

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“INCLUSIÓN DE HARINA DE SEMILLA DE CANAVALIA
(*Canavalia ensiformis* L.) GERMINADA, EN LA DIETA DE
POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE ACABADO EN RUPA-
RUPA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

MEDINA ALARCON, Jorge Hoyler

TINGO MARÍA – PERÚ

JUNIO – 2016

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida, fuerza espiritual, salud y guiarme durante toda mi existencia.

A mis queridos padres, Asencio Medina Barturen y María Jesus Alarcón Alejandria, por su confianza, consejos y sacrificios en todo momento para culminar mi formación profesional.

A mis hermanos, Elder Jhony Medina Alarcón, Anderson Asencio Medina Alarcón, Barack Asencio Medina Alarcón, por su comprensión y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al cederme los medios necesarios para culminar con mis estudios universitarios el cual fue un apoyo incondicional para lograrlo.

A nuestra primera casa superior de estudios, la Universidad Nacional Agraria de la Selva en especial a la Facultad de Zootecnia.

A mis asesores Ing. Walter Alberto Paredes Orellana e Ing. Hugo Saavedra Rodríguez, quienes me guiaron y ofrecieron sus conocimientos y consejos durante la ejecución y redacción del trabajo de tesis.

A los miembros del jurado Ing. MS.c. Juan Lao Gonzáles, Dr. Rizal Robles Huaynate y Dr. Carlos Arévalo Arévalo, quienes se sacrificaron y contribuyeron en la mejora de la tesis.

Al Médico Veterinario MS.c. Teodolfo Valencia Chamba por su amistad y sus enseñanzas y a todos los docentes de la Facultad de Zootecnia.

A mis estimados amigos David Lovaton Mejia, Wenceslao Salazar Ramos y Hermilio Avalos Luna, por su amistad incondicional y apoyo en la ejecución de este trabajo de investigación.

A todos y todas aquellas personas que de una y otra manera contribuyeron para realizar y culminar este trabajo.

Quedo muy agradecido

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades de pollos parrilleros.....	4
2.1.1. Alimentación de pollos parrilleros.....	5
2.2. Características generales de la canavalia.....	6
2.2.1. Composición química de la canavalia.....	6
2.2.2. Factores antinutricionales de la canavalia.....	7
2.2.3. Tratamientos para eliminar los FANS de la canavalia.....	9
2.3. Resultados de investigaciones en pollos parrilleros.....	18
2.3.1. Respuesta productiva.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Lugar y fecha de la ejecución.....	19
3.2. Tipo de investigación.....	19
3.3. Población y muestra.....	19
3.4. Animales experimentales.....	20
3.5. Instalaciones equipos y materiales.....	20
3.6. Insumo en estudio.....	20
3.7. Dietas experimentales y alimentación.....	24
3.8. Sanidad.. ..	26
3.9. Variables independientes.....	26
3.10. Tratamientos experimentales.....	26

3.11. Ubicación de los tratamientos y repeticiones.....	27
3.12. Diseño y análisis estadístico.....	27
3.13. Variables dependientes.....	28
3.14. Datos a registrar.....	29
3.14.1. Índices productivos.....	29
3.14.2. Índices biológicos.....	30
3.14.3. Índices económicos.....	30
IV. RESULTADOS.....	32
4.1. Índices productivos.....	32
4.2. Índices biológicos.....	33
4.3. Índices económicos.....	35
V. DISCUSIÓN.....	36
5.1. Índices productivos.....	36
5.1.1. Ganancia diaria de peso.....	36
5.1.2. Consumo diario de alimento.....	38
5.1.3. Conversión alimenticia.....	40
5.2. Índices biológicos.....	42
5.2.1. Rendimiento de carcasa.....	42
5.2.2. Pesos relativos del hígado, páncreas y grasa abdominal.....	43
5.3. Índices económicos.....	46
5.3.1. Beneficio neto y mérito económico.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
VIII. ABSTRACT.....	50

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
X. ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Análisis químico proximal, energía total y minerales de harina de semillas de canavalia germinada en base seca.....	24
2. Composición porcentual de las dietas experimentales para pollos en fase de acabado.....	25
3. Promedios de peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de pollos parrilleros en función a los tratamientos.....	32
4. Promedios de peso vivo pos ayuno, peso de carcasa, rendimiento de carcasa y pesos relativos del hígado, páncreas y grasa abdominal de pollos parrilleros en fase de acabado en función a los tratamientos.....	34
5. Análisis económico en función a la inclusión de 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de semillas de canavalia germinada en dietas para pollos parrilleros en fase de acabado.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Flujograma del proceso de germinado de semillas de canavalia.....	23
2. Nivel óptimo para ganancia diaria de peso.....	33
3. Nivel óptimo para consumo diario de alimento.....	33
4. Nivel óptimo para conversión alimenticia.....	33
5. Nivel óptimo para rendimiento de carcasa.....	34
6. Nivel óptimo para peso elativo del páncreas.....	34
7. Nivel óptimo para peso relativo de la grasa abdominal.....	35

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el área de aves de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, con el objetivo de determinar el nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros en fase de acabado, para ello fueron utilizados 125 pollos parrilleros machos con 707 g de peso vivo y con 23 días de edad; las semillas de canavalia fueron germinadas, secadas y molidas y en seguida fueron adicionadas en dietas, formándose cinco tratamientos: T1, T2, T3, T4 y T5, sin inclusión y con inclusiones de 5, 10, 15 y 20% de harina de semillas de canavalia germinada, respectivamente. Los animales fueron distribuidos en cinco tratamientos, cinco repeticiones y cada repetición con cinco pollos y las variables fueron evaluadas mediante el análisis de regresión y para determinar el nivel óptimo de inclusión, las ecuaciones cuadráticas se sometieron a la primera derivada. Los resultados indican que la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia tuvieron ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática, indicando que el nivel óptimo en promedio fue de 2.11%; asimismo, se observó que el rendimiento de carcasa presentó ($p < 0.05$) una tendencia lineal negativa y económicamente, se observa que a mayor inclusión de harina de semillas de canavalia germinada existe menor utilidad. Se concluye que el nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada en dietas para pollos parrilleros machos en fase de acabado es de 2.11%.

Palabras clave: Análisis de regresión, Consumo de alimento, Evaluación económica, Nivel óptimo de inclusión, Rendimiento de carcasa.

I. INTRODUCCIÓN

La producción avícola es líder en la industria pecuaria, caracterizada por proveer proteína animal de alta calidad a bajo costo, así como el uso eficiente de los nutrientes del alimento para convertirlos en carne; pero, la alimentación es el rubro con mayor gasto dentro de la estructura de los costos de producción de pollos parrilleros, pues representa de un 60 a 70% del total de los costos en la producción avícola, por ello, se debe tener especial cuidado en la planificación de los programas de alimentación, especialmente en la formulación de dietas balanceadas de calidad y a bajos costos.

En los últimos años ocurrieron modificaciones en el mercado internacional y debido a ello, se incrementó el precio del maíz y de la torta de soja; teniendo una alta demanda por su amplio uso, tanto en la producción de biocombustibles, alimentación humana y animal. Asimismo, debido al alto costo de la soya; se ha visto la necesidad de adoptar nuevos productos con alto contenido proteico en la elaboración de dietas, así tenemos, en nuestra región Amazónica, gran variedad de insumos no tradicionales para la alimentación animal, uno de ellos es la canavalia (*Canavalia ensiformis*), la cual se caracteriza por contener un nivel alto de proteína y un potencial insumo presente en la dieta de los pollos parrilleros.

A pesar de las bondades y la interesante composición nutricional de estas semillas, su uso en la alimentación animal se ha visto limitado por su contenido de factores antinutricionales, hecho que ha obligado evaluar nuevos procesos, que permitan la inhibición de estos FANS en las semillas, mediante métodos hidrotérmicos como germinación, con la finalidad de eliminar o reducir los FANS y conseguir aumentar la inclusión y la digestibilidad.

En estudios realizados se observan que el proceso de germinación destruye hasta un 25% de canavalina, cuando es sometido a cambios físicos químicos que sufre la semilla en el proceso de formación de un nuevo ser vivo además, el proceso de germinación mejora la digestibilidad, se incrementa el contenido de aminoácidos y mejora el valor nutricional, por lo tanto, si se consigue disminuir eficientemente los factores FANS de la canavalia y se demuestra su viabilidad, será una alternativa bioeconómica para la alimentación de aves.

Por consiguiente, en este trabajo de investigación nos planteamos el siguiente problema: ¿Cuál es el nivel óptimo de la inclusión de la harina de semillas de canavalia germinado en dietas de pollos parrilleros en fase de acabado, en Rupa Rupa?, para ello, planteamos la siguiente hipótesis: Según las recientes investigaciones, planteo que la inclusión de 10 % de harina de granos de canavalia germinado en dietas para pollos parrilleros en fase de acabado reporta mejores índices bioeconómicos.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de

semillas de canavalia germinado, en dietas de pollos parrilleros en la fase de acabado sobre los índices bioeconómicos.

Objetivos específicos

- Determinar el nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros en fase de acabado.
- Determinar el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, de pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia germinada.
- Evaluar el rendimiento de carcasa y pesos relativos del hígado, páncreas y grasa abdominal de pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia germinada.
- Evaluar el beneficio neto y mérito económico de pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia germinada.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de los pollos parrilleros

ROSS (2009) manifiesta que el objetivo en el manejo del pollo parrilleros es alcanzar el rendimiento de la parvada en lo que se refiere a peso vivo, conversión alimenticia, uniformidad y rendimiento en carne. La producción de estas aves es un proceso en secuencia y su rendimiento depende del éxito al completar cada paso. El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo parrillero y con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las dietas para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía, proteína, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales.

COBB VANTRESS (2012), refiere que los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves (agua, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales) deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y del tejido muscular, asimismo, la calidad de ingredientes, forma del alimento e higiene. Si los ingredientes crudos o los procesos de molienda se deterioran o si hay un desbalance nutricional en el alimento, el rendimiento de las aves puede disminuir, estas pautas deben ajustarse tanto como sea necesario para los productores de aves.

2.1.1. Alimentación de pollos parrilleros

ROSS (1998) indica que el alimento es el rubro más importante del costo total de producción, por lo tanto, se deben hacer todos los esfuerzos posibles para que el alimento sea de buena calidad y los ingredientes se mezclen en forma apropiada. La respuesta en crecimiento al incremento de proteína con relación a la energía, es mayor en el macho que en las hembras; además que las dietas se deben suministrar las dos primeras semanas en forma de harina y en forma granular (pellets) para la fase de crecimiento y acabado.

COBB VANTRESS (2008) indica que las dietas para pollos parrilleros están formuladas para proveer energía y nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y producción. Los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, amino ácidos, energía, vitaminas y minerales, estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular; asimismo, la calidad de ingredientes, presentación física del alimento e higiene afectan la función de estos nutrientes básicos. Si los ingredientes están crudos en los procesos de molienda se deterioran o si hay un desbalance nutricional en el alimento, el rendimiento de las aves puede disminuir debido a que los pollos parrilleros son exigentes en calidad y cantidad de nutrientes.

ARÉVALO (2004) menciona que en los últimos años los nutricionistas han prestado más atención a aspectos de alimentación durante las últimas semanas de la vida del pollo parrillero, es lógico que esta fase ha

sido de mayor interés, como las estirpes acumulan gran porcentaje de su tejido muscular durante este tiempo, la nutrición proteica es de suma importancia, como el volumen de consumo es mayor durante este periodo, cualquier forma de reducir el costo de alimento será de gran importancia; sin embargo, no cabe duda que el aspecto de mayor interés en la alimentación del pollo parrillero es más bien en la primera semana.

