigo) ración sin polvillo de arroz y con 60% de afrecho de trigo (RUÍZ, 2007).

2.5.2. Ganancia de peso

En cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento se obtuvo ganancias diarias de pesos de 10,28 g en su tratamiento control utilizando niveles crecientes de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) precocida en la dieta peletizada, y con sistemas de alimentación mixta (ración concentrada más King Grass verde) CUTIPA (2011).

CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012) obtuvieron ganancias diarias de peso de 9,2 y 11,80 gr/cuy/día en su tratamiento control respectivamente, en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales en la ración concentrada y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina (*Erythrina fusca*) en la ración concentrada utilizando alimentación mixta (ración concentrada más forraje verde) respectivamente.

Asimismo en cuyes machos mejorados de la línea Perú en crianza comercial en la fase de crecimiento, donde se reportaron ganancias diarias de peso de 8,35 g/cuy/día, utilizando diferentes niveles de energía y proteína cruda en la ración concentrada utilizando alimentación mixta (ración concentrada más maíz chala) en el tratamiento control (VIGNALE, 2010).

2.5.3. Conversión alimenticia

CAYCEDO (1983) 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, se reportó una conversión alimenticia de 5,01. Asimismo al evaluar el polvillo de arroz en reemplazo de afrecho de trigo en la fase de crecimiento y acabado, con una duración de 49 días, se obtuvo una conversión alimenticia en materia fresca de 17,26.

CANCHANYA (2012) reportó 13,46 y 5,01 de conversiones alimenticias en base fresca y seca, respectivamente, este trabajo se realizó con cuyes mejorados de la línea Perú utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales en la ración. Asimismo, DE LA CRUZ (2012), reportó 9,42 y 3,67 de conversión alimenticia en materia fresca y seca utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento.

2.5.4. Rendimiento de carcasa

AYBAR (2011) realizando estudios de perfil lipídico sanguíneo de cuyes en crecimiento reportó rendimiento de carcasa de 64,30% en cuyes machos de la línea Perú, donde los tratamientos fueron: T1 (alfalfa), T2 (alfalfa más cebada) y T3 (alfalfa más alimento balanceado).entre tanto QUISPE (2010) obtuvo 70,74% de rendimiento de carcasa sin oreo, utilizando niveles crecientes de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado.

2.6. Generalidades de la Canavalia (*Canavalia ensiformis* L.)

2.6.1. Clasificación taxonómica de la canavalia

BERLIJN (2000) indica la clasificación taxonómica de la canavalia es: reino: vegetal, división: traqueófitas, clase: angiospermeae, subclase: dicotiledoneae, familia: leguminoseae, genero: canavalia, especie: *Canavalia ensiformis*.

2.6.2. Características generales de la canavalia

El género *Canavalia* comprende un pequeño grupo de unas 48 especies que se distribuyen en todo el trópico. Entre ellas se encuentra *Canavalia ensiformis*, conocido como: jackbean, frijol espada o haba de caballo, destacan dos especies ampliamente cultivadas: *C. ensiformis*, de los trópicos americanos y *C. gladiata*, del viejo mundo, que se distinguen por el porte, color de las semillas y longitud del hilos (De LEÓN, 2007).

La *Canavalia* es una leguminosa rústica, anual o bianual, de porte erecto; su crecimiento inicial es relativamente rápido, con hábito de crecimiento indeterminado que alcanza de 0,6 a 1,2 metros de altura, las hojas son alternas y trifoliadas, de color verde oscuro y brillante, con nervaduras bien sobresalientes, presenta inflorescencias axilares en racimos, con flores grandes, corola de color violácea o roja. La vaina es larga, plana, dura, pudiendo alcanzar hasta 35 centímetros de largo y 3 centímetros de ancho, cada vaina contiene de 4 a 20 semillas grandes, redondeadas u ovaladas, de color blanco (RODRÍGUEZ, 2000).

La canavalia es una leguminosa que creció originalmente en las regiones áridas y secas de Arizona y México (SAUER Y KAPLAN, 1969); los estudios han reportado rendimientos variables que van de 4,32 a 5,40 t/ha de semilla seca en Puerto Rico (FAO, 1959), y de 0,5 a 6,0 t/ha (PROSEA, 1992). En el Perú no existen producciones documentadas, pero es verificable su producción de granos por planta sobre todo en la zona de Quillabamba Provincia de Convención.

PROSEA (1992) sostiene que la canavalia crece en regiones comprendidas en un rango de precipitación anual entre los 700 y 4000 mm, y en un amplio rango de suelos, incluyendo los ácidos, de baja fertilidad, y los bajos tropicales, altamente lavados, tolera bien la sequía y salinidad mejor que otras leguminosas, su forraje es utilizado para pastorear bovinos y ovinos, su grano es utilizado para la alimentación de no-rumiantes y en rumiantes sin ningún tratamiento; se requiere de procesos físicos, químicos cuando se alimenta a no-rumiantes, a fin de eliminar sus factores antinutricionales existentes en los granos de canavalia (LARA *et al.*, 1993).

Diversos autores coinciden en que la canavalia podría ser un cultivo del futuro como alternativa en la alimentación animal; esta planta se destaca por su adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas y agronómicas, con capacidad de producir en suelos con bajos contenidos de nutrientes y regiones con pocas precipitaciones (BEYRA *et al.*, 2004). Las semillas de canavalia tienen un 30% de contenido de proteínas y un 60% de carbohidratos que la coloca como una importante fuente energética y proteico (CARLINI Y UDEDIBIE, 1998).

2.6.3. Composición nutricional de la canavalia

LEÓN (1991) y DÍAZ (2000) la composición nutricional del grano de canavalia en base seca contiene entre 26 y 32% de proteína bruta, alrededor de 24% de proteína verdadera, 40% de almidón, 7 a 9% de fibra bruta, un buen balance mineral y una energía metabolizable para las aves que oscila entre las 2 500 y 3 000 Kcal/kg en función del tratamiento a que se someta. Sin embargo VARGAS Y MICHELANGELI (1994) lo catalogaron como un grano rico en lisina, treonina y arginina, pobre en aminoácidos azufrados y triptófano, así como contenido del aminoácido tóxico concaavalina (Con a) y el aminoácido no proteico canavanina en altas concentraciones (11,5 g/100 g de aminoácido).

LEÓN (1999) determinó la composición química nutricional de la semilla de canavalia expresada en base a materia seca; destacando su alto contenido proteico así la materia seca (86,7%), proteína bruta (36,3%), ceniza (9,9%), extracto etéreo (2,5%), extracto libre de nitrógeno (48,4%), calcio (0,19%), fósforo (0,2%) y el contenido de algunos aminoácidos expresados en % fueron: arginina (8,0%), cisteína (0,6 %), glicina (4,5%), histidina (3,5%), leucina (10,2%) y lisina (5,1%). También la energía metabolizable aparente de la canavalia va de 2 818,3 a 2 985,5 kcal/kg que fue estimada por (LEÓN *et al.*, 1990). La energía bruta fue estimada en 4 705,00 Kcal/kg, y proteína bruta, en base seca, que va de 27 a 33 % (ARORA, 1995).

En relación al contenido de proteína cruda, LUCAS *et al.* (1988) señalan que los granos de canavalia presentan un 25,43% del nitrógeno total en forma de nitrógeno no proteico, por tanto es necesario determinar el contenido de proteína verdadera y de aminoácidos no proteicos que se encuentren presentes. El principal aminoácido no proteico de la canavalia es la canavanina. Tomando en cuenta este dato LEÓN *et al.* (1989) indican que el contenido de proteína útil de la canavalia debería ser 24,3% en lugar de 31,3% una vez sustraído el contenido de nitrógeno de la canavanina.

WISEMANY COLE (1988) los requerimientos proteicos para no rumiantes deben considerarse en términos de aminoácidos esenciales y balance relativo, en la dieta se considera la composición y balance de los aminoácidos usados como suplemento proteico en la raciones. Los granos de leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados (metionina y cistina) y en triptófano, siendo rica en lisina (VAN DER POEL, 1990).

Se ha caracterizado el análisis proximal de granos de canavalia cruda, Proteína: 30,80%, extracto etéreo: 2,12%, fibra cruda: 9,24%, ceniza: 2,80%, calcio: 0,14%, fósforo: 0,31%, potasio: 0,94%, sodio: 0,006%, magnesio: 0,13%, cobre (ppm): 8,30%, zinc (ppm): 22,10%, hierro (ppm): 26% y la composición de la proteína de la canavalia en términos de aminoácidos en g/100 g de MS y g/16 g.N reportan valores de: lisina: 1,43%, metionina: 0,33%, cisteína: 0,17%, arginina: 1,56%, treonina 1,09%, valina 1,26%, isoleucina: 1,12%, leucina: 2%, fenilalanina: 1,30%, histidina: 0,80%, serina: 1,31%, ácido aspártico: 2,96%, ácido glutámico: 3,24%, glicina: 1,01%, alanina: 1,08%, tirosina: 1,12%, canavanina: 5,08% (D'MELLO *et al.*, 1985).

Los resultados experimentales obtenidos para los granos de la canavalia indican que son una buena fuente de energía metabolizable para las aves quienes obtuvieron 2 850 kcal/kg de Ms de energía metabolizable para granos de canavalia que fueron sometidos a un proceso de autoclavados (D' MELLO *et al.*, 1989).

En un ensayo realizado por LEÓN *et al.* (1987) para determinar energía metabolizable verdadera corregida por nitrógeno (EMVn) en granos crudos o extruidos, los resultados señalan valores de 2 247 y 2 756 Kcal/Kg. De Ms para harina de granos crudos y extruidos, respectivamente. Por otra parte, LEÓN *et al.* (1990) reportan valores de EMVn para canavalia cruda de 2 395 a 2 771 kcal/kg.MS, y valores de 2 990 a 3 209 Kcal/Kg.MS para canavalia extruida, señalando que el tratamiento térmico mejora el valor energético de los granos en un rango comprendido entre 400 y 600 Kcal/Kg. De MS.

Sin embargo, el consumo de canavalia cruda aun en niveles inferiores a un 10% incluida en la dieta en animales, causa una severa disminución en ganancia de peso y en la conversión alimenticia en relación al testigo en aves (CARABALLO *et al.*, 1977 y MONTILLA *et al.*, 1981). Asimismo, se presenta el mismo efecto en cerdos (RISSO, 1984). Efectos negativos han sido atribuidos a la presencia de la lectina concanavalina A y del aminoácido no proteico canavanina (LEÓN *et al.*, 1991 y MICHELANGELI, 1990), los cuales limitan la utilización de canavalia cruda en las dietas de los animales no rumiantes, haciéndose necesario diversos tipos de procesamientos de los granos para poder incluirlos a niveles más altos en las raciones.

2.7. Factores antinutricionales de la canavalia

Así como es considerada una planta rústica con altos rendimientos de granos y forraje capaz de proveer alimentos en áreas marginales, donde el cultivo de otras leguminosas no tendría éxito, a pesar de las ventajas aparentes de esta especie para la producción de proteínas en los trópicos, su utilización ha sido limitada, debido a la presencia de ciertos factores anti-nutricionales, entre los que se encuentran los inhibidores de proteasas, de α -amilasas, lecitinas y aminoácidos no proteicos como la L - canavanina, que reducen su calidad nutricional (ZAMORA, 2003).

D'MELLO (1995) los factores antinutricionales (FAN), son compuestos naturales, provenientes principalmente del metabolismo secundario de las plantas, que reducen el consumo de alimento y su utilización por los animales. También la canavalia contiene un conjunto de diversas sustancias que dificultan el uso de sus nutrientes, muchos estudios fisicoquímicos realizados en Nigeria y Brasil han demostrado que las semillas de canavalia no procesadas contienen, saponinas, glicosidas, cianógenos, terpenos, alcaloides y ácido tánico; esto explica parcialmente que esta semilla se encuentra totalmente libre de ataques de insectos (UDEDIBIE *et al.*, 1994).

Específicamente, en los granos de canavalia se han aislado la concanavalina A (Con A), una lecitina hemoaglutinante, canavanina, que es un aminoácido libre homólogo de la arginina; canalina, otro aminoácido libre homólogo de la ornitina; conatoxina, una proteína tóxica no hemaglutinante; factores antitripsicos; compuestos polifenólicos, alcaloides, saponinas,

inmunoproteínas, enzima ureasa, y ácido fítico. Entre todos ellos, se han identificado a la lectina concanavalina A (con A) y al aminoácido no proteico canavanina como los dos factores antinutricionales (FAN) de mayor importancia que se encuentran presentes en los granos de canavalia (ARORA, 1995).

DÍAZ (2000) las sustancias antinutricionales en la semilla de la canavalia bajo aporte de inhibidores de tripsina (1,86 g/100 g de muestra), de inhibidores de quimotripsina (2,16 g/100 g de muestra), de inhibidores de alfa amilasa (0,01 g de muestra), de taninos condensados (0,046 %), de equivalentes de cianidina (0,16 % x 103) y de inosítoles fosfatos totales (11,8 mg) así como una importante actividad hemoaglutinante (0,24 UH/100 g de muestra) la presencia de la lectina (conA). CARABALLO *et al.* (1977); MONTILLA *et al.* (1981) y MICHELANGELI (1990) identificaron a la (con A) y la canavanina, como las dos sustancias antinutricionales que reducen la ganancia de peso vivo y empeoran la conversión alimenticia.

LIENER (1976) los inhibidores de tripsina y quimotripsina están implicados en gran parte en la reducción de la digestibilidad de la proteína y de la hipertrofia pancreática en los animales, la canavanina es el aminoácido alcalino tóxico, (22 - amino - 4 - guanidinosy - ácido butírico, ácido 2 - amino - 4 - oxiguanidino - butírico), cuyo efecto en la dieta como FAN, no ha sido completamente establecido aun, sin embargo, se cree que este antagoniza con la L - arginina en la síntesis de la proteína (SWAFFER *et al.*, 1994). La (con A), por su vez, ha sido el compuesto más estudiado de las lecitinas de las plantas, aislada primera y cristalizada por summer y howel en 1936.

Concanavalina A (Con A) es una proteína de tipo globular clasificada como lectina, con relativa alta solubilidad en soluciones salinas débiles, termolábil, que llega a formar un 30% de nitrógeno total de la semilla de la canavalia (ESCOBAR *et al.*, 1984). Asimismo, la concanavalina A ha sido aislada e identificada como uno de los principales factores antinutricionales (FAN) que es causante de la reducción del consumo de alimento en aves, este efecto está asociado con la capacidad hemaglutinante de la dieta y es dependiente de la capacidad de unión de esta lectina con los carbohidratos, tal vez involucrando los grupos glicosilados de las proteínas y lípidos de las células intestinales (LEÓN *et al.*, 1991).

Canavanina es un aminoácido no proteico presente en forma libre, que ha sido aislado en aproximadamente 1200 plantas de leguminosas donde es a menudo el principal aminoácido libre en los granos de canavalia (BELL *et al.*, 1978). Es el aminoácido no proteico de mayor importancia presente en la canavalia, representa entre el 3 y 5% del peso seco del grano de canavalia maduro (ESCOBAR *et al.*, 1984). Es un análogo estructural de la arginina, soluble en agua y resistente al calor.

Los efectos biológicos adversos de la canavanina, al parecer resultan principalmente de su condición de análogo estructural de la arginina, lo cual le permitiría actuar como antagonista metabólico de este aminoácido proteico. La canavanina ha sido señalada como uno de los factores antinutricionales responsables conjuntamente con la Con A del bajo valor nutricional de las semillas crudas de la canavalia en aves (MICHELANGELI, 1990).

2.8. Tratamientos antes del uso de la canavalia

Para utilizar la canavalia como ingrediente en la alimentación animal se han realizado diversas estrategias de desintoxicación: suplementación con aminoácidos; tratamiento en autoclave, autoclave y remojado, autoclave y suplementación con aminoácidos y vitaminas (D'MELLO *et al.*, 1985), ensilado (MONTILLA *et al.*, 1981), cocido, remojado y agitado (BELMAR, 1994 y MORRIS, 1994), extracción (LEÓN *et al.*, 1991 y OLOGHOBO *et al.*, 1993) y almacenamiento con urea (UDEDIBIE *et al.*, 1994).

D' MELLO (1995) para reducir los efectos de los FAN del grano de canavalia en monogástricos se ha utilizado con mayor o menor éxito los tratamientos: extracción con KHCO_3 más autoclavado y adición posterior de metionina y otro tratamiento con urea más tostado y adición posterior de lisina. Extrusión (LEÓN *et al.* 1987), autoclavado (D'MELLO *et al.* 1989), suplementación con arginina (D' MELLO *et al.* 1989), cocinado bajo presión (VARGAS Y MICHELANGELI 1994) tostado (VARGAS Y MICHELANGELI 1994), germinado (VIDAL - VALVERDE *et al.*, 1998), búsqueda de variedades con bajos contenidos de lectinas (DÍAZ 2000) y ensilado durante 12 días con 50 % MS, 3 % de urea y 2 % de NH_4OH (FEDERMAN, 2004).

CARMONA *et al.* (1993) de los tratamientos utilizados para la desintoxicación, se encontró que incluyendo el remojo, la germinación, la cocción, el calentado en autoclave y tostado; muestran efectos sobre los FAN de la canavalia, los inhibidores de amilasa son lábiles ante todos los tratamientos, la Con A fue destruida por el tratamiento térmico mientras que el

remojo y la germinación la disminuyen en un 50 y 30%, respectivamente; la cocción, el tratamiento en autoclave y el tostado fueron efectivos en la eliminación de inhibidores de tripsina y quimotripsina, el remojo las disminuyo en un 30% y la germinación no afecto su actividad, lo mismo ocurre con la canavanina solo que, la cocción disminuyo en un 50% su concentración.

BELLMAR Y MORRIS (1994) al estudiar los efectos de la canavanina en el consumo, observaron que el hervido es eficaz en la eliminación de lectinas, en tanto, que el remojado y el agitado reducen la canavanina y la actividad hemolítica de las saponinas. Lo anterior coincide con las observaciones de D'MELLO Y WALKER (1991), quienes reportaron, que el calentamiento de la canavalia a 60°C en grandes volúmenes de agua reduce las concentraciones de canavanina, de 50 g/kg a 8,3 g/kg.

CAMPOS (1994) reportó que el tostado de las semillas de canavalia reduce el contenido de lisina reactiva en comparación con el de los granos crudos, en aproximadamente 10 - 40%. Estos resultados sugieren que el tostado, si bien reduce el contenido de los factores antinutricionales puede, al mismo tiempo, reducir el valor nutritivo de los granos, incluyendo la energía metabolizable.

