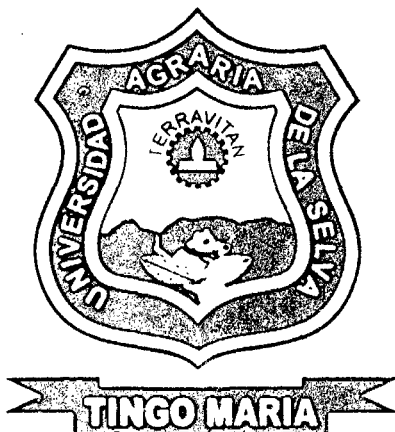


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA EXTRUSADA DE FREJOL DE PALO (*Cajanus cajan*). EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO"

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

MARIANELLA JACINTA BARBOZA TUCTO

PROMOCION 2003 – I

Tingo María - Perú

2013



L02

B23

Barboza Tucto, Marianella Jacinta

"Efecto de diferentes niveles de harina extrusada de frejol de palo (*Cajanus cajan*), en la dieta de pollos de carne en las fases de crecimiento y acabado". Tingo María, 2012

50 páginas.; 07 cuadros; 06 fgrs.; 26 ref.; 30 cm.

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

1. HARINA

2. FREJOL

3. POLLOS

4. CRECIMIENTO

5. ACABADO

6. EXTRUSADA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

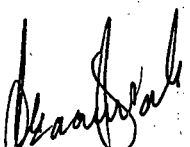
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de enero de 2013, a horas 11:00 a.m. para calificar la tesis titulada:

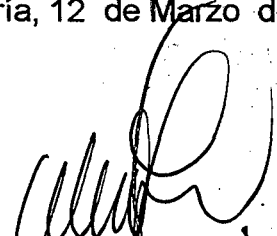
“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA EXTRUSADA DE FREJOL DE PALO (*Cajanus cajan*), EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO”.

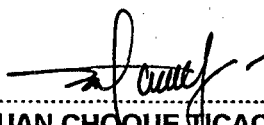
Presentada por la Bachiller **Marianella Jacinta BARBOZA TUCTO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

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

Tingo María, 12 de Marzo de 2013


Dr. CARLOS ENRIQUE AREVALO AREVALO
Presidente


Ing. WALTER PAREDES ORELLANA.
Miembro


MSc. JUAN CHOQUE TICACALA
Miembro


Ing. JUAN LAO GONZALES
Miembro - Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA

El Secretario General de la Universidad
Nacional Agraria de la Selva

C E R T I F I C A

Que la presente copia es fiel reproducción
del original que he tenido a la vista.

Tingo Maria,

2 6 MAR 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA

Abog. Tito Felipe GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
Secretario General

DEDICATORIA

- A DIOS MI CREADOR, por darme fuerza espiritual, iluminarme y protegerme durante mi existencia.
- A mis padres Felipe Barboza Salas y Nelly Tucto Ariza por la formación y enseñanzas para hacer frente a las responsabilidades de la vida y por el apoyo brindado en todo momento.
- A mis pequeños gigantes, que con su tierna mirada me dan fuerza y me impulsan a seguir adelante, les dedico a Alina Liliana, Luis Alberto, Jhosep David.
- A mis queridos hermanos: Jhon Carlos, Juliana Carol, Jorge Luis, Paulo César.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS por su GRAN AMOR que nos ha demostrado y que nos lo demuestra cada día.
- A la Universidad nacional Agraria de la Selva en especial a los profesores de la Facultad de Zootecnia, que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al MSc. Juan Lao Gonzales, Asesor del presente trabajo, mi eterno agradecimiento, por su gran apoyo y fuerza incondicional, quien con sus conocimientos y consejos contribuyeron en la culminación del presente trabajo.
- Al Dr. Wilson Castillo Soto, Asesor del presente trabajo por su ayuda técnica y científica durante el desarrollo del presente trabajo.
- Al Ing. Wagner Villacorta López, Co – Asesor por su colaboración y gran apoyo brindado.
- A la Cooperativa Coocla S.R.Ltada., al Ing. Alexander Zamalloa Hidalgo por haberme facilitado el frejol de palo para la presente Tesis.
- Al Ing. Eduard Fernández, por su apoyo incondicional en el análisis estadístico.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	01
II.	REVISION DE LITERATURA	04
	2.1. Características generales del <i>Cajanus cajan</i>	04
	2.2. Composición nutricional del <i>Cajanus cajan</i>	04
	2.3. Procesamiento por extrusión	06
	2.4. Evaluación del extrusado	08
	2.5. Uso del frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) en la alimentación de aves	09
III.	MATERIALES Y METODOS	12
	3.1. Lugar y fecha de la Investigación	12
	3.2. Instalaciones	12
	3.3. Animales en estudio.	13
	3.4. Alimento y alimentación	13
	3.5. Proceso de extrusión y evaluación del frejol de palo	16
	3.6. Sanidad	20
	3.7. Variable independiente	20
	3.8. Tratamientos en estudio	20
	3.9. Variables dependientes	21
	3.9.1. Indicadores de performance	21
	3.9.2. Indicadores de producción	21
	3.9.3. Indicadores económicos	22
	3.10. Análisis estadístico.....	23

IV. RESULTADOS	25
4.1. Evaluación del proceso de extrusión del frejol de palo	25
4.2. Indicadores de performance	25
4.3. Indicadores de producción	33
4.4. Análisis económico	34
V. DISCUSION	36
5.1. Proceso de extrusión	36
5.2. Indicadores de performance	36
5.3. Indicadores de producción	40
5.4. Evaluación económica	40
VI. CONCLUSION	41
VII. RECOMENDACIONES	42
VIII. ABSTRAC	43
IX. BIBLIOGRAFIA.....	45
X. ANEXO.....	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro:	Página
1. Contenido de aminoácidos y relación proteína bruta: aminoácidos del frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) y de la torta de soya (expresados sobre la base de materia seca).....	06
2. Composición nutricional de dietas para pollos en fase de crecimiento incluyendo diferentes niveles de harina de frejol de pato.	14
3. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos en fase de acabado incluyendo diferentes niveles de harina de frejol de pato extrusado.	15
4. Evaluación del proceso de extrusión del frejol de pato.	25
5 ^a . Consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia de pollos, incluyendo frejol de palo extrusado en raciones para las fases de crecimiento.....	26
5 ^b . Consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia de pollos, incluyendo frejol de palo extrusado en raciones para las fases de acabado.....	27
6. Promedios de rendimiento de carcasa y grasa abdominal, para pollos alimentados con diferentes niveles de inclusión de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	34
7. Análisis económico en función a niveles de inclusión de frejol de palo en raciones de pollos de carne	35

INDICE DE FIGURAS

Figura:	Página
1. Comportamiento del CDA en pollos de carne en la fase de cremiento en función a la inclusión de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	28
2. Comportamiento de la GDP en pollos de carne en la fase de crecimiento en función a la inclusión de niveles de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	29
3. Comportamiento del CA en pollos de carne en la fase de crecimiento en función a la inclusión de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	30
4. Comportamiento del CDA en pollos de carne en la fase de acabado en función a la inclusión de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	31
5. Comportamiento de la GDP en pollos de carne en la fase de acabado en función a la inclusión de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	32
6. Comportamiento de la CA en pollos de carne en la fase de acabado en función a la inclusión de frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) extrusado en la dieta.	33

RESUMEN

Este trabajo se realizó para evaluar el efecto biológico y económico de harina de frejol de palo extrusado (*Cajanus cajan*) en la alimentación de pollos de carne, en las fases de crecimiento (de 9 a 21 días) y acabado (de 22 a 42 días), se usó 144 pollos de la línea COBB VANTRES 500 de 9 días de nacidos agrupados con un diseño completamente al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones, la unidad experimental fue 6 aves. El tratamiento consistió en incluir niveles de 0, 5, 10, 15, 20, 25% de harina de frejol de palo extrusado (FPE) en las dietas.

La solubilidad proteica del FPE usado en este experimento fue 77.14% y la actividad ureática de 0.26. En la fase de crecimiento, el CDA presentó un comportamiento cuadrático ($P<0.05$), se encontró un máximo consumo con 8.36% de inclusión de FPE, la GDP tuvo respuesta lineal positiva ($P<0.05$), siendo los mejores resultados con 20 y 25 % de inclusión de FPE, la CA presentó una respuesta lineal negativa ($P<0.01$), a mayores niveles de inclusión de FPE en la dieta; los mejores resultados fue con 20 y 25%. En la fase de acabado, el CDA y GDP mostraron respuesta lineal positiva ($P<0.01$); la CA también fue lineal positiva ($P<0.05$), al aumentar los niveles de inclusión de harina de FPE, se logró mejores resultados con 20% de FPE en la dieta. El Rendimiento de carcasa y Grasa abdominal no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$). El mejor mérito económico (34.84 %) se logró con el 20% de inclusión de FPE. Se

concluye que es factible el uso de la harina de frejol de palo extrusado (*Cajanus cajan*) en raciones de pollos de carne en la fase de crecimiento y acabado, siendo 20 % el nivel más adecuado de inclusión en la ración.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de carne de pollos es una actividad económica dinámica, debido al rápido retorno de la inversión y a la gran demanda que cada vez se incrementa; pero, esta no es muy desarrollada en la Región Huánuco en comparación con otras zonas de la selva o la costa peruana, debido a diversos factores, en el que destaca la alimentación por ser el mayor rubro en los costos de producción; este rubro se incrementa debido a los precios elevados de los insumos, sobre todo, de fuentes proteicas tradicionales usadas para el balanceo de las dietas de las cuales somos dependientes como por ejemplo la harina de pescado que siendo el Perú uno de los principales productores de este insumo el costo es elevado y, por otro lado, tenemos que importar toda la torta de soya que se usa en la alimentación animal en nuestro país. Esto resalta la necesidad de estudiar fuentes alternativas de origen vegetal, que crecen en nuestra zona, capaces de ofrecer proteína de alto valor nutritivo y cualidades organolépticas aceptables, que puedan disminuir los costos de producción.

