

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



TESIS

**“DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE SEMILLA DE CANAVALLIA
(*Canavalia ensiformis* L.) PREDIGERIDA IN VITRO COMO INSUMO EN
LA ALIMENTACIÓN PARA POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE
ACABADO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ELABORADO POR
YEFIGENIA ALBORNOZ LAVADO**

ASESOR

Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE

TINGO MARÍA – PERU

DICIEMBRE – 2018



T
ZOO

Albornoz Lavado, Yefigenia

"Diferentes niveles de harina de semillas de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) in vitro como insumo en la alimentación para pollos parrilleros en fase de acabado"

38 páginas; 05 cuadros; 05 Gráficos; 56 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia. 2018

1. POLLOS

2. HARINA

3. SEMILLA

4. ALIMENTACION

5. IN VITRO

6. CANAVALI



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 07:30 p.m. del 16 de mayo de 2018, para calificar la Tesis titulada "DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE SEMILLA DE CANAVALLA (*Canavalia ensiformis* L.) PREDIGERIDA IN VITRO COMO INSUMO EN LA ALIMENTACIÓN PARA POLLOS PARRILLEROS EN FASE DE ACABADO" presentado por la Bachiller en Ciencias Pecuarias YEFIGENIA ALBORNOZ LAVADO.

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

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

Tingo María, 17 de mayo de 2018.

Dr. Carlos Enrique Arévalo Arévalo
Presidente

Ing. M. Sc. Juan Lao Gonzáles
Miembro

Ing. Walter Alberto Paredes Orellana
Miembro

Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Asesor

Copia : Archivo

slcp/sec

DEDICATORIA

A **Dios** por el éxito y la satisfacción de esta investigación, que me entrego los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, obstáculos y oportunidades que se presenta en mi vida.

A mis queridos padres: **Isidoro ALBORNOZ MEJIA** y **Eda LAVADO RUBIO**, por ser uno de mis principales motivos en mi vida por haberme guiado y aconsejado.

A mis hermanos: **Mijail, ALBORNOZ LAVADO, Jenner, ALBORNOZ LAVADO** y **Benita, ALBORNOZ LAVADO**. Por apoyarme en cada momento difícil de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por darme la oportunidad de ser parte en mi formación profesional y apoyarme en la ejecución del presente proyecto.

De parte muy especial al Dr. Rizal, ROBLES HUAYNATE por contribuir con su orientación y apoyarme en la redacción del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Carlos, ARÉVALO ARÉVALO, por su orientación y apoyo práctico en la crianza de los pollos, Ing. MS.c. Medardo, DIAZ CÉSPEDES e Ing. MS.c. Eber, CÁRDENAS RIVERA, por compartir sus conocimientos en la preparación de la cepa fermentadora y el proceso de fermentación de la harina de semillas de canavalia.

A mis compañeros y amigos: Richard Gómez, Pepe López, Sarai Huaranga, Ely Solís, Claudia Clemente, Liz Ocaz, Amaringo Rivera; por su aporte en la ejecución del presente trabajo de investigación y sus buenos ánimos.

ÍNDICE GENERAL

Cuadro		Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	2.1. Alimentación de los pollos parrilleros.....	3
	2.2. Parámetros productivos de pollos parrilleros.....	5
	2.3. Características generales de la canavalia (<i>Canavalia</i> <i>Ensiformis</i> L.).....	5
	2.4. Composición química nutricional de la canavalia.....	6
	2.5. Uso de la canavalia.....	8
	2.5.1. Factores antinutricionales de la canavalia.....	9
	2.5.2. Tratamientos para eliminar los FANs de la canavalia.....	10
	2.6. Uso de microorganismos del líquido ruminal para la pre digestión	11
	2.7. Fermentación.....	12
	2.7.1. Fermentación láctica.....	13
	2.7.2. Fermentación acética.....	14
	2.7.3. Fermentación butírica.....	14
	2.8. Secado.....	14
	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
III.	3.1. Lugar de la investigación.....	16
	3.2. Tipo de investigación.....	16
	3.3. Materiales y equipos.....	16

3.4. Insumo en estudio.....	17
3.5. Dietas experimentales y alimentación.....	19
3.6. Animales experimentales.....	19
3.7. Sanidad.....	19
3.8. Variable independiente.....	20
3.9. Tratamientos.....	21
3.10. Croquis de distribución de los tratamientos.....	22
3.11. Análisis estadístico.....	22
3.12. Variables dependientes.....	23
3.13. Metodología.....	23
3.13.1. Parámetros productivos.....	23
3.13.2. Beneficio neto.....	24
3.13.3. Rendimiento de carcasa.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Parámetros productivos.....	26
4.2. Parámetros económicos.....	28
V. DISCUSIÓN.....	30
5.1. Consumo diario de alimento.....	30
5.2. Ganancia diaria de peso.....	31
5.3. Conversión alimenticia.....	33
5.4. Rendimiento de carcasa.....	35
5.5. Beneficio neto y merito económico.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40

	ABSTRACT.....	41
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
	ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis químico proximal de harinas de canavalia.....	17
2	Dietas experimentales para pollos parrilleros machos en fase de acabado en función de tratamientos.....	20
3	Composición nutricional de las dietas experimentales para pollos parrilleros machos en fase de acabado.....	21
4	Promedios \pm DE de peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) conversión alimenticia (CA) y rendimiento de carcasa (RC) de pollos parrilleros.....	26
5	Análisis económico de producción de pollos parrilleros alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Flujograma para la predigestión de semillas de canavalia....	18
2	Nivel óptimo para consumo diario de alimento	27
3	Nivel óptimo para ganancia de peso	27
4	Nivel óptimo para conversión alimenticia.....	28
5	Regresion lineal entre los tratamientos y rendimiento de carcasa.....	28

RESUMEN

El 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 pre digerida in vitro (HSCPDIV), en dietas para pollos parrilleros en fase de acabado, dónde fueron utilizados 175 pollos machos Cobb 500 de 21 días de edad, con peso vivo de 842 ± 20 g, los cuales se distribuyeron en cinco tratamientos, siete repeticiones y cada repetición con cinco aves; las semillas de canavalia fueron secadas, partidas y sometidas a pre digestión in vitro con microorganismos de rumen, secadas y adicionadas en dietas, formándose cinco tratamientos: T1: Dieta sin inclusión de HSCPDIV, T2: Dieta con inclusión de 5% de HSCPDIV, T3: Dieta con inclusión de 10% de HSCPDIV, T4: Dieta con inclusión de 15% de HSCPDIV y T5: Dieta con inclusión de 20% de HSCPDIV. Los datos fueron sometidos al 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 2.88%; asimismo, se observó que el rendimiento de carcasa presento ($p < 0.05$) una tendencia lineal negativa y económicamente, se observa que a mayor inclusión de HSCPDIV, existe menor utilidad. Se concluye que el nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro en dietas para pollos parrilleros machos en fase de acabado es de 2.88%.

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

I. INTRODUCCIÓN

El elevado costo de los insumos alimenticios tradicionales, usados en la alimentación animal, ocasiona una baja rentabilidad en la actividad pecuaria, ya que los costos de alimentación en animales monogástricos, representa entre el 65 y 75% del costo total de producción. Una de las alternativas para corregir esta limitante es el uso de recursos alimenticios regionales y entre ellos tenemos los productos agrícolas, como la canavalia que produce semillas con alto contenido de proteína.

A pesar de las bondades que esta especie nos ofrece en la alimentación animal, el uso de la canavalia ha sido limitado, debido a la presencia de factores anti nutricionales (FANS), como la canavanina, que es un aminoácido y la concanavalina A y B que reducen la capacidad de las vellosidades intestinales para absorber nutrientes. Sin embargo, existen tratamientos que eliminan o reducen el contenido de los FANS con la premisa de mejora en el uso de los nutrientes presentes en semillas de canavalia, fundamentalmente de naturaleza proteica y aumentando su digestión.

En consecuencia, la presente investigación tiene la siguiente interrogante ¿Cuál es el nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) predigerida invitro como insumo en la

alimentación para pollos parrilleros en la fase de acabado? En tal sentido, se plantea la siguiente hipótesis: la inclusión de 15% de harina de canavalia pre digerida in vitro en dietas de pollos parrilleros en fase de acabado, reporta buena performance en el desempeño zootécnico y mérito económico.

Objetivo general

Evaluar el efecto productivo y económico de la inclusión de harina de semillas de canavalia predigerida in vitro como insumo en la alimentación para pollos parrilleros en fase de acabado.

Objetivos específicos

- Determinar el consumo de alimento, la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con dieta balanceada que incluye con diferentes niveles harina de semillas de canavalia predigerida invitro.
- Determinar el beneficio y mérito económico de pollos parrilleros en fase de acabado alimentados con dieta balanceada incluidas con diferentes niveles harina semillas de canavalia predigerida invitro.
- Determinar el nivel de inclusión óptima de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Alimentación de los pollos parrilleros

El alimento es el rubro más oneroso 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 de valor de 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 finalización (ROSS, 1998).

COBB VANTRESS (2008) manifiesta que, las dietas para pollos de engorde están formuladas para proveer energía y nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y producción. Los nutricionales requeridos por las aves son: agua, aminoácidos, 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, ocurre 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.