2.8.1. Procesamiento por extrusión

Existen varios tipos de extrusores: de cocimiento STHT (Short Time/High temperatura) de rosca doble, extrusor de cocimiento húmedo y extrusor de cocimiento al seco. Los tres primeros extrusores utilizan vapor, presión, y energía eléctrica, en cuanto el extrusor al seco, utiliza la presión y

energía eléctrica. También la utilización de las altas temperaturas y presión por un corto tiempo durante el proceso de extrusión mejora las propiedades físicas y químicas de los ingredientes, una vez que rompen la pared celular, proporcionando un mejor cocimiento y aumentando la disponibilidad de los nutrientes de la canavalia (CARDONA, 1991; JORGE NETO, 1992).

De acuerdo con BATAGLIA (1990) y JORGE NETO (1993), el procesamiento por extrusión del grano de soya ocasiona la desnaturalización de las enzimas como la lipoxidasa, lipoxigenasas y ureasa; inactivando así los factores inhibidores de las proteínas, hemaglutininas, saponinas y otros que se encuentran presentes en los granos de soya; acentuando la reducción de los factores alergénicos, goitrogenicos ,ácido fítico y sus factores flatulentos; reducción sensible de la población microbiana; minimización de la pérdida de lisina disponible por la reacción con azúcares reductores; aumento en la digestibilidad de los constituyentes del producto a través de la gelatinización del almidón y de la desnaturalización de las proteínas.

Por efecto de la extrusión, las actividades inhibitorias de tripsina, quimotripsina y la alfa amilasa se disminuyeron en gran parte hasta en un 95% (ZAMORA, 2003) el tratamiento por extrusión parece ser uno de los tratamientos más efectivos para reducir o eliminar los inhibidores de tripsina, quimotripsina y alfa amilasa, logrando esto sin modificar el contenido proteico presentes en las harinas de los granos de canavalia tratadas; quizás esto pueda deberse a los principios físicos y mecánicos del tratamiento utilizado para reducir los factores antinutricionales que se encuentran presentes en la canavalia (CHEFTEL, 1998).

2.9. Evaluación del proceso térmico de las leguminosas

2.9.1. Actividad ureática

La determinación de la actividad ureática de las leguminosas tiene gran importancia porque constituye un examen simple y rápido de la valoración y eficiencia del procesamiento del grano, porque la ureasa presenta resistencia térmica similar a los factores antinutricionales, sobre todo del factor antitripsina. Por lo tanto, una actividad ureática alta nos indica de que el procesamiento no fue eficiente, no habiéndose eliminado a los factores indeseables (COSTA, 1981).

2.9.2. Solubilidad proteica

El principio es aprovechar las propiedades de la solubilidad de proteína de la canavalia en hidróxido de potasio y poder separar las proteínas solubles de las proteínas insolubles. La solubilidad de la proteína de las semillas es un número que indica cuantos gramos en cada cien gramos de proteínas son solubles o dispersas en agua bajo condiciones determinados por el ensayo (Rohr, 1978, citado por FEDALTO, 1993).

Dependiendo del grado de procesamiento térmico, esta solubilidad variará, siendo menor el porcentaje de solubilidad cuando la temperatura aumenta durante el proceso. Los rangos de evaluación son: solubilidades menores de 75% indican un sobre procesamiento, de 75 a 80% se establece como proceso adecuado, y mayores de 80 % se califican como sub procesado (JORGE NETO, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución del estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el Área de Animales Menores del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootécnica, de la Facultad de Zootecnia y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), Tingo María, ubicada en el Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, Región Huánuco; geográficamente se encuentra ubicado a 09° 17' 58" de latitud sur y 76° 01' 07" de longitud oeste a una altitud de 660 m.s.n.m. ecológicamente se encuentra en el área correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo - Premontano Sub - Tropical, la misma que presenta una temperatura media anual de 24,85 °C; con humedad relativa anual 84,09% y una precipitación pluvial media anual de 3 220 mm distribuido con mayor intensidad en los meses de enero a abril (UNAS, 2009).

El análisis químico proximal, energía bruta, actividad ureática y solubilidad proteica del insumo (harina de granos de canavalia cruda y extrusada) se realizó en el Laboratorio de Departamento de Química de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). El trabajo experimental tuvo una duración de 60 días, entre junio y julio del 2013.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo experimental.

3.3. Animales experimentales

Se utilizaron 35 cuyes machos de 29 días de edad, de la línea genética mejorada Perú, procedentes de la Asociación de Productores Agropecuarios el Estanco (APAE), de la ciudad de Huánuco, éstos animales fueron distribuidos en cinco tratamientos, con siete repeticiones y cada repetición fue representado por un cuy; los cuales recibieron condiciones de manejo semejantes durante el experimento. La evaluación se realizó de acuerdo a (VERGARA, 2008) que fue de la siguiente forma:

- Fase de crecimiento (29 a 60 días de edad).
- Fase de acabado (61 a 74 días de edad).
- Periodo total (29 a 74 días de edad).

3.4. Insumo en estudio

Una muestra de 500 g. de granos de canavalia se procesó en el Laboratorio de Nutrición Animal, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. El cual consistió en lo siguiente: Se obtuvo los granos de canavalia, luego se pesó los granos de canavalia, seguidamente, se secó los granos de canavalia en una estufa de ventilación forzada a 60 °C por 72 horas, luego se retiró de la estufa y se controló el peso de los granos secos, enseguida, se hizo

la molienda de los granos secos en molino de cuchillas marca Thomas Willy Nodel 4, con zaranda de 1,5 mm de diámetro, luego se almacenó y se realizó el análisis químico proximal. La muestra experimental de harina de grano de canavalia extrusada y el balance de materiales fue obtenida según el flujograma (Figura 1).

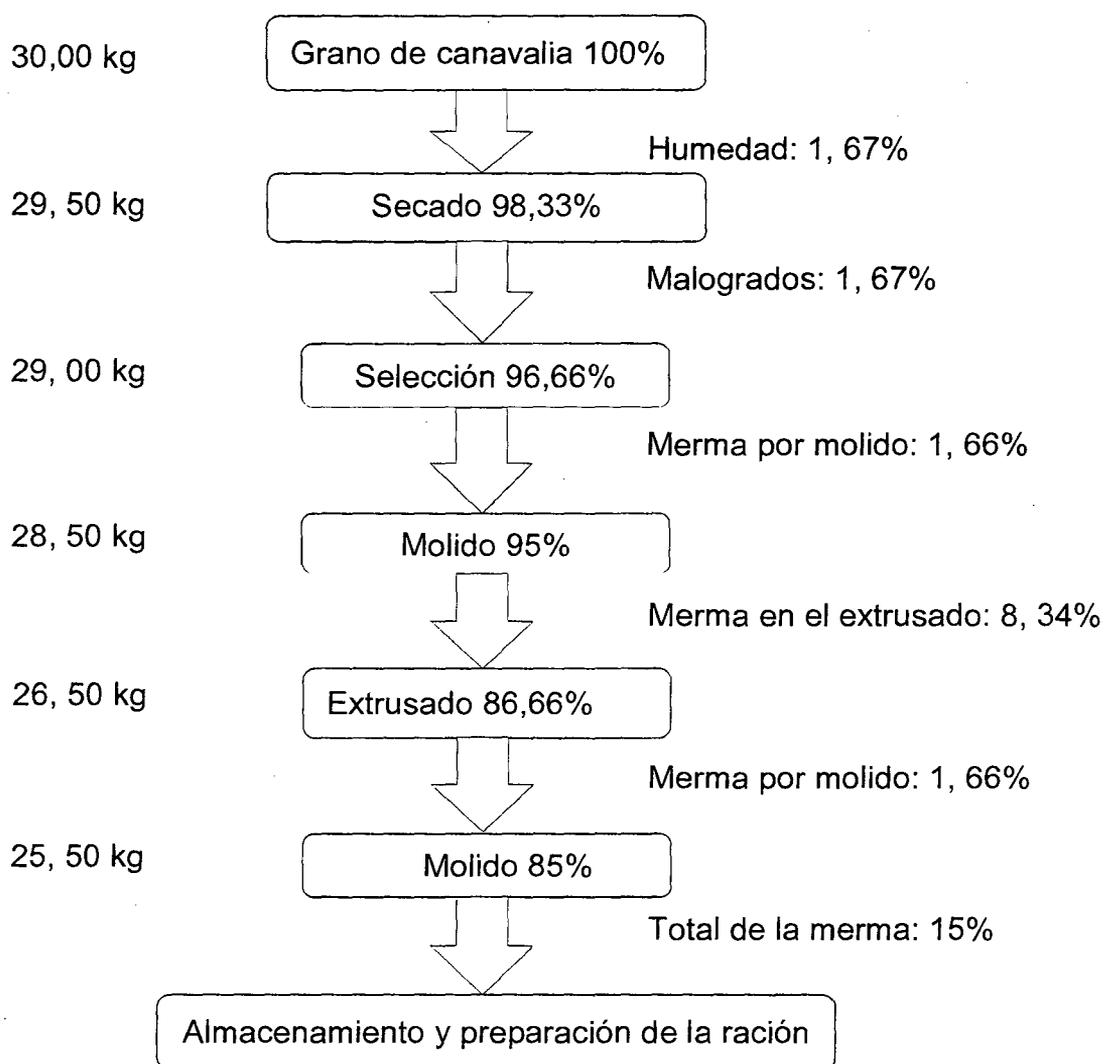


Figura 1. Procedimiento de la preparación y rendimiento del producto en estudio.

3.4.1. Proceso de extrusión y evaluación del insumo en estudio y del pasto King Grass verde (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*)

La harina de granos de canavalia cruda se extrusó a una temperatura entre 110 °C a 130 °C durante 14 a 16 segundos de exposición, con una humedad de 6 a 8 % en una maquina extrusora peletizadora marca “Vulcano” con capacidad de producción de 250 kg/h. y una muestra de harina de granos de canavalia cruda fue sometida a un análisis químico proximal en el laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Zootecnia - UNAS. Asimismo, el forraje utilizado en el ensayo fue el King Grass verde, que fue determinado su composición químico proximal y energía bruta en el laboratorio de Departamento Académico de Química de la UNALM (Cuadro1).

Cuadro 1. Análisis químico proximal y energía bruta de la harina de granos de Canavalia cruda y pasto King Grass verde utilizado en la alimentación de cuyes.

Nutrientes	Unidad	HGCC ¹	Pasto ²	Pasto ³
Humedad	%	4,92	7,09	6,67
Materia seca	%	95,08	92,91	93,33
Proteína cruda	%	29,17	11,25	10,55
Grasa cruda	%	2,48	1,83	2,23
Fibra bruta	%	8,35	28,97	30,89
Ceniza total	%	3,67	12,38	5,92
Extracto libre de nitrógeno	%	51,41	38,48	43,84
Energía bruta	Kcal/kg	4 017	3 312	3 610

¹HGCC: Harina de granos de canavalia cruda análisis determinado en el laboratorio de Nutrición Animal – UNAS (2013); ²pasto King Grass verde ofrecido en la fase de crecimiento; ³pasto King Grass verde ofrecido en la fase de acabado; ² y ³ análisis determinados en el Departamento Académico de Química – UNALM (2013).

3.4.2. Preparación de las raciones

Las raciones fueron formuladas de acuerdo a las necesidades nutricionales recomendadas por VERGARA (2008), manteniendo la relación energía - proteína. Estas raciones, se prepararon en la Planta Procesadora de Alimentos Balanceados “ El Granjero” de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde el mezclado de los insumos se realizó haciendo uso de una mezcladora horizontal de tornillo sin fin, con una capacidad de 50 kg. La composición porcentual de las raciones concentradas en las diferentes fases de crecimiento y acabado se presenta en el Cuadro 2 y 3.

3.5. Alimentación

La ración balanceada esperada (forraje más concentrado) para la fase de crecimiento y acabado se pueden observar en los cuadros 2 y 3 con sus respectivos valores nutricionales.

El suministro de alimento balanceado con inclusión de diferentes niveles de harina extrusada de granos de canavalia más forraje King Grass verde para la etapa de crecimiento y acabado fue de 60 y 90 días de edad respectivamente. Estos dos alimentos fueron ofrecidos en forma ad libitum. Las raciones concentradas con sus respectivos valores nutricionales pueden observarse en los anexos 1 y 2, siendo para la fase de crecimiento desde los 29 hasta los 60 días de edad y para la fase de acabado desde los 61 a 74 días de edad.

Cuadro 2. Raciones balanceadas esperadas de fase de crecimiento de cuyes.

Insumos (%)	Tratamientos				
	0%	10%	20%	30%	40%
Maíz	11,444	10,030	8,705	7,518	6,258
Harina de alfalfa	5,600	5,320	4,964	4,138	3,774
Torta de soja	5,155	3,800	2,467	1,252	0,091
Harina de eritrina	3,903	3,920	3,920	4,200	4,032
HGCE ¹	-	2,800	5,600	8,400	11,200
Melaza de caña	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
Aceite de palma	0,012	0,207	0,378	0,482	0,595
Carbonato de calcio	0,076	0,059	0,046	0,045	0,039
Fosfato bicalcico	0,167	0,204	0,240	0,272	0,304
Sal común	0,116	0,118	0,120	0,123	0,125
Premezcla-Vit+mineral	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
Aflaban	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
BHT (antioxidante)	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Zinc bacitracina	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Lisina	0,019	0,025	0,031	0,032	0,033
Metionina	0,040	0,045	0,049	0,053	0,057
Triptófano	-	0,002	0,009	0,016	0,022
King gras verde	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Precio, S/. kg	1,733	1,733	1,745	1,746	1,760
Valores calculados ²					
Proteína bruta %	12,28	12,27	12,27	12,32	12,46
ED ³ , kcal/kg	1 97	1 97	1 97	1 97	1 98
Fibra bruta %	7,68	7,70	7,67	7,34	7,35
Extracto etéreo %	2,11	2,57	2,97	3,22	3,49
Calcio %	0,51	0,51	0,52	0,51	0,51
Fósforo total, %	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26
Sodio, %	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13
Lisina total, %	0,61	0,60	0,61	0,60	0,60
Metionina total, %	0,27	0,26	0,27	0,26	0,28

¹HGCE: Harina extrusada de granos de canavalia ²VERGARA (2008); ³ED: Energía Digestible Kcal/kg

Cuadro 3. Raciones balanceadas esperadas de la fase de acabado de cuyes.

Insumos (%)	Tratamientos				
	0%	10%	20%	30%	40%
Maíz	12,190	11,220	10,300	9,521	8,976
Harina de alfalfa	8,250	8,144	7,706	7,280	6,659
Torta de soja	4,818	3,396	1,978	0,404	0,000
Harina de eritrina	4,874	4,016	3,402	3,155	0,944
HGCE ¹	-	3,300	6,600	9,900	13,200
Melaza de caña	2,310	2,310	2,310	1,980	2,310
Aceite de palma	0,024	0,049	0,064	0,055	0,141
Carbonato de calcio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,061
Fosfato bicalcico	0,233	0,251	0,297	0,337	0,348
Sal comun	0,132	0,134	0,136	0,139	0,139
Premezcla-Vit+mineral	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Aflaban	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
BHT (antioxidante)	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Zinc bacitracina	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Lisina	0,037	0,044	0,050	0,057	0,043
Metionina	0,047	0,051	0,056	0,061	0,063
Treonina	-	0,003	0,005	0,007	0,003
Triptófano	-	0,004	0,013	0,021	0,029
King gras verde	67,000	67,000	67,000	67,000	67,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Precio S/.kg	1,728	1,726	1,752	1,775	1,782
Valores calculados ²					
Proteína bruta %	12,47	12,46	12,45	12,42	12,76
ED ³ , kcal/kg	2 02	2 02	2 02	2 02	2 06
Fibra bruta %	8,63	8,83	8,83	8,82	8,86
Extracto etéreo	2,24	2,26	2,24	2,26	2,26
Calcio %	0,56	0,55	0,56	0,56	0,54
Fósforo total, %	0,28	0,27	0,28	0,28	0,27
Sodio, %	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
Lisina total, %	0,64	0,63	0,63	0,64	0,63
Metionina total, %	0,29	0,28	0,29	0,28	0,28

¹HGCE: Harina extrusada de granos de canavalia ²VERGARA (2008); ³ED: Energía Digestible Kcal/kg

3.6. Instalaciones

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 costales de polietileno, asegurando la ventilación apropiada, en cuyo compartimiento se instalaron 2 baterías de 2 pisos con dimensiones de 3,60 x 1,60 x 0,80 m de largo, alto y ancho respectivamente; cada batería tuvo 6 jaulas y cada jaula se dividió en cuatro partes iguales con malla de metal de forma hexagonal, teniendo en total 24 compartimientos por batería con dimensiones de 40 x 30 x 30 cm de largo, alto y ancho respectivamente; en cuyo compartimiento se albergó a un cuy. Los comederos utilizados fueron envases de plástico de polietileno pegadas en tablas y los bebederos fueron recipientes de cerámica, los cuales fueron distribuidos uno por cada animal.

3.7. Manejo de animales en evaluación

Los cuyes fueron pesados al inicio y final de cada fase del experimento; para el control de peso de los animales y del alimento se utilizó una balanza digital MIRAY modelo BMR - 68 con capacidad de 5000 g, con precisión de un gramo. Durante el experimento los cuyes fueron alimentados con una alimentación mixta, forraje King Grass verde (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) y alimento concentrado los cuales fueron ofrecidos de acuerdo al consumo voluntario de los cuyes, el agua de bebida se suministró continuamente y se realizó el manejo de cortinas diariamente para optimizar la ventilación, seguido de la limpieza diaria de las jaulas, comederos y bebederos.

3.8. Sanidad

El galpón y las jaulas experimentales fueron desinfectados y esterilizados con detergente, lejía, formol, cal viva y lanza llamas, respectivamente, también se desinfectaron los comederos y bebederos con lejía. Se colocó pediluvio en la entrada del galpón, como medida de prevención a enfermedades. El primer día del experimento, los cuyes fueron desparasitados con Fasintel Premium Bovino (vía oral con una dosis de 0.3ml/cuy), para endoparásitos y ectopro FY pour (administración tópica) para ectoparásitos.

3.9. Variable independiente

Niveles de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia.

3.10. Tratamientos

- T1: Sin inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en el concentrado.
- T2: Con inclusión de 10% de harina extrusada de granos de canavalia en el concentrado.
- T3: Con inclusión de 20% de harina extrusada de granos de canavalia en el concentrado.
- T4: Con inclusión de 30% de harina extrusada de granos de canavalia en el concentrado.
- T5: Con inclusión de 40% de harina extrusada de granos de canavalia en el concentrado.

3.11. Croquis de distribución de los tratamientos y repeticiones

Figura 2. Distribución de los tratamientos en estudio

Batería						
	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	2
	T1R2	T2R2	T3R2	T4R2	T5R2	
Jaula						
	T1R3	T2R3	T3R3	T4R3	T5R3	1
	T1R4	T3R4	T3R4	T4R4	T5R4	
Rep.						
	T1R5	T2R5	T3R5	T4R5		2
	T1R6	T2R6	T3R6	T4R6		
	T2R7	T5R7	T5R5	T1R7	T3R7	1
			T5R6			

Tratamientos: T1,T2,T3,T4,T5
 Repeticiones: r1,r2,r3,r4,r5,r6,r7
 Bloque: 1, 2

3.12. Diseño y análisis estadístico

Los cuyes fueron distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos, siete repeticiones y cada repetición con un cuy. Los resultados fueron analizados en cada variable mediante el análisis de varianza (SAS, 1998). Cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + T_i + B_j + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

u = Media poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo nivel de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en el concentrado ($i = 0, 10, 20, 30$ y 40%).