En este sentido, destaca el frejol de palo (*Cajanus cajan*), que es una leguminosa que se produce en las tres regiones del país; su contenido de proteína bruta varía de 21 a 24.6 % para el grano verde y grano seco respectivamente, por lo que podría ser utilizada como fuente proteica en la alimentación de pollos de carne.

Sin embargo, como en todas las leguminosas, existen factores anti nutricionales (FANS) que afectan la eficiencia proteica, por ello, se ve necesario realizar un tratamiento térmico mediante el proceso de extrusión con el que se espera inactivar estos FANS, y a la vez, predisponer un mejor ataque enzimático a los nutrientes, logrando una mayor eficiencia biológica y, de esta manera, pueda ser utilizada en la alimentación de pollos de carne, como una fuente proteica alternativa.

Por lo tanto planteamos que, la inclusión de niveles crecientes de hasta 25 % de harina extrusada de frejol de palo en la dieta de pollos de carne en la etapa de crecimiento y acabado mejora la performance y el beneficio económico de los pollos. Para demostrar esto se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar el comportamiento productivo y económico del uso del frejol de palo (*Cajanus cajanus*) extrusado en la alimentación de pollos de carne en Tingo María.

Objetivos específicos

- Evaluar la performance de pollos de carne, en términos de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y grasa abdominal incluyendo en la dieta, harina extrusada de frejol de palo en la fase de crecimiento y acabado.
- Estimar el Mérito económico en la producción de pollos de carne

alimentados con niveles crecientes de harina extrusada de frejol de palo.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Características generales del *Cajanus cajan*

Es una leguminosa originaria de Asia del sur y África del oeste, es de forma arbustiva y perenne, alcanza la altura de 1 - 4 m, prospera muy bien en países tropicales y sub tropicales (DUQUE, 1993). La temperatura óptima para su crecimiento va de 18 a 29 °C con una temperatura mínima de crecimiento de 10 °C y máxima de 40 °C (BRUNO, 1990). El sistema radicular alcanza 3 m de profundidad lo que permite soportar sequía, pudiendo desarrollarse en áreas del Alto Huallaga y presentar una interesante posibilidad de uso (WATSON, 1985).

Su producción varía desde 0.8 t hasta 5.0 t/ha; inicia la producción a los 8 meses después de la siembra, produce más de una cosecha al año, se obtiene cosechas posteriores en forma continua cada cinco o seis meses dependiendo de las condiciones climáticas. (DUQUE, 1993).

2.2. Composición nutricional del *Cajanus cajan*

Las leguminosas tropicales de grano constituyen una alternativa de solución de mayor importancia para resolver el problema de disponibilidad de proteína para las dietas de animales, siendo una de ellas el *Cajanus cajan* ya que es más económico en comparación con la soya y nos brinda una interesante composición nutricional con un alto contenido de proteína y un buen equilibrio de

todos los aminoácidos, tal como se muestra en el cuadro 1; presentando un elevado porcentaje en lisina y fenilalanina, a excepción de metionina y cistina que son levemente deficientes en comparación con la soya, las cuales llegan a un equilibrio al adicionar otros insumos en la dieta.

DAYS (1979), determinó la composición nutricional de la semilla del frejol de palo (*Cajanus cajan*) expresada en base a materia seca, obteniendo valores de: proteína bruta, 22 % fibra bruta 7.2 %; ceniza 3.8 %; calcio 0.20 %; fósforo 0.31 %. Por otro lado, la energía metabolizable verdadera para pollos de carne fue estimada por LEON *et al.* (1991) en 2836 kcal/kg de materia seca.

LEON, y ANGULO (1991) reportaron sobre los factores anti nutricionales del *Cajanus cajan*; existen taninos condensados en 0.026% e inhibidores de proteasas que mostraron un valor de actividad antitripsina de 18,75 TIU, sin embargo, estos pueden ser destruidos al pasar por un proceso térmico (FARIS, 1987); así mismos, KAY, (1979) indica que el frejol de palo contiene factores anti nutricionales como Inhibidores de proteasas, fitohemaglutininas, cianógeno, ácido fítico.

El frejol de palo tiene muy pocos factores anti nutritivos comparados con las semillas de otras fabáceas de bajos niveles de tripsina y quimio tripsina, como la soya, que parte de los constituyentes anti nutricionales son destruidos durante la cocción (HONOVARI *et al.*, 1982).

Cuadro 1. Contenido de aminoácidos y relación proteína bruta: aminoácidos del frejol de palo (*Cajanus cajan*) y de la torta de soya (expresados sobre la base de materia seca).

Aminoácidos	Frejol de palo (<i>Cajanus cajan</i>) Torta de soya				
	mg/g de N ¹	%	PB: aa ²	% ³	PB: aa ²
Isoleucina	194	0.77	28.57	1.96	22.45
Leucina	394	1.56	14.10	3.39	12.98
Lisina	481	1.90	11.58	2.69	16.36
Metionina	32.0	0.13	169.23	0.62	70.97
Cistina	61.0	0.24	91.67	0.66	66.67
Fenilalanina	517	2.04	10.78	2.16	20.37
Tirosina	126	0.50	44.00	1.91	23.04
Treonina	182	0.72	30.56	1.72	25.58
Valina	225	0.89	24.72	2.07	21.26
Arginina	304	1.20	18.33	3.14	14.01
Histidina	232	0.92	23.91	1.17	37.61

1 = Adaptado de DAYSI (1979), PB = 22%

2 = Relación PB: aminoácidos

3= Fuente NRC (1974), PB = 44%

2.3. Procesamiento por extrusión

La aplicación 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 (NETO, 1992). La extrusión es un proceso térmico más barato que la cocción, a gran escala, ha demostrado ser un método eficaz en la reducción de la actividad de los factores anti nutritivos de las leguminosas, principalmente de los termo resistentes (BUTRON, 2003).

Como referencia de las modificaciones realizadas a través del proceso de extrusión, podemos citar a las que ocurren en el grano de soya; BATAGLIA (1990) y NETO (1992) reportaron que el procesamiento por extrusión del grano de soya ocasiona desnaturalización de las enzimas lipoxidasa, lipoxigenasas y ureasas; inactivando los factores inhibidores de proteínas, hemaglutininas, y otros; acentuada reducción de los factores alergénicos, goitrogénicos, ácido fítico y factores flatulentos; reducción sensible de la población microbiana, minimización de las pérdidas de vitaminas; reducción de la pérdida de lisina disponible por la reacción con azúcares reductores; aumento en la digestibilidad de aceites y fibra; retardando el proceso de rancidez de las grasas; mejora la digestibilidad de los constituyentes del producto a través de la gelatinización del almidón y de la desnaturalización de las proteínas.

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 pollos; la toxicidad de cada uno de estos factores anti nutricionales puede variar, una gran parte de ellos puede destruirse o desactivarse mediante tratamiento térmico (TACON y JACKSON, 1985).

Los factores anti nutricionales pueden clasificarse como termo estables y termo lábiles; los factores termo estables incluyen: factores antigénicos, oligosacáridos, y aminoácidos no proteicos tóxicos, saponinas estrógenos, cianógenos, fitatos; siendo los más importantes: los factores antigénicos, los oligosacáridos, las saponinas y los fitatos. Así mismo, entre los factores termolábiles se encuentran, los inhibidores de proteasas (tripsina y quimio tripsina), lectinas, goitrógenos y anti vitaminas; siendo los más importantes los inhibidores de proteasas y lectinas (ELIZALDE, *et al* 2009).

2.4. Evaluación del extrusado

- Actividad ureática:

La determinación de la actividad ureática de las leguminosas es importante porque constituye un examen simple y rápido de la valoración y eficiencia del procesamiento del grano, porque la ureasa presenta resistencia térmica similar a los factores anti nutricionales, sobre todo del factor anti tripsina.

Por lo tanto, una actividad ureática alta indica de que el procesamiento no fue eficiente, por lo tanto no eliminó los factores indeseables. (COSTA, 1981).

Para la soya se ha establecido el siguiente criterio de interpretación: variación de pH a 0.05 se considera como soya sobre procesada, de 0.1 a 0.3 se considera bien procesada, de 0.3 a 0.5, se considera sub procesada, y mayor de 0.5, se considera soya cruda (NETO,

1992).

- Solubilidad Proteica

El principio es aprovechar las propiedades de la solubilidad de proteína del frejol de palo en hidróxido de potasio y poder separar las proteínas solubles de las proteínas insolubles. La solubilidad de la proteína de las semillas es un número que indica cuantos gramos en cada cien gramos de proteína son solubles o dispersas en agua bajo condiciones determinadas por ensayo (Rohr, 1978 citado por FEDALTO, 1993). Dependiendo del grado de procesamiento térmico, la solubilidad variará, siendo menor el porcentaje cuando la temperatura aumenta durante el proceso. Sus rangos de evaluación estarán como sigue: solubilidades menores de 75 a 80% se establece como proceso adecuado, y mayores de 80% se califican como sub procesado (NETO, 1992).