2.2. Características generales de la canavalia (*Canavalia ensiformes* L.)

POLO Y MEDINA (2008), señalan que la canavalia puede formar guías, presentan hojas verdes oscuras brillantes, las flores son de color morado, las vainas son largas, planas grandes y duras, cada vaina tiene de ocho a veinte semillas grandes de color blanco. La planta tiene raíz profunda y resistente a la sequía. También, MORA et al. (1982), reporta que es una planta de crecimiento rápido con alta producción de forraje y semillas con un buen contenido proteico.

2.2.1. Composición química de la canavalia

Según CARLINI Y UDEDIBIE (1998), reportan que la semilla puede contener hasta 32% de proteína total y su producción puede ser tan alta como 4600 kg/ha. 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 proteica. También, LEÓN (1999), manifiesta que la composición química de la semilla de canavalia en base seca es muy atractiva pues 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 (EM) para aves que oscila entre las 2500 y 3000 kcal/kg en función del tratamiento a que se someta.

Todavía, VAN DER POEL (1990), indica que los granos de leguminosas son generalmente deficientes en aminoácidos azufrados (metionina y cistina) y en triptófano, siendo ricas en lisina. Además, VARGAS y MICHELANGELI (1994) lo catalogaron a la canavalia como un grano rico en lisina, treonina y arginina, pobre en aminoácidos azufrados y triptófano, así como contenido del aminoácido tóxico canavalina en altas concentraciones (11.5 g/100 g de aminoácidos).

2.2.2. Factores anti nutricionales de la canavalia

El principal aminoácido no proteico de la canavalia es la canavanina, LEÓN *et al.* (1991) 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. Según GÓMEZ (2007) menciona que normalmente las leguminosas son excelentes fuentes de proteína con un alto contenido en lisina, pobres en aminoácidos azufrados y con factores anti nutricionales; con ello, el valor nutritivo de ciertas leguminosas, es mucho menor del que se podría esperar en relación con su composición química. La presencia de factores anti nutricionales reduce la disponibilidad biológica y la digestibilidad de uno o más nutrientes (GIRALDO, 1998).

La presencia de factores anti nutricionales endógenos en los alimentos vegetales se considera el principal factor que limita su utilización en grandes proporciones en los piensos compuestos para animales. Si bien la

toxicidad de cada uno de estos factores para los animales puede variar, una gran parte de ellos puede destruirse o desactivarse mediante tratamiento térmico (GALLEGOS *et al.*, 2004).

Asimismo, MORA *et al.* (1982), señalan que entre los compuestos químicos identificados que pueden actuar como factores anti nutricionales se encuentran: la canavanina, la concanavalina A, la canalina y la ureasa. La concanavalina A y la ureasa requieren un tratamiento con calor para ser eliminadas; mientras que la canavanina se destruye con tratamientos húmedos que provoquen acción enzimática (RISSO *et al.*, 1983). Según LEÓN (1991), reporta que en la harina de grano de canavalia cruda, el contenido de canavanina varió de 2.70 a 3.00 %, la ureasa de 2.43 a 2.54 % y la proteína soluble de 8.00 a 9.25 % en base seca, dependiendo de la variedad evaluada.

En una descripción detallada de los cuatro tóxicos identificados en esta planta, ESCOBAR *et al.* (1984) señalan que la concanavalina A posee alta solubilidad en soluciones salinas débiles y que es una proteína termolábil (calor húmedo); la canavanina y la canalina son altamente solubles en medio acuoso y estable a la acción del calor; mientras que la ureasa no afecta a los animales. También CAMPOS (1994) menciona, que los efectos negativos de muchos de estos factores anti nutricionales pueden ser reducidos por procesamientos tecnológicos de los cuales, el tostado ha sido el tratamiento térmico más utilizado.

Canavanina es un aminoácido no proteico presente en forma libre, ha sido aislado en aproximadamente 1200 plantas leguminosas donde es

a menudo el principal aminoácido libre (BELL *et al.*, 1978). También, 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 las 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 responsables conjuntamente con la Con A del bajo valor nutricional de las semillas crudos de la canavalia en aves (MICHELANGELI, 1990).

De acuerdo a su composición química y valor energético, la canavalia parece apropiada para su utilización en la alimentación de aves y cerdos; sin embargo, el consumo de canavalia cruda aun en niveles inferiores a un 10% de la dieta, causa una severa disminución en ganancia de peso y en la conversión alimenticia en relación al testigo en aves (CARABALLO *et al.*, 1977, MONTILLA *et al.*, 1981) y en cerdos (RISSO, 1984). Efectos negativos han sido atribuidos a la presencia de la lectina concanavalina A y del aminoácido no proteico canavanina, indicando que ellos limitan la utilización de canavalia cruda en las dietas, haciéndose necesario el procesamiento de los granos para poder incluirlos a niveles más altos en las raciones (LEÓN *et al.*, 1991).

2.2.3. Tratamientos para eliminar los FANS de la canavalia

La aceptabilidad de las leguminosas está influenciada por varios factores que incluyen el desarrollo de nuevas técnicas y metodologías

para la manufactura, poscosecha, procesamiento, preservación y vida útil de los alimentos (SENORANS *et al.*, 2003). La inactivación o remoción de los componentes indeseables es necesaria para mejorar la calidad nutricional y la aceptabilidad organoléptica de las leguminosas y para ayudar a utilizarlas de forma efectiva en el consumo humano y animal. En varios casos, la utilización de un solo método no es efectiva para la remoción deseada de los factores antinutricionales, y se requiere de la combinación de dos o más procesos (JOSEPH Y DIKSHIT, 1993 y MARTIN Y ESTEBAN, 1995).

CARMONA *et al.* (1993) mencionan, que los tratamientos utilizados frecuentemente para eliminar los FAN son el remojo, la germinación, la cocción, el calentado en autoclave y el tostado; las cuales muestran efectos sobre los factores antinutricionales de la canavalia, los inhibidores de amilasa son lábiles ante todos los tratamientos, la concaavalina 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 muy 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 ordinaria disminuyó en un 50% su concentración.

Autoclavado.- VIERMA Y MONTILLA (1984), estudiaron el efecto de la extracción alcohólica y el auto clavado en la harina de granos, donde observaron que la canavanina se redujo parcialmente con los tratamientos; mientras que la concaavalina A fue afectada parcialmente por el auto clavado y desapareció totalmente al someterla a ambos tratamientos. Dichos autores sugieren la extracción alcohólica y el auto clavado, pues neutralizan en alto grado los efectos anti nutricionales.

REINA *et al.* (1989) ensayaron diferentes tratamientos, donde observaron que el auto clavado (121°C, 15 lb presión, 60 minutos) resultó eficaz para disminuir la concentración de canavanina y concaavalina en alrededor del 46 y 97% respectivamente. Existen varios métodos de procesamiento tecnológico han sido utilizados para eliminar o inactivar las sustancias tóxicas de las leguminosas y para alterar la estructura del almidón, con la finalidad de mejorar el acceso de los gránulos al ataque enzimático y mejorar así la utilización de los nutrientes, pero ninguno ha sido completamente efectivo cuando niveles altos (20 a 30%) de canavalia tratada han sido incorporados a la dieta (BELMAR Y MORRIS, 1994).

Tostado.- El tostado desactiva los inhibidores de tripsina en *Cicer arietinum* debido a que este tratamiento térmico cambia la configuración de las proteínas de estos antinutrientes afectando su actividad (MÁRQUEZ *et al.*, 1998). Se ha observado la reducción de L-Dopa en *Mucuna pruriens* (16 a 34%) debido posiblemente a la oxidación parcial o racemización de este compuesto (GURUMOORTHI *et al.*, 2008). Estudios previos han demostrado

que granos de canavalia tostados, pueden contribuir a cubrir las necesidades dietéticas de energía y proteína de pollos de engorde (BRESANI, 1987); sin embargo, CAMPOS (1994) reportó que el tostado reduce el contenido de lisina reactiva en comparación con granos crudos en aproximadamente 10 a 40 %.

NAVARRO (2014) estudió los efectos bioeconómicos del uso de diferentes niveles de canavalia tostada en la alimentación de pollos parrilleros machos en fase de acabado de 21 a 35 días de edad y determinó que la inclusión óptima de canavalia tostada en la ración de pollos es de 1.7%; asimismo, indica que a mayor inclusión de harina de canavalia tostada en la ración de pollos en fase de acabado ocasiona mayor peso del hígado y páncreas. Asimismo, ARÉVALO (2014) investigó el uso de la canavalia en la alimentación de pollos y concluye que el uso de 10% de granos tostados de canavalia ofreció mayor incremento de peso y mejor índice de conversión alimenticia. Al igual que muchas otras leguminosas forrajeras, la canavalia, contiene algunos componentes en los granos y los tejidos que pueden tener efecto deletéreo sobre la respuesta productiva de los animales que la consumen, en especial en los monogástricos, por lo que se considera como una planta tóxica (ESCOBAR et al., 1984).

Secado.- LON (2007) comenta que el material a secar no debe tener un tamaño de partícula superior a 10 cm, el secado puede ser directo al sol sobre un área de asfalto, en cámaras con secadores solares, o con secadores de resistencia eléctrica y el mismo debe ser uniforme. El secado se puede realizar con aire natural o con aire caliente y generalmente nos referimos a la temperatura del aire de secado y rara vez nos referimos a la

temperatura del grano. Sin embargo, la temperatura que el grano adquiere en los procesos de secado determinará si el mismo mantiene la calidad inicial que poseía antes de iniciado dicho proceso (RODRIGUEZ, 2001).

Remojo o hidratación.- El proceso de hidratación reduce los niveles de antinutrientes de las leguminosas debido a la solubilidad de éstos en el agua. La hidratación en agua destilada no reduce significativamente el contenido de L-Dopa en *M. pruriens*, mientras que la hidratación en soluciones alcalinas si la disminuyen (GURUMOORTHI *et al.*, 2008). Los niveles de inhibidores de tripsina, taninos, ácido fítico y saponinas en frijoles rojos fueron afectados por la hidratación en agua destilada (ADMASSU Y KUMAR, 2007). Encontrando resultados similares en trabajos previos realizados en frijol caupí (WANG *et al.*, 1997).

En este proceso se produce la imbibición de las semillas en soluciones acuosas como: agua, ácido cítrico 0.1% y bicarbonato sódico 0.07%, en una relación 1:3 (peso del grano/ volumen del líquido). El mismo puede tener una duración de hasta 9 o 12 horas, en dependencia de las características de las cubiertas de las semillas, y se realiza a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo se separa del líquido de remojo las semillas hidratadas, las que pueden ser ofrecidas con este alto contenido de humedad, a los cerdos, en sistemas de alimentación con dietas líquidas o semilíquidas. Para ser incorporadas en piensos, de aves y cerdos, es necesario un previo proceso de secado al sol, sobre un área de asfalto o secadores solares, hasta lograra reducir su humedad hasta un 12 a 14% (LON, 2007).

Cocción.- La cocción reduce, inactiva y/o destruye los factores antinutricionales de origen proteínico (inhibidores de tripsina, lectinas y saponinas) a niveles indetectables y mejora la digestibilidad de las proteínas en las leguminosas, aunque también reduce la calidad de la proteína por pérdida de algunos aminoácidos esenciales (KHOKAR Y CHANHAN, 1986). La reducción del contenido de cisteína y triptófano ocasionada por una cocción prolongada es reportada por (ZIENA *et al.*, 1991 y KHALIL Y MANSOUR, 1995) en habas.

Los granos procedentes de un proceso de remojo se someten a cocción en agua en una relación 1:3 (peso del grano/volumen del líquido). El tiempo de cocción no debe exceder de los 35 a 45 minutos de ebullición, para evitar la pérdida de nutrientes como aminoácidos y proteínas. Este método debe ser empleado fundamentalmente para utilizar en dietas líquidas o semilíquidas (LON, 2007). Además del tiempo de cocción, la calidad del grano de frijol es determinada por la variedad, manejo agronómico, condiciones del cultivo y posteriormente, de almacenamiento del grano. Los cambios pos-cosecha más frecuentemente observados, son el oscurecimiento, también llamado "oxidación", de los granos de testa clara, y el endurecimiento, que a la vez provoca el aumento de su tiempo de cocción (CAMPOS ,1994).