B_j = Efecto del j-ésimo piso de la jaula (primer piso y segundo piso)

e_{ijk} = Error experimental del j - ésimo piso de la jaula con el i - ésimo nivel de inclusión.

Para evaluar las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Para determinar el nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en raciones de cuyes, se realizó el análisis de regresión de la variable independiente y las variables dependientes de desempeño, peso de órganos, cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = a + b(x) + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Estimación de la i-ésima observación de la variable dependiente

a = Intercepto (intercepto de la línea de regresión n con el eje Y)

b = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

x = La i-ésima observación de la variable independiente.

e_{ij} = Error aleatoria de la i-ésima observación.

3.13. Variables dependientes

3.13.1. Nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia

3.13.2. Análisis químico

- Composición química proximal de la harina de granos de canavalia cruda y extrusada.
- Solubilidad proteica de la harina de granos de canavalia cruda y extrusada.
- Actividad ureática de la harina de granos de canavalia cruda y extrusada.

3.13.3. Parámetros biológicos

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia
- Rendimiento de carcasa.
- Peso del hígado.
- Peso del páncreas.

3.13.4. Parámetros económicos

- Beneficio neto y merito económico.

3.14. Metodología

3.14.1. Nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia (NOIHEGC)

El nivel óptimo fue obtenida del análisis de regresión entre la variable: niveles de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia con cada una de las variables evaluadas; como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, peso del páncreas y peso del hígado. Las ecuaciones generadas sirvieron para obtener el punto óptimo de inclusión mediante la primera derivada de la ecuación.

3.14.2. Análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad ureática de la harina de granos de canavalia cruda y extrusada

Para el análisis químico proximal se tomó una muestra de 80 g de harina de granos de canavalia cruda y extrusada el cual se realizó mediante el método de AOAC (2012); entre tanto el extracto libre de nitrógeno fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula ($ELN = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ grasa cruda} + \% \text{ proteína cruda})$), y la energía total fue determinada matemáticamente COLLAZOS (1993); asimismo, se tomó dos muestras de harina de granos de canavalia cruda y extrusada para el análisis de solubilidad proteica y actividad ureática, el cual se realizó mediante el método de AOAC (1980).

3.14.3. Parámetros biológicos

Consumo de alimento (Ca), el consumo de alimento para las fases de crecimiento y acabado se determinó de forma individual para cada unidad experimental, pesando el concentrado y el forraje ofrecido, menos los sobrantes.

Ganancia de peso (GP), los animales fueron pesados 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 se calculó por la diferencia del peso final menos el inicial, de la misma manera la ganancia de peso por día se calculó por la diferencia del peso final menos inicial entre los días de la fase. Para este control se utilizó una balanza digital.

Conversión alimenticia (CA), la conversión alimenticia mide la transformación de los alimentos en ganancia de peso y para su determinación por fases se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento por fase [g MS/día]}}{\text{Ganancia de peso por fase [g/día]}}$$

Rendimiento de carcasa (RC), el rendimiento de carcasa se determinó utilizando 4 animales por tratamiento, seleccionados al azar, que se beneficiaron previo ayuno de 24 horas. La carcasa, incluye piel, cabeza, patas y órganos internos (corazón, pulmón, hígado, vaso y riñón) sin oreo, se realizó a través de la siguiente ecuación.

$$\text{RC. \%} = \frac{\text{Peso de la carcasa}}{\text{Peso antes del sacrificio}} \times 100$$

Peso del hígado (PH), al final del ensayo, de las siete repeticiones, de cada tratamiento se eligieron al azar cuatro cuyes, los cuales fueron sacrificados y separados el hígado para ser pesados.

Peso del páncreas (PP), al final del ensayo, de las siete repeticiones, de cada tratamiento se eligieron al azar cuatro cuyes, los cuales fueron sacrificados y separados el páncreas para ser pesados.

3.14.4. Parámetros económicos

Análisis económico y merito económico (AEME), la determinación del análisis económico se realizó a través del beneficio neto para cada fase y para todas las fases, 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 fueron considerados los costos variables (costos del alimento, luz eléctrica y sanidad) y los costos fijos (costo del agua, mano de obra e instalaciones). El cálculo de beneficio económico para cada tratamiento se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$BN = PYi - (CFi + CVi)$$

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:

$$ME (\%) = \frac{BN}{CT} \times 100$$

Dónde:

ME = Mérito económico en porcentaje.

BN = beneficio neto por tratamiento.

CT = costo total por tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en raciones de cuyes

Los resultados del análisis de regresión entre las variables independientes y dependiente mostraron una tendencia lineal, debido a ello no se determinó el nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en raciones de cuyes machos en fases de crecimiento y acabado.

4.2. Análisis químico proximal solubilidad proteica y actividad ureática de la harina de granos de canavalia cruda y extrusada.

Cuadro 4. Análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad ureática de harina de granos de canavalia cruda y extrusada.

Nutrientes	Unidad	Harina de granos de canavalia	
		Cruda ¹	Extrusada ²
Humedad	%	4,92	12,89
Materia seca	%	95,08	87,11
Proteína cruda	%	29,17	23,03
Extracto etéreo	%	2,48	1,05
Fibra bruta	%	8,35	6,89
Ceniza	%	3,67	3,10
Extracto libre de nitrógeno	%	51,41	53,04
Energía bruta	kcal/kg	4 017	3 413
Solubilidad proteica	%	90,29	49,68
Actividad ureática	pH	2,25	0,03

¹Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal – UNAS (2013) ²Departamento Académico de Química – UNALM (2013), actividad ureática, solubilidad proteica.

4.3. Parámetro biológico

Cuadro 5. Parámetros productivos de cuyes en fase de crecimiento, acabado y periodo total, alimentados con inclusiones de 0, 10, 20, 30 y 40% de HEGC en la ración concentrada.

Fase de crecimiento (29 a 60 días de edad)							
T	GDP ¹	CDAC ²	CDF ³	CDAMF ⁴	CDAMS ⁵	CAMF ⁶	CAMS ⁷
0%	10,51 ^a	35,44 ^a	125,88 ^b	161,31	66,79 ^a	15,46 ^a	6,80
10%	9,47 ^a	27,34 ^b	126,23 ^b	153,57	62,27 ^{a,b}	17,04 ^b	6,10
20%	7,51 ^b	26,59 ^b	134,09 ^a	160,67	61,76 ^b	19,63 ^c	6,29
30%	6,55 ^b	24,69 ^b	132,13 ^a	156,82	59,50 ^b	23,77 ^{c,d}	6,06
40%	6,39 ^b	24,11 ^b	130,08 ^{a,b}	157,66	61,31 ^b	28,23 ^d	6,24
CV	18,18	20,04	4,40	6,37	6,63	11,66	7,99
P	0,001	0,005	0,004	0,687	0,029	0,001	0,081
	L	L	Q	NS	L	L	NS
Fase de acabado (61 a 74 días de edad)							
0%	8,46	38,37	222,73 ^b	264,38 ^{a,b}	91,47	30,13 ^a	7,67
10%	7,96	33,85	230,77 ^{a,b}	264,77 ^{a,b}	87,56	35,09 ^{a,b}	7,34
20%	5,04	32,94	222,23 ^b	247,85 ^c	84,53	34,47 ^a	7,09
30%	6,23	37,16	221,65 ^b	257,87 ^{b,c}	86,98	43,57 ^b	7,30
40%	6,74	31,40	244,40 ^a	276,94 ^a	90,10	42,06 ^b	7,56
CV	36,04	24,05	5,64	4,48	8,58	20,12	8,58
P	0,120	0,583	0,028	0,003	0,477	0,027	0,478
	NS	NS	Q	C	NS	L	NS
Periodo total (29 a 74 días de edad)							
0%	10,16 ^a	36,40 ^a	155,24 ^b	191,64	116,95	19,18 ^a	7,17
10%	8,90 ^b	28,11 ^b	157,19 ^b	185,29	110,87	21,52 ^a	6,54
20%	7,54 ^c	27,34 ^b	160,20 ^b	187,53	112,25	25,36 ^b	6,58
30%	6,34 ^d	25,51 ^b	158,41 ^b	183,92	110,69	30,33 ^c	6,47
40%	6,63 ^{c,d}	24,74 ^b	168,76 ^a	194,40	115,41	30,08 ^c	6,66
CV	11,89	19,96	4,34	4,44	5,09	13,59	7,22
P	0,001	0,005	0,016	0,172	0,241	0,001	0,090
	L	L	L	NS	NS	L	NS

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); T: Tratamientos; ¹: GDP: ganancia diaria de peso en gramos; ²: CDAC: consumo diario de alimento concentrado en gramos; ³: CDF: consumo diario de forraje en gramos; ⁴: CDAMF: consumo diario de alimento en materia fresca en gramos; ⁵: CDAMS: consumo diario de alimento en materia seca en gramos; ⁶: CAMF: conversión alimenticia en materia fresca; ⁷: CAMS: conversión alimenticia en materia seca

Así mismo, en función a fases y periodo total, con los datos del Cuadro 5 se determinaron las proporciones de consumo de alimento concentrado y forraje, que se detalla en el Cuadro 6, donde se observa que en la fase de crecimiento (29 a 60 días de edad) las proporciones de consumos muestran diferencia ($p < 0,05$), observándose que la ración concentrada disminuye a medida que se incrementa el nivel de inclusión de HGCE, y aumenta el consumo de forraje. En la fase de acabado (61 a 74 días de edad) las variables evaluadas no presentan diferencia ($p > 0,05$), entre tanto en el periodo total (29 a 74 días de edad) la proporción de consumo de alimento mixto muestra diferencia ($p < 0,05$) y tiene la misma tendencia que la fase de crecimiento.

Cuadro 6. Proporción porcentual observada del consumo de alimento concentrado y forraje verde tal como ofrecido en función a los tratamientos, fases y periodo total.

TRATAMIENTOS							
Fase de crecimiento (29 a 59 días de edad)							
	0%	10%	20%	30%	40%	CV	P
Ración concentrada	22 ^b	18 ^a	17 ^a	16 ^a	16 ^a	17,04	0,008
Pasto king grass	78 ^a	82 ^b	83 ^b	84 ^b	84 ^b	3,56	0,008
PROPORCIÓN PORCENTUAL OBSERVADA							
Fase de acabado (60 a 74 días de edad)							
Ración concentrada	16 ^b	13 ^a	13 ^a	14 ^a	10 ^a	27,73	0,103
Pasto king grass	84 ^b	87 ^b	87 ^b	86 ^b	90 ^a	4,18	0,103
PROPORCIÓN PORCENTUAL OBSERVADA							
Fase total (29 a 74 días de edad)							
Ración concentrada	19 ^b	15 ^a	15 ^a	14 ^a	13 ^a	17,78	0,002
Pasto king grass	81 ^a	85 ^b	85 ^b	86 ^b	87 ^b	3,14	0,002

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

Cuadro 7. Mezcla de la ración balanceada observada para los cuyes en la fase de crecimiento en función a los tratamientos.

Nutrientes	TRATAMIENTOS				
	0%	10%	20%	30%	40%
Ración	22	18	17	16	16
Forraje	78	82	83	84	84
VALORES	VALOR NUTRICIONAL				
Proteína	12,74	12,47	12,40	12,33	12,33
Energía total	3191,36	3216,84	3224,96	3230,08	3230,08
Fibra cruda	24,46	25,29	25,49	25,61	25,61
Extracto etéreo	2,09	2,16	2,24	2,28	2,34

Cuadro 8. Mezcla de la ración balanceada observada para los cuyes en la fase de acabado en función a los tratamientos.

Nutrientes	TRATAMIENTOS				
	0%	10%	20%	30%	40%
Ración	16	13	13	14	10
Forraje	84	87	87	86	90
VALORES	VALOR NUTRICIONAL				
Proteína	11,58	11,39	11,39	11,45	11,20
Energía total	3464,40	3491,70	3491,70	3482,60	3519,00
Fibra cruda	27,50	28,17	28,17	27,97	28,80
Extracto etéreo	2,35	2,33	2,33	2,34	2,31

Al evaluar el rendimiento de carcasa, peso del hígado y peso del páncreas (Cuadro 9), se observa que las variables evaluadas no presentaron diferencia ($p>0,05$) entre los tratamientos.

Cuadro 9. Peso vivo (PV), peso de carcasa (PC), en kg, rendimiento de carcasa (%), peso del hígado (PH), peso relativo del hígado (PRH), Peso del páncreas (PP), y peso relativo del páncreas (PRP) en g de cuyes experimentales.

Tratamiento	P.V	P.C	R.C	P.H	P.R.H	P.P	P.R.P
0%	906,75	595,25	65,60	25,75	2,85	2,15	0,24
10%	791,25	535,75	67,71	23,25	2,92	2,68	0,34
20%	716,25	475,25	66,24	21,50	3,00	1,80	0,25
30%	717,00	483,25	67,15	19,75	2,75	2,58	0,37
40%	714,00	446,50	62,69	21,00	2,95	2,53	0,37
CV			6,62	14,8	12,43	31,85	2673
P			0,707	0,190	0,753	0,457	0,126

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p<0.05$); T: Tratamientos; T1 (sin inclusión de HEGC); T2 (inclusión de 10% de HEGC); T3 (inclusión de 20% de HEGC); T4 (inclusión de 30% de HEGC); T5 (inclusión de 40% de HEGC).

4.4. Parámetro económico

Al evaluar el beneficio neto (BN) y mérito económico (ME) (Cuadro 10), se observa que existe diferencia ($p<0,05$); con excepción de las variables beneficio neto (BNA) y mérito económico en la fase de acabado (MEA) que no presentaron diferencia.

Cuadro 10. Beneficio neto (s/.) y mérito económico (%) en función a los tratamientos, fases y periodo total.

Tratamientos	BNC ¹	MEC ²	BNA ³	MEA ⁴	BNT ⁵	MET ⁶
0%	1,87 ^a	33,94 ^a	0,46	21,20	2,44 ^a	31,91 ^a
10%	1,56 ^a	31,24 ^a	0,31	14,71	1,77 ^a	24,93 ^a
20%	0,18 ^b	3,41 ^b	-0,53	-23,76	0,45 ^b	22,90 ^b
30%	-0,40 ^b	-10,18 ^b	-0,31	-14,15	-0,67 ^b	-9,39 ^b
40%	-0,52 ^b	-6,43 ^b	-0,29	-20,82	-0,18 ^b	-0,42 ^b
CV	10,91	11,15	17,88	22,56	12,36	14,23
P	0,006	0,0012	0,060	0,129	0,001	0,003

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); Tratamientos: T1 (sin inclusión de HEGC); T2 (inclusión de 10% de HEGC); T3 (inclusión de 20% de HEGC); T4 (inclusión de 30% de HEGC); T5 (inclusión de 40% de HEGC); ¹: BNC: beneficio neto crecimiento; ²: MEC: mérito económico crecimiento; ³: BNA: beneficio neto acabado; ⁴: MEA: mérito económico acabado; ⁵: BNT: beneficio neto total; ⁶: MET: mérito económico total.

V. DISCUSIÓN

5.1. Nivel óptimo de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia en raciones de cuyes.

El comportamiento de las variables de los parámetros productivos y biológicos en relación a los diferentes niveles de inclusión de harina extrusada de granos de canavalia (HEGC) en la ración de cuyes machos en fases de crecimiento y acabado, mostraron una tendencia lineal, indicando que cada vez que se adicionó mayor cantidad de HEGC en la ración de los cuyes provocó gradualmente deficiente desempeño el cual coincide con los resultados obtenidos por HIDALGO (2004), quien utilizó niveles crecientes de HEGC de sustitución en la proteína en pollos de carne y también observó un comportamiento lineal en el desempeño; por lo tanto, no se determinó el nivel óptimo de inclusión de HEGC en la ración de los cuyes.

5.2. Análisis químico proximal, solubilidad proteica y actividad ureática

Los resultados de análisis químico proximal para harina de granos de canavalia cruda (HGCC) muestran una disminución de la materia seca, proteína total, extracto etéreo, fibra bruta, y ceniza cuando este es llevado al proceso de extrusión, entre tanto este proceso también hace que la humedad y ELN para HGCC aumente sus valores a medida que estos pasen por el

proceso de extrusión. Entre tanto los valores mostrados para harina de granos de canavalia cruda, donde se observa la proteína total de 29,17% y fibra bruta 8,35% se encuentran dentro del rango con respecto a los resultados obtenidos por LEÓN (1991) y DÍAZ (2000) quienes reportan proteína con rangos de 26 y 32% y fibra bruta de 7 a 9%, obtenido por grupo de trabajo de canavalia.

Los resultados obtenidos en el análisis químico proximal para la harina extrusada de granos de canavalia (HEGC), donde la proteína total (23,03 %) coincide con los resultados obtenidos por DELGADO (1999) quien realizó la evaluación de la calidad biológica y factores antinutricionales (FAN) de productos procesados de canavalia.

La solubilidad proteica para HGCC y extrusada son 90.29 y 49.68% respectivamente y una actividad ureática de 2,25 y 0,03% respectivamente. Así mismo, una solubilidad proteica mayores a 85% se considera un producto crudo. Sin embargo los resultados obtenidos para la HEGC no concuerdan con el criterio de interpretación para la solubilidad proteica que se considera que menores de 75% de solubilidad se consideran producto sobre procesado, así la actividad ureática obtenida en el presente análisis fue de 2,25 y 0,03 para HGCC y extrusada respectivamente; tomando el criterio de interpretación de JORGE NETO (1992), que considera como producto sobre procesado a variaciones de pH menores que 0,05 y producto crudo a variaciones de pH mayores a 0.05.

Estos resultados obtenidos en el presente trabajo para harina de granos de canavalia cruda (HGCC) no concuerdan con lo obtenido por HIDALGO (2004), quien obtuvo una solubilidad proteica de 87,79 y 2,25 de actividad ureática respectivamente cuando realizó el análisis para la harina de granos de canavalia cruda

De la misma manera los resultados obtenidos de 90,29 de solubilidad proteica por el cual se considera un producto sobre procesado. Así mismo, para la HEGC se obtuvo 79,18 y 0,03 de solubilidad proteica y actividad ureática respectivamente, estos resultados obtenidos en el presente trabajo no concuerda con el criterio de evaluación de JORGE NETO (1992), posiblemente porque la HEGC usado en el presente trabajo en el momento de la extrusión la temperatura fue de 110 °C a 130 °C con un tiempo de 14 a 16 segundos y una humedad de 6 a 8% por lo tanto el producto fue sobre procesado

5.3. Parámetros biológicos

5.3.1. Fase de crecimiento

Los cuyes alimentados con raciones sin y con inclusión de 10% de HEGC ganaron mayor peso ($p < 0,05$), en relación a los demás tratamientos, estos resultados obtenidos en el tratamiento control del presente trabajo fue similar (10,51 g) a la GDP de 11,93 g/cuy/día reportado por DE LA CRUZ (2012); quien utilizó niveles crecientes de harina de eritrina, en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento del mismo modo en el presente trabajo se observa que existe una tendencia a ganar menor peso cada vez que se aumenta el nivel de inclusión de HEGC.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los ensayos ejecutados por JIMÉNEZ (2010), quien utilizó dietas con alfalfa más afrecho y VIGNALE (2010) quien evaluó diferentes niveles de energía y proteína cruda en la ración en la fase de crecimiento en crianza comercial, quienes reportaron GDP de 9,40 y 8,35 g/cuy/día, respectivamente en cuyes machos mejorados de la línea Perú.