2.5. Uso del frejol de palo (*Cajanus cajan*) en la alimentación de aves

Se han reportado trabajos de investigación de diferentes formas de inclusión y formas de presentación (0, 10, 20, 30% de harina o pellets), para evaluar peso corporal, ganancia de peso, consumo, conversión alimenticia, dando como sugerencias luego de los resultados obtenidos, que el frejol de palo sólo puede ser usado en pollos de carne en niveles inferiores al 30% y en forma de pellets con la cual se obtiene un mayor consumo (ROMERO, 2003.).

LEON *et al* (1992), determinaron valores de consumo de alimento y ganancia en peso estadísticamente similares al alimento testigo, utilizando niveles de inclusión de 10 y 20 % de semilla de este frejol, niveles superiores deterioran los parámetros productivos.

Se ha incluido hasta un 30% en las raciones de partida para los pollos, con igual ganancia de peso que en el caso de los pollos mantenidos con una mezcla iso nitrogenada de harina de soja y maíz (FAO, 1985).

NOUVELLE (2003) menciona que el frejol de palo puede conformar del 25 al 30% de las proteínas de la dieta de cerdos y pollos, respectivamente, sin afectar el desempeño. En pollos cuyas dietas son igual o mayor al 40% de frejol de palo, se evidencia claramente el efecto de los factores anti nutricionales, aumentando el peso del páncreas.

DURAN (2007), en un trabajo realizado con niveles de 0, 10, 20 y 30 % frejol de palo tostado en raciones con 19.73 % de PT y EM 3050 kcal/kg; en la alimentación de pollos sólo en la fase de acabado, (25 a 42 días de edad) para evaluar el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y mérito económico; obtuvo mejores resultados sin incluir frejol de palo; para el rendimiento de carcasa y grasa abdominal también fueron mejores pero no presentaron diferencias significativas a mayor inclusión de frejol de palo tostado afectó negativamente más la performance de los pollos en los indicadores evaluados. Incluyendo entre 10 a 30 % de frejol de palo tostado en la ración, el

consumo diario de alimento fue de 135.89 g; la ganancia diaria de peso fue 67.47g y conversión alimenticia de 2.03.

COBB (2008), indica que los pollos de esta línea, en la fase de crecimiento logran en promedio un consumo de alimento de 76.45 g/día; una ganancia de peso de 55.46 g/día, y conversión alimenticia de 1.38. Para la fase de acabado a los 42 días de edad, indica que en promedio, consume 177.48 g/día; ganancia de peso 93.05 g/día, y conversión alimenticia 1.91.

El control de la ingestión de alimento es una interacción complicada de muchos factores para cumplir con las demandas de crecimiento, mantenimiento y resistencia a las enfermedades así mismo menciona que las aves de engorda a diferencia de los mamíferos, las propiedades visuales y de textura del alimento tienen una influencia mucho mayor en la ingestión de alimento que el sabor o el olor; las aves son sensibles a la forma, y una vez que se acostumbran a una forma particular de presentación del alimento, es necesaria cierta adaptación si se proporciona de otra forma (FERKET y GERNAT, 2004)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y fecha de la investigación

El experimento se realizó en la unidad avícola del Centro de Capacitación e Investigación Granja Zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco; ubicado a 660 m.s.n.m.; 09°17'58" latitud sur; 76°01'07" longitud oeste; como datos meteorológicos presenta una precipitación pluvial promedio anual de 3327 mm, una temperatura máxima de 35°C, mínima de 19.9°C y promedio mensual de 24.85 °C, humedad relativa de 80 %, durante la época de menor precipitación y 85 % de humedad relativa durante la época de mayor precipitación (UNAS, 2009).

El experimento se desarrolló entre los meses de setiembre a diciembre del 2008

3.2. Instalaciones

Se utilizó un galpón construido en orientación de norte a sur, de 9.72 m. de ancho por 24.74 m. de largo, con piso de concreto, con pendiente de 3 %, vigas y postes de madera, techo de calamina a dos aguas con claraboyas, lateralmente cuenta con 0.6 m. de alféizar, seguida de malla metálica tipo

gallinero. Dentro del galpón se colocó 24 jaulas experimentales con un área de 1 m² cada una, confeccionadas de madera y, malla metálica, con altura de 0.6 m.; cada jaula alojó a 6 aves y cada una contaba con comedero y bebedero.

3.3. Animales en estudio.

Se trabajó con 144 pollos machos de carne de la línea COBB VANTRES 500 de ocho días de edad. La crianza durante los 8 primeros días fue similar para todos los pollos y recibieron el mismo alimento comercial. El experimento se inició al noveno día de edad y comprendió una fase de crecimiento de 9 a 21 días y fase de acabado de los 22 a 42 días de edad.

3.4. Alimento y alimentación

Tanto para la fase de crecimiento como para la de acabado se formularon dietas en función a los tratamientos y atendiendo las necesidades nutricionales para cada etapa, según lo recomendado por ROSTAGNO *et al.* (2005); las raciones se presentan en los cuadros 2 y 3. El suministro de alimento y agua fue ad-libitum y se brindó en horas de la mañana; así mismo las condiciones de manejo fueron similares para todos los tratamientos.

Cuadro 2. Composición nutricional de dietas para pollos en fase de crecimiento incluyendo diferentes niveles de harina extrusada de frejol de palo.

Ingredientes	Tratamientos ¹					
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
Maíz	58.12	55.05	51.95	48.86	45.71	42.49
Torta de soya	29.47	27.57	25.67	23.77.	21.88	20.00
Aceite palma	4.24	4.28	4.34	4.39	4.47	4.57
Hna. de pescado	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Carbonato de Ca	1.27	1.27	1.28	1.28	1.28	1.29
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix pollo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Zinc bacitracina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fosfato monodibásico	0.94	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77
Aflaban	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Metionina	0.18	0.19	0.21	0.23	0.23	0.25
Antioxidante BHT	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Lisina HCL	0.15	0.10	0.05	0.01	0.00	0.00
Frejol de palo extrusado	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
Valor nutricional ²						
PB (%)	21.14	21.14	21.14	21.14	21.14	21.14
EM (kcal/kg)	3060	3060	3060	3060	3060	3060
Ca%	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
P Disp. (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Lis (%)	1.31	1.31	1.31	1.31	1.34	1.38
Met (%)	0.56	0.56	0.57	0.58	0.57	0.58
Trip (%)	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27
Met + Cis (%)	0.89	0.89	0.89	0.89	0.87	0.88
Precios (S/. / kg)	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45

¹ Tratamientos 0, 5, 10, 15, 20 y 25 % de inclusión de la harina extrusada de frejol de palo en la dieta.

² Datos calculados con base a la composición de los ingredientes según la NRC (1998), atendiendo a las necesidades de las aves según ROSTAGNO *et al.* (2005).

Cuadro 3. Composición porcentual y nutricional de dietas para pollos en fase de acabado incluyendo diferentes niveles de harina extrusada de frejol de palo.

Ingredientes	Tratamiento ¹					
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
Maíz	58.47	55.35	52.25	49.18	46.06	42.82
Torta de soya	29.12	27.22	25.32	23.42	21.52	19.65
Aceite palma	6.16	6.22	6.28	6.32	6.39	6.50
Hna. de pescado	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Carbonato de Ca	1.27	1.27	1.28	1.28	1.28	1.30
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix pollo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Fosfato monodibásico	1.03	1.00	0.96	0.93	0.89	0.85
Aflaban	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Metionina	0.18	0.20	0.22	0.23	0.24	0.26
Antioxidante BHT	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Lisina HCL	0.16	0.12	0.07	0.02	0.00	0.00
Frejol de palo extrusado	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00
Valor nutricional ²						
PB (%)	19.73	19.73	19.73	19.73	19.73	19.73
EM (kcal/kg)	3160	3160	3160	3160	3160	3160
Ca%	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
P Disp. (%)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Lis (%)	1.21	1.22	1.21	1.21	1.23	1.27
Met (%)	0.52	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54
Trip (%)	0.27	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25
Met + Cis (%)	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
Precio (S/. /kg)	1.49	1.48	1.47	1.47	1.45	1.45

1 Tratamientos 0, 5, 10, 15, 20 y 25 % de inclusión de la harina extrusada de frejol de palo en la dieta.

2. Datos calculados con base a la composición de los ingredientes según la NRC (1998), atendiendo a las necesidades de las aves según ROSTAGNO *et al.* (2005).