Fermentación.- Se realiza desde épocas remotas y consiste en procesos de transformación para mejorar la conservación de ciertos alimentos. Recientemente, con la fermentación se pretende obtener productos con un valor añadido en lo que se refiere a sus propiedades culinarias y

nutritivas. Mediante este proceso, algunas sustancias indeseables o anti nutricionales quedan destruidas. Además, las proteínas son pre digerido, por lo que mejora su asimilación por parte del organismo. El alimento se enriquece en minerales y vitaminas, especialmente en las del grupo B y C. Por otra parte, la presencia de bacterias lácticas y enzimas de la fermentación, ayudan a restablecer el equilibrio de la flora intestinal, lo que resulta beneficioso para el organismo (RODRÍGUEZ, 2001).

Germinado.- Se llama germinación, al acto por el cual la semilla en estado de vida latente entra de pronto en actividad y origina una nueva planta. Para que el proceso de germinación, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos para el desarrollo de la plántula (GONZÁLEZ et al., 2000).

Este mismo autor indica que la absorción de agua, por la semilla, desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas, además que permite la división y el alargamiento celular provocando la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente producen la emergencia de la radícula. Se suele considerarse que una semilla ha germinado cuando la radícula alcanza una longitud de tres centímetros (RODRÍGUEZ, 2001).

La germinación es el proceso natural de obtención del alimento muy extendido en todo el mundo, la germinación hace que las

semillas de cereales y leguminosas aumenten su valor nutricional. Cuando un grano cuenta con el agua, el oxígeno y el calor necesario, germina para formar un nuevo ser vivo, una planta que a su vez producirá nuevas semillas (LON, 2007). Los tratamientos hidrotérmicos, el tostado y la germinación han mostrado ser efectivos en la reducción de los factores antinutricionales de las semillas de *Mucuna* (SIDDHURAJU *et al.*, 2001; WANJENKE *et al.*, 2003) debido a la degradación térmica y química de estos compuestos.

La germinación de las semillas es lixiviada; es decir son remojadas en agua corriente con la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 h, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia (HARTMANN Y KESTER, 1988).

La germinación es el reinicio del crecimiento del embrión contenido en una semilla, paralizado durante las fases finales de la maduración. Los procesos fisiológicos de crecimiento exigen actividades metabólicas aceleradas y la fase inicial de la germinación consiste primariamente en la activación de los procesos por aumentos en humedad y actividad respiratoria de la semilla (IRIZARRY, 2009). La germinación ha sido identificada como una tecnología de bajo costo y económica para mejorar la calidad de las legumbres debido a que aumenta su digestibilidad incrementando el contenido de aminoácidos (CHANG *et al.*, 2006) y reduciendo los niveles de anti nutrientes (VIDAL *et al.*, 2002).

Se ha utilizado la germinación de las semillas para mejorar la calidad nutricional de las leguminosas. Esto se debe principalmente al rompimiento de macromoléculas complejas, como el almidón y proteínas, en moléculas más pequeñas y digeribles, mientras que al mismo tiempo reduce la cantidad de factores anti nutrientes (CHANG Y HAROLD, 1988 y LABANEIAH Y LUH, 1981). KATARIA *et al.* (1989) reportaron que la hidratación seguida por la germinación durante 60 horas reducía los niveles de polifenoles en frijol mungo. Los inhibidores de tripsina en frijol rojo se redujeron en un 18% (ADMASU Y KUMAR, 2007). La reducción del contenido de taninos durante la germinación puede ser ocasionada principalmente por la solubilidad de estos antinutrientes en el agua (SHARMA Y SEHGAL, 1992).

Extrusión.- CARDONA (1991) y JORGE NETO (1992) mencionan que 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 utilizan vapor, presión, y energía eléctrica, en cuanto el extrusor al seco, utiliza la presión y energía eléctrica. La utilización de altas temperaturas y presión por corto tiempo de permanencia 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.

2.3. Resultados de investigaciones en pollos parrilleros

2.3.1. Respuesta productiva

ROBLES (2014), realizó estudios en la respuesta bioeconómica de pollos parrilleros en fase de acabado, alimentados con raciones incluidas con 10% de canavalia sometidos a diferentes procesos físico químicos, donde observó que los pollos alimentados con raciones incluidas con 10% de harina de canavalia sin proceso mostraron baja rentabilidad y desempeño productivo en relación a pollos alimentados con raciones incluidas con 10% de canavalia remojada, remojada + cosida y extrusada.

Asimismo, LEVEAU (2010) investigó el uso de frejol de canavalia cocida por ebullición durante 40 minutos en raciones de pollos machos Ross de 1 a 42 días de edad, los tratamientos evaluados fueron raciones balanceadas con 0, 5, 10, 15, 20 y 25% de inclusión de canavalia cocida, siendo inclusión óptima hasta un 10%, donde los índices productivos y económicos fueron semejantes a los obtenidos sin inclusión y con 5% de inclusión de canavalia cocida en la ración de pollos.

BARBOZA (2013), incluyendo harina de frejol de palo extrusado en la ración de pollos en fase de acabado, obtuvo los siguientes resultados: para el tratamiento control, consumo diario de alimento 124.68 g, ganancia diaria de peso 71.65 g y conversión alimenticia 1.74; mientras que para los tratamientos experimentales reporta en promedio consumo diario de alimento de 139.13 g, ganancia diaria de peso de 75.65 g, conversión alimenticia de 1.84 y rendimiento de carcasa de 84.45%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación, se realizó en el galpón de aves del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootécnica, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en la ciudad de Tingo María, Distrito Rupa Rupa, Provincia Leoncio Pardo, Región Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado a 09° 17 05" de latitud sur y 76° 01 07" de longitud oeste, con una altitud de 660 msnm., con una humedad relativa promedio de 84%, una temperatura promedio de 24.5 °C y una precipitación pluvial media de 3194 mm, considerado como bosque húmedo subtropical húmedo (UNAS, 2011). El presente trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de setiembre a noviembre del 2015.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Población y muestras

Para el trabajo de investigación se tomó una muestra de 125 pollos de un lote de 210, procedentes de la ciudad de Lima.

3.4. Animales experimentales

Se utilizaron 125 pollos machos de la línea Cobb 500, en fase de acabado de 23 a 37 días de edad y con un peso promedio inicial de 707 ± 90 gramos. Los cuales fueron distribuidos en cinco tratamientos, cinco repeticiones y cinco aves por unidad experimental.

3.5. Instalaciones, equipos y materiales

Se utilizó un galpón con orientación de Norte a Sur, de 24.74 m x 9.72 m, piso de concreto con una pendiente de 3%; zócalo de material noble, paredes de malla metálica tipo gallinero, techo de calamina a dos aguas superpuestas con claraboya, postes y vigas de madera. En el interior de dicho galpón, se colocaron 25 jaulas experimentales de 1 m de ancho por 1.2 m de largo y 0.7 m de altura, confeccionadas de madera, cada jaula alojó a cinco aves con sus respectivo comedero y bebedero; también, se utilizó viruta como cama, con el fin de proteger a las aves de la humedad y facilitar la limpieza de las excretas, como fuente de iluminación y calor en la recepción y durante el ensayo se utilizó focos de 100 watts.

3.6. Insumo en estudio

Para la obtención de harina de granos de canavalia germinada, se procedió de la siguiente manera:

1. Se utilizaron 50 kg de semillas enteras de canavalia, con 150 días de edad de maduración, que fueron adquiridas de la localidad de Los Milagros, ubicada en el Distrito de José Crespo y Castillo, Departamento de Huánuco.

2. Todo el proceso de germinación de la semilla de canavalia se llevó a cabo en el galpón de aves, donde la temperatura promedio fue en la mañana 22.45 °C, al medio día 33.55 °C y en la noche 26.65 °C, estas temperaturas fueron obtenidas de cuatro días, con un termómetro digital de marca BOECO – Germani, colocado a 0.20 metros del piso; en seguida se desarrolló lo siguiente:

- Se controló el peso, en seguida se seleccionaron las semillas mediante la extracción de objetos extraños como piedras, vainas secas, hojas, y semillas con distintos aspectos físicos, luego se pesó y se colocó en baldes con agua, en una proporción de un kilogramo de semilla con 2.5 L de agua, el remojo se hizo por un periodo de 16 horas, con la finalidad que las semillas entren en un proceso de hidratación, activando la germinación.
- Trascurrido las 16 horas, se retiró las semillas humedecidas y se lavó con abundante agua, proceso denominado de lixiviación, luego por un periodo de ocho horas se puso a escurrir las semillas con la ayuda de una malla.
- En seguida, las semillas fueron colocadas en una cama hecha de sacos con la finalidad de proteger y no contaminar y se regó con agua para posteriormente ser tapadas con sacos en el día, con la finalidad que la germinación sea eficiente, ya que en oscuridad es más favorable este proceso, que es muy importante en este proceso; pero en las noches se retiró los sacos que cubrían la semilla, para su ventilación de

las semillas en germinación. Todo este proceso se desarrolló hasta completar el tiempo establecido obteniendo semillas germinadas con radícula promedio de 14 centímetros, finalmente fueron pesadas.

3. Las semillas germinadas fueron secadas mediante exposición directa a los rayos solares por un periodo de cuatro días, alcanzando el secado deseado para el molido.
4. La semilla de canavalia germinada seca se pesó y se trasladó a la Planta de Alimentos Balanceados el Granjero, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde se utilizó un molino tipo martillo; luego nuevamente se controló el peso de la harina de semillas de canavalia germinada y se almacenó en un ambiente con temperatura y humedad controlada para evitar su deterioro (Flujograma 1). Seguidamente, una muestra de 150 g de harina fue enviada al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos LENA de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para su análisis proximal y energía total. Asimismo, otra muestra fue enviada al laboratorio de Suelos para su análisis de macro y micro minerales (Cuadro1).