Asimismo los resultados obtenidos en ganancia diaria de peso (GDP) en el presente trabajo con incrementos de HEGC en la ración concentrada, donde se observa que a medida que se aumenta el nivel de inclusión de HEGC en la ración las GDP disminuyen, estos resultados son afectados por la existencia de la concaavalina A (Con A) y la canavanina presentes en los granos de canavalia, los cuales concuerdan con lo obtenido por CARABALLO *et al.* (1977), MONTILLA *et al.* (1981) y MICHELANGELI (1990) identificaron a la lectina Con A y al aminoácido no proteico canavanina, como las sustancias antinutricionales que reducen la ganancia de peso vivo.

El mayor consumo diario de alimento concentrado (CDAC), fue para los cuyes del tratamiento sin inclusión de HEGC (35,44 g) en relación a los otros tratamientos, estos resultados muestran mayor consumo de alimento concentrado en el tratamiento control comparado a los resultados de VIGNALE (2010), quien evaluó diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes machos en la fase de crecimiento en crianza comercial y reportó 29,39 g de consumo de alimento concentrado Además, se observa que cada vez que se aumenta el nivel de inclusión de HEGC en la ración ocurre gradualmente menor consumo de alimento concentrado.

De la misma manera, los resultados del presente trabajo son mayores a lo obtenido por DE LA CRUZ (2012), quien reportó 26,34 g de consumo de alimento concentrado con inclusiones de niveles crecientes de harina de eritrina en la ración de cuyes machos mejorados de la línea Perú respectivamente.

El CDAC en el presente trabajo muestra que a medida que se incrementa el nivel de inclusión de HEGC en la ración concentrada los cuyes disminuyen su consumo, estos resultados concuerdan con ESCOBAR *et al.* (1984) quien aisló e identificó a la Con A como la principal causa de la reducción de consumo de alimento en aves.

El mayor consumo diario de forraje (CDF) fue para el tratamiento con 20% (134,09) de inclusión de HEGC en la ración, comparado a los tratamientos sin y con inclusión de 10% de HEGC, el resultado obtenido en el tratamiento control fue superior (125,88 g) al CDF obtenido por DE LA CRUZ (2012), quien reportó consumos de 72,18 g/cuy/día en cuyes machos de la línea Perú en fase de crecimiento utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración. Además se observa que cada vez que se aumenta el nivel de inclusión de HEGC en la ración aumenta el CDF.

El consumo diario de alimento en materia fresca (CDAMF) no presentó diferencia ($p > 0,05$) entre los tratamientos evaluados; sin embargo, numéricamente, los cuyes alimentados sin inclusión de HEGC (161,31g) consumieron más alimento mixto en materia fresca con respecto a los demás tratamientos. Estos resultados observados en el presente trabajo fueron

superiores a lo obtenido por CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron consumos de 111,00 y 100,40 g/cuy/día, respectivamente, en su tratamiento control utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración de cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento.

El consumo diario de alimento en materia seca (CDAMS) fue diferente ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Así, los cuyes del tratamiento control consumieron mayor cantidad de alimento en materia seca comparado a los cuyes de los demás tratamientos. Este resultado fue superior (66,79 g) en comparación a lo obtenido por CHAUCA (1997) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron 48,91 y 41,00 g/cuy/día de consumo diario de alimento en materia seca respectivamente en el tratamiento control, en cuyes machos mejorados de la línea Perú en fase de crecimiento utilizando pasto elefante y ración concentrada y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración respectivamente.

La conversión alimenticia en materia fresca (CAMF) fue más eficiente (15,46) para los cuyes del tratamiento sin inclusión de HEGC en la ración concentrada. Este resultado fue deficiente comparado a lo obtenido por DE LA CRUZ (2012), quien reportó 12,45 de conversión alimenticia en materia fresca, resultado del tratamiento control con cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración y se observa que a mayor inclusión de HEGC en la ración provocó gradualmente una deficiente conversión alimenticia en materia fresca en los demás tratamientos.

La conversión alimenticia en materia seca (CAMS) no fue diferente ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados. Entre tanto, numéricamente, los cuyes alimentados con inclusión de 10% (6,10) y 30% (6,06) de HEGC en la ración concentrada tuvieron eficiente conversión alimenticia comparada a los otros tratamientos. Este resultado fue deficiente en relación al resultado obtenido por CUTIPA (2011), quien reportó una CAMS de 5,95 en cuyes machos mejorados de la línea Perú en fase de crecimiento utilizando niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida en la dieta peletizada y con sistema de alimentación mixta (ración concentrada más King Grass verde).

También la CAMS obtenida en el tratamiento control en el presente trabajo fue deficiente (6,80) en relación a lo obtenido por DE LA CRUZ (2012), quien reportó 4,62 de CAMS en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de crecimiento utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración en el tratamiento control.

Asimismo los resultados obtenidos de conversión alimenticia (CA) con incrementos de HEGC en la ración concentrada, donde se observa que a medida que aumenta el nivel de inclusión de HEGC en la ración la CA empeora, estos resultados son afectados por la concaavalina (Con A) y la canavanina presentes en los granos de canavalia, estos datos concuerdan con CARABALLO *et al.* (1977), MONTILLA *et al.* (1981) y MICHELANGELI (1990) quienes identificaron a la lectina concaavalina (Con A) y al aminoácido no proteico canavanina, como las dos sustancias antinutricionales que reducen la ganancia de peso en aves y empeoran la conversión alimenticia.

Además, los resultados obtenidos concuerdan con HIDALGO (2004), quien utilizó niveles crecientes de canavalia extrusada con 0%, 25%, 50% y 75% de sustitución de la proteína en pollos de carne de la línea COBB VANTRES 500; donde la GDP y CDAC descienden a medida que se incrementa la HEGC en la ración, pero su CA no se ve afectada ya que son semejantes. Además las variables evaluadas en el presente trabajo presentan una tendencia lineal ($p < 0,05$), indicando que cada vez que se incrementa la HEGC en la ración los cuyes tienden a consumir menos alimento concentrado y mayor consumo de forraje, indicando menor GDP, CDAC y CDAMS por la inclusión de HEGC y la CAMF se torna deficiente.

5.3.2. Fase de acabado

La ganancia diaria de peso (GDP) de cuyes alimentados con forraje y ración concentrada con diferentes niveles de inclusión de HEGC, no mostraron diferencia ($p > 0,05$); numéricamente, la mayor GDP se observa en cuyes alimentados sin inclusión (8,46g) de HEGC, en relación a los cuyes del tratamiento. Este resultado fue semejante a lo reportado por QUISPE (2010), quien obtuvo 8,86 g de GDP utilizando niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado en cuyes machos de la línea Perú. Además, fue menor a lo observado por DE LA CRUZ (2012), quien reporto una GDP de 10,11 g/cuy/día en cuyes de la misma línea genética utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración.

El consumo diario de alimento concentrado (CDAC), en la fase de acabado no presentó diferencia ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados; el mayor consumo se observa sin inclusión (38,37) de harina extrusada de granos de canavalia en la ración concentrada, comparada a los demás tratamientos. Este resultado obtenido en el presente trabajo fue semejante a lo observado por CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron 36,00 y 39,83 g/cuy/día de CDAC respectivamente, en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de acabado utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración concentrada.

Los cuyes alimentados con inclusión de 40% (244,40 g) de HEGC en la ración concentrada, muestra un mayor consumo diario de forraje (CDF) en relación al tratamiento sin inclusión de HEGC en la ración. Este resultado del tratamiento control del presente trabajo fue superior a los resultados obtenidos por CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron 162,00 y 83,44 g/cuy/día de CDF, respectivamente en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de acabado teniendo en cuenta su tratamiento control utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración.

En la variable consumo diario de alimento en materia fresca (CDAMF) el mayor consumo de alimento mixto se muestra para el tratamiento con inclusión de 40% (276,94g) de harina extrusada de granos de canavalia en la ración concentrada con respecto al resto de los tratamientos. Entre tanto el CDAMF del tratamiento control fue superior (264,38 g) al

obtenido por CANCHANYÁ (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron 198,00 y 122,90 g/cuy/día de CDAMF respectivamente en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de acabado en su tratamiento control, utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración respectivamente.

El consumo diario de alimento en materia seca (CDAMS), de cuyes (forraje más ración concentrada) con inclusión de diferentes niveles de HEGC no presentaron diferencias ($p > 0,05$); numéricamente los cuyes alimentados sin inclusión (91,47 g) tuvieron mayor consumo de alimento mixto comparado al resto de los tratamientos. Este resultado fue superior en comparación a los resultados obtenidos por CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron CDAMS de 65,00 y 52,87 g/cuy/día, respectivamente en cuyes mejorados de la línea Perú en la fase de acabado en el tratamiento control, utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración.

La CAMF más eficiente ($p < 0,05$) se observó en los cuyes de los tratamientos sin (30,13) y con inclusión de 20% (34,47) de HEGC; en relación al resto de los tratamientos. Este resultado obtenido en el presente trabajo fue deficiente (30,13) en comparación con los resultados obtenidos por CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron una CAMF de 26,13 y 11,66 en el tratamiento control en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de acabado utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración concentrada, respectivamente.

La conversión alimenticia en materia seca (CAMS), de cuyes alimentados con forraje y alimento concentrado con inclusión de diferentes niveles de HEGC, no mostraron diferencias ($p>0,05$); pero los cuyes alimentados con inclusión de 20% (7,09) de HEGC en la ración fue eficiente que el resto de los tratamientos evaluados. Este resultado fue más eficiente en comparación al resultado obtenido por CANCHANYA (2012) quien reportó CAMS de 8,66 en cuyes machos mejorados de la línea Perú en la fase de acabado utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales en la ración en el tratamiento control.

El CDF en fase de acabado presenta una tendencia cubica mostrando ligeramente un aumento en el CDF cuando se incluye 10% de HEGC, y disminuye en los tratamientos con 20 y 30% de inclusión, y con la inclusión de 40% de HEGC en la ración se muestra un elevado CDF. Mientras que la CAMF muestra una tendencia lineal, donde a medida que se incrementa el nivel de inclusión de HEGC en la ración, gradualmente la conversión se muestra deficiente, estos resultados obtenidos se atribuyen a la presencia de los FAN en la canavalia reportados por MICHELANGELI (1990) que no fueron excluidos por el proceso de extrusión.

5.3.3. Periodo total

La mayor ganancia diaria de peso (GDP) tuvieron los cuyes del tratamiento sin inclusión (10,16) de HEGC en la ración, respecto a los demás tratamientos con 10,20, 30 y 40% de inclusión de HEGC. Observándose una tendencia a ganar menor peso cada vez que se adiciona mayor cantidad

de HEGC en la ración concentrada. Este resultado del presente trabajo fue superior comparado con el estudio realizado por QUISPE (2010), quien reportó GDP de 9,18 g/cuy/día con niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado en cuyes machos mejorados de la línea Perú en el INIA - Huancayo.

Sin embargo está dentro del rango obtenido por RUIZ (2007), quien al evaluar el polvillo de arroz en reemplazo del afrecho de trigo en cuyes machos mejorados tipo I con una duración de 49 días, obtuvo una GDP de 10,89 g en el T1 ración sin polvillo de arroz y con 60% de afrecho de trigo. También fue similar al reportado por DE LA CRUZ (2012) quien obtuvo 10,49 g de GDP para su tratamiento control en cuyes machos mejorados de la línea Perú con diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración. A su vez D´MELLO (1991), MICHELANGELI y VARGAS (1994) reportan asociaciones entre la presencia de canavanina en la dieta y la disminución en el comportamiento productivo en aves.

El mayor CDAC fue observado en los cuyes del tratamiento sin inclusión de HEGC (36,40 g) en la ración comparado a los otros tratamientos; Este resultado fue semejante (36,40 g) a lo obtenido por DE LA CRUZ (2012), quien reportó 34,26 g/cuy/día de CDAC en cuyes machos mejorados de la línea Perú durante el periodo total 89 días utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración y fue semejante a lo obtenido por RUIZ (2007), quien al evaluar el polvillo de arroz en reemplazo de afrecho de trigo en etapa de crecimiento - acabado (49 días) en cuyes machos mejorados tipo I, obtuvo 35,59 g de CDAC en el T1 (testigo).

Asimismo, el CDAC en el presente trabajo fue similar a lo reportado por MICHELANGELI y VARGAS (1994), quienes en trabajos realizados en pollos observaron la reducción de consumo de alimento asociada a la presencia de canavanina en la dieta, que encontraron que en una dieta que contenía 10 g del aminoácido/kg de dieta redujo el consumo de alimento en un 30% en relación con dietas sin canavanina.

El mayor consumo diario de forraje (CDF) fue para los cuyes del tratamiento con inclusión de 40% (168,76 g) en la ración concentrada, comparado al resto de los tratamientos; observándose que los cuyes consumen más forraje cada vez que se incrementa la HEGC en la ración concentrada. Este resultado del tratamiento control fue semejante (155,24 g) en comparación al mencionado por RUIZ (2007), quien al evaluar el polvillo de arroz en cuyes machos mejorados tipo I con una duración de 49 días obtuvo 152,43 g de CDF correspondiente al tratamiento 1 (testigo) ración sin polvillo de arroz y con 60% de afrecho de trigo.

Sin embargo, fue inferior al resultado obtenido por FLORES (1995), quien utilizó cuyes mejorados alimentados con kudzu, pasto camerún y alimento balanceado desde el destete hasta el acabado, cuyos tratamientos fueron: T1 (testigo) camerún más concentrado, T2 kudzu, T3 kudzu más concentrado, T4 kudzu más Camerún, observándose en el T1 169,50 g de CDF. También fue superior a los resultados obtenidos por DE LA CRUZ (2012), quien obtuvo 78,94 g/cuy/día de CDF en cuyes mejorados de la línea Perú durante un periodo total de 89 días utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración.

El CDAMF y CDAMS, con inclusión de diferentes niveles HEGC en la ración concentrada no mostraron diferencias ($p>0,05$); pero los cuyes alimentados sin inclusión (191,64 g) de HEGC tuvieron mayor CDMF comparado al resto de los tratamientos. También, los cuyes de los tratamientos sin y con 10% de inclusión de HEGC reportaron (116,45 y 115,41 g) de CDAMS comparado al resto de los tratamientos. Este resultado obtenido en el tratamiento control fue superior a lo obtenido por DE LA CRUZ (2012), quien reportó 113,50 g/cuy/día de CDAMF en cuyes machos mejorados de la línea Perú durante el periodo total de 89 días, utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración.

Entre tanto el resultado obtenido para consumo diario de alimento en materia fresca (CDAMF) fue inferior al resultado obtenido por FLORES (1995), quien utilizó cuyes mejorados alimentados con kudzu, pasto Camerún y alimento balanceado desde el destete hasta el acabado cuyos tratamientos fueron: T1 (testigo) Camerún más concentrado, T2 kudzu, T3 kudzu más concentrado, T4 kudzu más Camerún, donde se observa un consumo de alimento total en base fresca en los T1 de 197,45.

El CDAMS obtenido en el presente trabajo del tratamiento control (116,95 g) fue superior a los resultados obtenidos por CANCHANYA (2012) y DE LA CRUZ (2012), quienes reportaron 61,00 y 46,94 g/cuy/día de consumo diario de alimento en materia seca en cuyes mejorados de la línea Perú durante el periodo total de 82 y 89 días respectivamente utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración concentrada.

La CAMF más eficiente fue para los cuyes del tratamiento sin (19,18) inclusión de HEGC en la ración concentrada, con respecto a los demás tratamientos. se observa una deficiente CAMF cuando se adiciona HEGC en la ración. Este resultado fue deficiente en comparación con los resultados obtenidos por DE LA CRUZ (2012), quien reportó 10,87 de CAMF en cuyes machos mejorados de la línea Perú durante el periodo total de 89 días, utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración. Pero fue similar a lo obtenido por RUIZ (2007), quien al evaluar el polvillo de arroz en reemplazo de afrecho de trigo en etapa de crecimiento - acabado en cuyes machos mejorados tipo I obtuvo 17,26 de CAMF.

La CAMS de cuyes alimentados con forraje más ración concentrada con inclusión de diferentes niveles de HEGC, no mostraron diferencias ($p>0,05$); Asimismo, los resultados obtenidos en el tratamiento control fue deficiente (7,17) a los resultados obtenidos por FLORES (1995) y DE LA CRUZ (2012) quienes reportaron 5,93 y 4,50 de CAMS en su tratamiento control respectivamente, quienes utilizaron cuyes machos mejorados de la línea Perú alimentados con kudzu, pasto camerún y alimento balanceado y diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina en la ración concentrada respectivamente.

En el periodo total, las variables evaluadas presentan una tendencia lineal ($p<0,05$) indicando, que cada vez que se incrementa el nivel de inclusión de la HEGC en la ración concentrada la GDP y CDAC disminuyen progresivamente; entre tanto el consumo diario de forraje (CDF) aumenta y la conversión alimenticia (CA) se torna deficiente, estos resultados posiblemente

son debido a la presencia de los FAN existentes en los granos de canavalia como la presencia del aminoácido no proteico canavanina que estaría actuando como un análogo del aminoácido arginina señalado por MICHELANGELI (1990). Y por consecuencia ocurre el antagonismo, provocando una deficiente conversión alimenticia y menor GDP.

En el periodo total se observa que a medida que se aumenta el nivel de inclusión de HEGC en la ración la GDP y CDAC disminuye, y CDF aumenta, posiblemente este resultado se debe a que el extrusado no disminuyó los FAN, afectando el desempeño de cuyes, mostrando una deficiente CAMF y CAMS, cabe señalar que la canavanina es resistente al calor, por tanto no fue eficiente la extrusión para su eliminación, asimismo la Con A ha sido identificada como la principal causa de la reducción de consumo de alimento en otra especie como el ave (LEÓN *et al.*, 1991).