Décadas atrás se recomendaba dejar a los pollitos sin comer durante las primeras 24 o 48 horas de vida, pues se creía que no era conveniente suministrar alimento teniendo aún el vitelo sin absorber, actualmente se ha visto que, dado que esta absorción tarda cerca de una semana, el ayuno es contraproducente, ya que no sólo no reporta ninguna ventaja positiva, sino que, al contrario, puede retardar el crecimiento y provocar un aumento de mortalidad durante los primeros días (SANMIGUEL Y SERRAHIMA, 2004).

También, el mismo autor antes mencionado, indica que la producción de pollos exige de una formulación alimenticia adecuada al tipo de ave que se quiere engordar y a la edad de la misma y que estos alimentos provengan de un fabricante de reconocida solvencia técnica y comercial; y que la compra del alimento debe hacerse en pequeñas cantidades, lo suficiente. Para dos o tres semanas, sólo de esta forma estaremos seguros de suministrar a las aves un alimento fresco.

Según ARÉVALO (2004) comenta que, durante 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. Los

requerimientos de nutrientes en los pollos de engorde generalmente disminuyen con la edad; desde un punto de vista clásico, dietas de inicio, crecimiento y término son incorporadas en los programas de crecimiento de las aves. De todas formas, los requerimientos de las aves no cambian abruptamente en días específicos, sino que cambian continuamente a través del tiempo; la mayoría de las compañías alimentan a sus aves con múltiples dietas intentando acercarse a los requerimientos reales de las aves; el productor se acercará más a los requerimientos reales de las aves a mayor sea el número de dietas que formule para estas en un período determinado (COBB VANTRESS, 2008).

2.2. Parámetros productivos de pollos parrilleros

VENTURINO (2006) reportó que en el año 1994 el peso vivo comercial era de 2.75 kg con 58 días de edad, diez años después el mismo peso se logra a 49 días; el mismo autor menciona que un pollo BB tiene que pesar 4 veces más de su peso de nacimiento a la 1^{ra} semana, 10 veces más a las 2^{da} semanas y 17.5 veces más a los 21 días con una mortalidad máxima de 1%, 0.5% y 0.4% a la 1^{ra}, 2^{da} y 3^{ra} semana, respectivamente. Las ventajas en el manejo alimentar con sexos separados son más eficientes (ROSS1998), debido a que los machos crecen más rápido que las hembras; así mismo, la respuesta de crecimiento al incremento de proteína con relación a la energía es más grande en el macho que en las hembras.

2.3. Características generales de la Canavalia (*Canavalia ensiformis* L.)

Es una planta de crecimiento rápido con alta producción de forraje y semillas con un buen contenido proteico. La semilla puede contener hasta 32%

de proteína cruda y su producción es aproximadamente 4600 kg/ha (MORA *et al.*, 1982). La canavalia puede formar guías, presenta 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 es resistente a la sequía (POLO Y MEDINA, 2008).

Su posible uso es amplio: puede servir para la alimentación de los rumiantes (planta entera, frutos, residuos de la cosecha, granos y vainas vacías), las aves, los cerdos y los humanos (granos), como cultivo de cobertura y abono verde, en la protección de los suelos y para la producción de ureasa (PAEZ, 1983).

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 30% de proteínas y 60% de carbohidratos que la coloca como una importante fuente proteica y energética (CARLINI Y UDEDIBIE, 1998).

2.4. Composición química nutricional de la canavalia

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, cercano al 24% de proteína verdadera, 40% de almidón, 7% a 9% de fibra bruta, un buen balance mineral y energía metabolizable (EM) para aves entre 2500 y 3000 kcal/kg, en función del tratamiento a que se someta. Las

semillas de leguminosas son generalmente deficientes en aminoácidos azufrados (metionina y cistina) y en triptófano, siendo ricas en lisina (VAN DER POEL, 1990).

LEON (1999) determinó la composición nutricional de la semilla de canavalia destacando su alto contenido proteico. Materia seca (86.7%), proteína bruta (36.3%), ceniza (9.9%), extracto etéreo (2.5%), extracto libre de nitrógeno (48.4%), calcio (0.19%), fosforo (0.2%); del mismo modo, el contenido de algunos aminoácidos expresados como porcentaje de proteína bruta fueron: arginina (8.0%), cisteína (0.6 %), glicina (4.5%), histidina (3.5%), leucina (10.2) y lisina (5.1%).

Por lo tanto, 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 al 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 Y MONTILLA, 1984).

Efectos negativos han sido atribuidos a la presencia de la lectina concanavalina A y del aminoácido no proteico canavanina (LEÓN *et al.*, 1991; MICHELANGELI, 1990), los cuales limitan la utilización de canavalia cruda en las dietas, haciéndose necesario el procesamiento de las semillas para su inclusión a niveles más altos en las dietas.

Se han realizado varios estudios donde se ha caracterizado el análisis proximal de los granos crudos de canavalia, según BRESANNI *et al.*

(1987), el contenido de proteína cruda varía entre 26.90% y 31.30%, similares a los reportados para otras semillas de leguminosas, el extracto etéreo 1.60%-3.50%, calcio 7.00% - 9.40%, cenizas 2.30% - 3.20%, almidón 35.70% - 46.10% y fósforo 0.3%1-0.42%. Los valores señalados indican que la canavalia es una buena fuente de proteínas, almidón y minerales, pudiendo concebirse que reemplace parte de la soya y de los cereales en dietas para animales no rumiantes, incluyendo aves y cerdos.

Sin embargo, en relación al contenido de proteína cruda, el principal aminoácido no proteico de la canavalia es la canavanina, tomando en cuenta este dato LEÓN *et al.* (1991) indicaron 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.

2.5. Uso de la canavalia

Como muchas otras leguminosas forrajeras, *Canavalia ensiformis* L., contiene algunos componentes en las semillas 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). Otra característica importante de las leguminosas es su efecto adicional y funcional sobre las dietas combinadas con cereales, pero dicho efecto según CÁRDENA *et al.* (2000), está limitado por la deficiencia de aminoácidos azufrados, como la metionina y cistina, y por factores anti nutricionales, que limitan su inclusión en dietas de animales monogástricos principalmente.

2.5.1. Factores anti nutricionales de la canavalia

GÓMEZ (2007) comenta que, normalmente las leguminosas son buenas fuentes de proteína con un alto contenido en lisina, bajo en aminoácidos azufrados y con presencia de FANs; por tanto, el valor nutritivo de ciertas leguminosas, es mucho menor del que se podría esperar en relación con su composición química. La presencia de FANs reduce la disponibilidad biológica y la digestibilidad de uno o más nutrientes (GIRALDO, 1998).

La presencia de FANs 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 tratamientos térmicos (GALLEGOS *et al.*, 2004). Entre los compuestos químicos identificados que pueden actuar como FANs se encuentran: la canavanina, la concanavalina A, la canalina y la ureasa (MORA *et al.*, 1982).

LEON (1999) hallaron que en la harina de semillas 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. 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).

En una descripción detallada de los cuatro tóxicos identificados en la canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) ESCOBAR *et al.* (1984)

señalan que el factor antinutricional concaavalina A posee alta solubilidad en soluciones salinas débiles y que es una proteína termolábil (principalmente al 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. Afortunadamente, 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 (CAMPOS,1994).

Canavanina es un aminoácido no proteico presente en forma libre que, ha sido aislado en aproximadamente 1200 plantas leguminosas donde es usualmente el principal aminoácido libre (BELL, 1978). Es el aminoácido no proteico de mayor importancia presente en la canavalia, representa entre el 3 y 5% del peso seco de la semilla 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 responsables conjuntamente con la Con A del bajo valor nutricional de las semillas crudas de la canavalia en aves (MICHELANGELI, 1990).

2.5.2. Tratamientos para eliminar los FANs de la canavalia

VIERMA Y MONTILLA (1984) estudiaron el efecto de la extracción alcohólica y el autoclavado en la harina de granos, observaron que la

canavanina se redujo parcialmente con los tratamientos; mientras que la concaavalina A fue afectada parcialmente por el autoclavado y desapareció totalmente al someterla a ambos tratamientos. Dichos autores sugieren la extracción alcohólica y el autoclavado, pues neutralizan en alto grado los FANs.

REINA *et al.* (1989) al ensayar diferentes tratamientos, encontraron que el autoclavado (121°C, 15 lb presión por 60 minutos) resultó eficaz para disminuir las concentraciones de canavanina y concaavalina en niveles del 46% y 97% respectivamente. 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). También se ha encontrado que al someter dietas que incluyen harina de canavalia a la fermentación, reduce la presencia de FAN y aumenta la calidad nutritiva (ELÍAS *et al.*, 2009).

2.6. Uso de microorganismos del líquido ruminal para la pre digestión

Asumiendo que el rumiante dispone de una población de microbios en el rumen capaz de eliminar las toxinas, así como tolerar o adaptarse a la presencia de los FAN presentes en las semillas de canavalia (DOMÍNGUEZ-BELLO 1996). Los rumiantes han desarrollado una compleja microbiota simbiótica que incluye bacterias, protozoarios, hongos y arqueas. Esta comunidad les ha permitido adaptarse al consumo de vegetales y aprovechar

los polisacáridos insolubles como la celulosa y hemicelulosa. Estos sustratos poseen enlaces que no pueden ser hidrolizados por los mamíferos (FRAGA, 2010).