3.5. Proceso de extrusión y evaluación del frejol de palo

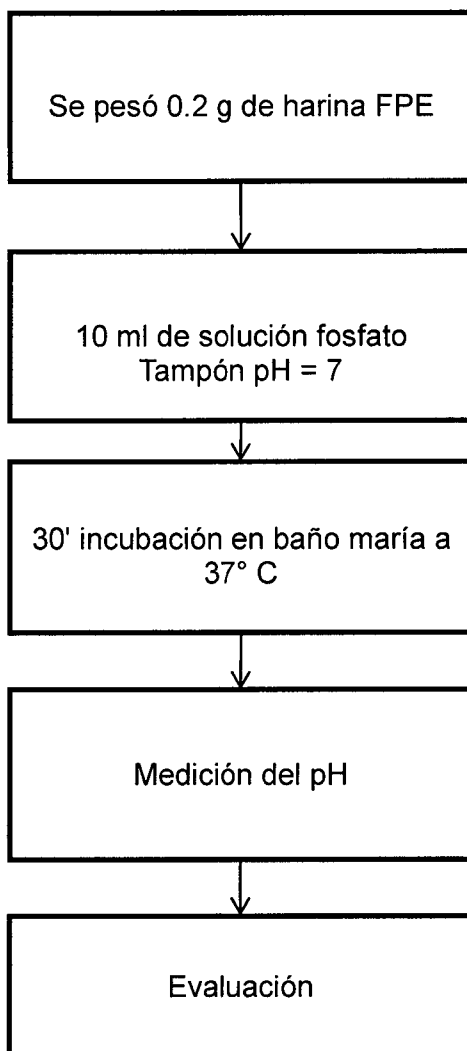
El frejol de palo fué extrusado a 120 °C de temperatura, con un tiempo de 10 a 15 segundos de exposición del grano, a humedad de 30 a 40 % en una máquina extrusora peletizadora marca "Vulcano", con un rendimiento de 500 kg/h.

Para evaluar el proceso extrusado de la harina de frejol de palo se tomó una muestra y se realizó el análisis de la actividad ureática y solubilidad proteica. Evaluaciones similares se realizó con muestras de frejol de palo crudo y extrusado; también a muestras torta de soya y soya cruda.

- Actividad Ureática

El grado de inactivación de la enzima ureasa presente en el frejol de palo, se midió siguiendo el método descrito por NETO (1992). Se determinó en 0.2 g de muestra de harina de frejol de palo a las cuales se agregó 10 mL de solución tampón fosfato, 0.05 M (tubo blanco) y 10 mL de solución de úrea a 0.05 M (tubo prueba); después de 30 minutos de incubación en baño maría a 37 °C, se procedió a la medición de pH de ambos tubos; por diferencia entre el pH del tubo blanco y de la prueba se estableció el grado de variación. Se considera como producto sobre procesado a variación de pH menores que a 0.05, producto bien procesado a variación de pH de 0.1 a 0.3, producto sub procesado a variación de pH de 0.3 a 0.5 y producto crudo a variaciones de pH mayor de 0.5.

Flujograma 1. Determinación del análisis de actividad ureática



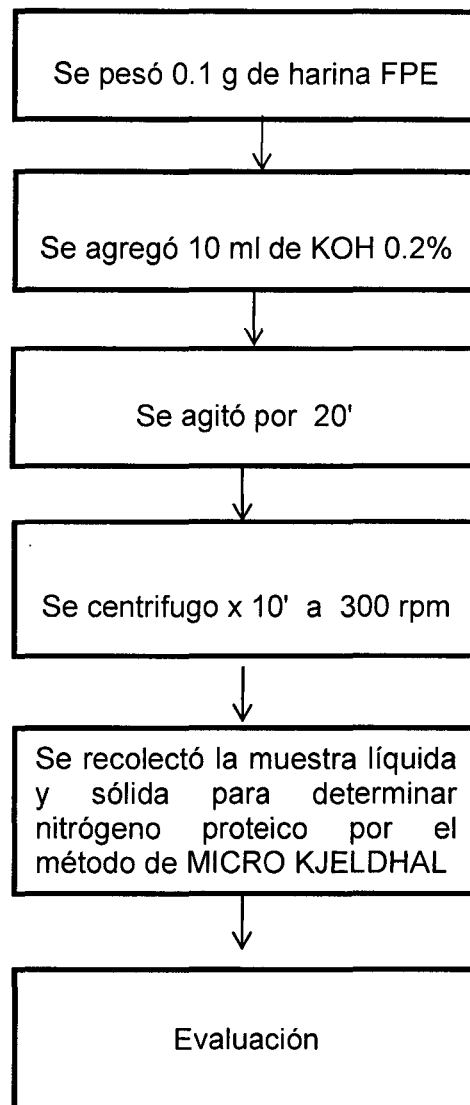
(NETO, 1992)

- Solubilidad Proteica:

La solubilidad proteica del frejol de palo se midió siguiendo el método descrito por NETO (1992). Para su determinación se pesó 0.1 g de muestra de harina de frejol de palo extrusado y se colocó en un tubo de ensayo, se agregó 10 mL de KOH al 0.2%, y se agitó por 20 minutos, luego se centrifugó por 10 minutos a 300 rpm y se recolectó el líquido sobrenadante. Posteriormente, en 1.0 mL de líquido sobrenadante y en la muestra entera de frejol se determinó el nitrógeno por el método de Micro Kjeldahl. En función de los porcentajes de proteína bruta de la muestra entera y de la proteína soluble del sobrenadante se calculó la solubilidad proteica.

Niveles de solubilidad menores a 75% se considera producto sobre procesado, de 75 a 80% se considera producto bien procesado, de 80 a 85% se considera como producto sub procesado y mayores a 85% de solubilidad proteica se considera como producto crudo.

Flujograma 2. Determinación del análisis de solubilidad proteica



(NETO, 1992)

3.6. Sanidad

Previo a iniciar el experimento, se desinfectó el galpón y las jaulas, con lanza llama, detergente, lejía y cal viva; también, se desinfectó los comederos y bebederos.

Se realizó la vacunación de los pollos a los 8 días de edad con vacuna triple aviar, vía ocular, de acuerdo a lo utilizado en la zona.

3.7. Variable independiente

Harina extrusada de semilla de frejol de palo (FPE)

3.8. Tratamientos en estudio

Para el experimento se tuvo seis tratamientos en función de la inclusión de la harina de frejol de palo extrusado (FPE) en la dieta.

FPE_0 = 0 % de inclusión de frejol de palo extrusado. (T1)

FPE_5 = 5 % de inclusión de frejol de palo extrusado . (T2)

FPE_{10} = 10 % de inclusión de frejol de palo extrusado. (T3)

FPE_{15} = 15 % de inclusión de frejol de palo extrusado. (T4)

FPE_{20} = 20 % de inclusión de frejol de palo extrusado. (T5)

FPE_{25} = 25 % de inclusión de frejol de palo extrusado. (T6)

3.9. Variables dependientes

3.9.1. Indicadores de performance

- Consumo diario de alimento (CDA). Está expresado en gramos (g) por fase; se obtuvo dividiendo el consumo total por tratamiento entre el número de días que duró cada fase del estudio: 12 y 21 días para crecimiento y acabado respectivamente.
- Ganancia diaria de peso (GDP). Se expresa en gramos (g) por fases; se obtuvo por diferencia entre el peso final menos el peso inicial de cada fase.
- Conversión alimenticia (CA). Se calculó para las fases de crecimiento y acabado; dividiendo en consumo de alimento sobre la ganancia de peso en cada fase.

3.9.2. Indicadores de producción

- Rendimiento de carcasa (RC). Está expresado en %. Se calculó considerando el peso vivo menos el peso beneficiado; sin considerar el peso de los intestinos y buche. Aplicando la siguiente fórmula:

$$RC\% = \frac{PB}{PV} \times 100$$

Dónde:

PB = Peso beneficiado del pollo

PV = Peso vivo del pollo

- Grasa abdominal (GA). Está expresado en %. Se calculó con la fórmula siguiente:

$$GA = \frac{PG}{PB} \times 100$$

Dónde:

GA = Grasa abdominal

PG = Peso de la grasa abdominal

PB = Peso beneficiado del pollo

3.9.3. Indicadores económicos

- Mérito económico (ME, %). El análisis económico de la crianza se realizó calculando el beneficio neto, a partir de los 9 días de edad (inicio del experimento) hasta los 42 días (saca de los pollos de carne) para cada tratamiento en función de los costos de producción y los ingresos calculados por los precios de venta al final del experimento. En los costos de producción se consideró los costos variables (costo de alimentación) y los costos fijos (precio de los animales, mano de obra, instalaciones, equipos y medicina).

Para los cálculos del beneficio neto y mérito económico se utilizó las siguientes fórmulas:

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

Donde:

BN_j = Beneficio neto en S/. por animal

j = tratamiento

P = precio por kg. del ave. (S/.)

Yj = peso final por cada tratamiento (S/. /kg)

CVj = costo variable por ave / tratamiento (S/.)

CFj = costo fijo por ave / tratamiento (S/.)

$$b) \quad ME = BN/CT \times 100$$

Dónde:

ME = Mérito económico

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

3.10. Análisis Estadístico

Los tratamientos fueron distribuidos bajo un Diseño Completo al Azar (DCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, en donde la unidad experimental estuvo compuesta por 4 aves. Los resultados del ensayo fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (SAS, 1998) y las diferencias entre las medias de los tratamientos fueron sometidos a la prueba de Tukey ..

El modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Observaciones cualquiera de la unidad experimental, que corresponde
iésimo tratamiento

U = media general o media poblacional

T_i = Efecto del frijol de palo en el iésimo tratamiento

E_{ij} = Error Experimental

Se determinó los mejores niveles de inclusión mediante el análisis de variancia de la regresión.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación del proceso de extrusión del frejol de palo

En el cuadro 4, se muestran los resultados de las pruebas realizadas para evaluar el proceso de extrusión del frejol de palo; se determinó que se hizo un buen procesamiento del insumo en estudio.

Cuadro 4. Actividad ureática y solubilidad proteica del frejol de palo crudo y extrusado en comparación con la soya cruda y torta de soya.