5.3.4. Proporción de consumo de alimento mixto tal como ofrecido

En la fase de crecimiento, acabado y periodo total, el CDF aumenta cuando se aumenta la inclusión de HEGC. Estas proporciones de consumo de alimento mixto no coinciden con lo obtenido por CANCHANYA (2012), quien reporta que los cuyes incrementan el CDF cuando van creciendo y disminuyendo el CDAC con diferentes premezclas vitamínicas y minerales en la ración concentrada. Y DE LA CRUZ (2012) reporta proporciones de consumo de alimento balanceado es semejante al consumo en la fase de periodo total y el CDF es menor en fase de crecimiento y semejante en fase de acabado y periodo total.

5.3.5. Rendimiento de carcasa, peso del hígado, peso del páncreas, peso relativo del hígado y páncreas

Al evaluar el rendimiento de carcasa (RC) para cuyes alimentados con inclusión de diferentes niveles de harina extrusada de granos de canavalia en la ración concentrada se puede observar que no se encontró diferencia ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados; sin embargo el mejor rendimiento de carcasa se muestra para el tratamiento con inclusión de 10% (67,71) de HEGC en la ración. Estos resultados obtenidos en el presente trabajo son semejantes con los resultados obtenidos por CHAUCA (1992) quien menciona haber obtenido rendimientos de carcasa de 65,75% en cuyes machos con edad de 9 semanas con alimento mixto (ración concentrada más forraje).

Así mismo, el resultado obtenido es similar a lo reportado por AYBAR (2011), quien obtuvo rendimiento de carcasa de 64,30%, realizando el perfil bioquímico sanguíneo de cuyes en crecimiento en el C.E Pampa Arco - Ayacucho. Entre tanto el rendimiento de carcasa fue inferior al reportado por QUISPE (2010), quien obtuvo 70,74% de rendimiento de carcasa sin oreo en cuyes machos utilizando niveles crecientes de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado en cuyes en el INIA - Huancayo.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo para las variables peso del hígado y peso del páncreas no mostraron diferencia significativa ($p>0,05$); sin embargo el hígado de mayor peso fue para el tratamiento sin inclusión de HEGC en la ración (25,75) este resultado fue semejante a lo

reportado por CHAUCA (1992), quien reporta pesos del hígado en cuyes de tres meses de edad de 23,29 g. En cuanto al peso del páncreas obtenidos estos no mostraron diferencia significativa ($p>0,05$) entre los tratamientos evaluados en el presente trabajo, sin embargo el mayor peso se registró en el tratamiento con inclusión de 10% de harina extrusada de granos de canavalia.

5.4. Parámetros económicos

En la fase de crecimiento el mejor beneficio neto (BN) y mérito económico (ME) fue para los tratamientos sin (1,87) y con inclusión de 10% (33,94) de HEGC en la ración, donde el beneficio neto fue inferior y mérito económico similar, a lo reportado por CUTIPA (2011), quien señaló un beneficio neto de 37,09 y un mérito económico de 32,13% en cuyes mejorados de la línea Perú en fase de crecimiento utilizando niveles crecientes de torta de sachá inchi precocida en la dieta peletizada y con sistema de alimentación mixta (ración concentrada más forraje verde) con una duración de 34 días.

En el periodo total el beneficio neto (BN) y mérito económico (ME) muestran diferencia, en cuanto a los tratamientos sin (2,41) y con inclusión de 10% (31,91%) de HEGC en la ración. Este resultado fue inferior para el BN fue inferior y ME superior comparado al resultado del tratamiento control obtenido por DE LA CRUZ (2012) quien obtuvo un BN de 9,23 y ME de 25,03%, utilizando diferentes niveles de inclusión de harina de eritrina. Asimismo estos resultados son inferiores a lo obtenido por CANCHANYA (2012) quien reportó un BN de 24,99 y ME 59,62% utilizando diferentes premezclas vitamínicas y minerales en cuyes de la línea Perú por un periodo de 82 días.

VI. CONCLUSIÓN

- No se determinó el nivel óptimo de inclusión de la harina extrusada de granos de canavalia en la ración concentrada de cuyes en fases de crecimiento y acabado por presentar una respuesta lineal positiva.
- Se determinó la composición química proximal, solubilidad proteica y actividad ureática de harina de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) cruda y extrusada, y el proceso de extrusado de la HGCC y HEGC provocó baja solubilidad proteica y menor actividad ureática.
- Se determinó los parámetros biológicos donde los cuyes muestran gradualmente baja GDP, alto CDF y deficiente CA cada vez que se incrementa la HEGC en la ración concentrada, entre tanto el RC, PH, PP y PRH y páncreas de cuyes machos no fueron alterados por los diferentes niveles de inclusión de HEGC en la ración.
- El mejor beneficio neto y merito económico fueron en los tratamientos sin y con inclusión de 10% de harina extrusada de granos de canavalia (HEGC) en la ración comparado el resto de los tratamientos.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de perfil bioquímico sanguíneo con diferentes niveles de inclusión de harina de granos de canavalia extrusada
- Realizar trabajos con inclusión de harina de granos de canavalia, pero con otros procesos fisicoquímicos para así poder reducir los factores antinutricionales presente en los granos de canavalia.
- Evaluar el uso de harina de granos de canavalia extrusada en otras especies

VIII. ABSTRACT

“INCLUSION OF BEANS FLOUR CANAVALLIA (*Canavalia ensiformis* L.) EXTRUDED DIETS OF GUINEA PIGS (*Cavia porcellus* L.) IN PHASES OF GROWTH AND FINISH”

This research was conducted at the Faculty of Animal Science barns of the National Agrarian Forest University, Tingo Maria, between June and July 2013, with the objective to determine the optimal level of inclusion of extruded flour canavalia beans (*Canavalia ensiformis* L.) in diets of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) in growing and finishing phases. 35 male guinea pigs of 29 days old, distributed in of block a completely randomized design (DBCA) with five treatments and seven replications and one guinea pig as experimental unit were used, the dependent and independent variables were subjected to a regression analysis also. The treatments were: T1: concentrated ration without inclusion of extruded flour grains of canavalia (HEGC), T2: 10% concentrate ration inclusion HEGC, T3: 20% concentrate ration inclusion HEGC, T4: concentrate ration with 30% inclusion of HEGC and T5: 40% concentrate ration including HEGC. Guinea pigs were fed with a mixed ration: green fodder (King green grass) day and concentrated feed, both ad libitum. The dependent variables were: optimum level of inclusion of extruded flour bean canavalia, body weight gain, feed intake, feed concentraed, relative weight of the liver and pancreas and economic benefit. In both phases. The observed results showed negative linear trend ($p < 0.05$) for all production parameters, except for the daily consumption of food in fresh and dry basis, feed concentrated in the dry basis, which showed

($p > 0.05$) regression; also variables such as carcass yield and relative weights of the liver and pancreas showed no significant difference ($p > 0.05$) between guinea pigs fed with different HEGC inclusion. We conclude that the performance of male guinea pigs from 29 to 74 days of age fed concentrated rations with different inclusion levels (0, 10, 20, 30 and 40%) of HEGC showed that each time we added higher level of HEGC had a negative impact on animal science parameters, and was impossible to determine the optimal inclusion level in diets HEGC.

Keywords: Guinea pig, extrusion, growth stages - finished *Canavalia* grains, optimum inclusion level.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIAGA, L. 1979. Producción de cuyes. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. 35-85 p.
- ALIAGA, L. 1995. Selección y mejoramiento de los cuyes. En la Universidad Nacional del Centro del Perú. Lima. Perú. se. p. 20. 21. 22. 40.
- ALICIA, M. y LEÓN, A. 1991. Grupo de trabajo en Canavalia: Promoviendo nuevas alternativas para la alimentación. FONAJAP. Oct. - Dic 38 p.
- AOAC. 2012. International Official Methods of Analysts 19th Edition.
- ARORA, S. 1995. Composition of legumes granis.in: Tropical legumes in animal nutrition. D´MELLO, J. and DEVENDRA, C (Eds).CAB International. U. K: 67 – 93 p.
- AYBAR R 2011. Perfil lipídico sanguíneo de cuyes en crecimiento en el C.E Pampa del Arco – Ayacucho. Tesis Médico Veterinario, 98 p.
- BATAGLIA, A. 1990. Extrusão no prepare de alimentos para animals. In: Simposio do Colegio Brasileiro de Nutricão Animal. (3., 1990, Campinas). CBNA: p. 73 – 81.
- BELL, E. 1978. Canavanine and related compounds in leguminosae. The Biochemical Journal. 70: 617 p.
- BELMAR, R. y MORRIS, T. 1994. Effects of raw and trated jack beans (*Canavalia ensiformis* L.) and of canavanine on the short-term feed intake of chicks and pigs. J. Agric. Sci. 407 – 414 p.

- BENSON, I. 2008. Producción de cuyes. Disponible en. <http://benson.byu.edu>. Consultado el 9 de febrero del 2013.
- BERLIJN, J. 2000. Cultivos Básicos. Cuarta Edición. México, DF, México Editorial Trillas, SA de CV. 72 p.
- BEYRA, A.; REYES. G.; HERNANDEZ, L. y HERRERA, P. 2004. Revisión Taxonómica del Género *Canavalia* D.C. (Leguminosa E - Papilionoideae) en Cuba. Revista Académica Coloma. Cienc. 28: 107 junio.
- CAMPOS, J. 1994. Evaluación de las tecnologías de tostado y extrusión para la destoxificación y utilización industrial de la canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) En la alimentación de pollos de engorde. Postgrado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. Tesis de Maestría. 253 p.
- CANCHANYA, C. 2012. Uso de diferentes niveles Premezcla vitamínicas y minerales en raciones de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en el trópico. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú 72p (Datos no publicados).
- CARDONA, D. 1991. Utilização de soja integral em rações de suínos - poroto de soja - processamento. In: Mini Simposio do Colegio Brasileiro de Nutricão Animal. (1., 1991, Campinas). CBNA: p. 15 – 34.
- CARLINI, C. y UDEDIBIE, A. 1998. Preguntas y respuestas al problema de la comestibilidad de la (*Canavalia ensiformis* L.) semillas. Animal Feed Science and Technology 74 (2): 95 - 106.
- CARMONA, A.; GÓMEZ - SOTILLO, A. y SEIDI, D. 1993. Uso de pruebas Bioquímicas para el estudio de problemas nutricionales en *Canavalia*

- ensifomis* In: *Canavalia ensiformis* (L9. Fundacion Polar. Venezuela.: 151 - 162 p.
- CARABALLO, J.; VARGAS, R.; SCHMIDT, B. y MONTILLA, J. 1977. *Canavalia ensiformis* en raciones para aves en crecimiento. Acta Científica Venezolana. 28: 35
- CAYCEDO, V. 1983. Crianza de cuyes. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 47 p.
- CAYCEDO, A. 1993. Primer seminario internacional de cuyecultura. San Juan de Pasto, Colombia. Editado en la Universidad de Nariño. Pp.3, 5,6.
- CHAUCA, F. 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en los países andinos. Revista Mundial de Zootecnia 83 (2): 9 - 19.
- CHAUCA, F. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus* L.). Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA. La Molina, Perú.
- CHEFTEL, J. 1998. Nutritional effects of extrusion - cooking. Food Chem. 20: 263 - 283 p.
- COSTA, S. 1981. Controle da qualidade da soja integral procesada In: Miyasaka, S (Ed), a soja no Brasil, 823 p.
- 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 Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú. 42 p.
- DE LEÓN, M. 2007. El Uso de silajes de sorgo en la intensificación de los sistemas de producción de carne bovina. [En línea]. INTA. Córdoba, AR. Consulta: 9 de febrero de 2013. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnep08.pdf>

- DE LA CRUZ, P. 2012. Niveles crecientes de harina de eritrina (*Erythrina fusca*) en la ración de cuyes, sobre el desempeño de cuyes de la línea Perú. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú. 72 p
- D'MELLO, J.; ACANOVIC, T. y WALKER, A. 1989. Nutritive value of jack bean (*Canavalia ensiformis*) for young Chicks: Effect of amino acid supplementation-Tropical agriculture 66:201
- D'MELLO, J. 1995. Anti-nutritional substances in legumes seeds. In: Tropical Legumes in Animal Nutrition. D'mello y Devendra, C (Eds) CAB International U. K.: 135 - 165 p.
- DÍAZ, M. 2000. Producción y caracterización de leguminosas temporales para la alimentación animal. Tesis de Doctor. Instituto de Ciencia Animal, La Habana. Cuba 32 p.
- FAO. 1959. Food and Agricultural Organization, 1959. Tabulated Information on Tropical and Sub tropical grain legumens. Rome, Italy: 73 p.
- FEDALTO, L. 1993. Efeito da utilização da soja integral *Glycine max* (L). Merrill, sobre o desempenho e características de carcasa de suínos. Sao Paulo: in: Universidad de Estadual Paulista, Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias. Tese (Doctor em Zootecnia). P. 137.
- FLORES, G. 1995. Alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) desde el destete hasta el acabado con kudzu (*Pueraria phaseoloides*), camerún (*Echinocloa polistachya*) y alimento balanceado en Tingo María. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú.

- HIDALGO, C. 2004. Utilización de la canavalia extrusada (*Canavalia ensiformis* L.) en la alimentación de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú. 49 p.
- JIMÉNEZ, R. 2010. Determinación del momento óptimo económico de beneficio de cuyes alimentados con alfalfa vs. una suplementación con afrechillo. 86 p.
- JORGE NETO, G. 1992. Soja integral na alimentacão de aves e suínos. Avic. & Suinoc. Ind., São Paulo, volumen 82, (988): p. 4 - 15.
- LARA, L.; DUQUE, D.; y SANGUINÉS, J. 1993. Valor nutritivo de la harina de frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*) en la ración para pollos de engorda in: Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Jalisco, (México).p.128.
- LEÓN, A.; ANGULO, I.; PICARD, M.; CARRE, B.; DERQUET, L. y HARSCOAT, J. 1989. Proximate and amino acid composition of seed of *Canavalia ensiformis*. Toxicity of the kernel fraction fr chicks. (Ann. Zootech). Volumen 38. P. 209 - 218.
- LEÓN, A.; CARRE, B.; LARBIER, M.; LIM, F.; LADJAL, T. y PICARD, M. 1990. Amino acids and starch digestibility and true metabolizable energy content of raw and extruded jackbeans (*Canavalia ensiformis* L.) in adult cockrels. (Ann.Zootech) .Volumen 39. p. 53 - 61.
- LEÓN, A. y CAFFIN, J. 1991. Effect of concanavalin a from jackbean seed on short-term food intake regulation in chicks and laying hens. (Anim. Feed Sci. Techno). Volumen. 3. 279 - 311.

- LEÓN, A.; MICHELANGELI, C.; VERY, R.; CARABAÑO, J.; RISSO, J. y MONTILLA, J. 1991. Valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis* en dietas para aves y cerdos. Seminario - Taller sobre *Canavalia ensiformis*. Maracay. 14 p.
- LIENER, I. 1976. Legume toxins in relation to protein digestibility a review. Journal. food Sci. Volumen 41.p.1076 – 1081.
- MICHELANGELI, C. 1990. Actividad de la arginasa renal y de niveles plasmáticos de aminoácidos básicos en pollos de engorde. Tesis - Maestría. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. Venezuela.
- MONTILLA, J.; FERREIRO, M.; CUPUL, S.; GUTIERREZ, M. y PRESTON, T. 1981. Observaciones preliminares sobre el efecto de ensilaje y el tratamiento térmico del grano de *Canavalia ensiformis* en dietas para aves (Produc. Anim. Trop). Volumen 6. P. 408.
- MORENO, A. 1989. Producción de cuyes Segunda edición. Editorial M.V. publicaciones La Molina – Perú 132 p.
- MORENO, A. 1995. Producción de Cuyes. Editorial M.V. publicaciones La Molina – Perú. p.356.
- ORTEGON, R. 1995. Producción de cuyes. Universidad Nacional de Nariño. San Juan de Pasto, Colombia. 31 p.
- PROSEA, 1992. Plants resources of south-east asia (Eds). Pudoc Scientific Publisher Netherlands. 4 - 77 p.
- QUISPE, A. 2010. Niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado de cuyes en el INIA - Tesis Ingeniero Zootecnista.

- Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo [En línea]
<http://www.CIT.Org.pe/imagenes/tecnp/tesis/40306568.pdf>.
- RICO, N. 1994. Alimentación en cuyes. Universidad Mayor de San Simón, Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia (Mejocuy), Boletín Técnico N° 1.
- RODRÍGUEZ, U. 2000. Abonos verdes y cultivos de cobertura. Sub componente de conservación de suelos y agroforestería. Primera Edición. Santa Ana, El Salvador. MAG, CARE In. 18 p.
- RODRÍGUEZ, L. 2001. Crianza de cuyes. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú. Ministerio de Agricultura. 77 p.
- ROJAS, S. 2002. Tratamiento dietético de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus* L.). Investigaciones Agropecuarias del Perú. 1 (2): 7 - 13 p.
- RUÍZ, J. 2007. Evaluaciones del polvillo de arroz en reemplazo del afrecho de trigo en etapa de crecimiento engorde en cuyes. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú 56 p.
- SARAVIA, D.1993. Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes por forrajes producidos en la costa central del Perú resúmenes de la XV Reunión Asociación Peruana de Producción Animal. Lima, Perú. 25, 32 p.
- SAS Institute. 2008. SAS User's Guide: Statistics. Version 9.1.3 ed. SAS Inst. Inc, Cary, NC.
- SAUER, T. y L. KAPLAN. 1969. Canavalia beans in American beans in American prehistory American antiquity: 34:p.417 - 424.
- SWAFFER, D. 1994. Inhibition of the growth of human pancreatic cancer cells by the arginine antimetabolite L - Canavanine cancer res: 54: p. 6045 - 6048.

- UDEDIBIE, A.; ESONU, E. y DURUNNA, C. 1994. Dry urea prior to toasting as a method of improving the nutritive value of jackbeans (*Canavalia ensiformis* L.) for broilers. (Animal feed Sci. and Technol.). Volumen. 48: p. 335 - 345.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA, 2009. Datos meteorológicos. Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones. Datos no publicados.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA, 2007. Laboratorio de Nutrición Animal. Datos no publicados.
- 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. Riobamba, Ecuador. p. 45, 46, 51, 52, 56.
- VARGAS, R. y CARABALLO, J. 1998. Influencia de dos densidades de siembra sobre la producción de biomasa y proteína bruta del frijol de vaca (*Canavalia ensiformis* L.). En Nandaime. (Datos no publicados).
- VARGAS, R. y MICHELANGELI, C. 1994. Utilización de la *Canavalia ensiformis* en dietas para aves y cerdos. II Encuentro Regional de Nutrición y Alimentación de Monogástricos. La Habana. Cuba.
- 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.