Existen alrededor de 10 billones de células bacterianas por gramo de contenido ruminal y alrededor de 200 especies que son responsables de la mayor degradación de los nutrientes de los alimentos. En el complejo retículo-rumen las bacterias se clasifican por su forma o afinidad por el sustrato. Los protozoarios participan en el proceso de fermentación en el complejo retículo-rumen utilizando mayormente sus cilios como medio de locomoción y el mecanismo de adhesión para la degradación de sustratos. Algunos protozoarios presentes en el rumen tenemos; *Polyplastron*, *Entodinium*, *Entodiniumn* y *Eudiplodinium* (RODRÍGUEZ, 2008).

2.7. Fermentación

LLANTO (1979) menciona que la fermentación comprende una serie de procesos químicos producidos en los compuestos orgánicos básicamente por la acción de diferentes microorganismos, con la única finalidad de obtener alimentos y energía para su desarrollo, teniendo como su función principal de los microorganismos la desnutrición. Durante este proceso se forman varios productos químicos de los cuales se destacan por su importancia los ácidos lácticos con niveles variables, pero siempre en menor cantidad el ácido acético y muy poco o nada de ácido butírico.

A su vez, el nitrógeno amoniacal debe estar en mínima proporción; si sucede lo contrario significa que una parte de las proteínas contenidas en el

material ensilado ha sido descompuesta, originándose compuestos más simples, lo cual habrá perdido gran parte del valor nutritivo contenido en su estado original. En el proceso de fermentación es importante porque gracias a la presencia de bacterias se producirá la correcta fermentación del silo. Se tiene tipos de fermentación, los cuales son los mismos con respecto al ensilado de forrajes (DAO *et al.*, 2013 y LLANTO, 1979).

2.7.1. Fermentación láctica

Es ocasionada por un grupo de microorganismos entre ellos se encuentran el *Lactobacillus plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. brevis*, *L. casei* y *Streptococcus lactis*, que se desarrollan entre 5 a 60 °C, con una temperatura óptima de 35 °C. Según LLANTO (1979), las condiciones de acidez se mantienen en un pH de 3 y 4. En cuanto a la presencia de aire, son principalmente anaeróbicos no prosperan bien en presencia de aire ni en alta humedad.

Además, indica que la importancia de la fermentación es:

- Asegura la concentración de ácido láctico porque es el elemento conservador, sin formar elementos secundarios no palatables o innecesarios. Su buen desarrollo a bajas temperaturas asegura la conservación de un mayor porcentaje de elementos nutritivos al minimizar las pérdidas por respiración.
- Su sabor y olor se hacen fácilmente apetecibles para el pollo.
- No causa efectos perjudiciales a la salud al animal.

- Se desarrolla en condiciones de medio ambiente que no son propicios o aún impiden la presencia de otros microorganismos no deseables sin la formación de productos secundarios.

2.7.2. Fermentación acética

DAO *et al.* (2013) mencionaron que la fermentación acética es causada por microorganismos del grupo coliformes. La temperatura óptima que permite su desarrollo es de 18 a 25 °C. En el ensilado producen pequeñas cantidades de ácido acético.

2.7.3. Fermentación butírica

DAO *et al.* (2013) y LLANTO (1979) mencionaron que la fermentación butírica no es deseable en la conservación de forrajes porque lo que causaría es la presencia olores y sabores no agradables. Entre los productos resultantes de este tipo de fermentación tenemos los ácidos butíricos como: alcohol e hidrogeno, lo que contribuyen a los efectos de la mala conservación del forraje que son producidos por microorganismos del grupo de los Clostridios que son anaeróbicos principalmente. La temperatura óptima es de 20 a 40 °C, resistentes a un pH inferior a 4, prefiriendo para su desarrollo un pH intermedio entre 4 a 5.

2.8. Secado

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 (LON, 2007). 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).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de la investigación

El presente trabajo de investigación, se realizó en el galpón de aves del Centro de Investigación y Capacitación Granja Zootecnia de la Facultad de Zootecnia – UNAS, en la ciudad de Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Pardo, región Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado a 09° 17' 24" de latitud sur y 76° 0' 1" de longitud oeste, con una altitud de 660 msnm, con una humedad relativa promedio de 84.09%, una temperatura promedio de 25.5 °C y una precipitación pluvial media de 3 100 mm, considerado como bosque húmedo pre montano tropical (UNAS, 2009). El trabajo de investigación se realizó entre los meses de agosto a noviembre del 2015.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo corresponde al tipo de investigación experimental.

3.3. Materiales y equipos

Se utilizó un galpón con orientación de norte a sur, de 24.74 m de largo y 9.72 m de ancho, 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 donde se

colocaron 40 jaulas experimentales de 1 m de ancho por 1.2 m de largo y 0.9 m de alto, confeccionadas de madera y malla metálica, cada jaula alojó a cinco pollos con sus respectivos 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.

3.4. Insumo en estudio

Para la ejecución del trabajo de investigación, las semillas de canavalia fueron adquiridas en la localidad de Los Milagros, ubicada en el Distrito de José Crespo y Castillo, Departamento de Huánuco, para obtener la harina de semilla de canavalia pre digerida se realizó según los detalles del Flujograma (Figura 1). También en el Cuadro 1 se detallan la composición química proximal de la harina de canavalia sin procesamiento y de la harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro (HSCPDIV).

Cuadro 1. Análisis químico proximal de harinas de semillas de canavalia

Nutrientes	Sin procesamiento ¹	Pre digerida ²
Materia seca, %	95.08	94.03
Proteína total, %	29.17	29.31
Extracto etéreo, %	2.48	2.17
Fibra bruta, %	8.35	8.00
Ceniza, %	3.67	4.90
Extracto libre de nitrógeno, %	51.41	49.65

Fuentes: ¹: Laboratorio de nutrición animal – UNAS (2013), ²: Laboratorio de Nutrición Animal – UNAS (2015).

En la Figura 1, se detallan los procesos para la obtención de harina de semillas de canavalia predigerida in vitro.