Insumos	Actividad ureática (Δ pH)	Criterio de interpretacion ¹	Solubilidad proteica (%)	Criterio de Interpretacion ¹
FP Crudo	1.86	Pc	127.97	Pc
FP extrusado	0.26	Bp	77.14	Bp
Soya cruda	1.74	Pc	97.84	Pc
Torta de soya	0.11	Bp	76.03	Bp

¹ = Basados en los indicadores reportados por NETO (1992):

Pc= Producto crudo

Bp= Producto bien procesado

4.2. Indicadores de performance

Los resultados obtenidos para las variables CDA, GDP y CA en la fase de crecimiento y acabado en respuesta a los tratamientos en estudio, se

presentan en el cuadro 5a y 5b, el análisis de varianza nos muestra para la fase de crecimiento que el CDA y la GDP existe diferencias significativas ($P<0.05$); y la CA resultó tener diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P<0.01$). Así mismo los resultados de CDA, GDP para la fase de acabado presentan influencias altamente significativa ($P<0.01$), y la CA resultó ser significativo ($P<0.05$).

Cuadro 5a. Consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia de pollos, incluyendo harina de frejol de palo extrusado en raciones para la fase de crecimiento.

Tratamientos	Fase de crecimiento		
	Variables ¹		
	CDA	GDP	CA
T1	72.00 ± 0.88 ^b	49,03 ± 0,69 ^b	1.47 ± 0.02 ^a
T2	72.9 0± 0.12 ^a	50,05 ± 0,55 ^b	1.46 ± 0.01 ^a
T3	72.78 ± 1.07 ^a	50,53 ± 0,92 ^b	1.44 ± 0.03 ^a
T4	72.80 ± 0.85 ^a	50,60 ± 2,09 ^b	1.44 ± 0.06 ^a
T5	70.73 ± 2.02 ^b	52,12 ± 1,40 ^a	1.36 ± 0.02 ^b
T6	70.08 ± 1.30 ^b	52,12 ± 0,66 ^a	1.35 ± 0.02 ^b
Sig ²	*Q	*L	**L

1: CDA= Consumo diario de alimento (g); GDP= Ganancia diaria de peso (g); CA= Conversión alimenticia.

2: Significancia por el Análisis de Variancia de la Regresión: L = Efecto lineal, Q = Efecto cuadrático. * = ($P<0.05$) Efecto significativo. ** = ($P<0.01$), Efecto altamente significativo.

Valores promedios con diferentes superíndices en una misma columna indican que existen diferencias significativas según prueba de Tukey.

Cuadro 5b. Consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia de pollos, incluyendo harina de frejol de palo extrusado en raciones para la fase de acabado.

Tratamientos	Fase de acabado		
	Variables ¹		
	CDA	GDP	CA
T1	124.68 ± 3.21 ^d	71.65 ± 0.7 ^c	1.74 ^b
T2	130.48 ± 0.72 ^c	72.94 ± 3.53 ^c	1.79 ^b
T3	134.75 ± 0.62 ^b	73.90 ± 1.62 ^c	1.82 ^b
T4	142.36 ± 1.15 ^a	76.22 ± 2.39 ^c	1.87 ^b
T5	142.88 ± 1.49 ^a	78.27 ± 3.13 ^a	1.83 ^b
T6	145.20 ± 0.70 ^a	76.92 ± 0.18 ^b	1.89 ^a
Sig ²	**L	**L	*L

1: CDA= Consumo diario de alimento (g); GDP= Ganancia diaria de peso (g); CA= Conversión alimenticia.

2: Significancia por el Análisis de Variancia de la Regresión: L = Efecto lineal, * = (P<0.05) Efecto significativo. ** = (P<0.01), Efecto altamente significativo.

Valores promedios con diferentes superíndices en una misma columna indican que existen diferencias significativas según prueba de Tukey.

En la figura 1 se aprecia el comportamiento del consumo diario de alimento en la fase de crecimiento. Aun cuando se encontró un comportamiento cuadrático, la ecuación nos permite encontrar un valor máximo en el rango estudiado, considerando un máximo consumo con 8.36% de inclusión de frejol de palo extrusado, debiéndose esta respuesta en un 90.42 % a la inclusión de harina de frejol de palo extrusado de acuerdo al modelo adoptado.

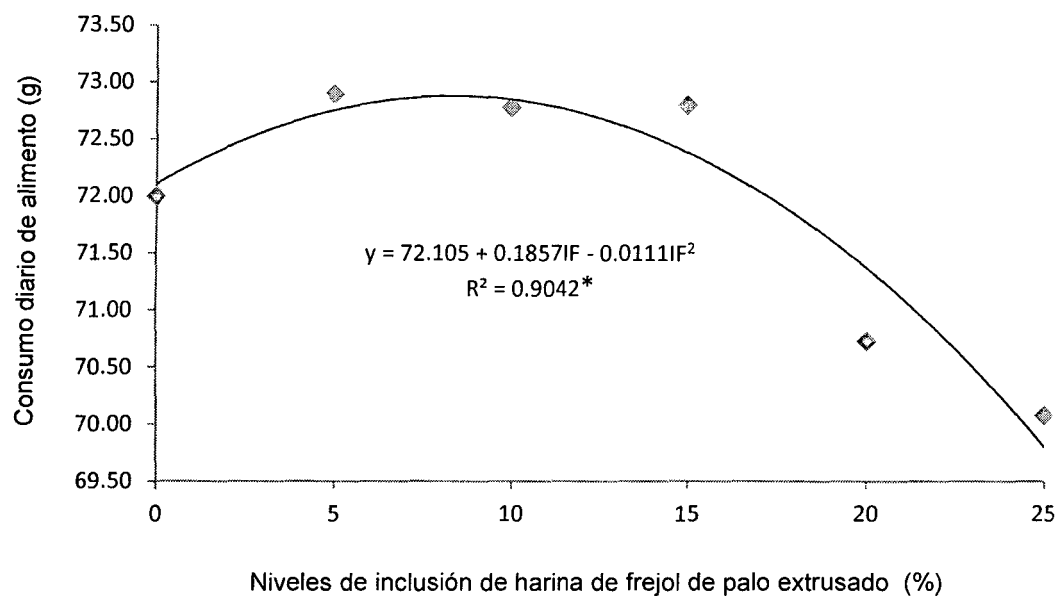


Figura 1. Comportamiento del consumo diario de alimento en pollos de carne durante la fase de crecimiento, alimentados con niveles crecientes de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

En la figura 2 se aprecia el comportamiento de la ganancia diaria de peso en la fase de crecimiento, donde se obtuvo una respuesta lineal positiva, aumentando la ganancia diaria de peso a medida que aumentan los niveles de inclusión de frejol de palo extrusado en la dieta, debiéndose esta respuesta en un 92.75 % a la inclusión de harina de frejol de palo extrusado en la ración.

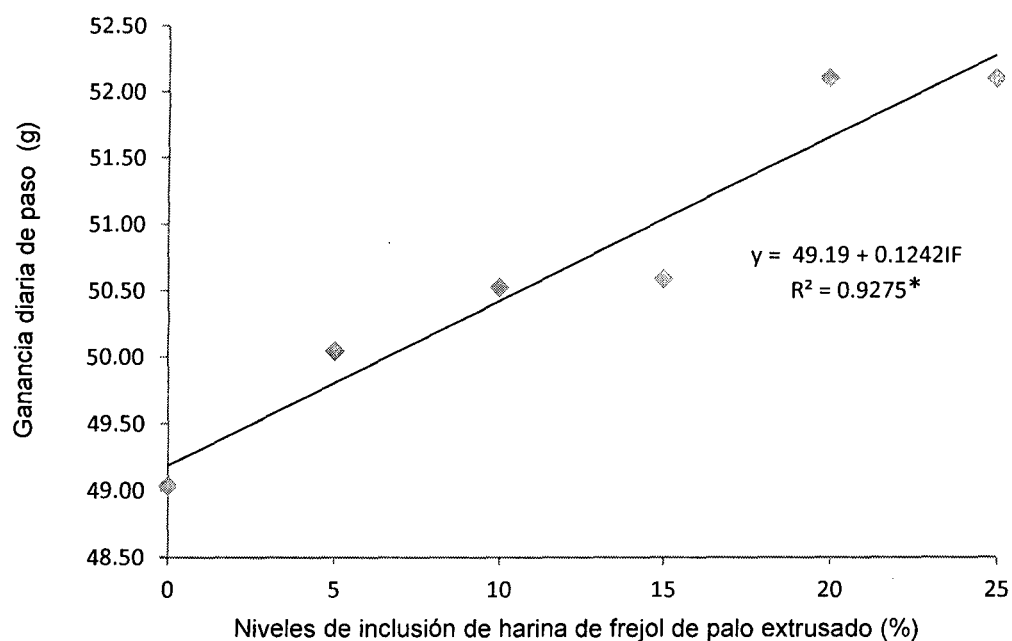


Figura 2. Comportamiento de la ganancia diaria de peso en pollos de carne durante la fase de crecimiento alimentados con niveles crecientes de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

El comportamiento de la conversión alimenticia en la fase de crecimiento se aprecia en la figura 3 hay una respuesta lineal con pendiente negativa ($P < 0.01$); habiendo obtenido los mejores resultados a mayores niveles de inclusión de harina de frejol de palo extrusado en la dieta de pollos en la fase de crecimiento, esta respuesta se debe en un 85.88% a la variable en estudio.