- VIGNALE, L. 2010. Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento en crianza comercial. Tesis para optar el Grado de MAGISTER SCIENTIAE. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. 71 p.
- YARINGAÑO, C. 1984. Comparativo de cuatro raciones para cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú. 40 p.
- ZALDÍVAR, A. 1976. Crianza de cuyes y generalidades. I Curso Nacional de Cuyes, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú. 23 p.
- ZAMORA, C. 2003. Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad in vitro de proteínas y almidón en harinas de (*Canavalia ensiformis* L.), set. Vol. 53, n°.3, p 293 - 298.

ANEXO

Anexo 1. Raciones concentradas para cuyes en fase de crecimiento.

Insumos (%)	Tratamientos				
	0%	10%	20%	30%	40%
Maíz	40,870	35,820	31,090	26,850	22,350
Harina de alfalfa	20,000	19,000	17,730	14,780	13,480
Torta de soja	18,410	13,570	8,810	4,470	0,326
Harina de eritrina	13,940	14,000	14,000	15,000	14,400
HGCE ¹	-	10,000	20,000	30,000	40,000
Melaza de caña	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Aceite de palma	0,043	0,740	1,350	1,720	2,126
Carbonato de calcio	0,273	0,212	0,165	0,160	0,138
Fosfato bicalcico	0,595	0,728	0,857	0,970	1,086
Sal común	0,413	0,420	0,427	0,440	0,445
Premezcla-Vit+mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Aflaban	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT (antioxidante)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Zinc bacitracina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Lisina	0,068	0,089	0,110	0,116	0,119
Metionina	0,142	0,159	0,176	0,191	0,205
Triptófano	-	0,008	0,033	0,057	0,080
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Precio, s/./kg	1,682	1,682	1,707	1,724	1,744
Valores calculados ²					
Proteína bruta %	18,00	18,00	18,00	18,15	18,33
ED ³ ,kcal/kg	2 80	2 80	2 80	2 80	2 80
Fibra bruta %	8,49	8,53	8,50	8,00	8,00
Extracto etéreo %	3,00	3,67	4,25	4,63	5,00
Calcio %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo total, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sodio, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina total, %	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Metionina total, %	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42

¹HGCE: Harina extrusada de granos de canavalia; ² VERGARA (2008); ³ED: Energía Digestible Kcal/kg.

Anexo 2. Raciones concentradas para cuyes en fase de acabado.

Insumos (%)	Tratamientos				
	0%	10%	20%	30%	40%
Maíz	36,940	34,000	31,211	28,850	27,200
Harina de alfalfa	25,000	24,680	23,350	22,060	20,180
Torta de soja	14,600	10,290	5,993	1,224	0,000
Harina de eritrina	14,770	12,170	10,310	9,560	2,860
HGCE ¹	-	10,000	20,000	30,00	40,000
Melaza de caña	7,000	7,000	7,000	6,000	7,000
Aceite de palma	0,074	0,148	0,195	0,167	0,426
Carbonato de calcio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,185
Fosfato bicalcico	0,705	0,760	0,900	1,020	1,056
Sal común	0,400	0,405	0,411	0,421	0,422
Premezcla-Vit+mineral	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Aflaban	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT (antioxidante)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Zinc bacitracina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Lisina	0,113	0,133	0,152	0,174	0,130
Metionina	0,141	0,156	0,171	0,186	0,191
Treonina	-	0,008	0,015	0,021	0,010
Triptófano	-	0,011	0,038	0,064	0,088
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Precio, s/. /kg	1,660	1,658	1,681	1,698	1,729
Valores calculados ²					
Proteína bruta %	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
ED ³ ,kcal/kg	2 70	2 70	2 70	2 70	2 70
Fibra bruta %	9,70	10,00	10,00	10,00	10,00
Extracto etéreo	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcio %	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo total, %	0,40	0,39	0,40	0,40	0,40
Sodio, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina total, %	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Metionina total, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

¹HGCE: Harina extrusada de granos de canavalia; ² VERGARA (2008); ³ED: Energía Digestible Kcal/kg.

Anexo 3. Efecto de los niveles de inclusión de harina de granos de canavalia extrusada en función a las fases y bloques.

Fase de crecimiento (29 a 60 días de edad)							
Bloques	GDP ¹	CDAC ²	CDF ³	CDAMF ⁴	CDAMS ⁵	CAMF ⁶	CAMS ⁷
B1	7,99	28,82	135,64	164,46 ^a	64,98 ^a	22,71 ^b	6,52
B2	8,18	26,51	127,17	151,91 ^b	59,82 ^b	19,05 ^a	6,09
CV	18,18	20,04	4,40	6,37	6,63	11,66	7,99
P	0,668	0,371	0,082	0,032	0,028	0,019	0,215
Fase de acabado (61 a 74 días de edad)							
B1	5,95 ^b	37,18	228,87	263,48	90,02	40,83 ^b	7,55
B2	7,82 ^a	32,30	227,84	261,25	86,24	33,30 ^a	7,23
CV	36,04	24,05	5,64	4,48	8,58	20,12	8,58
P	0,046	0,115	0,825	0,603	0,175	0,009	0,175
Periodo total (29 a 74 días de edad)							
B1	7,36 ^b	29,68	163,90	193,57	116,62	28,17 ^b	6,90
B2	8,44 ^a	27,23	156,24	183,82	110,03	22,58 ^a	6,48
CV	11,89	19,96	4,34	4,44	5,09	13,59	7,22
P	0,001	0,350	0,373	0,232	0,162	0,002	0,211

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); B1: primer piso; B2: segundo piso; ¹: GDP: ganancia diaria de peso en gramos; ²: CDAC: consumo diario de alimento concentrado en gramos; ³: CDF: consumo diario de forraje en gramos; ⁴: CDAMF: consumo diario de alimento en materia fresca en gramos; ⁵: CDAMS: consumo diario de alimento en materia seca en gramos; ⁶: CAMF: conversión alimenticia en materia fresca; ⁷: CAMS: conversión alimenticia en materia seca.

Anexo 4. Proporción porcentual de consumo de alimento concentrado y forraje tal como ofrecido, en función a bloques, fases y periodo total.

BLOQUES				
	Primer piso	segundo piso	CV	P
Fase de crecimiento (29 a 59 días de edad)				
Ración concentrada	18 ^b	17 ^a	22,09	0,902
Pasto King Grass	82	83	4,62	0,902
TOTAL	100,00	100,00		
Fase de crecimiento (60 a 74 días de edad)				
Ración concentrada	14	12	29,15	0,187
Pasto King Grass	86	88	4,39	0,187
TOTAL	100,00	100,00		
Fase total (29 a 74 días de edad)				
Ración concentrada	15	15	22,33	0,707
Pasto King Grass	85	85	3,95	0,707
TOTAL	100,00	100,00		

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

Anexo 5. Peso vivo (PV), Peso de carcasa (PC), en kg y Rendimiento de carcasa (%), Peso del hígado (PH), Peso relativo del hígado (PRH), Peso del páncreas (PP) y Peso relativo del páncreas (PRP) en g.

BLOQUE	P.V	P.C	R.C	P.H	P.R.H	P.P	P.R.P
B1	740,63	477,50	64,44	20,88	2,82	2,38	0,32
B2	788,00	527,00	66,84	23,17	2,94	2,49	0,53
CV			6,62	14,82	12,43	24,63	97,17
P			0,536	0,260	0,282	0,826	0,532

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); BLOQUE: B1: primer piso; B2: segundo piso.

Anexo 6. Beneficio neto y mérito económico en función a bloques

BLOQUE	BNC ¹	MEC ²	BNA ³	MEA ⁴	BNT ⁵	MET ⁶
B1	0,38	7,52	-0,41 ^b	-17,72	0,05 ^b	0,75 ^b
B2	0,69	13,11	0,25 ^a	7,86	1,44 ^a	20,26 ^a
CV	10,91	11,15	17,88	22,56	12,36	14,23
P	0,7876	0,8152	0,012	0,088	0,0029	0,0033

ab: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); Bloque: B1: primer piso; B2 segundo piso; ¹: BNC: beneficio neto crecimiento; ²: MEC: mérito económico crecimiento; ³: BNA: beneficio neto acabado; ⁴: MEA: mérito económico acabado; ⁵: BNT: beneficio neto total; ⁶: MET: mérito económico total.

Anexo 7. Pesos de los 29, 60, 74 días de cuyes machos mejorados de la línea Perú

Repeticiones	Tratamiento 0%			Tratamiento 10%			Tratamiento 20%			Tratamiento 30%			Tratamiento 40%		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	2	P3
1	340	664	819	348	592	683	366	603	742	368	627	691	375	594	677
2	402	736	843	380	695	776	396	612	707	392	654	776	399	626	734
3	411	714	828	417	735	807	402	677	677	405	549	610	411	608	668
4	430	732	816	436	767	513	439	696	739	424	619	695	427	587	680
5	444	831	996	445	771	899	447	564	594	450	626	707	440	644	719
6	462	842	960	462	774	916	478	790	905	480	687	775	484	662	780
7	562	960	1061	484	841	928	512	832	888	541	773	848	441	765	848
Total	3051	5479	6323	2972	5175	5522	3040	4774	5252	3060	4535	5102	2977	4486	5106
Promedio	436	783	903	425	739	789	434	682	750	437	648	729	425	641	729
GDP	10,51	9,27	10,16	9,47	8,18	8,90	7,51	5,25	7,54	6,39	6,23	6,34	6,55	5,63	6,63

P: peso; P1: peso inicial; P2: peso crecimiento; P3: peso final; Tratamiento: 0% (sin inclusion de harina extrusada de granos de canavalia); 10% (sin inclusion de harina extrusada de granos de canavalia); 20% (sin inclusion de harina extrusada de granos de canavalia); 30% (sin inclusion de harina extrusada de granos de canavalia); 40% (sin inclusion de harina extrusada de granos de canavalia); GDP: Ganancia diaria de peso.

Anexo 8. Consumo de alimento concentrado de los 29, 60, 74 días de cuyes machos mejorados de la línea Perú

Repetición	TRATAMIENTO 0%			TRATAMIENTO 10%			TRATAMIENTO 20%		
	PCC	PCA	PCT	PCC	PCA	PCT	PCC	PCA	PCT
1	3463,50	2749,00	6212,50	3729,50	3054,50	6784,00	3756,00	2623,00	6379,00
2	3463,50	2749,00	6212,50	3729,50	3054,50	6784,00	3756,00	2623,00	6379,00
3	3968,00	3061,00	7029,00	3828,00	2923,00	6751,00	4254,50	2865,00	7119,50
4	3968,00	3061,00	7029,00	3828,00	2923,00	6751,00	4254,50	2865,00	7119,50
5	4066,50	3037,00	7103,50	4045,00	3060,00	7105,00	4292,50	2973,00	7265,50
6	4066,50	3037,00	7103,50	4045,00	3060,00	7105,00	4292,50	2973,00	7265,50
7	4319,00	2806,00	7125,00	4187,00	2946,00	7133,00	4491,00	3321,00	7812,00
TOTAL	27315	20500,0	47815,0	27392,0	21021,0	48413,0	29097,0	20243,0	49340,0
PROMEDIO	3902	2929	6831	3913	3003	6916	4157	2892	7049
CDC	125.88	225.27	155.24	126.23	231	157.19	134.09	222.45	160.19

PCC: Peso de consumo concentrado crecimiento; PCA: peso de consumo concentrado acabado; PCT: Peso de consumo concentrado total; Tratamiento: 0% (sin inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); 10% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); 20% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); CDC: Consumo diario de concentrado.

Va...

...Viene

Anexo 8. Consumo de alimento concentrado de los 29, 60, 74 días de cuyes machos mejorados de la línea Perú

Repetición	TRATAMIENTO 30%			TRATAMIENTO 40%		
	PCC	PCA	PCT	PCC	PCA	PCT
1	4146,00	2974,00	7120,00	4077,50	2959,00	7036,50
2	4146,00	2974,00	7120,00	3137,50	1962,33	3137,50
3	4241,00	2740,50	6981,50	4106,00	2928,00	7034,00
4	4241,00	2740,50	6981,50	4106,00	2928,00	7034,00
5	3882,50	2881,00	6763,50	4568,50	3414,00	7982,50
6	3882,50	2881,00	6763,50	4568,50	3414,00	7982,50
7	4134,00	2927,00	7061,00	4418,00	3251	7669,00
TOTAL	28673,0	20118,0	48791,0	28982,0	20856,3	47876,0
PROMEDIO	4096	2874	6970	4140	2979	6839
CDC	132	221	158	138	242	169

PCC: Peso de consumo concentrado crecimiento; PCA: peso de consumo concentrado acabado; PCT: Peso de consumo concentrado total; Tratamiento: 30% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); 40% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); CDC: Consumo diario de concentrado.

Anexo 9. Consumo de forraje de los 29, 60, 74 días de cuyes machos mejorados de la línea Perú

Repetición	TRATAMIENTO 0%			TRATAMIENTO 10%			TRATAMIENTO 20%		
	PCFA	PCFA	PCFT	PCFC	PCFA	PCFT	PCFC	PCFA	PCFT
1	1054	445,50	1499,00	853,00	360,00	1213,00	733,50	388,00	1121,50
2	1120	596,50	1716,00	780,00	520,00	1300,00	826,50	431,00	1257,50
3	1092,50	548,50	1641,00	850,50	356,50	1207,00	670,50	426,00	1096,50
4	950,50	486,50	1437,00	479,50	369,50	849,00	888,50	464,00	1352,50
5	1062,00	695,00	1757,00	823,00	484,00	1307,00	819,00	344,50	1163,50
6	1014,00	366,00	1380,00	1122,00	531,00	1653,00	648,00	340,50	988,50
7	1398,00	712,00	2110,00	1024,00	473,00	1497,00	1183,00	615,00	1798,00
TOTAL	7690,00	3850,00	11540,00	5932,00	3094,00	9026,00	5769,00	3009,00	8778,00
PROMEDIO	1099	550	1649	847	442	1289	824	430	1254
CDF	35	42	36	27	34	28	27	33	27

PCFC: Peso de consumo forraje crecimiento; PCFA: peso de consumo forraje acabado; PCFT: Peso de consumo forraje total; Tratamiento: 0% (sin inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); 10% (con inclusión de harina de extrusada granos de canavalia); 20% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); CDC: Consumo diario de concentrado.

Va...

Viene...

Anexo 9. Consumo de forraje de los 29, 60, 74 días de cuyes machos mejorados de la línea Perú

Repetición	TRATAMIENTO 30%			TRATAMIENTO 40%		
	PCFC	PCFA	PCFT	PCFC	PCFA	PCFT
1	604,00	265,00	869,00	645,00	367,00	1012,00
2	786,00	603,00	1389,00	535,00	296,00	535,00
3	848,00	373,5	1221,50	974,00	521,00	1495,00
4	850,00	664,50	1514,50	1052,00	553,00	1605,00
5	550,00	314,50	864,50	926,50	398,00	1324,50
6	816,00	404,50	1220,50	576,50	267,00	843,50
7	903,00	651,00	1554,00	522,00	441,00	963,00
TOTAL	5357,00	3276,00	8633,00	5231,00	2843,00	7778,00
PROMEDIO	765	468	1233	747	406	1111
CDF	24,69	36,00	25,50	24,11	31,24	24,74

PCFC: Peso de consumo forraje crecimiento; PCFA: peso de consumo forraje acabado; PCFT: Peso de consumo forraje total; Tratamiento: 30% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); 40% (con inclusión de harina extrusada de granos de canavalia); CDC: Consumo diario de concentrado.

Anexo 10. Análisis de varianza de la variable dependiente ganancia diaria de peso en fases de crecimiento, acabado y periodo total.

Ganancia diaria de peso en fase de crecimiento (GDPC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	91,46	22,87	10,59	0,0001
BLOQUE	1	0,41	0,41	0,19	0,6680
P1*	1	6,83	6,83	3,16	0,0862
Error	28	60,48	2,16		
Total	34	161,25			

* Covariable peso inicial

Ganancia diaria de peso en fase de acabado (GDPA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	50,03	12,51	2,02	0,1196
BLOQUE	1	27,07	27,07	4,36	0,0460
P1*	1	22,80	22,80	3,67	0,0655
Error	28	173,77	6,21		
Total	34	297,67			

* Covariable peso inicial

Ganancia diaria de pesto en el periodo total (GDPT)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	66,11	16,53	18,65	0,0001
BLOQUE	1	11,64	11,64	13,13	0,0011
P1*	1	9,19	9,19	10,37	0,0032
Error	28	24,81	0,89		
Total	34	111,76			

* Covariable peso inicial

Anexo 11. Análisis de varianza de la variable dependiente consumo diario de alimento concentrado en fases de crecimiento, acabado y periodo total.

Consumo diario de alimento concentrado en fase de crecimiento (CDACC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	582,50	145,62	4,75	0,0047
BLOQUE	1	25,37	25,37	0,83	0,3708
P1*	1	77,03	77,03	2,51	0,1242
Error	28	858,69	30,67		
Total	34	1608,21			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de alimento concentrado en fase de acabado (CDACA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	201,41	50,35	0,72	0,5827
BLOQUE	1	183,88	183,88	2,65	0,1151
P1*	1	898,47	898,47	12,92	0,0012
Error	28	1946,51	69,52		
Total	34	4092,63			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de alimento concentrado en periodo total (CDACT)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	609,56	152,39	4,74	0,0048
BLOQUE	1	29,07	29,08	0,90	0,3499
P1*	1	81,56	81,56	2,53	0,1226
Error	28	901,04	32,18		
Total	34	1691,12			

* Covariable peso inicial

Anexo 12. Análisis de varianza de la variable dependiente consumo diario de forraje en fases de crecimiento, acabado y periodo total.

Consumo diario de forraje en fase de crecimiento (CDFC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	661,01	165,25	4,96	0,0038
BLOQUE	1	108,40	108,40	3,25	0,0821
P1*	1	451,23	451,23	13,54	0,0010
Error	28	933,43			
Total	34	2592,70			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de forraje en fase de acabado (CDFA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	2125,28	531,32	3,20	0,0277
BLOQUE	1	8,28	8,28	0,05	0,8249
P*	1	335,56	335,56	2,02	0,1662
Error	28	4649,81	166,06		
Total	34	7063,48			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de forraje en periodo total (CDFT)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	711,77	177,94	3,69	0,0155
BLOQUE	1	3957	39,57	0,82	0,3726
P1*	1	516,51	516,51	10,72	0,0028
Error	28	1349,23	48,19		
Total	34	2928,11			

* Covariable peso inicial

Anexo 13. Análisis de varianza de la variable dependiente consumo diario de alimento en materia fresca en fases de crecimiento, acabado y periodo total.

Consumo diario de alimento en materia fresca en fase de crecimiento (CDAMFC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	230,98	57,74	0,57	0,6870
BLOQUE	1	518,74	518,74	5,11	0,0317
P1*	1	877,12	877,12	8,65	0,0065
Error	28	2839,65	101,41		
Total	34	5461,88			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de alimento en materia fresca en fase de acabado (CDAMFA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	2903,56	725,89	5,25	0,0028
BLOQUE	1	38,29	38,29	0,28	0,6030
P1*	1	552,82	552,82	3,99	0,0554
Error	28	3875,07	138,39		
Total	34	7394,02			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de alimento en materia fresca en el periodo total (CDAMFT)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	484,47	121,12	1,73	0,1716
BLOQUE	1	104,59	104,59	1,49	0,2319
P1*	1	1013,65	1013,65	14,47	0,0007
Error	28	1961,16	70,04		
Total	34	4166,94			

* Covariable peso inicial

Anexo 14. Análisis de varianza de la variable dependiente consumo diario de alimento en materia seca en fases de crecimiento, acabado y periodo total.