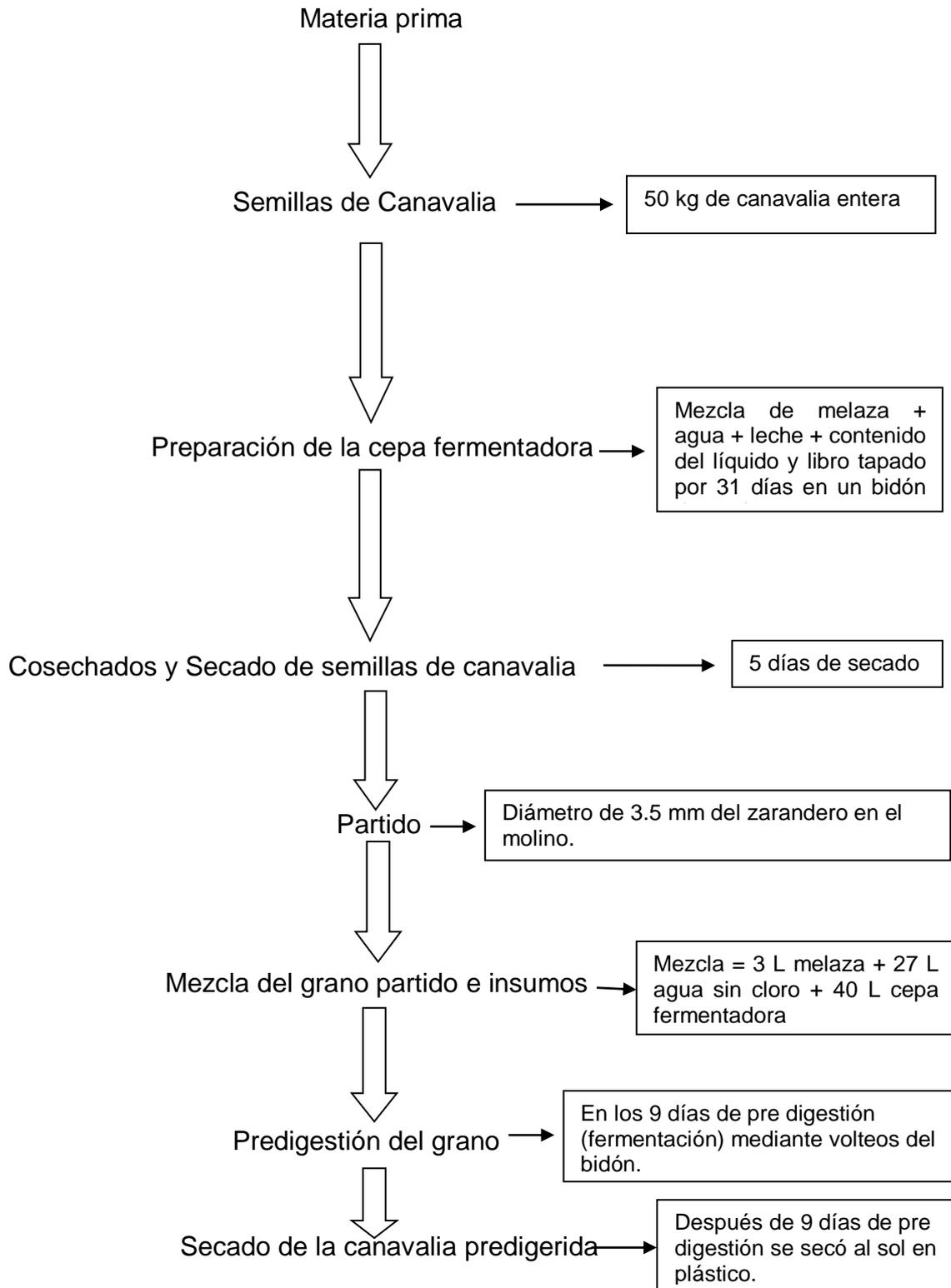


Figura 1: Flujograma para la predigestión de semillas de canavalia

3.5. Dietas experimentales y alimentación

Las dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos nutricionales para pollos parrilleros machos, propuesto en las Tablas de ROSTAGNO *et al.* (2011) que se establecieron manteniendo las relaciones de energía y proteína, recomendables para pollos. Las dietas se prepararon en la planta procesadora de Alimento Balanceado El Granjero de la Facultad de Zootecnia - UNAS; para el mezclado de la dieta se utilizó una mezcladora horizontal de tornillo sin fin con capacidad de 100 kg. Las dietas y su composición nutricional se muestran en los Cuadros 2 y 3, y el suministro de la dieta y agua fue en forma libre (*ad libitum*).

3.6. Animales experimentales

Fueron utilizados 175 pollos machos de la línea genética Cobb 500 de 21 días de edad, con peso vivo de 842 ± 20 g, los cuales se distribuyeron en cinco tratamientos, cada tratamiento con siete repeticiones y cada repetición con cinco aves.

3.7. Sanidad

Previo a la ejecución del experimento se realizó trabajos de limpieza y desinfección con cal viva al piso, paredes y techo, así como también las divisiones y los equipos mediante el lavado con detergente y lejía. La prevención de las enfermedades de los pollos, se realizó de acuerdo al programa de vacunación para la zona tropical, que fue la vacuna triple aviar a los 7 días y un refuerzo de la misma a los 23 días, también se colocó un pediluvio a base de cal viva al ingreso del galpón.

3.8. Variable Independiente

Harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro

Cuadro 2. Dietas experimentales para pollos parrilleros machos en fase de acabado en función de tratamientos

Insumos, %	Harina de semillas de canavalia predigerida				
	0%	5%	10%	15%	20%
Maíz amarillo	61.00	57.06	53.12	49.18	48.08
Torta de soja	29.06	26.50	23.93	21.37	19.54
Afrecho de trigo	1.80	3.48	5.15	6.82	5.61
HSCPDIV ¹	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
Aceite de palma	4.24	4.26	4.28	4.30	3.64
Carbonato de calcio	1.10	0.95	0.81	0.66	0.50
Fosfato monocálcico	1.23	1.22	1.20	1.18	1.20
Sal común	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45
Premezcla vit. + min. ²	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Lisina	0.36	0.34	0.33	0.31	0.28
Metionina	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22
Treonina	0.13	0.12	0.11	0.11	0.09
Coccidiostático ³	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 ⁴	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fitasa	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	100	100	100	100	100
Costo, S/./kg	1.71	1.70	1.69	1.68	1.67

¹: HSCPDIV: Harina de semillas de canavalia pre-digerida in vitro, ²: Premezcla vit + min.: Retinol (Vitamina A) 12,000,000 UI, Colecalciferol (Vitamina D₃) 5,000,000 UI, DL Alfa Tocoferol Acetato (Vitamina E) 30,000 UI, Menadiona Bisulfito (Vitamina K₃) 3 g, Tiamina (Vitamina B₁) 2 g, Riboflavina (Vitamina B₂) 10 g, Piridoxina (Vitamina B₆) 3 g, Cianocobalamina (Vitamina B₁₂) 0.015 g, Ácido Pantoténico (Vitamina B₅) 11 g, Ácido Fólico (Vitamina B₉) 2 g, Niacina (Vitamina B₃) 30 g, Biotina (Vitamina B₇) 0.15 g, Manganeseo 80 g, Zinc 80 g, Hierro 50 g, Cobre 12 g, Yodo 1 g, Selenio 0.30 g, Excipientes c.s.p. 1 Kg. ³: Coccidiostático: Uniban Dinitro ortho toluamida 25%, BHT: Butil hidroxi tolueno (Antioxidante).

Cuadro 3. Composición nutricional de las dietas experimentales para pollos parrilleros machos en fase de acabado

Valor nutricional ²	0%	5%	10%	15%	20%
Proteína total, %	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
EM, kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150
Grasa, %	7.00	7.00	7.00	7.00	6.34
Calcio, %	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Fósforo disponible, %	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Sodio, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Lisina total, %	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Metionina total, %	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Treonina total, %	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Triptófano total, %	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22

²Datos calculados en base a las necesidades nutricionales recomendadas por ROSTAGNO *et. al.* (2011).

3.9. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Dieta con 0% de inclusión harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro (HSCPDIIV).

T2: Dieta con 5% de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro HSCPDIIV

T3: Ración con 10% de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro HSCPDIIV

T4: Dieta con 15% de inclusión de harina de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro HSCPDIIV

T5: Dieta con 20% de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro HSCPDIIV.

3.10. Croquis de distribución de tratamientos, repeticiones y unidades experimentales

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
R 1	R 1	R 1	R 1	R 1	R 1
R 2	R 2	R 2	R 2	R 2	R 2
R 3	R 3	R 3	R 3	R 3	R 3
R 4	R 4	R 4	R 4	R 4	R 4
R 5	R 5	R 5	R 5	R 5	R 5
R 6	R 6	R 6	R 6	R 6	R 6
R 7	R 7	R 7	R 7	R 7	R 7

3.11. Diseño y análisis estadístico

Los pollos fueron distribuidos en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y siete repeticiones, cuya unidad experimental fue de cinco pollos. Los datos fueron analizados mediante el análisis de regresión, con grado de confiabilidad de 95%. Para obtener el nivel óptimo de inclusión de harina de canavalia pre digerida in vitro se realizó la primera derivada de las ecuaciones cuadráticas. Los análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2016). El modelo aditivo lineal es: $Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ijk}$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación del j-ésimo peso inicial, del i-ésimo nivel de inclusión de harina de canavalia pre digerida.

μ = Media común

T_i = Efecto del i-ésimo nivel de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida (0 %, 5 %, 10 %, 15 % 20%)

e_{ijk} = Error experimental

3.12. Variables dependientes

- Consumo diario de alimento (CDA), g
- Ganancia diaria de peso (GDP), g
- Conversión alimenticia (CA)
- Beneficio neto, S/. y Merito económico, %
- Rendimiento de carcasa, %
- El nivel óptimo de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida, %

3.13. Metodología

3.13.1. Parámetros productivos

Consumo diario de alimento, se suministró alimento, pesando para cada repetición, luego se restó con el sobrante y dividido entre el número de pollos y días de la fase.

Ganancia diaria de peso (ΔP), los pollos fueron pesados a las 6: am, Antes del suministro de alimento y registrados individualmente en la fase de inicio (7 días), crecimiento (14 días) y acabado (12 días). Para el cálculo se empleó la siguiente fórmula.

$$\Delta P = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{tiempo(días)}}$$

Conversión alimenticia, es la relación entre el consumo de alimento y ganancia de peso. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula.

$$CA = \frac{\text{consumo de alimento}}{\text{ganancia de peso}}$$

3.13.2. Beneficio neto

La evaluación económica se realizó a través del beneficio neto en fase de acabado, 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 (costos del alimento, luz eléctrica y sanidad) y los costos fijos (costo del agua, mano de obra e instalaciones). Los cálculos del beneficio económico para cada tratamiento se realizaron a través de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

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

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/.

Mérito económico.- Es la rentabilidad del ensayo, en función al costo de las dietas y a los efectos que hubo de la inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro; Se calculó a través de la siguiente fórmula:

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

3.13.3. Rendimiento de carcasa

Al final del ensayo se sacrificaron 70 pollos (14 pollos por tratamiento) previo ayuno alimentar de 8 horas, antes del sacrificio por desangrado se pesó a las aves y se retiró las plumas por escaldado y finalmente se evisceró y se pesó la carcasa, para el cálculo del rendimiento de carcasa se relacionó el peso vivo antes del sacrificio y el peso de carcasa.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros productivos

En el Cuadro 4, se detallan los parámetros productivos de pollos parrilleros machos en fase de acabado, alimentados con dieta balanceada incluida con diferentes niveles harina semillas de canavalia predigerida in vitro.