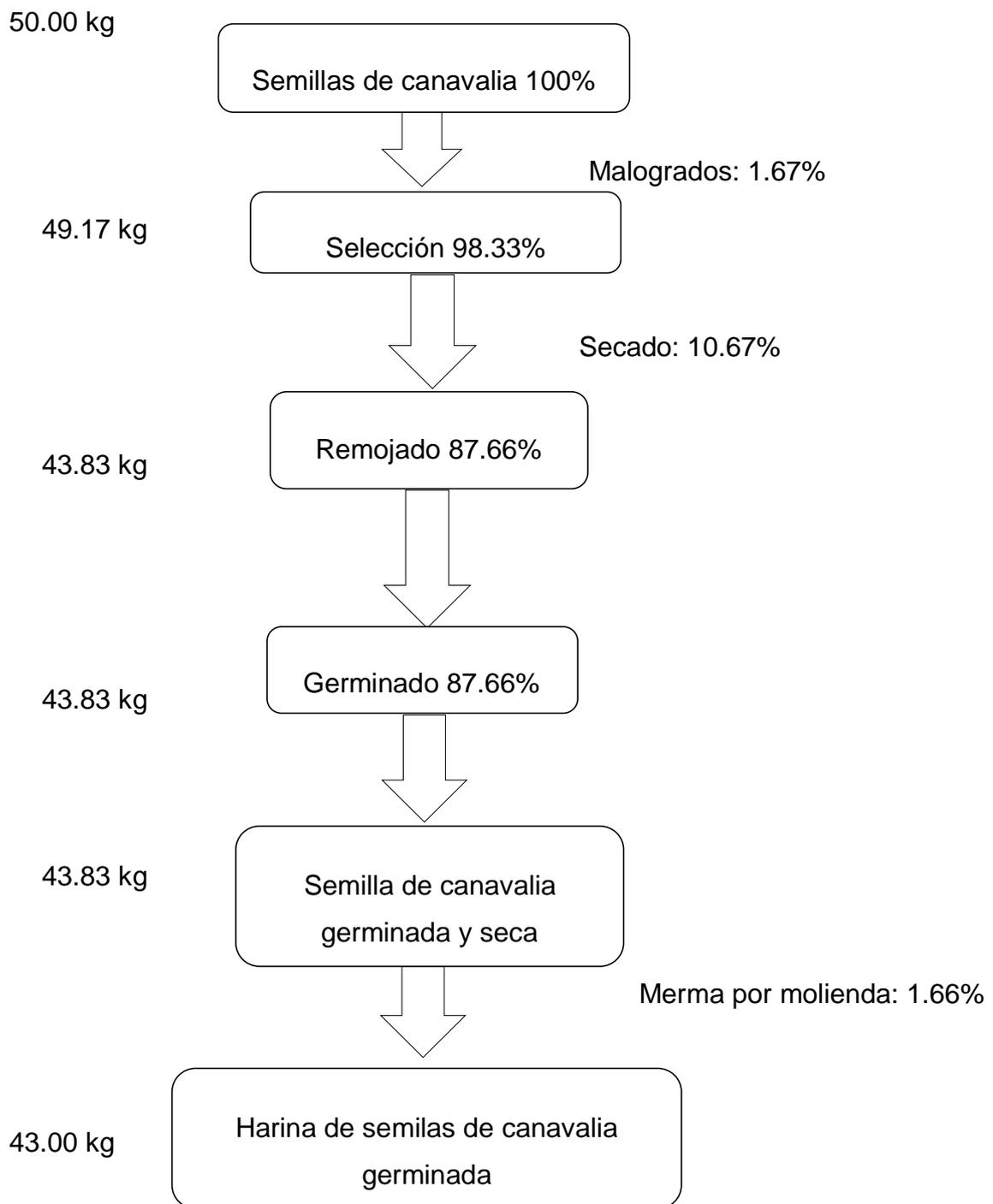


Figura 1. Flujograma del proceso de germinado de semillas de canavalia

Cuadro 1. Análisis químico proximal, energía total y minerales de harina de semillas de canavalia germinada en base seca

Nutrientes	Cantidad	Minerales	Cantidad
Materia seca, %	100	Fósforo tota, %	0.212
Proteína total, %	29.93	Calcio, %	0.951
Extracto etéreo, %	2.24	Sodio, %	0.006
Fibra cruda, %	11.36	Hierro, ppm	45.66
Ceniza, %	3.28	Manganeso, ppm	86.04
Extracto libre de nitrógeno, %	53.19	Zinc, ppm	72.58
Energía total, kcal/kg	4550		

3.7. Dietas experimentales y alimentación

Cinco dietas experimentales fueron formuladas de acuerdo a las propuestas de ROSTAGNO *et al.* (2011) que se establecieron manteniendo las relaciones de energía y proteína, recomendables para aves, en seguida las dietas fueron preparadas en la Planta Procesadora de Alimento Balanceado El Granjero de la Facultad de Zootecnia de la UNAS; para el mezclado de las dietas se utilizaron una mezcladora horizontal de tornillo sin fin con capacidad de 100 kg (Cuadro 2).

Durante el ensayo, los animales recibieron iguales condiciones de manejo, alimentación y agua, la diferencia fue en las dietas experimentales con sus diferentes niveles de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada. El alimento y el agua de bebida fueron suministrados a libre discreción.

Cuadro 2. Composición porcentual de las dietas experimentales para pollos en fase de acabado

Insumos, %	0%	5%	10%	15%	20%
Maíz	61.00	59.60	52.65	48.47	45.45
Torta de soya	29.06	26.60	24.28	21.89	19.85
Afrecho de trigo	1.80	3.50	5.19	6.89	7.37
Aceite de palma	4.24	4.30	4.36	4.42	4.21
Carbonato de calcio	1.10	0.95	0.81	0.66	0.50
Fosfato monodivale	1.23	1.21	1.20	1.18	1.18
Sal común	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45
Premezcla vit+min.	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Lisina	0.36	0.35	0.33	0.31	0.28
DL-Metionina	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22
L-Treonina	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10
Coccidiostático	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Aflaban	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
BHT	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
HSCG ¹	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo S./kg	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85
Valores nutricionales ²					
Proteína total, %	19.77	19.50	19.50	19.50	19.50
Energía met., Kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3100
Extracto etéreo, %	3.27	4.29	4.29	4.29	4.29
Calcio, %	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Fósforo disponible, %	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Lisina total, %	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
Metionina total, %	0.47	0.46	0.46	0.46	0.46

¹ HSCG: Harina de semillas de canavalia germiada. ²ROSTAGNO et al. (2011).

3.8. Sanidad

Previó a la ejecución del experimento se realizaron trabajos de limpieza y desinfección del galpón experimental, iniciándose con el lavado con detergente, en seguida se pulverizó lejía y finalmente el flameado con lanzallamas y pintado con cal viva; asimismo, los comederos y bebederos fueron lavados y desinfectados con lejía. Para la prevención de New castle, Bronquitis infecciosa y Gumboro (triple aviar), se realizaron las vacunaciones a los siete y a los 23 días de edad, vía ocular, también, se contó con un pediluvio a base de cal viva que fue colocada en la puerta de ingreso al galpón.

3.9. Variables independientes

Niveles de harina de semillas de canavalia germinada

3.10. Tratamientos experimentales

T1: Dieta sin inclusión de harina de semillas de canavalia germinada.

T2: Dieta con inclusión de 5% de harina de semillas de canavalia germinada.

T3: Dieta con inclusión de 10% de harina de semillas de canavalia germinada.

T4: Dieta con inclusión de 15% de harina de semillas de canavalia germinada.

T5: Dieta con inclusión de 20% de harina de semillas de canavalia germinada.

3.11. Ubicación de los tratamientos y repeticiones

Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones

T4R4	T2R3	T3R1	T5R3	T1R2
------	------	------	------	------

T1R5	T3R4	T4R2	T2R5	T5R2
T3R3	T4R1	T5R4	T3R2	T1R4

T2R4	T5R5	T3R5	T2R2	T4R5
T5R1	T2R1	T1R3	T4R3	T1R1

Tratamientos: T1, T2, T3, T4, T5

Repeticiones: R1, R2, R3, R4, R5

3.12. Diseño y análisis estadístico

Los animales fueron distribuidos en cinco tratamientos, con cinco repeticiones y cada repetición con cinco pollos. Los datos fueron analizados para cada variable mediante el análisis de regresión con el programa estadístico Infostat.

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = a + bx + cx^2$$

Dónde:

Y_{ij} = estimación de la i -ésima respuesta en función del nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada.

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

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

c^2 = coeficiente de regresión cuadrática (siendo siempre distinto a cero).

x_i = la i -ésima respuesta del nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada.

3.13. Variables dependientes

Índices productivos

- Nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia, %
- Consumo diario de alimento (CDA), g.
- Ganancia diaria de peso (GDP), g.
- Conversión alimenticia (CA), g/g.

Índices biológicos

- Rendimiento de carcasa (RC), %.
- Peso relativo del hígado (PRH), g.
- Peso relativo del páncreas (PRP), g.
- Peso relativo de la grasa abdominal (PRGA), g.

Índices económicos

- Beneficio neto (BN), S/.
- Mérito económico (ME), %.

3.14. Datos a registrar

3.14.1. Índices productivos

Consumo diario de alimento.- Se determinó para cada repetición pesando el alimento ofrecido, menos el sobrante, dividido entre el número de días y número de aves por repetición.

Ganancia diaria de peso.- Las aves se pesaron individualmente al inicio y al final del ensayo (día 24 y 38 de edad), el horario fue en las mañanas a las 6:00 am. La ganancia diaria de peso se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$GDP = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}{\text{Número de días evaluados}}$$

Conversión alimenticia.- La conversión alimenticia se calculó con la transformación de los alimentos en ganancia de peso y para su determinación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

Rendimiento de carcasa.- A los 38 días de edad se seleccionaron dos pollos por cada repetición, con el peso más próximo al promedio de la unidad experimental, en seguida tuvieron un ayuno alimentar de 12 horas, para luego sacrificarles por aturdimiento y desangrado, en seguida se escaldó con agua caliente y se evisceró, quedando la carcasa con cabeza y patas; el cálculo del rendimiento de carcasa fue mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento de Carcasa (\%)} = \frac{\text{Peso de carcasa}}{\text{Peso vivo pos ayuno}} \times 100$$

3.14.2. Índices biológicos

Peso del hígado.- De los dos pollos sacrificados de cada repetición se extrajo el hígado y se pesó. Para el cálculo del peso relativo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso relativo del hígado (\%)} = \frac{\text{Peso del hígado}}{\text{Peso vivo pos ayuno}} \times 100$$

Peso del páncreas.- De los dos pollos sacrificados de cada repetición se extrajo el páncreas y se pesó. Para el cálculo del peso relativo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso relativo del páncreas (\%)} = \frac{\text{Peso del páncreas}}{\text{Peso vivo pos ayuno}} \times 100$$

Peso de grasa abdominal.- De los dos pollos sacrificados de cada repetición se extrajo la grasa abdominal y se pesó. Para el cálculo del peso relativo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso relativo de la grasa abdominal (\%)} = \frac{\text{Peso de la grasa abdominal}}{\text{Peso vivo pos ayuno}} \times 100$$

3.14.3. Índices económicos

Beneficio Neto.- El beneficio económico se determinó a través del beneficio neto para el ensayo, en función de los costos de producción y de los ingresos calculados por el precio de venta de los pollos al final del experimento. En los costos de producción se consideraron los costos variables (costo de pollo de 21 días de edad, alimento, sanidad y materiales) y

los costos fijos (mano de obra y alquiler de galpón). Los cálculos del beneficio neto para cada tratamiento se realizaron a través de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

BNi = Beneficio neto por pollo para cada tratamiento S/.

i = Tratamiento

PYi = Ingreso bruto para cada tratamiento S/.

CFi = Costo fijo por pollo para cada tratamiento S/.

CVi = Costo variable por pollo para cada tratamiento S/.

Merito Económico.- Se estimó el mérito económico, empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Merito económico (\%)} = \frac{\text{Beneficio neto por tratamiento}}{\text{Costo total por tratamiento}} \times 100$$

IV. RESULTADOS

4.1. Índices productivos

En el Cuadro 3 se detallan los datos de peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y la conversión alimenticia (CA) de pollos parrilleros machos en fase de acabado.

Cuadro 3. Promedios de peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de pollos parrilleros en función a los tratamientos

Tratamientos	Variables				
	PI (g)	PF (g)	GDP (g)	CDA (g)	CA
0%	719	1982	91.06	162	1.78
5%	711	1899	85.16	164	1.93
10%	706	1711	71.72	145	2.02
15%	699	1432	51.82	123	2.38
20%	701	1124	26.66	94	3.29
Regresión	NS	C***	C***	C***	C***

Regresión: Análisis de regresión. NS: No significativo. C***: Regresión cuadrática.

Las Figuras 2, 3 y 4, corresponden a los índices productivos de pollos que reportaron tendencias al análisis de regresión.