Consumo diario de alimento en materia seca en fase de crecimiento (CDAMSC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	216,58	52,15	3,17	0,0288
BLOQUE	1	91,92	91,92	5,38	0,0279
P1*	1	168,78	168,78	9,88	0,0039
Error	28	478,38	17,09		
Total	34	1120,36			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de alimento en materia seca en fase acabado (CDAMSA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	205,42	51,35	0,90	0,4773
BLOQUE	1	110,49	110,49	1,94	0,1751
P1*	1	229,64	229,64	4,02	0,0546
Error	28	1597,99	57,07		
Total	34	2365,05			

* Covariable peso inicial

Consumo diario de alimento en materia seca en periodo total (CDAMST)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	194,36	48,59	1,46	0,2408
BLOQUE	1	68,80	68,80	2,07	0,1616
P1*	1	434,76	434,76	13,07	0,0012
Error	28	931,74	33,27		
Total	34	1930,27			

* Covariable peso inicial

Anexo 15. Análisis de varianza de la variable dependiente conversión alimenticia en materia fresca en fases de crecimiento, acabado y periodo total.

Conversión alimenticia en materia fresca en fase de crecimiento (CAMFC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	660,85	165,21	28,03	0,0001
BLOQUE	1	36,46	36,46	6,19	0,0191
P1*	1	1,98	1,98	0,34	0,5672
Error	28	165,00	5,89		
Total	34	959,42			

* Covariable peso inicial

Conversión alimenticia en materia fresca en fase de acabado (CAMFA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	715,96	178,99	3,24	0,0265
BLOQUE	1	436,74	436,74	7,90	0,0089
P1*	1	24,32	24,32	0,44	0,5126
Error	28	1548,07	55,29		
Total	34	3007,43			

* Covariable peso inicial

Conversión alimenticia en materia fresca en periodo total (CAMFT)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	602,91	150,73	12,75	0,0001
BLOQUE	1	225,44	225,44	19,07	0,0002
P1*	1	39,28	39,28	3,32	0,0790
Error	28	331,01	11,82		
Total	34	1256,19			

* Covariable peso inicial

Anexo 16. Análisis de varianza de la variable dependiente conversión alimenticia en materia fresca en fase de crecimiento, acabado y periodo total.

Conversión alimenticia en materia seca en fase de crecimiento (CAMSC)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	2,35	0,59	2,32	0,0813
BLOQUE	1	0,41	0,41	1,61	0,2152
P1*	1	1,97	1,97	7,75	0,0095
Error	28	7,09	0,25		
Total	34	13,31			

* Covariable peso inicial

Conversión alimenticia en materia seca en fase de acabado (CAMSA)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	1,44	0,36	0,90	0,4776
BLOQUE	1	0,78	0,78	1,94	0,1749
P1*	1	1,62	1,62	4,04	0,0542
Error	28	11,24	0,40		
Total	34	16,64			

* Covariable peso inicial

Conversión alimenticia en materia seca en periodo total (CAMST)

FUENTE	DF	SCM	CM	F- VALOR	Pr > F
TRAT	4	2,09	0,52	2,25	0,0895
BLOQUE	1	0,38	0,38	1,64	0,2105
P1*	1	1,96	1,96	8,42	0,0071
Error	28	6,52	0,23		
Total	34	12,39			

* Covariable peso inicial

Anexo 17. Análisis de regresión de la variable dependiente.

Ganancia diaria de peso en fase de crecimiento (GDPC)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	81,30	1,00	81,30	40,35	4,171
FALTA AJUSTE	11,10	3,00	3,70	1,84	2,922
ERROR	60,44	30,00	2,01		
TOTAL	152,84	34,00			

Ganancia diaria de peso en fase de acabado (GDPA)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	54,67	1,00	54,67	65,74	4,171
FALTA AJUSTE	12,00	3,00	4,00	0,04	2,922
ERROR	24,95	30,00	0,83		
TOTAL	91,62	34,00			

Consumo diario de alimento concentrado en fase de crecimiento (CDACC)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	469,52	1	469,52	16,35	4,171
FALTA AJUSTE	115,71	3	38,57	1,34	2,922
ERROR	861,65	30	28,72		
TOTAL	1446,88	34			

Consumo diario de alimento concentrado en periodo total (CDACT)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	495,82	1,00	495,82	16,46	4,171
FALTA AJUSTE	118,48	3,00	39,49	1,31	2,922
ERROR	903,60	30,00	30,12		
TOTAL	1517,90	34,00			

Consumo diario de forraje en fase de crecimiento (CDFC)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	604,05	1,00	604,05	18,85	4,171
FALTA AJUSTE	110,07	3,00	36,69	1,15	2,922
ERROR	961,24	30,00	32,04		
TOTAL	1675,36	34			

Consumo diario de forraje en fase de acabado (CDFA)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	2789,71	3	929,90	6,50	2,922
FALTA AJUSTE	1,93	1	1,93	0,01	4,171
ERROR	4291,35	30	143,05		
TOTAL	7082,99	34			

Consumo diario de forraje en periodo total (CDFT)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	551,6	1	551,60	12,14	4,171
FALTA AJUSTE	249,79	3	83,26	1,83	2,922
ERROR	1363,2	30	45,44		
TOTAL	2164,59	34			

Consumo diario de alimento en materia fresca en fase de acabado (CDAMFA)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	2179,18	2	1089,59	8,73	3,316
FALTA AJUSTE	583,94	2	291,97	2,34	3,316
ERROR	3743,23	30	124,77		
TOTAL	6506,35	34			

Consumo diario de alimento en materia seca en fase de crecimiento (CDAMSC)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	152,59	1	152,59	4,89	4,171
FALTA AJUSTE	91,97	3	30,66	0,98	2,922
ERROR	936,24	30	31,208		
TOTAL	1180,8	34			

Conversión alimenticia en materia fresca en fase de crecimiento (CAMFC)

FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	682,47	1	682,47	119,56	4,171
FALTA AJUSTE	20,9	3	6,97	1,22	2,922
ERROR	171,25	30	5,71		
TOTAL	874,62	34			

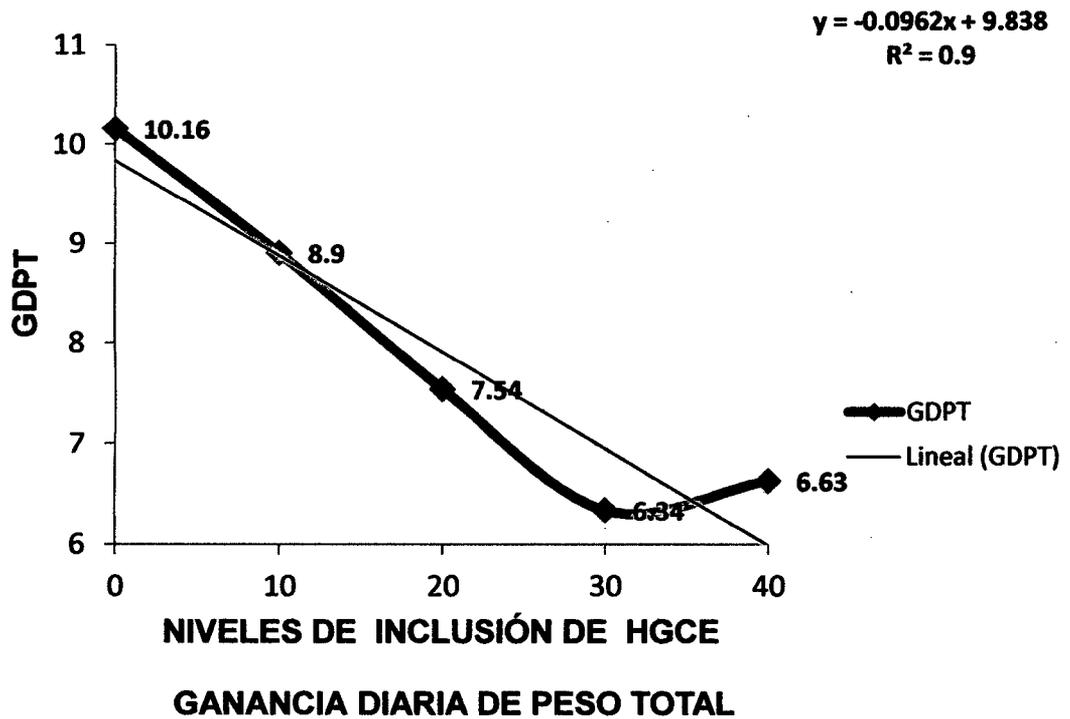
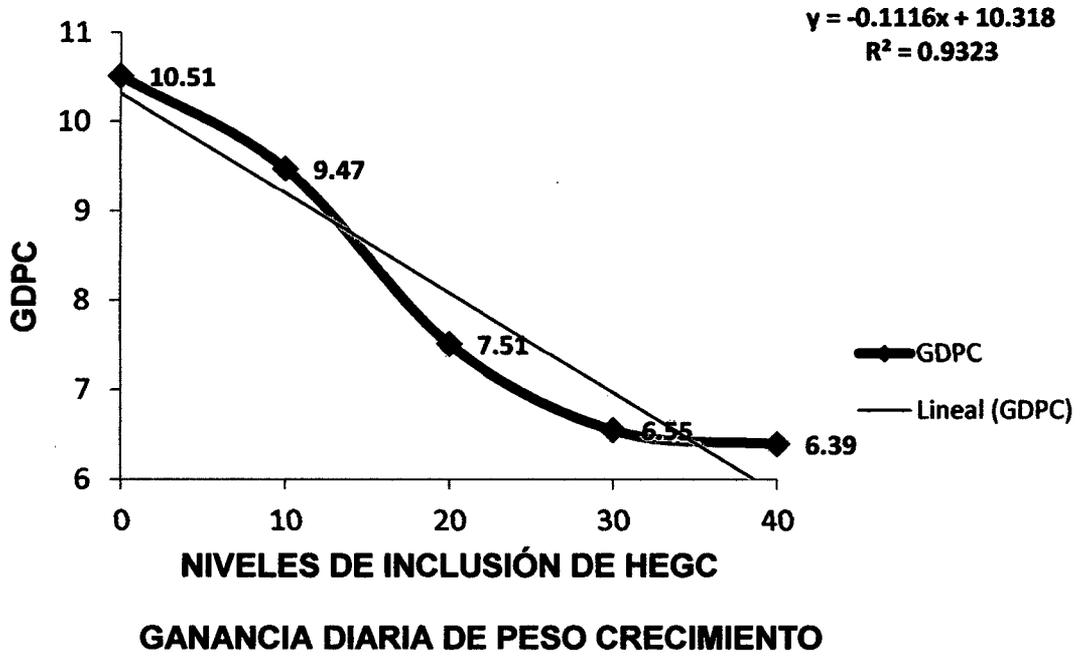
Conversión alimenticia en materia fresca en fase de acabado (CAMFA)

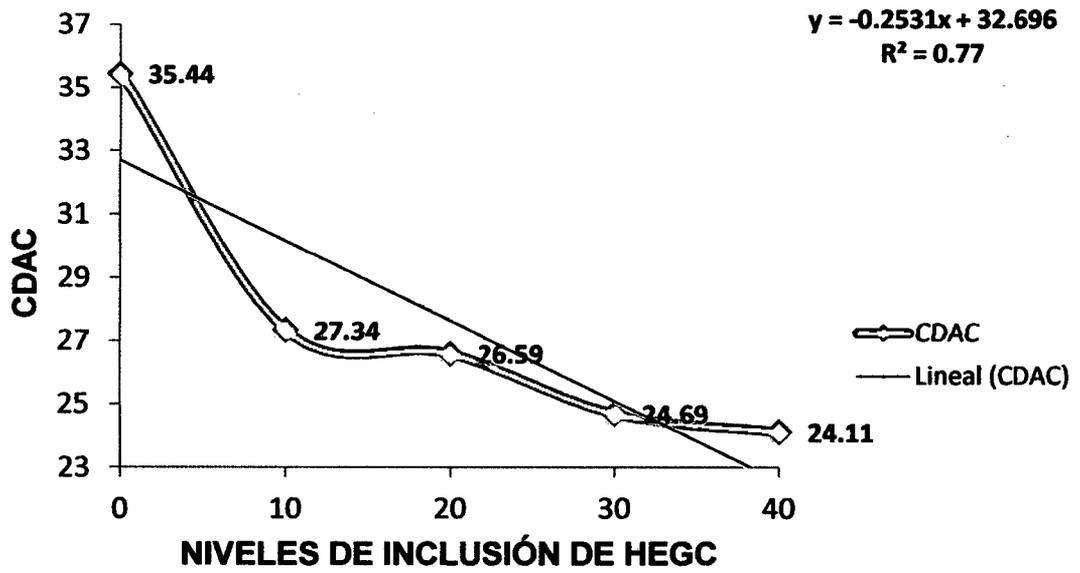
FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	1012,62	1	1012,62	4,88	4,171
FALTA AJUSTE	12,73	3	4,24	0,02	2,922
ERROR	6229,44	30	207,648		
TOTAL	7254,79	34			

Conversión alimenticia en materia fresca en fase de periodo total (CAMFT)

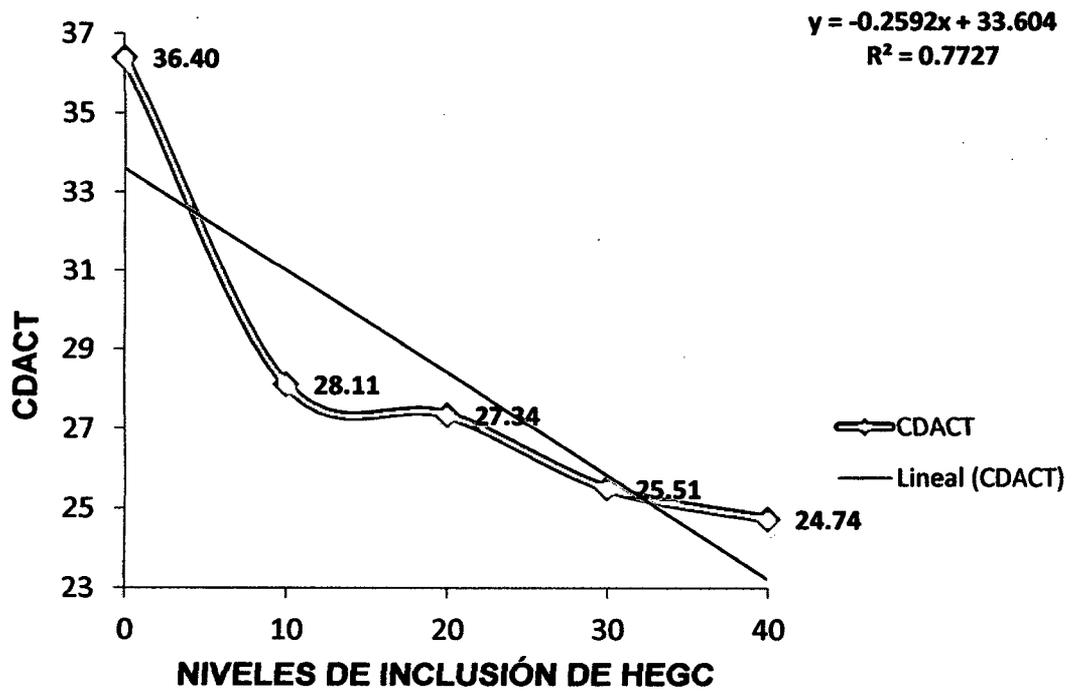
FV	SC	GL	CM	F-calculado	F-tabulado
REGRESION	571,03	1	571,03	47,83	4,171
FALTA AJUSTE	59,94	3	19,98	1,67	2,922
ERROR	358,15	30	11,94		
TOTAL	989,12	34			

Anexo 18. Figuras de las variables dependientes en función a las tendencias.