Cuadro 4. Promedios \pm DE, ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) conversión alimenticia (CA) y rendimiento de carcasa (RC) de pollos parrilleros

Tratamientos	CDA (g)	GDP (g)	CA	RC (%)
0%	140 \pm 8	77.9 \pm 5	1.80 \pm 0.13	83.8 \pm 1.5
5%	139 \pm 8	73.2 \pm 8	1.91 \pm 0.20	83.8 \pm 1.3
10%	132 \pm 8	63.4 \pm 7	2.10 \pm 0.28	81.9 \pm 2.0
15%	120 \pm 5	50.2 \pm 2	2.39 \pm 0.14	82.0 \pm 0.8
20%	112 \pm 12	31.8 \pm 4	3.33 \pm 0.39	81.8 \pm 2.2
Regresión	C**	C***	C***	L*
R ²	0.60	0.92	0.83	0.20

¹: Tratamientos, ²: Regresión: Análisis de regresión, C***: Regresión cuadrática y L* Regresión lineal, *: Coeficiente de determinación.

En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se muestran las relaciones de regresiones entre la variable independiente y las variables dependientes: consumo diario de

alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa, respectivamente, de pollos parrilleros machos en fase de acabado alimentados con dieta incluida con diferentes niveles harina semillas de canavalia predigerida in vitro.

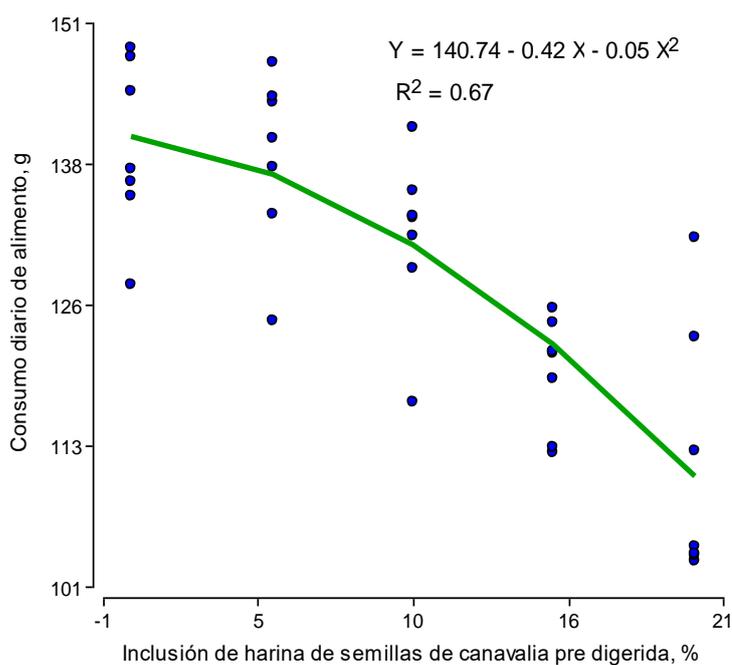


Figura 2. Nivel óptimo para consumo diario de alimento

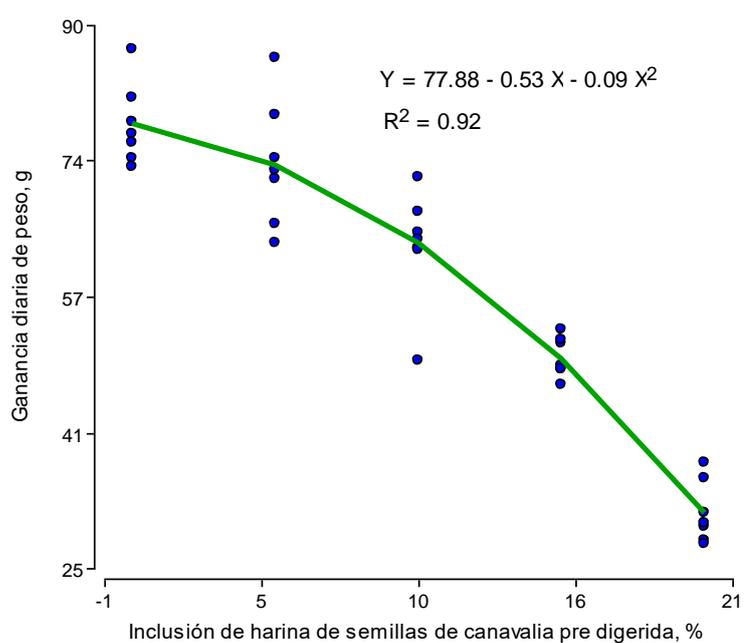


Figura 3. Nivel óptimo para ganancia de peso

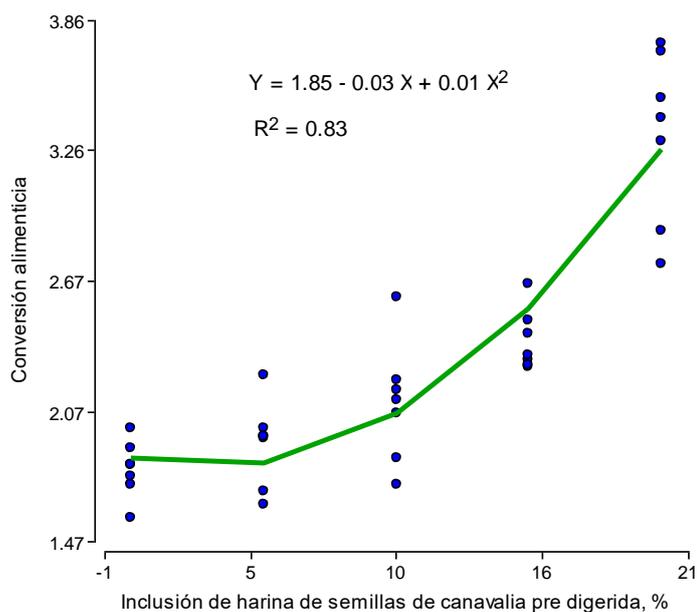


Figura 4. Nivel óptimo para conversión alimenticia

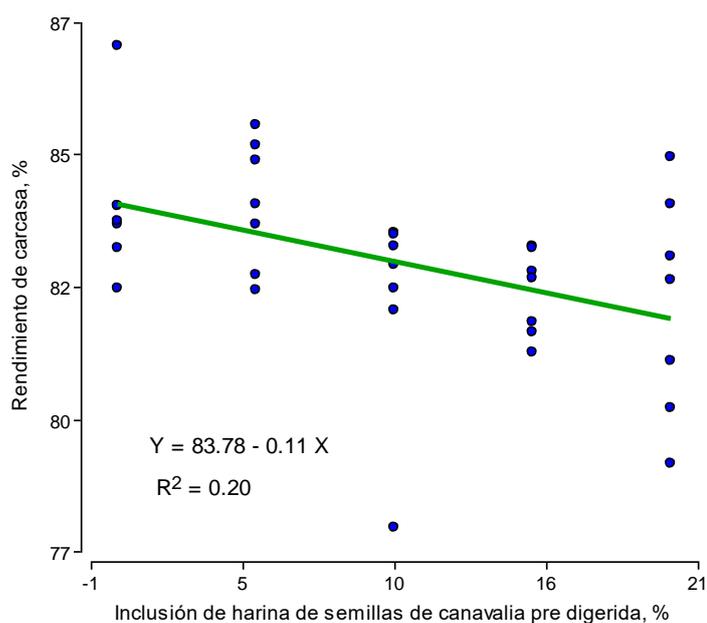


Figura 5. Regresión lineal entre los tratamientos y el rendimiento de carcasa

4.2. Parámetros económicos

En el Cuadro 5, se observa el beneficio neto (BN) y mérito económico de pollos parrilleros en fase de acabado, alimentados con dieta económica de pollos parrilleros en fase de acabado, alimentados con dieta incluida con diferentes niveles de harina de semilla de canavalia pre digerida.

Cuadro 5. Análisis económico de producción de pollos parrilleros alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro

Tratamientos	Yi ¹	PYi ²	CT por Pollo, S/. ³	BN ⁴ S/.	ME ⁵ %
0%	1858	12.08	10.12	1.95	19.32
5%	1784	11.60	10.01	1.59	15.84
10%	1664	10.82	9.88	0.94	9.54
15%	1489	9.68	9.58	0.10	1.02
20%	1311	8.52	9.46	-0.94	-9.86

¹Peso del pollo a los 33 días. ²Ingreso bruto por pollo para cada tratamiento (Precio de venta S/. 6.50/kg). ³Costo total por pollo (S/.). ⁴Beneficio neto (S/.). ⁵Mérito económico (%), 0%: testigo sin inclusión de harina de semilla de canavalia pre digerida, 5%: inclusión de 5% de harina de canavalia pre digerida, 10%: inclusión del 10% de harina de semilla de canavalia pre digerida, 15%: inclusión de 15% de harina de semilla de canavalia pre digerida, 20%: inclusión de harina de semilla de canavalia pre digerida.

V. DISCUSIÓN

5.1. 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 influenciados por la alimentación con dietas balanceadas incluidas con diferentes niveles de inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro (HSCPDIIV), notándose ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, donde se determinó que el nivel óptimo de inclusión es de 4.20% (Figura 3); este resultado es mejor en relación a los trabajos de NAVARRO (2014) quien determinó 2.04% de inclusión óptima de harina de semillas de canavalia tostada y MEDINA (2016) quien determinó 0.47% de inclusión óptima de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos en fase de acabado.