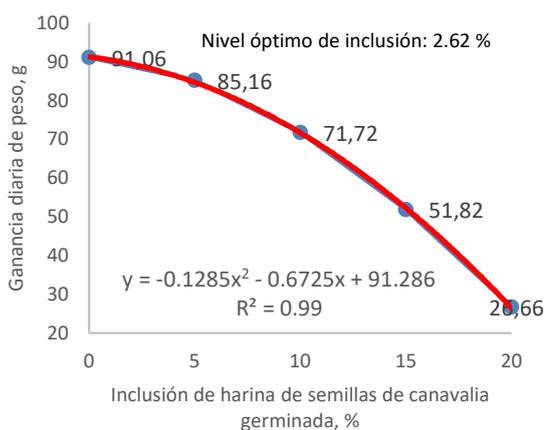


Figura 2. Nivel óptimo para ganancia diría de peso alimento

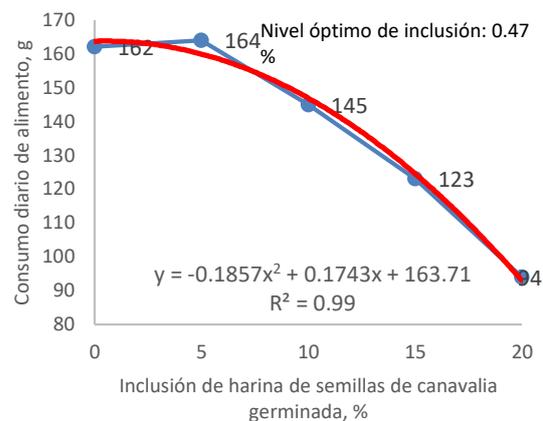


Figura 3. Nivel óptimo para consumo diario de alimento

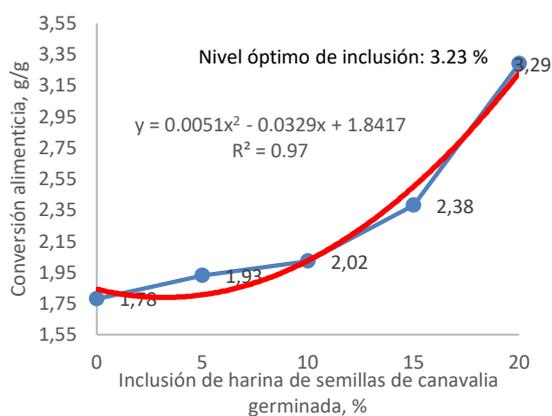


Figura 4. Nivel óptimo para conversión alimenticia

4.2. Índices biológicos

En el Cuadro 4 se presentan los valores de los índices biológicos de pollos parrilleros machos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia germinada.

Cuadro 4. Promedios de peso vivo pos ayuno (PV), peso de carcasa (PC), rendimiento de carcasa (RC) y pesos relativos del hígado (PRH), páncreas (PRP) y grasa abdominal (PRG) de pollos parrilleros en fase de acabado, en función a los tratamientos

Tratamientos	PV (g)	PC (g)	RC (%)	PRH (%)	PRP (%)	PRG (%)
0%	1986	1640	82.56	1.77	0.17	1.31
5%	1925	1570	81.45	1.88	0.22	1.51
10%	1697	1387	81.71	1.92	0.22	1.41
15%	1413	1132	80.18	1.80	0.26	1.06
20%	1111	898	80.83	1.82	0.21	0.48
Regresión	C***	C***	L**	NS	C**	C***

Regresión: Análisis de regresión. C***: Regresión cuadrática ($p < 0.0001$). L** Regresión lineal ($p < 0.001$) y C**: Regresión cuadrática ($p < 0.001$).

Las Figuras 5, 6 y 7, corresponden a los índices biológicos de pollos que reportaron tendencias al análisis de regresión.

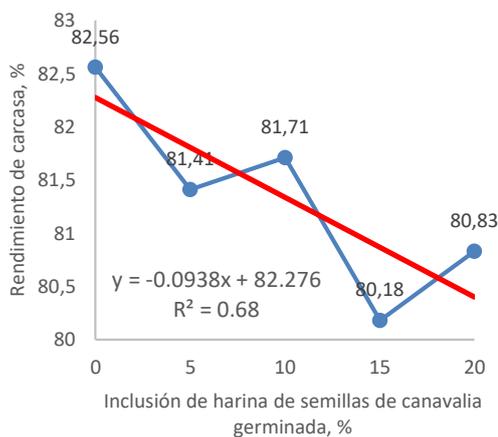


Figura 5. Nivel óptimo para rendimiento de carcasa

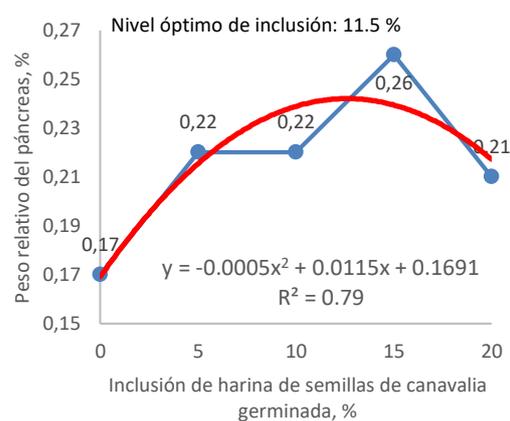


Figura 6. Nivel óptimo para peso relativo del páncreas

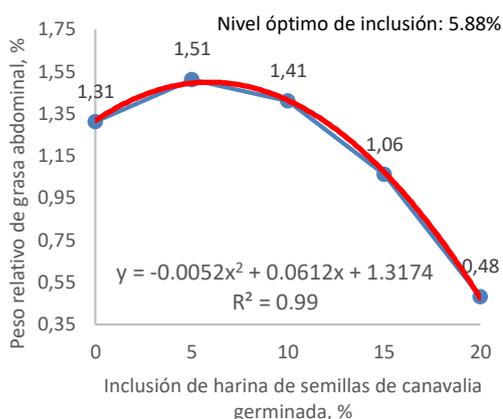


Figura 7. Nivel óptimo para peso relativo de grasa abdominal

4.3. Índices económicos

En el Cuadro 5, se presentan los resultados del beneficio neto y mérito económico de pollos parrilleros machos en fase de acabado, alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia germinada.

Cuadro 5. Análisis económico en función a la inclusión de 0, 5, 10, 15 y 20 % de harina de semillas de canavalia germinada, en dietas para pollos parrilleros en fase de acabado

Tratamientos	Yi ¹	PYi ²	Costo total por pollo ³	BN ⁴ S/.	ME ⁵ %
0%	719	13.88	11.34	2.54	22.84
5%	711	13.30	11.36	1.94	17.31
10%	706	11.98	10.86	1.12	10.79
15%	699	10.03	10.28	-0.25	-2.05
20%	701	7.87	9.55	-1.68	-17.40

¹Yi = Peso del pollo a los 38 días. ²PYi = Ingreso bruto por pollo para cada tratamiento (Precio de venta S/. 7.00/kg). ³CTi = Costo total por pollo (S/.). ⁴BNi = Beneficio neto (S/.). ⁵ME = Mérito económico (%)
 0%: testigo sin inclusión de harina de semilla de canavalia germinada, 5%: inclusión de 5% de harina de canavalia germinada, 10%: inclusión del 10% de harina de semilla de canavalia germinada, 15%: inclusión de 15% de harina de semilla de canavalia germinada, 20%: inclusión de 20% de harina de semilla de canavalia germinada.

V. DISCUSIÓN

5.1. Índices productivos

5.1.1. Ganancia diaria de peso

En el Cuadro 4 se observa que la ganancia diaria de peso de pollos parrilleros machos en fase de acabado, fue influenciada por la alimentación de dietas con diferentes niveles de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada, notándose ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, donde se determinó que el nivel óptimo de inclusión de HSCG en dietas de pollos parrilleros es de 2.62% (Figura 2). Estos resultados son semejantes al trabajo de NAVARRO (2014) quien determinó que la inclusión de 1.72% de harina de semillas de canavalia tostada, se expresó con la mejor ganancia de peso en pollos parrilleros en fase de acabado.

Asimismo, ROBLES (2014) reportó que la ganancia de peso de pollos parrilleros fue menor cuando fueron alimentados con dietas incluidas de 10% de harina de canavalia sin procesamiento comparado a pollos alimentados con dietas incluidas con 10% de harinas de canavalia sometidos a diferentes tratamientos físico químicos. Entretanto, la ganancia de peso de pollos parrilleros en fase de acabado no fue influenciada por la alimentación de

dietas con inclusión de 10% de harinas de canavalia sin procesamiento, con cocción con cloruro de sodio, con remojo más cocción por 30 minutos y tostada (ARÉVALO, 2014).

Probablemente, la concanavalina A presente en los granos de la canavalia inducen una drástica reducción de consumo de alimento, ocasionando baja ganancia de peso, todo ello resaltado por los efectos nutricionales de la L-canavanina el cual es considerado como un potente antagonista de la arginina, que posiblemente causa desbalance de aminoácidos y por ello baja ganancia de peso.

HIDALGO y MORENO (2002) evaluaron las reducciones de canavanina y concanavalina A en: harina de semillas de canavalia, harina de semillas de canavalia germinada y harina de semillas de canavalia germinada más secado a 100 °C (malteado), donde determinaron que la canavanina se redujo un 25 y 8%, respectivamente, haciendo un total de 33%; entretanto, la concanavalina A, apenas fue reducido en 7.3 y 3.4%, respectivamente, haciendo un total de 10.7%. Estos resultados son corroborados por DÍAZ et al (2009), quienes comentan que los procesos de germinación pueden limitar los efectos indeseables de los factores antinutricionales y como ventaja ocurre aumento de la digestibilidad de las proteínas.

Asimismo, estos resultados, colaboran para inferir que la harina de semillas de canavalia germinada, utilizada en el presente trabajo reporte apenas un 2.62% de inclusión óptima en sus respectivas dietas; además, se demuestra que si la inclusión es mayor ocurre menor ganancia de

peso, probablemente por la cantidad de factores antinutricionales de la canavalia aún presentes después de la germinación.

También, indicamos que los efectos de la concanavalina A son: debido a que se une en la superficie de los enterocitos provocan ruptura del transporte, inhiben la acción de las enzimas de las vellosidades intestinales y afectan la ecología bacteriana del intestino delgado (GUEGUEN et al., 1993); estos efectos conducen al catabolismo de proteína, grasa y carbohidratos del cuerpo e inhibición del crecimiento o ganancia de peso (PUSZTAI, 1989).

Los valores de ganancia diaria de peso de pollos del tratamiento control, dieta sin inclusión de harina de semillas de canavalia (91 g/día/ave), fue diferente a los resultados de los tratamientos controles de BARBOZA (2013), AREVALO (2014), NAVARRO (2014), ROBLES (2014) y FLORES (2015), quienes reportaron 76, 76, 72, 74 y 80 g/día/ave, respectivamente; esta diferencia posiblemente se debe a las condiciones climáticas, a la edad de saca de las aves y sobre todo al peso inicial de aves para iniciar el ensayo.

5.1.2. Consumo diario de alimento

En el Cuadro 4 se observa que el consumo diario de alimento de pollos parrilleros machos en fase de acabado, fueron influenciadas por la alimentación con dietas con diferentes niveles de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada, notándose ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, donde se determinó que el nivel óptimo de inclusión es de 0.47% (Figura 3), el cual es una inclusión óptima baja.

Estos resultados son distintos al trabajo de NAVARRO (2014) quien determinó que la inclusión de 2.04% de harina de semillas de canavalia tostada, se expresó con mayor consumo de alimento en pollos parrilleros en fase de acabado; asimismo, LEVEAU (2010) determinó que la inclusión hasta 10% de harina de semillas de canavalia cocinada en agua por 40 minutos, no influyó el consumo diario de alimento, entretanto, mayores porcentajes de inclusión provocó menor consumo de alimento por las aves. También, ROBLES (2014) determinó que la inclusión de 10% de harina de semillas de canavalia sin procesamiento indujo a menor consumo de alimento, cuando comparado a pollos alimentados con 10% de harina de semillas de canavalia sometidos a diferentes tratamientos físico químicos.