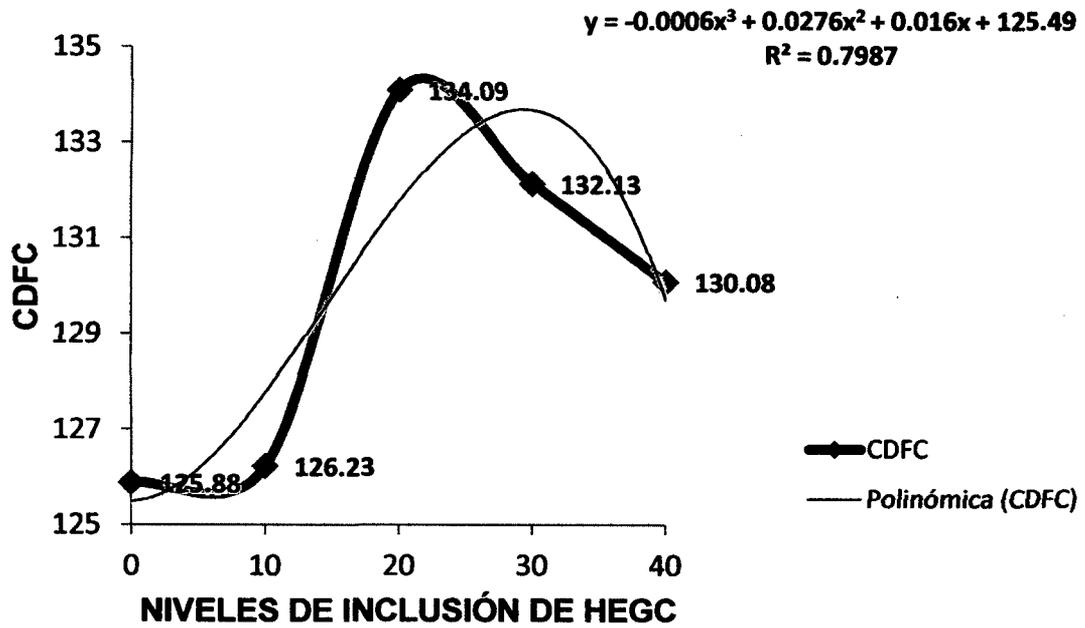




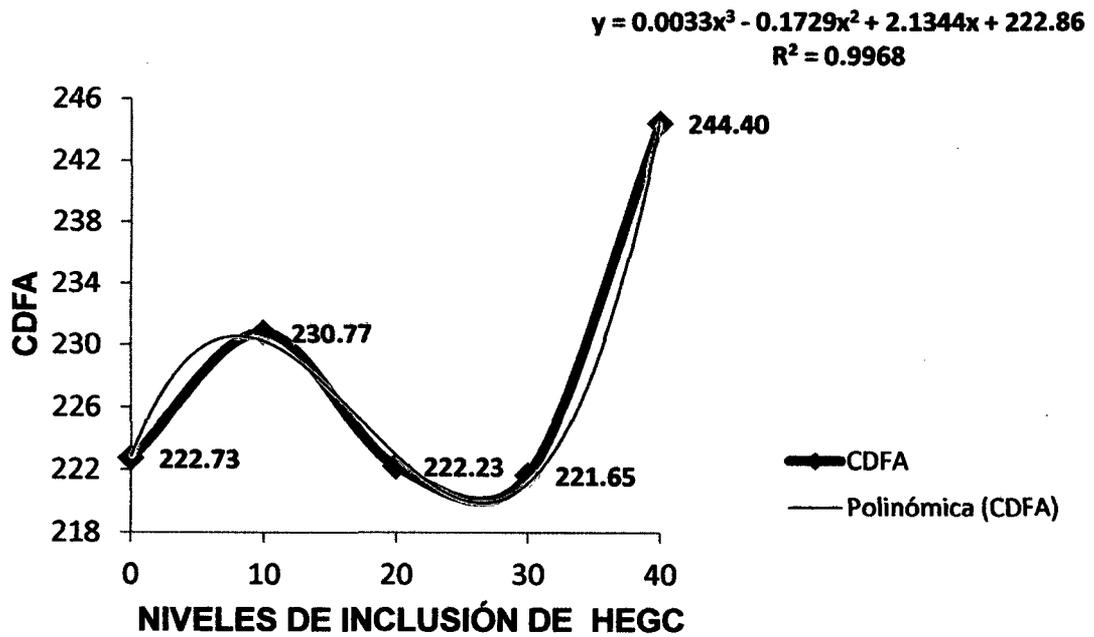
CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO CRECIMIENTO



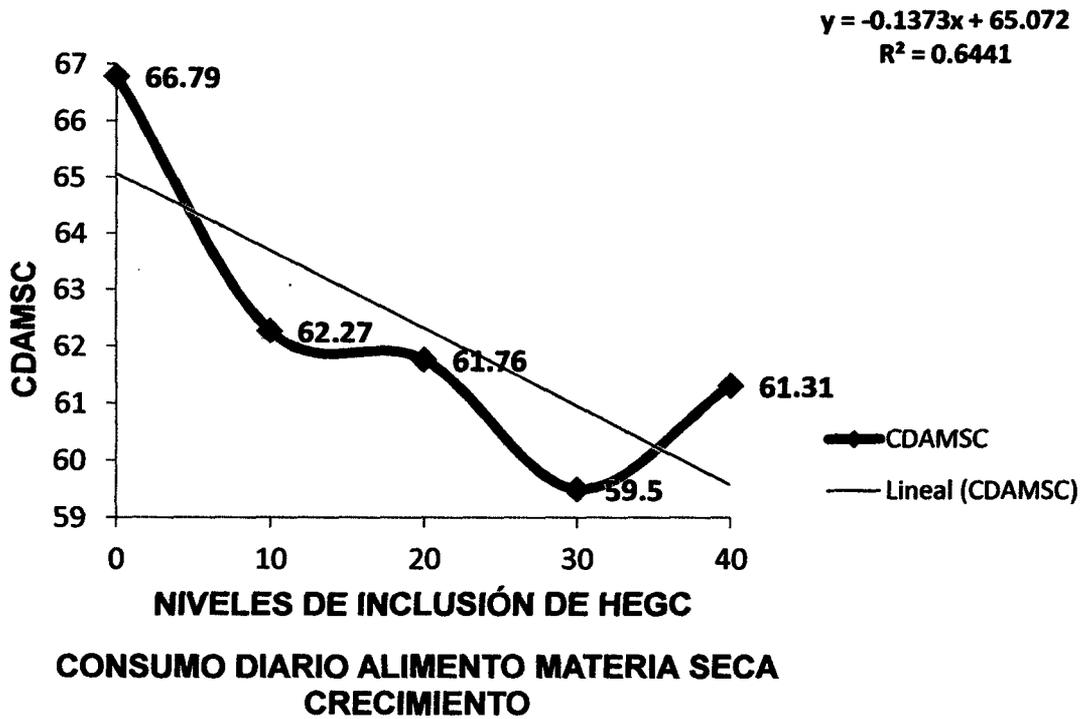
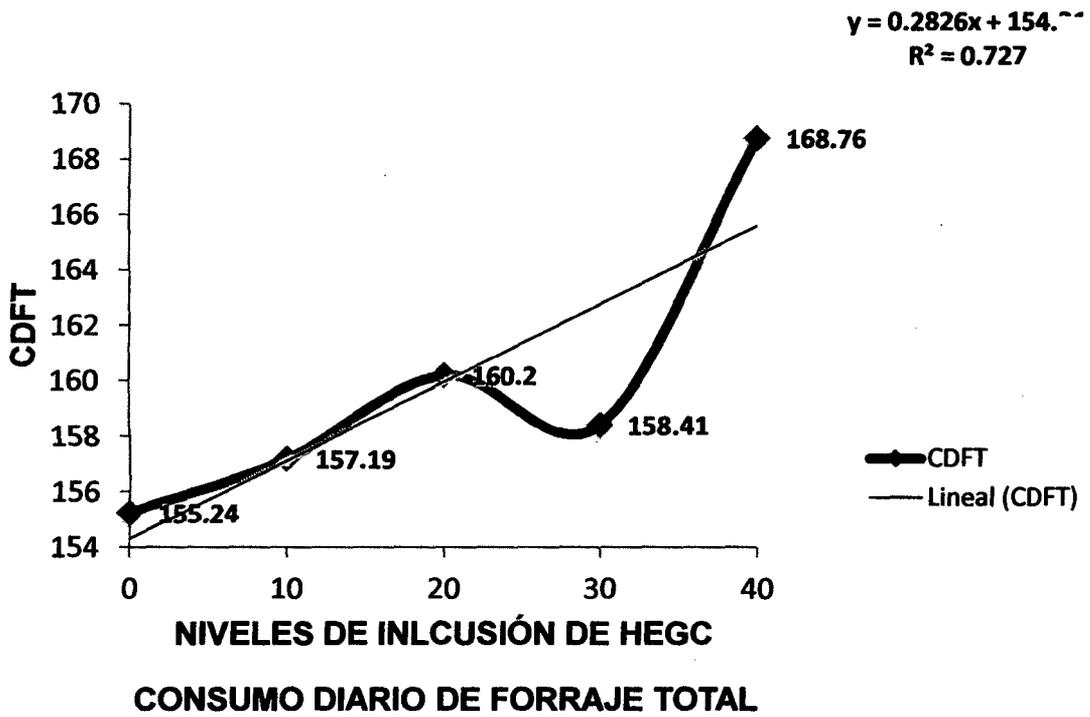
CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO CRECIMIENTO TOTAL

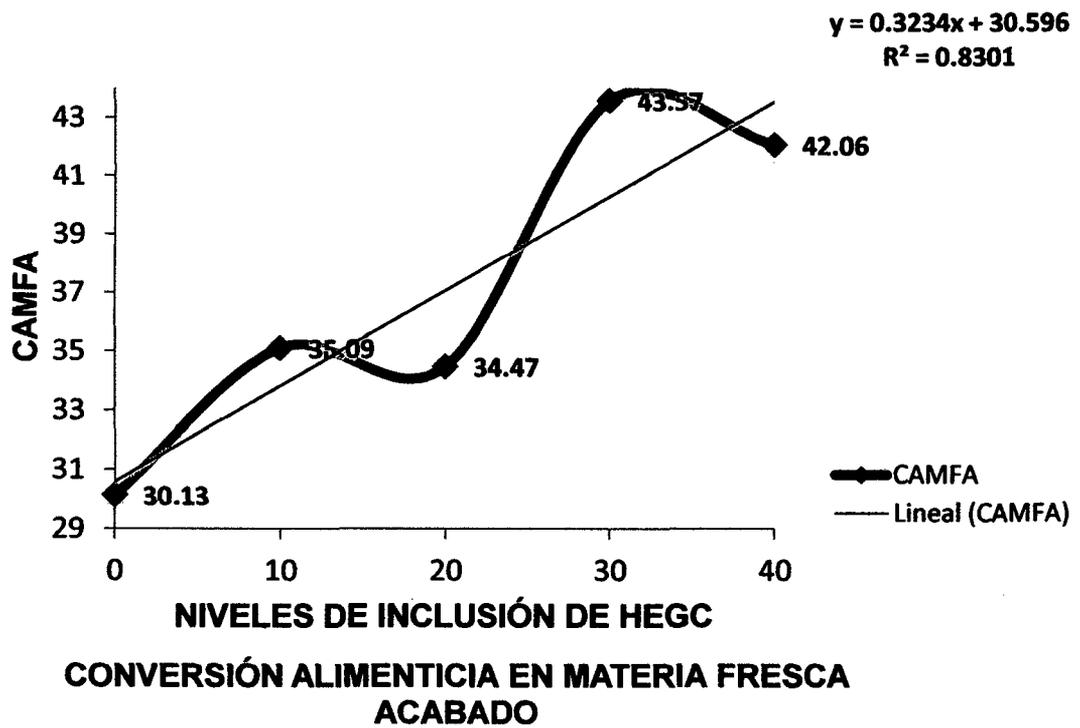
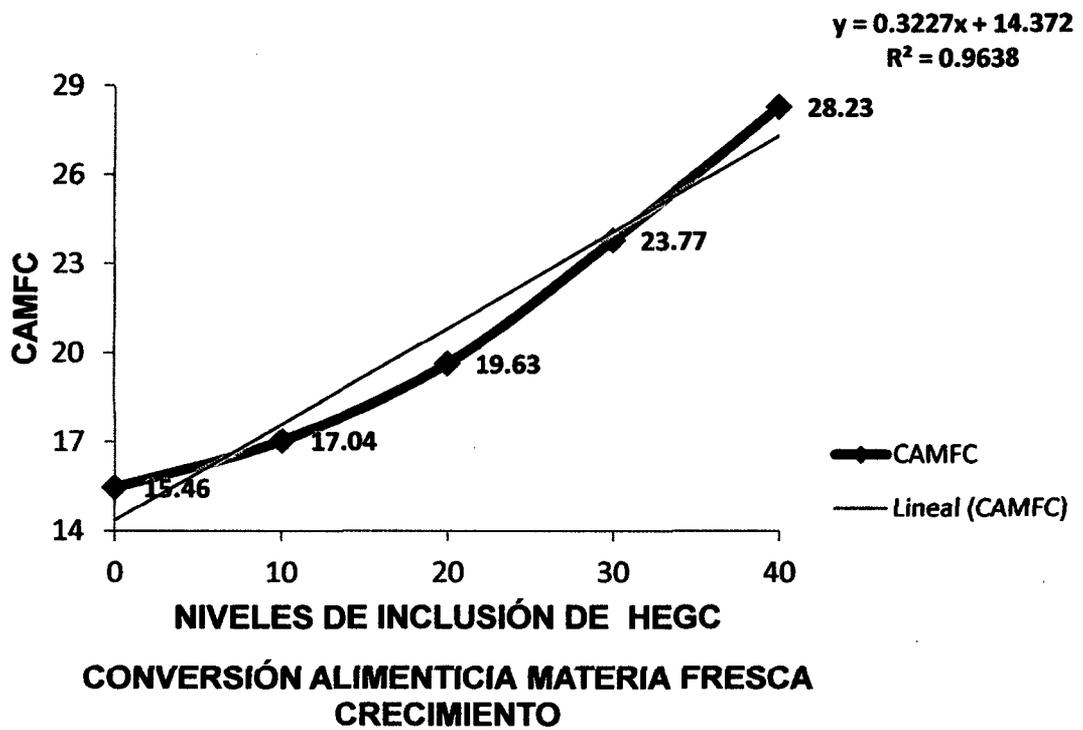


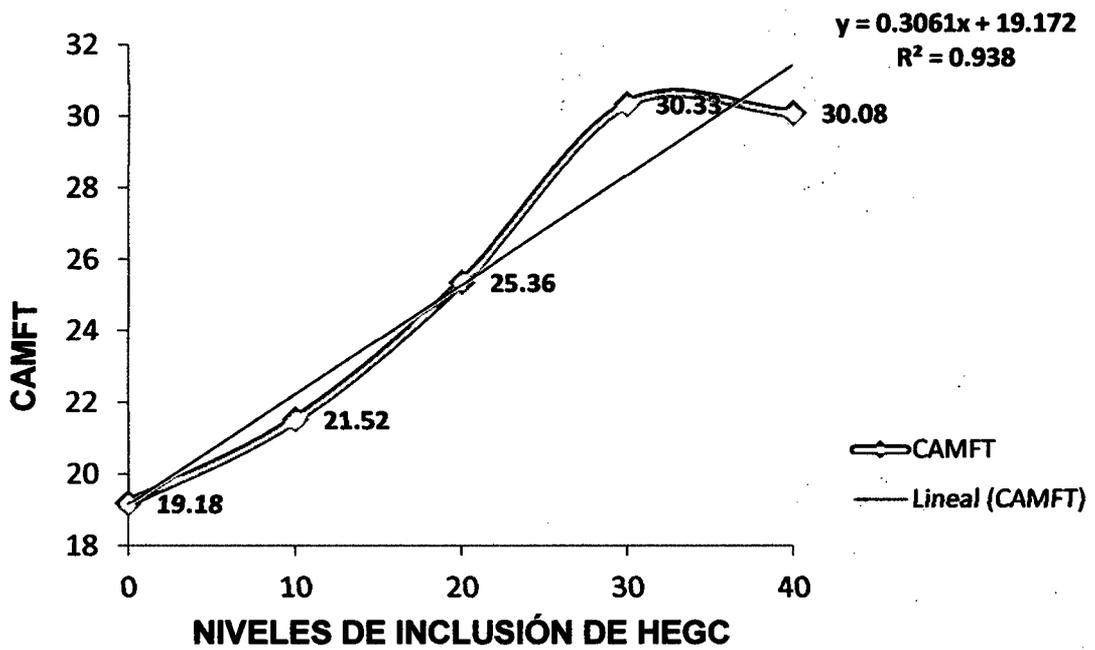
CONSUMO DIARIO DE FORRAJE CRECIMIENTO



CONSUMO DIARIO DE FORRAJE ACABADO







CONVERSIÓN ALIMENTICIA MATERIA FRESCA TOTAL

Anexo 19. Estudio económico para la fase de crecimiento (29 a 60 días)

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
Consumo de alimento					
Forraje	3902,14	3913,14	4156,71	4096,14	4140,29
Concentrado	1098,57	847,43	824,14	765,29	747,29
COSTOS VARIABLES					
Costo de forraje	0,59	0,59	0,62	0,61	0,62
Costo alimento	1,85	1,43	1,41	1,32	1,30
Costo de luz	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Costo de bebedero	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Costo de comedero	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Costo de sanidad	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Limpieza	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
COSTOS FIJOS					
Costo de alquiler	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Costo de mano de obra	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Costo de agua	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sub total costo variable	4,20	3,78	3,80	3,70	3,69
Sub total costo fijo	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Sub total	5,50	5,08	5,10	5,00	4,99
Costo /cuy	5,50	5,08	5,10	5,00	4,99
Utilidad	1,87	1,56	0,17	-0,52	-0,40
Precio de venta del cuy	7,37	6,64	5,26	4,48	4,59
Utilidad/cuy	1,87	1,56	0,17	-0,52	-0,40
BENEFICIO NETO	1,87	1,56	0,17	-0,52	-0,40
MÉRITO ECONÓMICO	33,94	31,24	3,41	-10,18	-6,43

T1: tratamiento con 0% de inclusión de HEGC; T2: tratamiento con 10% de inclusión de HEGC; T3: tratamiento con 20% de inclusión de HEGC; T4: tratamiento con 30% de inclusión de HEGC; T5: tratamiento con 40% de inclusión de HEGC.

Anexo 20. Estudio económico para la fase de acabado (61 a 74 días).

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
Consumo de alimento					
Forraje	2928,57	3003,00	2891,86	2874,00	3149,00
Concentrado	550,00	442,00	429,86	468,00	424,50
COSTOS VARIABLES					
Costo de forraje	0,44	0,45	0,43	0,43	0,47
Costo alimento	0,91	0,73	0,72	0,79	0,63
Costo de luz	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Costo de bebedero	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Costo de comedero	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Costo de sanidad	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Limpieza	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
COSTOS FIJOS					
Costo de alquiler	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Costo de mano de obra	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Costo de agua	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sub total costo variable	1,90	1,73	1,70	1,77	1,58
Sub total costo fijo	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Sub total	2,27	2,10	2,07	2,14	1,95
Costo /cuy	2,27	2,10	2,07	2,14	1,95
Utilidad	0,46	0,31	-0,52	-0,31	-0,29
Precio de venta de cuy	2,73	2,40	1,54	1,83	1,65
Utilidad/cuy	0,46	0,31	-0,52	-0,31	-0,29
BENEFICIO NETO	0,46	0,31	-0,52	-0,31	-0,29
MÉRITO ECONÓMICO	21,20	14,71	-23,76	-14,15	-20,82

T1: tratamiento con 0% de inclusión de HEGC; T2: tratamiento con 10% de inclusión de HEGC; T3: tratamiento con 20% de inclusión de HEGC; T4: tratamiento con 30% de inclusión de HEGC; T5: tratamiento con 40% de inclusión de HEGC.

Anexo 21. Estudio económico para la fase de acabado (29 a 74 días)

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
Consumo de alimento					
Forraje	3415,36	3458,07	3524,29	3485,07	3419,71
Concentrado	824,29	644,71	627,00	616,64	555,57
COSTOS VARIABLES					
Costo de forraje	0,51	0,52	0,53	0,52	0,51
Costo alimento	1,33	1,04	1,01	0,98	0,89
Costo de luz	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Costo de bebedero	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Costo de comedero	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Costo de sanidad	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Limpieza	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
COSTOS FIJOS					
Costo de alquiler	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Costo de mano de obra	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Costo de agua	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sub total costo variable	6,00	5,43	5,38	5,31	5,11
Sub total costo fijo	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
sub total	7,67	7,09	7,05	6,98	6,78
costo /cuy	7,67	7,09	7,05	6,98	6,78
utilidad	2,44	1,77	0,45	-0,67	-0,18
precio /cuy	10,11	8,86	7,50	6,31	6,59
utilidad/cuy	2,44	1,77	0,45	-0,67	-0,18
BENEFICIO NETO	2,44	1,77	0,45	-0,67	-0,18
MÉRITO ECONÓMICO	31,91	24,93	6,87	-9,39	-0,42

T1: tratamiento con 0% de inclusión de HEGC; T2: tratamiento con 10% de inclusión de HEGC; T3: tratamiento con 20% de inclusión de HEGC; T4: tratamiento con 30% de inclusión de HEGC; T5: tratamiento con 40% de inclusión de HEGC.