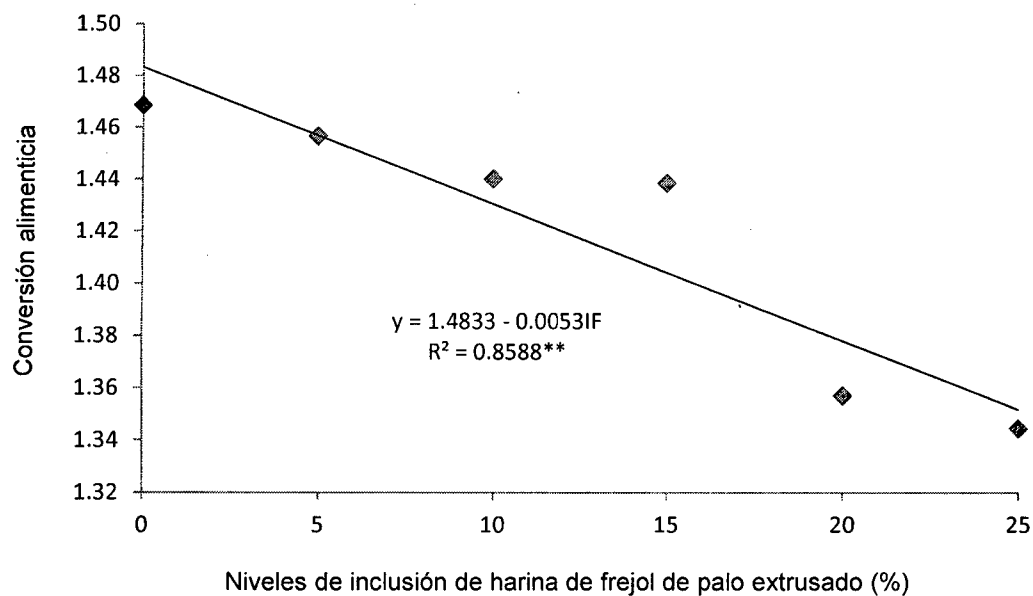


Figura 3. Comportamiento de la conversión alimenticia en pollos de carne durante la fase de crecimiento, alimentados con niveles crecientes de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

En la figura 4 se aprecia el comportamiento del consumo diario de alimento en la fase de acabado, donde se encontró un comportamiento lineal, obteniéndose el mayor consumo con el 25% de inclusión, esta respuesta se debe en un 94.23% a la inclusión de harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado, de acuerdo al modelo adoptado.

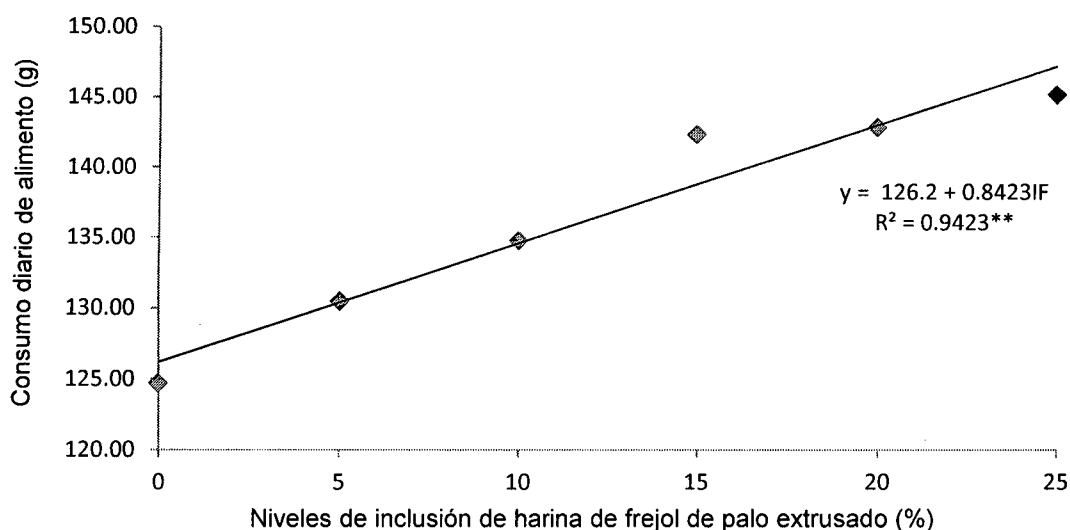


Figura 4. Comportamiento del consumo diario de alimento en pollos de carne durante la fase de acabado, alimentados con niveles crecientes de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

En la figura 5 se aprecia el comportamiento de la ganancia diaria de peso en la fase de acabado, donde se obtuvo una respuesta lineal positiva, aumentando la ganancia diaria de peso a medida que aumentan los niveles de inclusión de frejol de palo en la dieta; la mejor ganancia de peso se obtiene con 20 % de inclusión de frejol de palo, debiéndose esta respuesta en un 87.56 % a incluir harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

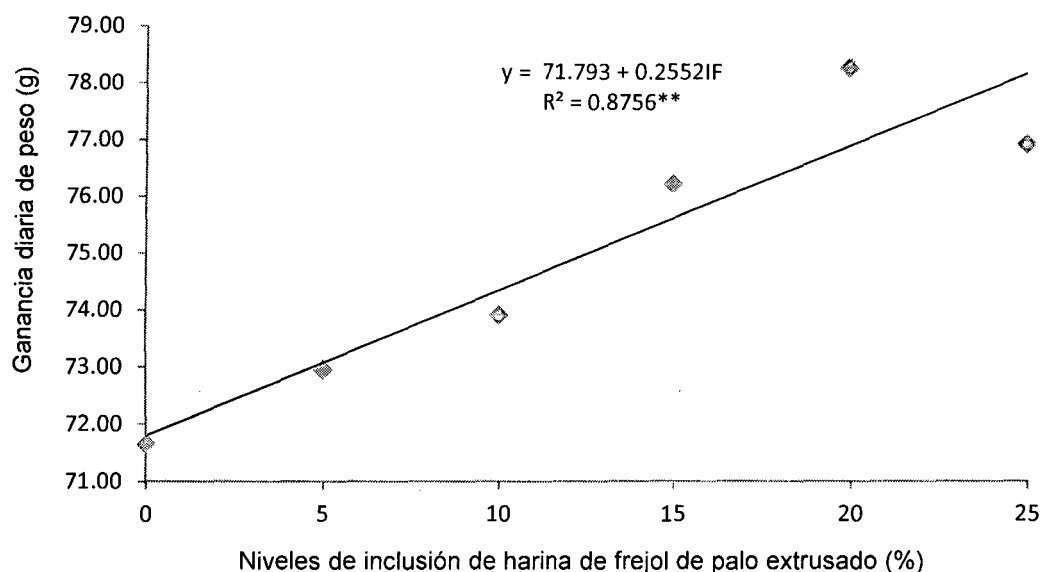


Figura 5. Comportamiento de la ganancia diaria de peso en pollos de carne durante la fase de acabado, alimentados con niveles crecientes de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

El comportamiento de la conversión alimenticia en la fase de acabado se aprecia en la figura 6, donde se obtuvo una respuesta lineal positiva ($P < 0.05$), aumentando el indicador conversión alimenticia a medida que se incrementan los niveles de inclusión de frejol de palo en la dieta, sin embargo estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos 0, 5, 10, 15, 20 % pero si el tratamientos con 25% de inclusión de frejol de palo; llega a ser estadísticamente menos eficiente, esta respuesta se debe en un 82.07% al efecto de incluir niveles de harina de frejol de palo extrusado en la dieta.

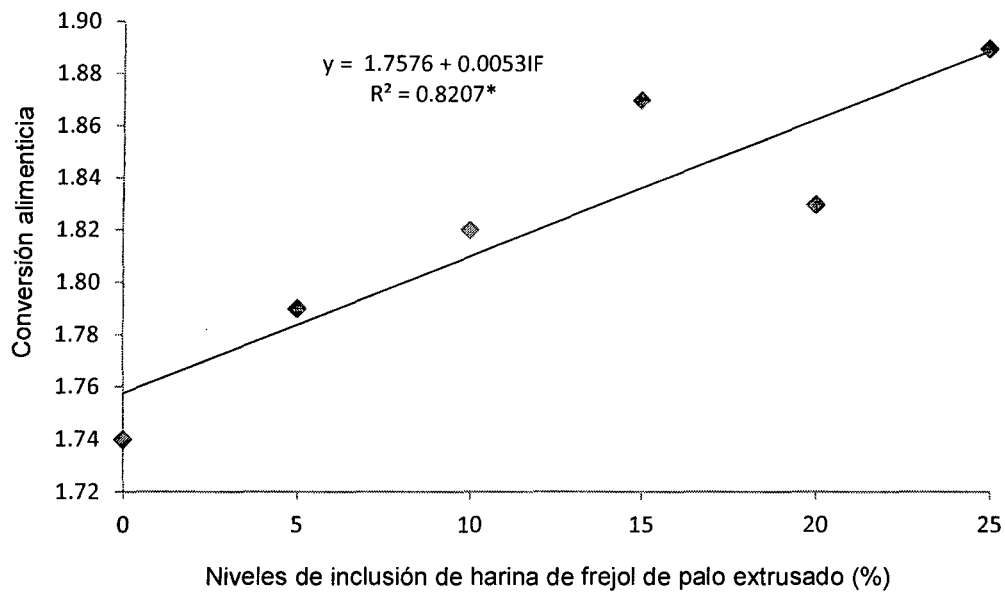


Figura 6. Comportamiento de la conversión alimenticia en pollos de carne durante la fase de acabado, alimentados con niveles crecientes de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta.