El menor consumo de alimento de pollos alimentados con raciones incluidas con harinas de canavalia sin procesar y procesadas, podrían deberse a la presencia de L-canavanina análogo estructural del aminoácido no proteico L-arginina. MICHELANGELY Y VARGAS (1994), MICHELANGELI et al. (2004) y SÍVOLI et al. (2005) observaron menor consumo de alimento cada vez que aumentaron mayor cantidad de L-canavanina en la ración de pollos y cerdos. Asimismo, la presencia de la concanavalia A que es una lectina y causa hemoaglutinación de glóbulos rojos es catalogado también como un depresor del apetito (LEÓN et al., 1991).

Los valores de consumo diario de alimento de pollos del tratamiento control, ración sin inclusión de harina de granos de canavalia (162 g/día/ave), es semejantes a los resultados de ROBLES (2014) y ARÉVALO (2014), quienes reportaron 157 y 159 g/día/ave, respectivamente; entretanto

BARBOZA (2013), NAVARRO (2014) y FLORES (2015), reportaron menor consumo de alimento 125, 144 y 143 g/día/ave, respectivamente. Estas diferencias posiblemente se deben a las épocas del año, caracterizados por altas variaciones de la temperatura ambiental ocasionando menor consumo de alimento cuando la temperatura supera los 25 °C.

5.1.3. Conversión alimenticia

En el Cuadro 4 se observa que la conversión alimenticia de pollos parrilleros machos en fase de acabado, fueron influenciadas por la alimentación con dietas con diferentes niveles de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada, notándose ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, donde se determinó que el nivel óptimo de inclusión de HSCG en dietas de pollos parrilleros es de 3.32% (Figura 4). El nivel óptimo de inclusión, infiere que la germinación redujo las concentraciones de canavanina en pequeñas cantidades, tal como indica HIDALGO y MORENO (2002); además, esta mejora de la conversión alimenticia cuando incluido 3.32% de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos, puede deberse a la mejora de la calidad nutricional del proceso de germinado, tal como lo indica MARTÍNEZ et al. (2013).

También, se observa que cuando la inclusión es más de 3.32% de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros ocurre deficiente conversión alimenticia, este resultado es corroborado por DMELLO (1995) quien observó que la canavanina afecta el ciclo de la urea causando reducción de la eficiencia de utilización de nitrógeno

en pollos y cerdos. En otros trabajos NAVARRO (2014) determinó mejor conversión alimenticia cuando incluyó 4.71% de harina de semillas tostadas en dietas para pollos parrilleros.

Entretanto, ROBLES (2014) determinó que la inclusión de 10% harina de semillas de canavalia sin procesamiento en dietas de pollos parrilleros provocó ($p < 0.05$) deficiente conversión alimenticia en relación a los pollos alimentados con dietas incluidas con 10% de harina de semillas de canavalia sometido a diferentes tratamientos físico químicos. Asimismo, ARÉVALO (2014) observó que la inclusión de 10 % de harina de semillas de canavalia tostada reportó eficiente conversión alimenticia de pollos cuando comparado a inclusiones de harina de canavalia sometidos a cocción y remojado.

Estos resultados son corroborados por MENDEZ et al. (1998) quienes concluyeron que el efecto tóxico de la concanavalina A está asociado con la capacidad que tiene esta lectina de combinarse con los residuos glicosídicos de las membranas del tracto digestivo, lo cual provoca atrofia de las vellosidades intestinales y deficiente absorción de nutrientes. Estos resultados son agravados por la presencia de la L-canavanina el cual provoca reducción de las concentraciones de aminoácidos como la histidina, lisina y arginina en el plasma de los pollos (MICHELANGELI Y VARGAS, 1994) ocasionando desbalance de aminoácidos y como resultado deficiente conversión alimenticia.

Los valores de conversión alimenticia de pollos del tratamiento control, ración sin inclusión de harina de granos de canavalia (1.78), son semejantes a los reportados por FLORES (2015) quien obtuvo 1.79 de conversión alimenticia; entretanto fue eficiente cuando comparados a los resultados de NAVARRO (2014), AREVALO (2014) y ROBLES (2014), quienes reportaron 1.90, 2.10, y 2.14, respectivamente.

5.2. Índices biológicos

5.2.1. Rendimiento de carcasa

En el Cuadro 4 se observa que los pollos alimentados con raciones incluidas sin y con 5, 10 15 y 20% de harina de semillas de canavalia germinada, mostraron diferencias ($p < 0.05$) en el rendimiento de carcasa, observándose una tendencia lineal negativa (Figura 5), indicando que cada vez que se adicionó gradualmente mayor nivel de harina de semillas de canavalia germinada, los pollos tuvieron menor rendimiento de carcasa.

Estos resultados son diferentes al reporte de NAVARRO (2014), quien observó, que, los pollos alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia tostada no influenciaron ($p > 0.05$) el rendimiento de carcasa de los mismos. Asimismo, ROBLES (2014) Y ARÉVALO (2014), trabajaron con pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con 10% de harina de canavalia con y sin procesamiento físico químico y observaron que los diferentes procesamientos ($p > 0.05$) no influenciaron el rendimiento de carcasa.

Los valores de rendimiento de carcasa de pollos del tratamiento control, ración sin inclusión de harina de granos de canavalia (82.56 %), son semejantes a los observados por AREVALO (2014), ROBLES (2014) y FLORES (2015), quienes reportaron 81.00, 81.55 y 82.52% de rendimiento de carcasa, respectivamente. Entretanto, NAVARRO (2014), determinó bajo rendimiento de carcasas (72.06%), las diferencias posiblemente se deben a las prácticas metodológicas que se desarrollan al momento del faenado, eviscerado y oreado.

5.2.2. Pesos relativos del hígado, páncreas y grasa abdominal

En el Cuadro 4 se observan que el peso relativo del hígado de pollos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas de 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de semillas de canavalia germinada no influenció ($p > 0.05$) el peso relativo del hígado; estos resultados son diferentes al reportado por NAVARRO (2014) quien alimentó pollos parrilleros en fase de acabado con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia tostada, donde observó una tendencia cuadrática negativa, indicando que la inclusión de 1.2 % de harina de semillas de canavalia tostada en dietas de pollos parrilleros en fase de acabado se expresó con el menor peso del hígado.

Asimismo, ARÉVALO (2014) reportó alto peso relativo del hígado 2.1 y 1.7% para los pollos alimentados con dietas incluidas con 10% de harina de semillas de canavalia sin tratamiento y con 10% de harina de semillas de canavalia sometido a cocción por 30 minutos con 3% de cloruro de sodio, respectivamente; sin embargo, los pollos alimentados con

dietas incluidas con 10% de harina de semillas de canavalia sometida a remojo por 12 horas y cocción por 30 minutos más 3% de cloruro de sodio y dietas con 10% de harina de semillas de canavalia tostada indujeron a la presentación de menores pesos relativos del hígado, los cuales fueron 1.5 y 1.6, respectivamente, cuando comparado a los dos tratamientos anteriores.

También, ROBLES (2014) reportó ($p < 0.05$) mayor peso relativo del hígado de pollos parrilleros alimentados con dietas incluidas con 10% de harina de semillas de canavalia sin tratamiento, cuando comparado a los pollos alimentados con 10% de harina de semillas de canavalia sometidas a diferentes tratamientos físico químico; indicando que posiblemente los diferentes tratamientos físico químico como remojo con ácido cítrico, con bicarbonato de sodio y el proceso de extrusión, ayudaron a remover parte de los factores antinutricionales de la canavalia y como resultado se tuvo menor peso relativo de los hígados.

Los valores de pesos relativos del hígado de pollos del tratamiento control, ración sin inclusión de harina de granos de canavalia (1.77%), son diferentes a los observados por NAVARRO (2014), AREVALO (2014), ROBLES (2014) y FLORES (2014), quienes reportaron 1.92, 1.90, 1.60 y 2.37%, respectivamente.

En el Cuadro 4 se observan que el peso relativo del páncreas de pollos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de semillas de canavalia mostraron ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, indicando que, la inclusión de 11.5% de harina

de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos, reportó el mayor peso relativo del páncreas (Figura 6). Estos resultados son corroborados por NAVARRO (2014), quien observó una tendencia cuadrática positiva, indicando que la inclusión de 5.88% de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros en fase de acabado tuvieron el mayor peso relativo del páncreas.

Los valores de los pesos relativos del páncreas de pollos del tratamiento control, ración sin inclusión de harina de semillas de canavalia germinada (0.17%), son semejantes a los observados por ROBLES (2014), quien reportó 0.16% de peso relativo del páncreas, entretanto fueron menores cuando comparado a los tratamientos controles de los trabajos de NAVARRO (2014), AREVALO (2014) y FLORES (2015), quienes reportaron 0.25%, 0.22% y 0.25%, respectivamente.

En el Cuadro 4 se observan que el peso relativo de la grasa abdominal de pollos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de semillas de canavalia germinada, mostraron ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, indicando que, la inclusión de 5.88 % de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos, reportó el mayor peso relativo de la grasa abdominal (Figura 7). Los valores de los pesos relativos del páncreas de pollos del tratamiento control, ración sin inclusión de harina de semillas de canavalia germinada (1.31 %).

5.3. Índices económicos

5.3.1. Beneficio neto y mérito económico

Para ambas variables, se observan que los pollos alimentados con raciones sin inclusión de harina de semillas de canavalia germinada, reportaron las mejores retribuciones económicas, en relación a los demás tratamientos. También, se observa una reducción gradual del beneficio y mérito económico, cada vez que se adicionó mayor nivel de harina de semillas de canavalia germinada en la dieta; mostrándose resultados negativos del beneficio y mérito económico, cuando los pollos fueron alimentados con dietas incluidas con 15 y 20 % de harina de semillas de canavalia germinada.

Estos resultados son corroborados por LEVEAU (2010) quien indica que la retribución económica más alta corresponde a pollos alimentados con raciones incluidas con 5% de harina de granos cocidos de canavalia molida y la más baja a los pollos del tratamiento con inclusión de 25 % de inclusión de granos cocidos de canavalia tostada; asimismo, indica que cada vez que aumentó el nivel de granos cocidos de canavalia molida en la ración de pollos en fases de crecimiento y acabado ocurre gradualmente menor retribución económica.

El beneficio y el mérito económico del tratamiento control de la presente investigación fue de 2.54 soles y 22.84 %, respectivamente. Estos resultados son semejantes a los trabajos de NAVARRO (2014), y FLORES (2014) quienes reportaron (2.07 soles y 20.07 %) y (1.33 soles y 20.23 %), respectivamente. Entretanto fue menor en relación a los trabajos de ARÉVALO

(2014) y ROBLES (2014), quienes reportaron (2.97 soles y 28.56 %) y (2.99 soles y 28.95 %), respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- El nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado es de 2.11 %, nivel que los pollos reportan los mejores índices productivos.
- El rendimiento de carcasa de pollos parrilleros machos en fase de acabado, es menor cada vez que se incrementa la inclusión de harina de semillas de canavalia germinada en sus respectivas dietas.
- A mayor inclusión de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado se presenta menores beneficios económicos.

VII. RECOMENDACIONES

- Incluir 2.11 % de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado.
- Continuar los trabajos de investigación, probando otras formas de tratamientos para a semillas de granos de canavalia.
- Determinar los niveles de los factores antinutricionales de la canavalia producida en el alto huallaga.