Sin embargo, LEVEAU (2010) determinó que, la inclusión de hasta 10% de harina de semillas de canavalia (HSC) hervida/40', no influenció el consumo de alimento; entretanto, mayores porcentajes de inclusión ocasionó menor consumo de alimento en las aves. También, ROBLES (2014) determinó que la inclusión de 10% de HSC sin procesamiento, indujo menor consumo de alimento, cuando comparado a pollos alimentados con dietas incluidas con 10% de harina de semillas de canavalia sometidas a tratamientos físico químicos.

El menor consumo de alimento de pollos alimentados con dietas incluidas con harina de canavalia sin y con procesamiento, 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 dieta 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, dieta sin inclusión de harina de granos de canavalia pre digerida in vitro (140 g/día/ave), es semejante a los resultados de NAVARRO (2014) y FLORES (2015), quienes reportaron 144 y 143 g/día/ave, respectivamente; también, es mayor en relación al trabajo de BARBOZA (2013) quien reportó 125 g/día/ave y menor en relación a los resultados de ROBLES (2014) y ARÉVALO (2014), quienes reportaron 157 y 159, 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.

5.2. 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 pre

digerida in vitro (HSCPDIIV), notándose ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, donde se determinó que el nivel óptimo de inclusión de HSCPDIIV en dietas de pollos parrilleros es de 2.94% (Figura 2). Este resultado es mejor en relación a los trabajos de NAVARRO (2014) quien determinó que la inclusión óptima de harina de semillas de canavalia tostada en dietas para pollos en fase de acabado fue de 1.72% y MEDINA (2016) quien determinó 2.62% de inclusión óptima de harina de semillas de canavalia germinada en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado.

Asimismo, ROBLES (2014) observó que la ganancia de peso de pollos parrilleros fue mayor en pollos alimentados con dieta incluida con 10% de harina de semillas de canavalia sometida a diferentes tratamientos físico químico en relación a aquellos que consumieron dieta con 10% de harina de semillas de canavalia sin procesamiento. Sin embargo, ARÉVALO (2014) determinó semejante ($p > 0.05$) ganancia de peso de pollos parrilleros en fase de acabado que consumieron dietas con inclusiones de 10% de harina de semillas de canavalia sin y con cocción con cloruro de sodio más remojo, más cocción por 30 minutos y tostado.

Probablemente, el factor antinutricional concanavalina A presente en los semillas de la canavalia provocan una drástica reducción de consumo de alimento, ocasionando menor ganancia de peso, todo ello resaltado por los efectos antinutricionales de la L-canavanina, el cual es considerado como un potente antagonista del aminoácido arginina, que posiblemente causa desbalance de aminoácidos, generando cantidades no proporcionales de los aminoácidos esenciales y por ello baja ganancia de peso.

Asimismo, estos resultados, colaboran para inferir que la harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro, utilizada en el presente trabajo reportó 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 pre digestión in vitro.

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 pre digerida in vitro (77.9 g/día/ave), fue semejante a los resultados de los tratamientos controles de BARBOZA (2013), AREVALO (2014) y FLORES (2015) 76, 76 y 80 g/día/ave, respectivamente; entretanto, fue superior en relación a los trabajos de NAVARRO (2014) y ROBLES (2014), quienes reportaron 72 y 74 g/día/ave, respectivamente; esta diferencia posiblemente se debe a las condiciones climáticas, la edad de saca de las aves y sobre todo al peso inicial de aves.

5.3. 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 pre digerida in vitro (HSCPDIIV), notándose ($p < 0.05$) una tendencia cuadrática positiva, donde se determinó que el nivel óptimo de inclusión de HSCPDIIV en dietas de pollos parrilleros es de 1.50% (Figura 4), este resultado es menor al obtenido por MEDINA (2016) quien determinó 3.23% de inclusión óptima de harina de semillas de canavalia germinada.

El nivel óptimo de inclusión, infiere que la pre digestión in vitro redujo las concentraciones de canavanina en pequeñas cantidades, tal como indica HIDALGO y MORENO (2002); además, esta mejora de la conversión alimenticia cuando incluido 3.23% 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 1.50% de HSCPDIIV 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 otro trabajo 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, dieta sin inclusión de harina de granos de canavalia pre digerida in vitro (1.80), 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.

5.4. Rendimiento de carcasa

En el Cuadro 4 se observa que los pollos alimentados con dietas incluidas con 0, 5, 10 15 y 20% de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro, 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 pre digerida in vitro, los pollos tuvieron menor rendimiento de carcasa; este resultado es corroborado por MEDINA (2016) quien alimentó a pollos parrilleros machos en fase de acabado con dietas incluidas con 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de semillas de canavalia germinada.

Estos resultados son diferentes al trabajo 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. También, ROBLES (2014) Y ARÉVALO (2014), estudiaron la alimentación de pollos parrilleros 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 semillas de canavalia pre digerida in vitro (83.8%), 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 carcas (72.06%), las diferencias posiblemente se deben a las prácticas metodológicas que se desarrollan al momento del faenado, eviscerado y oreado.

5.5. Beneficio neto y mérito económico

El beneficio neto y el mérito económico, indican que los pollos alimentados con dietas sin inclusión de harina de semillas de canavalia pre

digerida in vitro, reportaron las mejores retribuciones económicas, en relación a los demás tratamientos. También, se observa una reducción gradual del beneficio neto y mérito económico, cada vez que se adicionó mayor nivel de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro en las respectivas dietas; mostrándose resultados negativos del beneficio y mérito económico, cuando los pollos parrilleros machos, fueron alimentados con dieta incluida con 20% de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro.

Resultados semejantes fueron reportados por MEDINA (2016) quien alimentó a pollos parrilleros machos en fase de acabado con dietas balanceadas incluidas con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de semillas de canavalia germinada y observó beneficio neto y mérito económico negativo cuando los pollos fueron alimentados con dietas incluidas con 15% y 20%.

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 semillas cocidas de canavalia molida y la más baja a los pollos del tratamiento con inclusión de 25% de inclusión de semillas cocidas de canavalia tostada; asimismo, indica que cada vez que aumentó el nivel de semillas cocidas de canavalia molida en la dieta 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 1.95 soles y 19.32%, 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

- Se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis alternante, debido a que la inclusión óptima de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro es de 2.88%.
- El consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia fue ligeramente mejor en pollos parrilleros machos en fase de acabado alimentados con dietas balanceadas incluidas con diferentes niveles de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro.
- El rendimiento de carcasa de pollos parrilleros machos en fase de acabado, es menor cada vez que se incrementa la harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro en sus respectivas dietas.
- A mayor inclusión de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado se presenta menores beneficios económicos.

VII. RECOMENDACIONES

- Incluir 2.88% de harina de semillas de canavalia pre digerida in vitro en dietas de pollos parrilleros machos en fase de acabado.
- Continuar los trabajos de investigación, probando 15 a más días de pre digestión in vitro de harina de semillas de canavalia.
- Determinar los niveles de los factores antinutricionales de la canavalia producida en el Alto Huallaga.

**DIFFERENT LEVELS OF JACK BEAN (*Canavalia ensiformis* L.) FLOUR,
PREDIGESTED IN VITRO, AS AN INPUT IN THE FEEDING OF BROILER
CHICKENS DURING THE FINISHING PHASE**

ABSTRACT

The research work was executed in the bird area of the Universidad Nacional Agraria de la Selva's Zootechnics Faculty, with the objective of determining the optimal level for the inclusion of predigested in vitro jack bean flour (HSCPDIV – acronym in Spanish), in the diets of broiler chickens during the finishing phase, where 175 male Cobb 500 chickens at twenty one days old with a live weight of 842 ± 20 g were used, which were distributed into five treatments, seven repetitions and each repetition with five birds; the jack beans were dried, split and submitted to an in vitro pre digestion with ruminal microorganisms, dried and added to the diets, forming five treatments: T1: diet without the inclusion of HSCPDIV, T2: diet with a 5% inclusion of HSCPDIV, T3: diet with a 10% inclusion of HSCPDIV, T4: diet with a 15% inclusion of HSCPDIV and T5: diet with a 20% inclusion of HSCPDIV. The data was submitted to a regression analysis and to determine the optimal level of inclusion, the quadratic equations were submitted to the first derivative. The results indicate that the weight gain, food consumption and food conversion had quadratic tendencies ($p < 0.05$), indicating that the average optimal level was 2.88%; at the same time, it was observed that the carcass yield presented a negative linear tendency ($p < 0.05$) and economically, it was observed that the greater the inclusion of HSCPDIV, the lower the utility. It is concluded that the optimal level of inclusion of the jack bean flour, predigested in vitro, in the diets of male broiler chickens during the finishing phase is 2.88%.

Keywords: Regression analysis, Food consumption, Economic evaluation, Optimal level of inclusion, Carcass yield

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 (*Canavalia ensiformis*) and of Canavanine on the short-term feed intake of chicks and pigs. J. Agric. Sci.: 407 – 414 p.
- BEYRA, A.; REYES, G.; HERNANDEZ, L.; HERRERA, P. 2004. Revisión Taxonómica del Genero *Canavalia* D.C. (Leguminosa E-Papilionoideae) en Cuba. Revista Académica Coloma. Cienc., 28:107.