4.3. Indicadores de producción

En el cuadro 6, se observan los resultados promedios de rendimiento de carcasa y grasa abdominal de los pollos de carne, en respuesta a los niveles crecientes de frejol de palo, el análisis de variancia de la regresión nos muestra no tener diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$).

Cuadro 6. Rendimiento de carcasa y grasa abdominal, para pollos alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta

Tratamientos	Rendimiento de carcasa (%)	Grasa abdominal (%)
T1	84.15 ± 0.24	1.45±0.11
T2	84.08 ± 0.06	1.48±0.08
T3	84.38 ± 0.22	1.46±0.03
T4	84.80 ± 0.47	1.45±0.05
T5	84.50 ± 0.50	1.43±0.04
T6	84.51 ± 1.10	1.47±0.05 ^a
Sig	NS ¹	NS ¹

1 =: NS: No significativo

4.4. Análisis económico

En el cuadro 7, muestra el análisis económico, en términos de mérito económico, donde se considera el peso vivo promedio final de las aves por tratamiento, ingreso bruto, costos fijos (CF), costos variables (CV) y el beneficio neto (BN) por ave y por kg en soles obteniéndose el mejor BN/kg y mérito económico con las aves que recibieron niveles de 20% de inclusión de harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*) extrusado en la dieta de pollos de carne en todo el periodo de la crianza (crecimiento y acabado)

Cuadro 7. Análisis económico en función a niveles de inclusión de frejol de palo en raciones de pollos de carne¹.

Tratamientos	Yj	PYj	Costo total	BNj (S/.)		ME (%)
				Por ave	Por kg	
T1	2.32	11.58	8.70	2.88	1.24	33.08
T2	2.36	11.78	8.93	2.84	1.21	31.85
T3	2.38	11.91	9.06	2.85	1.20	31.50
T4	2.43	12.16	9.33	2.83	1.16	30.33
T5	2.49	12.46	9.24	3.22	1.29	34.84
T6	2.46	12.32	9.31	3.01	1.22	32.38

¹ BNj = PYj - (CFj + CVj)

Yj = Peso del pollo a los 42 días.

PYj = Ingreso bruto en soles para cada tratamiento (Precio de venta 5.00 S/.)

CVj = Costo variable; por ave para cada tratamiento (S/.)

CFj = Costo fijo por ave para cada tratamiento (S/.)

BNj = Beneficio neto; resta del ingreso de venta y costos de producción

ME = Mérito económico, BN/Costos X 100

V. DISCUSION

5.1. Proceso de extrusión

Previo al uso del frejol de palo extrusado (FPE) en las raciones del presente estudio, se realizó un análisis sobre la actividad ureática y solubilidad proteica de este insumo, logrando resultados con índices que están en el rango de buen proceso térmico como lo menciona NETO (1992) garantizando que la extrusión destruyó algunos factores antinutricionales FARIS (1987) y (HONOVARI y GENER.1982).

5.2. Indicadores de performance

Se observa que el proceso de extrusión mejoró las propiedades físicas y químicas del frejol de palo concordando con lo que menciona BUTRON (2003); así mismo mejora la calidad nutricional de los insumos como por ejemplo la digestibilidad BATAGLIA (1990) y NETO (1992). Sin embargo, la eliminación de los factores antinutricionales no es completa en vista que existen algunos que son termoestables ELIZALDE (2009).

La extrusión de productos con elevado nivel proteico se realiza con la finalidad de eliminar los inhibidores de crecimiento que están presentes en las materias primas. Durante el proceso de extrusión estos inhibidores son inactivados para evitar bloquear la actividad enzimática en el intestino. Se intenta

en estos procesos conseguir por un lado el mínimo contenido de factores antitripsicos y por otro lado la máxima lisina disponible en el producto (BATAGLIA, 1990).

Los resultados presentados en el cuadro 5a de la fase de crecimiento sobre consumo diario de alimento (CDA) muestra que existe comportamientos diferentes entre tratamientos; se observa que al incluir FPE hasta un nivel de 15 % no existe diferencias significativas; pero con ligera tendencia a disminuir el consumo, llegando a ser superior a los niveles de inclusión de 20 y 25 % e inclusive al testigo con 0 % de FPE; posiblemente afectado por las características físicas de la dieta, en vista que se presentaba con una textura más polvorienta y harinosa coincidiendo con lo indicado por FERKET Y GERNAT (2004).

Al análisis de regresión se encontró que el nivel óptimo de CDA en la fase de crecimiento se da a un nivel de 8.36% de inclusión de harina de FPE, como se presenta en la figura 1; no obstante, este nivel no coincide con las tendencias de un buen aprovechamiento de este insumo para el caso de la ganancia diaria de peso (GDP) como se puede observar en el mismo cuadro 5a, este indicador aumenta a medida que se incrementa la inclusión del FPE; de igual manera sucede con la conversión alimenticia (CA) que tiende a mejorar con la inclusión del FPE.

Las figuras 2 y 3 de la GDP y CA respectivamente muestran un comportamiento lineal reafirmando que a medida que se incluyó el FPE hubo una

mayor ganancia de peso y conversión alimenticia más eficiente, sin afectar la respuesta animal como lo indica NOUVELLE (2003); sin embargo, estos beneficios tiende a estabilizarse en el nivel de 25 % de inclusión; posiblemente por la menor calidad de la proteína del frejol de palo en comparación a la torta de soya como lo muestra DAYSI (1979).

Estos resultados indican que el proceso de extrusión del frejol de palo fue aceptable como se encontró al realizar los análisis previos sobre actividad ureática (0.26) y solubilidad proteica (77.14%), siendo resultados que están dentro del rango sugerido por NETO (1992); a su vez indica que los factores indeseables pueden ser eliminados COSTAS (1981).

El consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia en este experimento en la etapa de crecimiento son cercanos a los reportados por COBB (2008) que presenta como índices óptimos o estándares de 76.45 g/día, 55.46 g/día y 1.38 de CDA, GDP y CA respectivamente, reafirmando la aceptación que tuvo el frejol de palo extrusado en la alimentación de los pollos de carne.

En el cuadro 5b.se muestra que el consumo diario de alimento (CDA) en la fase de acabado se incrementa a medida que se incluye el FPE en la ración, indicando que también existe aceptación de este insumo por parte de los pollos en esta etapa, probablemente el pollo se va adaptando a las presencia de factores antinutricionales; sin embargo, a partir de 20 % de inclusión tiende a

estabilizarse. Los resultados obtenidos son superiores a los logrados por DURAN (2007). Datos reportados por COBB (2008) indican CDA de 177.48 g siendo superiores a los encontrados en el presente trabajo.

Para el caso de la ganancia diaria de peso (GDP) se tiene similar comportamiento, es decir, aumenta la ganancia de peso a medida que se incrementa el FPE en la ración y se estabiliza en un 20 % de inclusión, tendiendo a disminuir a un mayor nivel (25%), posiblemente por la presencia y acumulación de algunos factores antinutricionales que no son destruidos en su totalidad por la extrusión TACON y JACKSON (1985) comportamiento que se reafirma en la conversión alimenticia (CA) que es menos eficiente cuando se incluyó 25 % de FPE en la ración.

Los resultados logrados en el presente experimento son superiores a los reportados por DURAN (2007) tanto en GDP y CA; posiblemente influenciado por el proceso térmico aplicado en estos experimentos (tostado versus extrusado). Sin embargo, la GDP es inferior al que reporta COBB (2008) que tiene como estándar referencial de 93.05 g/día, mientras que la CA en este experimento muestra ser ligeramente más eficiente que el nivel óptimo de 1.91 reportado por COBB (2008), respaldando el beneficio de la inclusión del FPE en la ración.

Los resultados obtenidos en los indicadores de performance en este estudio, incluyendo frejol de palo en la ración para la fase de crecimiento y

acabado hasta 20 % concuerdan con lo reportado por FAO (1985), NOUVELLE (2003) LEON *et al.*, (1992) quienes indican que niveles de 10 a 30 % de frejol de palo en la dieta de pollos, no afectan los parámetros productivos.

5.3. Indicadores de producción

Evaluando el comportamiento del rendimiento de carcasa y peso de la grasa abdominal en función a la concentración de frejol de palo en la dieta, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$), por lo cual se puede afirmar que dietas con frejol de palo no afectan al rendimiento de carcasa ni el peso de la grasa abdominal. El rendimiento de carcasa y peso de la grasa abdominal son similares a los reportados por DURAN (2007)

5.4. Evaluación económica

Según el cuadro 7, el mejor beneficio neto es 1.29 nuevos soles por Kg. de carne de pollo, con un mérito económico de 34.84 % que se logró en el tratamiento 5, indicando desde el punto de vista económico, que un 20 % de frejol de palo extrusado en la ración es el más rentable. Este resultado está asociado a las mejores respuestas de performance y al precio de las raciones que disminuye a medida que se incluye FPE.