INCLUSION OF CANAVALLIA (*Canavalia ensiformis* L.) GERMINATED SEED FLOUR, IN BROILER DIETS AT FINISHING PHASE IN RUPA RUPA

VIII. ABSTRACT

This research was carried out in Poultry area of Zootechnia Faculty of the National Agrarian University of the Forest, located at Huanuco region, to determine the optimal level of canavalia germinated seeds flour in broiler diets at finishing phase, for that 125 male broilers with 707 g of live weight and 23 days old were used; canavalia seeds were germinated, dried and ground and then were added in diets, establishing five treatments: T1, T2, T3, T4 and T5, without inclusion and with inclusions of 5, 10, 15 and 20% of canavalia germinated seed flour, respectively. The animals were distributed in five treatments, five replications with five chickens each one; the variables were analyzed using regression analysis and to determine the optimal level of inclusion quadratic equations underwent to the first derivate. The results showed that weight gain, feed intake and feed conversion were ($p < 0.05$) a quadratic trend, indicating that the optimum level average was 2.11%; also, it was observed that carcass performance casing and economic evaluation showed ($p < 0.05$) a negative linear trend, indicating that whenever higher level of canavalia germinated seed flour was added, chickens reported lower carcass yield and economic benefit. In conclusion the optimal level to include canavalia germinated seeds flour in males broilers diets at finishing phase is 2.11%; also, the carcass yield and economic benefit were lower every time canavalia germinated seed flour was added in broiler diets.

Keywords: Regression analysis, food intake, economic evaluation, optimal level of inclusion, Carcass Yield.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADMASU, E. Y KUMAR, S. 2007. Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. *Food Chemistry*, 103. 161-172.
- AREVALO, C. 2004; Producción de aves. Tingo María, Perú, impresiones y servicios "ANDREA". 132p.
- ARÉVALO, D. 2014. Inclusión de harina de semillas de canavalia (*Canavalia ensiformes*) sometida a diferentes procesos físico químicos, en la ración de pollos de carne en fase de acabado. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, p.64.
- BARBOZA, M. 2013. Efecto de diferentes niveles de harina extrusada de frijol de palo en la dieta de pollos de carne en fases de crecimiento y acabado. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia. Tingo María Perú. p. 57.
- BELL, E. 1978; Canavanine and related compounds in Leguminosae. *The Biochemical Journal* 70: 617
- BELMAR, R. Y MORRIS, T. 1994; Effects of raw and treated Jack beans (*canavaliaensiformis*) and of Canavanine on the short-term feed intake of chicks and pigs. *J. Agric. Sci.:* 407 – 414 p.
- BRESSANI, R., GOMEZ, R., GARCIA, A. Y ELIAS, L. 1987; Chemical

composition, amino acid content and protein quality of canavaliasspp. Seeds. J. Sci. Food Agric. 40:17-23.

CAMPOS, J. 1994; Evaluación de las tecnologías de tostado y extrusión para la detoxificación y utilización industrial de la *Canavalia ensiformis*. En la alimentación de pollos de engorde. Postgrado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV. Maracay, Venezuela. Tesis de Maestría. 253 pp.

CARABALLO, J.; VARGAS, R.; SCHMIDT, B. Y MONTILLA, J. 1977. *Canavalia ensiformis* en raciones para aves en crecimiento. Acta Científica Venezolana. p. 28 - 35.

CARDONA, D. 1991; Utilização de soja integral em rações de suínos – poroto de soja – processamento. In: Mini Simposio do Colegio Brasileiro de Nutrição Animal. (1., 1991, Campinas). CBNA: p. 15 – 34.

CARMONA, A.; GÓMEZ-SOTILLO, A. Y SEIDI, D. 1993. Uso de pruebas bioquímicas para el estudio de problemas nutricionales En: VARGAS, R. E., LEÓN, A. Q. y ESCOBAR, A. (Eds) *Canavalia ensiformis* L. Producción porcesamiento y utilización en alimentación animal. Compilación de trabajos presentados en el Primer Seminario Taller sobre *Canavalia ensiformes*. Maracay. p. 151 – 162.

CARLINI, C. Y UDEDIBIE, A. 1998. Preguntas y respuestas al problema de la comestibilidad de la *Canavalia ensiformis* semillas. Animal Feed Science and Technology. v. 74(2), p. 95 - 106.

COBB VANTRES. 2008. Guía de manejo del barrillero cobb-500.

COBB VANTRES. 2012. Guía de manejo del barrillero cobb-500.

- CHANG, K. Y HARROLD, R. 1988. Changes in selected biochemical components, in vitro protein digestibility and amino acids in two bean cultivars during germination. *Journal of Food Science*, 53, 783–787.
- CHANG, H., SANG, H., EUN, J. Y YOUNG, S. 2006. Effects of raw, cooked and germinated small black soybean powders on dietary fibre content and gastrointestinal functions. *Food Science and Biotechnology*, 15, 635–638.
- DÍAZ, M.; MARTÍN, M.; COTO, G.; GONZÁLEZ, A.; TORRES, V.; NODA, A. 2009. Germinado de leguminosas. Una opción para la producción animal en Cuba. *Revista de la Asociación Cubana de Producción animal ACPA*. n. 2, p. 54 – 55.
- D’MELLO, J. 1995. Anti-nutricional substances in legumes seeds. In: *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. D’Mello, J.P.F. and C. Devendra (Eds.). CAB International. U.K. pp 135-165.
- ESCOBAR, A., LOPEZ, R. & GUTIERREZ, H. 1984. Producción de grano de cuatro selecciones de *Canavali*asp. IPA. Informe anual'83. p.39.
- FLORES, M. 2015. Inclusión de harina de granos de canavalia en la ración para polos parrilleros en fase de acabado en Aucayacu – José Crespo y Castillo. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia. Tingo María Perú. p. 53.
- GALLEGOS, T., AGUIRRE, P., BETANCUR, A. Y CHEL, G. 2004. Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de *Phaseolus lunatus* L. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. México. Vol. 54. no. 1.

- GIRALDO, S. 1998. Apuntes para un sistema de clasificación y pago de canales porcinas. Memorias del simposio colombiano de la carne de cerdo. Pereira, Colombia. p. 42-50.
- GÓMEZ, M. 2007. Árboles y Arbustos forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica. Fundación CIPAV. Cali. Colombia. p.147.
- GONZÁLEZ, C. Y DE FRANCESCO, V. 2000. Embrión y Plántulas de Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. Trabajos Prácticos de Botánica. CNBA. Extraído: el 10 de setiembre del 2015, de <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Trabprac/trab-prac.htm>.
- GUEGUEN, J.; VAN OORT, M.; QUILLIEN, L. Y HESSING, M. 1993. The composition, biochemical characteristics and analysis of proteinaceous antinutritional factors in legume seeds. A review. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds: proceedings of the Second International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands, 1-3 December 1993. Poel, A.F.B. van der, J. Huisman and H.S. Saini (Editors). EAAP Publication no. 70. Wageningen Pers, Netherlands. pp 9-30.
- GURUMOORTHY, P., PUGALENTHI, M. Y JANARDHANAN, K. 2008. Nutritional potential of five accessions of a south indian tribal pulse *Mucuna pruriens* var *utilis*: ii. investigations on total free phenolics, tannins, trypsin and chymotrypsin inhibitors, phytohaemagglutinins, and in vitro protein digestibility. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 1,

153 – 158.

- HARTMANN, H. Y KESTER, D. 1988. Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 760 pp. Kemp, 1975.
- HIDALGO, D. Y MORENO, J. 2002. Efecto del malteado para disminuir la concentración de concaavalina A y canavanina en las semillas de *canavalia ensiformis*. VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato. México. p.83-87.
- IRIZARRY, J. 2009. La germinación. [Artículo de Internet]. <http://es.slideshare.net/Prof.JIrizarry/modulo-14-la-germinacin-45167318> [Consulta: 12 de setiembre del 2015].
- JOSEPH, A., Y DIKSHIT, M. 1993. Effect of irradiation on the proteinase inhibitor activity and digestibility (in vitro) of safflower oil cake. Journal of American Oil Chemical Society, 70, 935–937.
- JORGE NETO, G. 1992. Soja integral na alimentação de aves e suínos. Avic. & Suíno Ind., São Paulo, volume 82, (988): p. 15.
- KATARIA, A., CHAUHAN, B. Y PUNIA, D. 1989b. Antinutrients and protein digestibility (in vitro) of mung bean as affected by domestic processing and cooking. Food Chemistry, 32, 9–17.
- KHALIL, A., Y MANSOUR, E. 1995. The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans. Food Chemistry, 54(2), 177–182.

- KHOKAR, S. Y CHANHAN, B. 1986. Effect of domestic processing and cooking on in vitro protein digestibility of the north bean. *Journal of Food Science*, 51, 1083–1085.
- LABANEIAH, M. Y LUH, B. 1981. Changes of starch, crude fiber, and oligosaccharides in germinating dry beans. *Cereal Chemistry*, 58, 135–138.
- LEVEAU, C. 2010. Efecto de diferentes niveles de harina de frejol canavalia (*Canavalia ensiformis*) en dietas de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM. Lima Perú. p. 46.
- LEÓN, A.; MICHELANGELI, C.; VERY R.; CARABAÑO, J.; RISSO, J.; MONTILLA, J. 1991. Valor nutricional de los granos de Canavalia en dietas para aves y cerdos. Seminario-Taller, Maracay, p. 14.
- LEÓN, A. 1999. El grupo de trabajo de canavalia: Promoviendo nuevas alternativas para la alimentación. FONAJAP Divulgación Oct-Dic. p. 5.
- MARTÍN, M. Y ESTEBAN, R. 1995. Hard-to-cook phenomenon in beans: Changes in antinutrient factors and nitrogenous compounds during storage. *Journal of Science Food Agriculture*, 69, 429–435.
- MARTÍNEZ, A.; DÍAZ, M.; HERNÁNDEZ, Y.; SARMIENTO, M. Y SIERRA, F. 2013. Sustitución de pasta de soja comercial (*Glicine max*) por harina de frijol de soja germinada y sin germinar en dietas de pollos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*. n. 25, v. 7, p. 1 – 10.
- MÉNDEZ, A.; VARGAS, R. Y MICHILANGELI, C. 1998. Effects of canavalin A.

fed as a part constituent of Jackbean *Canavalia ensiformis* seeds, on the humoral immune response and performance of broiler chickens. *Poultry Science*. v. 77, p. 282 – 289.

MICHELANGELI, C. 1990. Actividad de la arginasa renal y de niveles plasmáticos de aminoácidos básicos en pollos de engorde. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay. Venezuela.

MICHELANGELI, C.; PÉREZ, G.; MÉNDEZ, A. Y SÍVOLI, L. 2004. Efecto del tostado del grano de canavalia sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento. *Zootecnia Tropical*. v. 22, n. 1, p. 1 – 7.

MICHELANGELI, C. Y VARGAS, R. 1994. L-canavanine influences feed intake, plasma basic amino acid concentrations and kidney arginase activity and chicks. *Journal Nutrition*. v. 142, p. 1081 – 1087.

MONTILLA, J., FERREIRO, M., CUPUL, S., GUTIERREZ, M. & PRESTON, T. 1981. Observaciones preliminares sobre el efecto del ensilaje y el tratamiento térmico del grano de *Canavalia ensiformis* en dietas para aves. *Trop. Anim. Prod.* 6:408.

MORA, M., ESCOBAR, A., PARRA, R. & PARRA, ORNELLA DE. 1982. Comportamiento granero de *Canavalia ensiformis* en Rio Negro, Estado Miranda (Venezuela». *IPA. Informe anual'80*. p. 29.

NAVARRO, M. 2014. Inclusión de harina e granos tostados de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) en raciones de pollos parrilleros en fase de acabado en Tingo María. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María Perú. p. 68.