- BRESSANI, R.; GOMEZ, R.; GARCIA, A.; ELIAS, L. 1987. Chemical composition, aminoacid content and protein quality of canavalia spp. 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 p.
- CARLINI, C. Y UDEDIBIE, A. 1998. Preguntas y Respuestas al Problema de la Comestibilidad de la *Canavalia Ensiformis* Semillas. *Animal Feed Science and Technology* 74(2):95-106.
- CARABALLO, J.; VARGAS, R.; SCHMIDT, B.; MONTILLA, J. 1977. *Canavalia ensiformis* en raciones para aves en crecimiento. *Acta Científica Venezolana*. 28:35.
- COBB VANTRES. 2008. Guía de manejo del barrillero cobb-500.
- DAO, T.; TRAN, N.; HANG, B.; PRESTON, T. 2013. Silage of banana pseudo-stem and taro foliage as replacement for rice bran fed to common ducks; *Livestock Research for Rural Development* Angiang University, Faculty of Agriculture and Natural Resource, v. 25; n. 4.
- 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.
- DOMÍNGUEZ-BELLO, M. 1996. Detoxication in the rumen. *Annales de Zootechnie* 45 Suppl. p.323-327.
- ELÍAS, A.; AGUILERA, L.; RODRÍGUEZ, Y.; HERRERA F. 2009. Inclusión de

- niveles de harina de granos de *Canavalia ensiformis* en la fermentación de la caña de azúcar en estado sólido (Sacchacavalia).
Revista Cubana de Ciencia Agrícola 43: 51-54.
- ESCOBAR, A.; LOPEZ, R.; GUTIERREZ, H. 1984. Producción de grano de cuatro selecciones de *Canavalia* sp. *IPA*. Informe anual'83. p.39.
- FLORES, M. 2015. Inclusión de harina de granos de canavalia (*canavalia ensiformis* L.) en la ración para pollos parrilleros en fase de acabado en aucayacu – jose crespo y castillo. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María Perú. p. 56.
- FRAGA, M. 2010. Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable. Facultad de Veterinaria. Universidad República. Uruguay. 80 p.
- GALLEGOS, T.; AGUIRRE, P.; BETANCUR, A.; 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. 2004. v. 54. n. 1.
- GIRALDO, 1998. Apuntes para un sistema de clasificación y pago de canales porcinos. Memorias del simposio colombiano de la carne de cerdo. Pereira, Colombia. Marzo 1998. p. 42-50.
- GÓMEZ, M. 2007. Árboles y Arbustos forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica. Fundación CIPAV. Cali. Colombia. 2007. 147 p.
- GUEGUEN, J.; VAN OORT, M.; QUILLIEN, L.; 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.

HIDALGO, D.; MORENO, J. 2002. Efecto del malteado para disminuir la concentración de concanavalina 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.

INFOSTAT. 2016. Software para análisis estadístico. Córdoba, Argentina.

LLANTO, O. 1979. Ensilaje del pasto "Gramalote" (*Penicum purpurascens*) en silos tipo trinchera. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 56 p.

LEON, A. 1999. El grupo de trabajo de Canavalia: promoviendo nuevas alternativas para la alimentación. FONAJAP. Divulga. Oct.-Dic.

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.; MICHELANGELI, C.; VERY; R.; CARABAÑO, J.; RISSO, J.; 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.

- LON, E. 2007. Procesos tecnológicos para elevar el valor nutritivo de los alimentos. IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos. Montevideo - Uruguay.
- 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.
- MARTÍNEZ, A.; DÍAZ, M.; HERNÁNDEZ, Y.; SARMIENTO, M.; 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.
- MEDINA, J. 2016. Inclusión de harina de semillas de canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) germinada en la dieta de pollos parrilleros en fase de acabado en Rupa Rupa. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María Perú. p. 61.
- MÉNDEZ, A.; VARGAS, R.; MICHILANGELI, C. 1998. Effects of canavalin A. fed as a part constituent of Jackbean *Canavalia ensiformis* seeds, on the humoral immune respons and performance of broiler chickens. Oultry 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.; 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.; 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, O. 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.; MEDINA, L. 2008. *Canavalia (Canavalia ensiformis)*. 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, Y.; LEON, T.; MONTILLA, J.; VIERMA, C.; VIERA, J.; VARGAS, R. 1989. Cuantificación de factores anti nutricionales en cuatro cultivares de *Canavalia ensiformis*. IPA. Informe anual'87.
- RISSO, J.; MONTILLA, J. 1984. Efecto de la incorporación de harina de granos de *Canavalia ensiformis*, cruda y ensilada en raciones para cerdos en crecimiento. IPA. Informe anual'82. p. 53.
- RISSO, 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.
- RODRIGUEZ, C. 2008. Microbiología ruminal. Estación Experimental Agrícola. Vol 3 N° 1. Puerto Rico. 40 p.
- ROSS BREEDERS. 1998. Manual de pollos de carne. Ross Breeders Limited New Bridge Midlothian EH28 8SZ Scotland. Escocia. 43 p.
- ROSTAGNO, H., TEIXEIRA, L., LOPES, J., GOMES, P., OLIVEIRA, R. 2011. Tablas Brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y

- requerimientos nutricionales. 3ª Edición. Universidad Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia. 259 p.
- SANMIGUEL, L.; SERRAHIMA, L. 2004. Manual de crianza de animales. Edit. Lexus. Lima – Perú. 728 p.
- SÍVOLI, L.; MÉNDEZ, A.; 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.
- VENTURINO, J. 2006. Manejo de parrilleros en las primeras semanas de vida. Documento Virtual. 12p.
- VIERMA, C.; MONTILLA, J. 1984. Harina de granos de *Canavalia ensiformis*.L. En raciones para aves en crecimiento: Efecto de la extracción alcohólica y autoclavado. IPA. Informe anual'83. p. 41.

ANEXO

Anexo 1. Pesos iniciales, finales, peso vivo con ayuno, peso de carcasa, rendimiento de carcasa, ganancia diaria de peso

Trat	Rep	Peso inicial g	Peso final, g	PVCA, g	Peso carc. g	Rend Carc %	GDP, g	CDA, g	CA
0	1	845	1972	1890	1635	82.91	86.72	136.77	1.58
0	2	799	1760	1691	1529	86.85	73.94	127.55	1.73
0	3	845	1790	1714	1471	82.15	72.71	144.72	1.99
0	4	816	1812	1596	1361	83.75	76.62	135.40	1.77
0	5	859	1876	1810	1755	83.75	78.23	148.58	1.90
0	6	889	1873	1823	1562	83.37	75.69	137.89	1.82
0	7	869	1923	1828	1605	83.46	81.09	147.85	1.82
5	1	822	1937	1845	1616	83.40	85.75	140.51	1.64
5	2	848	1809	1767	1543	85.32	73.90	143.78	1.95
5	3	820	1748	1673	1435	82.09	71.33	138.09	1.94
5	4	860	1886	1817	1602	84.94	78.91	133.88	1.70
5	5	844	1702	1630	1426	83.78	66.00	147.40	2.23
5	6	820	1761	1698	1491	84.64	72.37	144.32	1.99
5	7	817	1647	1567	1357	82.39	63.81	124.31	1.95
10	1	838	1659	1575	1380	83.21	63.12	133.57	2.12
10	2	847	1692	1615	1390	82.15	64.98	133.62	2.06
10	3	846	1724	1651	1430	82.95	67.57	117.08	1.73
10	4	807	1625	1567	1328	81.72	62.91	135.88	2.16
10	5	837	1671	1606	1295	77.49	64.13	141.60	2.21
10	6	870	1518	1474	1263	83.20	49.81	129.03	2.59
10	7	833	1763	1667	1457	82.61	71.51	131.94	1.85
15	1	824	1435	1384	1190	82.96	46.95	124.22	2.65
15	2	855	1529	1449	1261	82.47	51.88	125.51	2.42
15	3	803	1438	1388	1163	80.88	48.88	112.65	2.30
15	4	839	1536	1466	1248	81.28	53.55	121.43	2.27
15	5	844	1483	1400	1208	81.48	49.13	121.69	2.48
15	6	840	1475	1397	1214	82.33	48.82	113.08	2.32
15	7	846	1527	1459	1266	82.93	52.35	119.18	2.28
20	1	866	1356	1278	1136	83.77	37.65	103.05	2.74
20	2	858	1249	1191	1008	80.74	30.05	112.82	3.75
20	3	831	1262	1192	1329	82.77	31.76	122.97	3.50
20	4	863	1233	1187	984	79.81	28.48	131.75	3.30
20	5	819	1285	1171	1011	78.71	35.82	103.48	2.89
20	6	839	1205	1133	1020	84.68	28.10	104.28	3.71
20	7	850	1246	1190	1026	82.30	30.45	103.68	3.41

Anexo 2. Parámetros de costos de producción de pollos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de canavalia pre digerida in vitro