- PAEZ, M. 1983. Eficiencia de la utilización de la canavalia como cultivo denso en los sistemas de "franjas en contorno". IPA. Informe anual'82.
- POLO, E. Y MEDINA, L. 2008. Canavalia. Instituto Pro Mejoramiento de la Ganadería. Unidad de Manejo Nutrición y Forraje. Panamá.
- PUSZTAI, A. 1989. Biological effects of dietary lectins. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Proceedings of the First International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands November 23-25, 1988. Huisman, J., T.F.B. van der Poel and I.E. Liener (Editors). Pudoc Wageningen, Netherlands. pp 17-29.
- REINA, YURIMA; LEON, TIBISAY, MONTILLA, J., VIERMA, COROMOTO, VIERA, J. & VARGAS, R. 1989. Cuantificación de factores anti nutricionales en cuatro cultivares de canavalia. IPA. Informe anual'87.
- RISSE, J. 1984. Uso de la Canavalia en la alimentación de aves y cerdos. Tesis de Maestría en producción animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. p. 59.
- RISSE, J., MONTILLA, J. & PRESTON, T. 1983. Efecto del ensilaje, el autoclavado y la adicción de piridoxina sobre la harina de canavalia incluida en raciones para aves. IPA. Informe anual'81. p. 27.
- ROBLES, J. 2014. Respuesta bioeconómica de pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con raciones con inclusión del 10% de semillas de canavalia sometida a diferentes procesos fisicoquímicos, en Tingo María. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. p. 52.

- RODRIGUEZ, L. 2001. Crianza de cuyes. Instituto Nacional De Investigación Agraria. Perú Ministerio de Agricultura.
- ROSS. 1998. Manual de pollos de carne. Ross Breeders Limited New Bridge Midlothian EH28 8SZ Scotland. Escocia. 43pp.
- ROSS. 2009. Manual de pollos de carne. Ross Breeders Limited New Bridge Midlothian EH28 8SZ Scotland. Escocia. p. 35.
- ROSTAGNO, H. 2011. Tablas Brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 3ª Edición. Universidad Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia. 259 p.
- SHARMA, A. AND SEHGAL, S. 1992. Effect of domestic processing, cooking and germination on the trypsin inhibitor activity and tannin content of faba bean (*Vicia faba*). *Plant Foods for Human Nutrition* 42(2): 127–133.
- SENRANS, F., IBANEZ, E., Y CIFUENTES, A. 2003. New trends in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43, 507–526.
- SIDDHURAJU, P. Y BECKER, K. 2001. Effect of various domestic processing methods on antinutrients and in vitro protein digestibility and starch digestibility of two indigeous varieties of Indian tribal pulse, *Mucuna pruriens* var *utilis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3058–3067.
- SÍVOLI, L.; MÉNDEZ, A. Y MICHILANGELI, C. 2005. Toxicidad del aminoácido no proteínico L-canavanina en pollos de engorde. *Revista Científica, FCV - LUZ*. v. 15, p. 155 – 158.

- UNIVERSIDAD NACIONAL AGARIA DE LA SELVA. 2009. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones.
- VAN DER POEL, A. 1990. Effect of processing on antinutritional factors and protein nutritional value of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). A review. *Animal Feed Science and Technology*, 29: 179-208.
- VIDAL C., FRÍAS, J., SIERRA, I., BLÁZQUEZ, I., LAMBEIN, F., Y KUO, Y. H. 2002. New functional legume foods by germination: Effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. *European Food Research and Technology*, 215, 472– 477.
- VIERMA, COROMOTO DE & MONTILLA, J. 1984. Harina de granos de *Canavalia ensiformis* en raciones para aves en crecimiento: Efecto de la extracción alcohólica y autoclavado. IPA. Informe anual'83. p. 41
- WANG, N., LEWIS, M., BRENNAN, J. Y WESTBY, A. 1997. Effect of processing methods on nutrients and antinutritional factors in cowpea, *Food Chemistry*, 58, 59–68.
- WANJEKECHE, E., WAKASA, V., Y MUREITHI, J. 2003. Effect of germination, alkaline and acid soaking and boiling on the nutritional value of mature and immature *Mucuna* (*Mucuna pruriens*) beans. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 1, 183–192.
- ZIENA, H., YOUSSEF, M., Y EL-MAHDY, A. 1991. Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans Medammis: Effects of cooking temperature and time. *Journal of Food Science*, 56(5), 1347–1349, 1352.

X. ANEXO

Anexo 1. Análisis de regresión para ganancia diaria de peso

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	13868.30	2	6934.15	313.94	<0.0001
Error	485.92	22	22.09		
Falta de ajuste	2.57	2	1.28	0.05	0.9484
Error Puro	483.35	20	24.17		
Total	14354.22	24			

Anexo 2. Análisis de regresión para consumo diario de alimento

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	17005.75	2	8502.87	236.41	<0.0001
Error	791.25	22	35.97		
Falta de ajuste	135.77	2	67.88	2.07	0.1522
Error Puro	655.48	20	32.77		
Total	17797.00	24			

Anexo 3. Análisis de regresión para conversión alimenticia

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	7.14	2	3.57	98.45	<0.0001
Error	0.80	22	0.04		
Falta de ajuste	0.18	2	0.09	2.99	0.0729
Error Puro	0.61	20	0.03		
Total	7.94	24			

Anexo 4. Análisis de regresión para rendimiento de carcasa

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	11.14	1	11.14	8.09	0.0092
Error	31.66	23	1.38		
Falta de ajuste	5.03	3	1.68	1.26	0.3155
Error Puro	26.63	20	1.33		
Total	42.80	24			

Anexo 5. Análisis de regresión para peso relativo del páncreas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	0.02	2	0.01	6.14	0.0076
Error	0.03	22	1.4E-03		
Falta de ajuste	4.2E-03	2	2.1E-03	1.63	0.2201
Error Puro	0.03	20	1.3E-03		
Total	0.05	24			

Anexo 6. Análisis de regresión para peso relativo de la grasa abdominal

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Trat	3.38	2	1.69	18.11	<0.0001
Error	2.05	22	0.09		
Falta de ajuste	3.4E-03	2	1.7E-03	0.02	0.9837
Error Puro	2.05	20	0.10		
Total	5.44	24			

Anexo 7. Estructura de costos (S/.) de producción de pollos parrilleros

Tratamiento	Repetición	Peso inicial, g	P. Pollo, S./kg	Costo pollo, S/.	Peso final, g	P. Pollo, S./kg	Ingreso, S/.
0	1	914	7.00	6.40	1935	7.00	13.55
0	2	726	7.00	5.08	1949	7.00	13.64
0	3	689	7.00	4.82	2021	7.00	14.14
0	4	655	7.00	4.59	1971	7.00	13.80
0	5	608	7.00	4.26	2037	7.00	14.26
5	1	856	7.00	5.99	1959	7.00	13.71
5	2	772	7.00	5.41	1825	7.00	12.77
5	3	682	7.00	4.77	1880	7.00	13.16
5	4	643	7.00	4.50	1941	7.00	13.58
5	5	600	7.00	4.20	1892	7.00	13.25
10	1	828	7.00	5.79	1730	7.00	12.11
10	2	762	7.00	5.33	1847	7.00	12.93
10	3	720	7.00	5.04	1608	7.00	11.25
10	4	634	7.00	4.44	1625	7.00	11.38
10	5	588	7.00	4.11	1745	7.00	12.21
15	1	810	7.00	5.67	1446	7.00	10.12
15	2	755	7.00	5.28	1479	7.00	10.35
15	3	714	7.00	5.00	1407	7.00	9.85
15	4	673	7.00	4.71	1415	7.00	9.90
15	5	544	7.00	3.81	1416	7.00	9.91
20	1	785	7.00	5.49	1044	7.00	7.31
20	2	739	7.00	5.17	1159	7.00	8.11
20	3	696	7.00	4.87	1166	7.00	8.16
20	4	664	7.00	4.65	1162	7.00	8.14
20	5	621	7.00	4.34	1089	7.00	7.63

Anexo 8. Estructura de costos (S/.) de producción de pollos parrilleros

Tratamiento	Repetición	Consumo alimento, kg	Precio alimento S/./ Kg	Costo por alimento, S/.	Luz, S/.	Agua, S/.
0	1	2.15	1.81	3.90	0.13	0.13
0	2	2.23	1.81	4.04	0.13	0.13
0	3	2.28	1.81	4.13	0.13	0.13
0	4	2.29	1.81	4.15	0.13	0.13
0	5	2.36	1.81	4.27	0.13	0.13
5	1	2.21	1.82	4.03	0.13	0.13
5	2	2.24	1.82	4.07	0.13	0.13
5	3	2.35	1.82	4.28	0.13	0.13
5	4	2.34	1.82	4.26	0.13	0.13
5	5	2.33	1.82	4.24	0.13	0.13
10	1	2.09	1.83	3.82	0.13	0.13
10	2	2.22	1.83	4.06	0.13	0.13
10	3	2.01	1.83	3.67	0.13	0.13
10	4	1.96	1.83	3.59	0.13	0.13
10	5	1.85	1.83	3.38	0.13	0.13
15	1	1.74	1.84	3.21	0.13	0.13
15	2	1.73	1.84	3.18	0.13	0.13
15	3	1.72	1.84	3.17	0.13	0.13
15	4	1.77	1.84	3.25	0.13	0.13
15	5	1.66	1.84	3.06	0.13	0.13
20	1	1.30	1.85	2.40	0.13	0.13
20	2	1.34	1.85	2.48	0.13	0.13
20	3	1.38	1.85	2.55	0.13	0.13
20	4	1.28	1.85	2.36	0.13	0.13
20	5	1.28	1.85	2.38	0.13	0.13

Anexo 9. Estructura de costos (S/.) de producción de pollos parrilleros

Tratam.	Repetición	Sanidad, S/.	Mano obra, S/.	otros, S/.	CF, S/.	CV, S/.	CT, S/.	BN, S/.	ME, %
0	1	0.32	0.63	0.57	2.21	10.29	12.50	1.04	8.35
0	2	0.32	0.63	0.57	2.21	9.13	11.34	2.30	20.29
0	3	0.32	0.63	0.57	2.21	8.95	11.16	2.98	26.72
0	4	0.32	0.63	0.57	2.21	8.74	10.95	2.85	26.00
0	5	0.32	0.63	0.57	2.21	8.52	10.73	3.53	32.84
5	1	0.32	0.63	0.57	2.21	10.02	12.23	1.48	12.09
5	2	0.32	0.63	0.57	2.21	9.48	11.69	1.09	9.32
5	3	0.32	0.63	0.57	2.21	9.05	11.26	1.90	16.89
5	4	0.32	0.63	0.57	2.21	8.76	10.97	2.62	23.84
5	5	0.32	0.63	0.57	2.21	8.44	10.65	2.60	24.40
10	1	0.32	0.63	0.57	2.21	9.61	11.82	0.29	2.45
10	2	0.32	0.63	0.57	2.21	9.39	11.60	1.33	11.48
10	3	0.32	0.63	0.57	2.21	8.71	10.92	0.33	3.05
10	4	0.32	0.63	0.57	2.21	8.03	10.24	1.14	11.15
10	5	0.32	0.63	0.57	2.21	7.50	9.71	2.51	25.83
15	1	0.32	0.63	0.57	2.21	8.87	11.08	-0.96	-8.70
15	2	0.32	0.63	0.57	2.21	8.46	10.67	-0.32	-3.00
15	3	0.32	0.63	0.57	2.21	8.17	10.38	-0.53	-5.09
15	4	0.32	0.63	0.57	2.21	7.96	10.17	-0.26	-2.60
15	5	0.32	0.63	0.57	2.21	6.87	9.08	0.83	9.12
20	1	0.32	0.63	0.57	2.21	7.89	10.10	-2.79	-27.64
20	2	0.32	0.63	0.57	2.21	7.65	9.86	-1.75	-17.72
20	3	0.32	0.63	0.57	2.21	7.42	9.63	-1.47	-15.27
20	4	0.32	0.63	0.57	2.21	7.01	9.22	-1.09	-11.78
20	5	0.32	0.63	0.57	2.21	6.72	8.93	-1.31	-14.61

CF: Costos fijos, CV: Costos variables, CT: Costo total, BN: Beneficio neto y ME: Mérito económico