TRAT	REP	PI, g	Precio de compra, S/.	Costo Inicial, S/.	Peso final, g	Precio de venta, S/.	Ganancia de peso, g	Ingreso por pollo, S/.
1	1	845	6.00	5.07	1972	12.82	1127	6.76
1	2	799	6.00	4.79	1760	11.44	961	5.77
1	3	845	6.00	5.07	1790	11.64	945	5.67
1	4	816	6.00	4.90	1812	11.78	996	5.98
1	5	859	6.00	5.15	1876	12.19	1017	6.10
1	6	889	6.00	5.33	1873	12.17	984	5.90
1	7	869	6.00	5.21	1923	12.50	1054	6.33
2	1	822	6.00	4.93	1937	12.59	1115	6.69
2	2	848	6.00	5.09	1809	11.76	961	5.76
2	3	820	6.00	4.92	1748	11.36	927	5.56
2	4	860	6.00	5.16	1886	12.26	1026	6.15
2	5	844	6.00	5.06	1702	11.06	858	5.15
2	6	820	6.00	4.92	1761	11.45	941	5.64
2	7	817	6.00	4.90	1647	10.70	830	4.98
3	1	838	6.00	5.03	1659	10.78	821	4.92
3	2	847	6.00	5.08	1692	10.99	845	5.07
3	3	846	6.00	5.07	1724	11.21	878	5.27
3	4	807	6.00	4.84	1625	10.56	818	4.91
3	5	837	6.00	5.02	1671	10.86	834	5.00
3	6	870	6.00	5.22	1518	9.86	648	3.89
3	7	833	6.00	5.00	1763	11.46	930	5.58
4	1	824	6.00	4.95	1435	9.32	610	3.66
4	2	855	6.00	5.13	1529	9.94	674	4.05
4	3	803	6.00	4.82	1438	9.35	635	3.81
4	4	839	6.00	5.04	1536	9.98	696	4.18
4	5	844	6.00	5.06	1483	9.64	639	3.83
4	6	840	6.00	5.04	1475	9.58	635	3.81
4	7	846	6.00	5.08	1527	9.92	681	4.08
5	1	866	6.00	5.20	1356	8.81	490	2.94
5	2	858	6.00	5.15	1249	8.12	391	2.34
5	3	831	6.00	4.98	1605	10.43	774	4.65
5	4	863	6.00	5.18	1233	8.01	370	2.22
5	5	819	6.00	4.91	1285	8.35	466	2.79
5	6	839	6.00	5.04	1205	7.83	365	2.19
5	7	850	6.00	5.10	1246	8.10	396	2.37

Anexo 3. Parámetros de costos de producción de pollos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de canavalia pre digerida in vitro

TRAT	REP	Consum. diario, g	Cons. Aliment. g	Costo aliment, S./kg	Costo/alimento S/.	Agu a	Luz	Mano de Obra	Sani dad
1	1	137	1778	1.71	3.03	0.20	0.15	0.5	0.2
1	2	128	1658	1.71	2.83	0.20	0.15	0.5	0.2
1	3	145	1881	1.71	3.21	0.20	0.15	0.5	0.2
1	4	135	1760	1.71	3.00	0.20	0.15	0.5	0.2
1	5	149	1932	1.71	3.29	0.20	0.15	0.5	0.2
1	6	138	1793	1.71	3.06	0.20	0.15	0.5	0.2
1	7	148	1922	1.71	3.28	0.20	0.15	0.5	0.2
2	1	141	1827	1.70	3.10	0.20	0.15	0.5	0.2
2	2	144	1869	1.70	3.17	0.20	0.15	0.5	0.2
2	3	138	1795	1.70	3.04	0.20	0.15	0.5	0.2
2	4	134	1740	1.70	2.95	0.20	0.15	0.5	0.2
2	5	147	1916	1.70	3.25	0.20	0.15	0.5	0.2
2	6	144	1876	1.70	3.18	0.20	0.15	0.5	0.2
2	7	124	1616	1.70	2.74	0.20	0.15	0.5	0.2
3	1	134	1736	1.69	2.93	0.20	0.15	0.5	0.2
3	2	134	1737	1.69	2.93	0.20	0.15	0.5	0.2
3	3	117	1522	1.69	2.57	0.20	0.15	0.5	0.2
3	4	136	1766	1.69	2.98	0.20	0.15	0.5	0.2
3	5	142	1841	1.69	3.11	0.20	0.15	0.5	0.2
3	6	129	1677	1.69	2.83	0.20	0.15	0.5	0.2
3	7	132	1715	1.69	2.90	0.20	0.15	0.5	0.2
4	1	124	1615	1.68	2.71	0.20	0.15	0.5	0.2
4	2	126	1632	1.68	2.74	0.20	0.15	0.5	0.2
4	3	113	1464	1.68	2.46	0.20	0.15	0.5	0.2
4	4	121	1579	1.68	2.65	0.20	0.15	0.5	0.2
4	5	122	1582	1.68	2.66	0.20	0.15	0.5	0.2
4	6	113	1470	1.68	2.47	0.20	0.15	0.5	0.2
4	7	119	1549	1.68	2.60	0.20	0.15	0.5	0.2
5	1	103	1340	1.67	2.24	0.20	0.15	0.5	0.2
5	2	113	1467	1.67	2.45	0.20	0.15	0.5	0.2
5	3	123	1599	1.67	2.67	0.20	0.15	0.5	0.2
5	4	132	1713	1.67	2.86	0.20	0.15	0.5	0.2
5	5	103	1345	1.67	2.25	0.20	0.15	0.5	0.2
5	6	104	1356	1.67	2.27	0.20	0.15	0.5	0.2
5	7	104	1348	1.67	2.25	0.20	0.15	0.5	0.2

Anexo 4. Parámetros de costos de producción, beneficio neto (BN) y mérito económico (ME) de pollos en fase de acabado alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de canavalia pre digerida in vitro

TRAT	REP	Costo instala. S/	Otros costos	CF, S/.	CV, S/.	CI+CT, S/.	CT, S/.	BN, S/.	ME, %
1	1	0.5	0.4	1.95	3.03	10.05	4.98	2.77	27.55
1	2	0.5	0.4	1.95	2.83	9.57	4.78	1.87	19.54
1	3	0.5	0.4	1.95	3.21	10.23	5.16	1.41	13.77
1	4	0.5	0.4	1.95	3.00	9.85	4.95	1.93	19.61
1	5	0.5	0.4	1.95	3.29	10.40	5.24	1.80	17.28
1	6	0.5	0.4	1.95	3.06	10.34	5.01	1.83	17.74
1	7	0.5	0.4	1.95	3.28	10.44	5.23	2.06	19.73
2	1	0.5	0.4	1.95	3.10	9.98	5.05	2.61	26.14
2	2	0.5	0.4	1.95	3.17	10.21	5.12	1.55	15.17
2	3	0.5	0.4	1.95	3.04	9.92	4.99	1.44	14.55
2	4	0.5	0.4	1.95	2.95	10.06	4.90	2.20	21.82
2	5	0.5	0.4	1.95	3.25	10.26	5.20	0.80	7.79
2	6	0.5	0.4	1.95	3.18	10.05	5.13	1.39	13.86
2	7	0.5	0.4	1.95	2.74	9.59	4.69	1.11	11.57
3	1	0.5	0.4	1.95	2.93	9.91	4.88	0.87	8.79
3	2	0.5	0.4	1.95	2.93	9.96	4.88	1.03	10.36
3	3	0.5	0.4	1.95	2.57	9.59	4.52	1.61	16.82
3	4	0.5	0.4	1.95	2.98	9.77	4.93	0.79	8.06
3	5	0.5	0.4	1.95	3.11	10.08	5.06	0.78	7.74
3	6	0.5	0.4	1.95	2.83	10.00	4.78	-0.14	-1.38
3	7	0.5	0.4	1.95	2.90	9.85	4.85	1.61	16.39
4	1	0.5	0.4	1.95	2.71	9.61	4.66	-0.28	-2.95
4	2	0.5	0.4	1.95	2.74	9.82	4.69	0.12	1.22
4	3	0.5	0.4	1.95	2.46	9.23	4.41	0.12	1.31
4	4	0.5	0.4	1.95	2.65	9.64	4.60	0.34	3.55
4	5	0.5	0.4	1.95	2.66	9.67	4.61	-0.03	-0.35
4	6	0.5	0.4	1.95	2.47	9.46	4.42	0.13	1.33
4	7	0.5	0.4	1.95	2.60	9.63	4.55	0.29	3.05
5	1	0.5	0.4	1.95	2.24	9.39	4.19	-0.58	-6.13
5	2	0.5	0.4	1.95	2.45	9.55	4.40	-1.43	-15.01
5	3	0.5	0.4	1.95	2.67	9.61	4.62	0.82	8.59
5	4	0.5	0.4	1.95	2.86	9.99	4.81	-1.98	-19.78
5	5	0.5	0.4	1.95	2.25	9.11	4.20	-0.76	-8.37
5	6	0.5	0.4	1.95	2.27	9.25	4.22	-1.42	-15.38
5	7	0.5	0.4	1.95	2.25	9.30	4.20	-1.21	-12.96