Los resultados son superiores a los estimados por DURAN (2007) quien encontró el mejor BN y ME (S/. 0.54 y 10.76% respectivamente) sin incluir frejol de palo e incluyendo solo hasta un 10 % de frejol de palo tostado, posiblemente el proceso de extrusado es más eficiente que el tostado.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y luego de analizar los mismo se puede concluir en lo siguiente:

- La harina de frejol de palo extrusado (FPE) se puede usar en la alimentación de pollos en las fases de crecimiento y acabado; logrando mejores resultados de performance y de producción en niveles de 15 a 20 % de la ración.
- El mejor beneficio neto (1.29) por Kg. de carne y mérito económico (34.84%) se logró al incluir 20 % de harina de frejol de palo en la ración de pollos de carne.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo de investigación y los resultados obtenidos, podemos recomendar lo siguiente:

- Usar harina del frejol de palo extrusado en niveles de hasta 20 % en las raciones de pollos de carne en la fase de crecimiento y fase de acabado.
- Hacer estudios con harina del frejol de palo extrusado y peletizado para determinar su uso en otras especies de animales domésticos.

VIII. ABSTRACT

This research was carried out to evaluate the biological and economic effect of the palo bean extruded flour (*Cajanus cajan*) in the broilers feeding during growing phase (9-21 days) and fattening phase (22-42 days). For this purpose 144 COBB VANTRES 9 days old chicken grouped in a complete random design including 6 treatments and 4 repetitions were used. Treatments consisted in including 0, 5, 10, 15, 20 and 25% of the palo bean extruded flour (BEF) in the diet.

The protein solubility of the BEF used in this experiment was 77.14 and the ureic activity 0.26. In the growing phase the daily feed intake (DFI) shown a quadratic tendency ($p \leq 0.05$) and the higher feed intake was recorded at 8.36% of BEF in the diet. The daily weight gain (DWG) had a positive lineal response ($p \leq 0.05$) and the best results were recorded at 20 and 25% BEF inclusion in the diet. The feed conversion (FC) shown a negative lineal response ($p \leq 0.01$) and the best results of FC were recorded when 20 and 25% of BEF was added to the diet.

In the Fattening phase the daily feed intake (DFI) and daily weight gain (DWG) shown a positive lineal response ($p \leq 0.01$); the FC had also a positive lineal response ($P < 0.05$). Increasing the inclusion levels of BEF the best results were recorded at 25% of BEF in the diet.

The weight of carcasses and abdominal fat did not shown statistical difference ($P > 0.05$). The best economic merit (34.84 %) was recorded whit 20% of BEF inclusion in the diet. It is concluded that it is possible to use the palo bean

extruded flour (*Cajanus cajan*) in broilers diet at the growing and fattening phases, being the better the 20% level of inclusion.

IX. BIBLIOGRAFIA

- BATAGLIA, A.M. 1990. Extrusão no prepare de alimentos para animais. In: Simpósio de Colegio Brasileiro de nutricao Animal. (Campinas). CBNA: p. 73 – 81.
- BRUNO, D. 1990. Legumbres Alimenticias. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España 419 p.
- BUTRON, J. 2003. La extrusión un proceso más barato que la cocción, combinadas con suplementos enzimáticos, reduce los componentes antinutritivos de las leguminosas, manteniendo su calidad nutritiva. [En línea]:AGRODIGITAL,(<http://WWW:agrodigital.com>, publicaciones, 20 Ene. 2008).
- COBB (2008).SuplementoInformativo de rendimiento y nutrición de Pollos de Engorde Cobb, Brasil p 6[
- COSTA S. 1981. Controle da qualidade da soja integral procesada *In*: Miyasaka, S. (Ed.), a soja no Brasil. 823 p.
- DAISY, E. 1979. Legumbres Alimenticias.EditorialAcribia. España p 128-343.

DURAND F. 2007. Efecto de la inclusión del frijol de palo (*Cajanuscajan*), en la dieta de pollos parrilleros en la fase de acabado. Tesis Ing° Zootecnia.Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María,Perú. 47p

DUQUE, A. 1993. Manual de las cosechas de la energía inéditas. *Cajanuscajan*. [En línea], (<http://www.fao.org/livestok/agap/frg/afris/espanol/document.htm>, documento, 30 de Agos. 2012).

ELIZALDE, D., PISMAG, P., CHAPARRO, C. 2009. Factores anti nutricionales en semillas,Rev.Bio.Agro v.7 n.1 Popayán-Colombia[Enlínea]: (<http://www.bioteconfaca@unicauca.edu.co>, documento, 15 de Diciembre 2012).

FAO, 1985. Sistemas de Información de recursos de piensos. *Cajanuscajan*. [En línea]: (<http://www.fao.org/afris/default.htm>, documento, 30 de Agos. 2012)

FARIS, I. R. 1987. Pigeonpea vegetal: una cosecha prometedora para la India. Patancheru, Ap. 502324, La India. ICRISAT.

FEDALTO, L. M. Efeito da utilização da soja integral *Glicinemax* (L.).Merrill, sobre o desempenho e caractereísticas de caraca de suínos. São Paulo: In: Universidad de estadual Paulista, Faculdade de Ciencias agrárias e

Veterinárias. Tese (Doctor en Zootecnia). 1993. P. 137.

FERKET, P. R., GERNAT, A. G. 2004. Departamento de ciencias avícola, Colegio de Agricultura y Ciencias de la vida, Universidad del Estado de Carolina del Norte, Raleigh, EUA p.

HONOVARI, R. , GENER, I. 1982. Ihibition the growth of rats by purified hemoglutninfactos isolated from phaseolusvulgares 178 p.

KAY, D.E. 1979. Crop and product digest, No. 3. Food legumes.Londres, Tropical Products Institute, 435 pp.

LEÓN, A., ANGULO,I JARAMILLO, M[^] CALÍBRESE, H., MADRIGAL, J. y REQUENA, F. 1992. Valoración nutricional de materias primas alternativas utilizadas en la alimentación de aves. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Instituto de Investigación Zootécnicas (FONAIAP). Maracay, Venezuela. FONAIAP Divulga N°37. [En línea] FAO (<http://fao.org/waicent/fonaiap/>, documento, Jul. - Set. 2012).

LEON, A., ANGULO, 1991. Materias Primas Alternativas Para la Producción de Alimentos Concentrados para Animales en Venezuela. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Instituto de Investigación Zootécnicas

(FONAIAP). Maracay, Venezuela. FONAIAP Divulga N°32. [En línea] FAO (<http://fao.org/waicent/fonaiap/>, documento.Jul. - sep. 2012).

NETO, G. 1992. Soja integral naalimentação de aves e suínos. Avic.&Suinoc.Ind. Sao Paulo. 82 (988): 4-15

NRC. 1998. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Swine. National Research Council (NRC). National Academy Press. Washington: 189.

NOUVELLE C. 2003 Institut Elevage et de medecine veterinaire des paga tropicaux, la nutrición de servicio, IEMVT, BP 25 païta, Nueva Caledonia.

ROMERO, C. 2003 Evaluación de 4 Niveles de Quinchoncho (Cajanuscajan) en la dieta de pollos. [En línea], (<http://www.cecalc.ula.ve/>, documento, 25 de Oct. 2007).

ROSTAGNO, S., TEXEIRA, L., JUARES, D., GOMES, P., DE OLIVERA, R., CLEMENTINO, D., SOAREZ, A., TOLEDO, S. 2005. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. Viosa, Brasil. 90p.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. 1998. SAS users guide. Version 8. Ed, 1. Cary 1998.

TACON, A., JACKSON, A. 1985. Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds - a review. En: C.B. Cowey, A.M. Mackie y J.G. Bell, eds. *Nutrition and feeding in fish*. Academic Press, Londres y Nueva York, pp. 119–145.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA – UNAS. 2011. Datos Meteorológicos, año 2011. Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones. (Archivos).

WATSON, C. 1985. Cultivos Tropicales Adaptados a la Selva Peruana, Particularmente al Alto Huallaga. Lima, Perú. 245 p.

X. ANEXO

Anexo 1. Peso de los pollos alimentados con harina de frejol de palo extrusado
(*Cajanus cajan*) al inicio y final de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Peso al Inicio	Peso a 21 días	Peso a los 42 días
0	221.50	800.55	2326.45
0	223.83	810.88	2313.78
0	224.17	823.49	2315.49
0	224.33	812.56	2310.56
Prom.	223.46	811.87	2316.57
5	224.50	817.28	2273.68
5	221.67	830.06	2359.26
5	223.50	826.29	2334.69
5	222.33	820.70	2453.90
Prom	223.00	823.58	2355.38
10	223.83	835.98	2407.48
10	226.00	826.05	2329.45
10	221.67	816.34	2395.64
10	221.33	840.08	2393.97
Prom	223.21	829.61	2381.64
15	221.17	817.97	2463.97
15	224.17	865.81	2507.21
15	223.33	806.22	2356.12
15	223.83	831.48	2396.88
Prom	223.13	830.37	2431.04
20	223.67	846.17	2566.57
20	221.17	858.21	2474.01
20	224.00	826.91	2496.71
20	223.50	862.99	2431.64
Prom	223.09	848.57	2492.23
25	223.00	839.81	2450.11
25	221.67	857.25	2472.55
25	224.33	847.06	2466.76
25	223.80	850.54	2466.14
Prom	223.20	848.66	2463.89

Anexo 2. Consumo diario de alimento y consumo total de alimento en las fases de crecimiento y acabado.

Tratamientos	Fases				
	Crecimiento		Acabado		Total
	CDA (g)	CTA (g)	CDA (g)	CTA (g)	CTA (g)
0	70.80	849.60	120.00	2520.00	3369.60
0	72.50	870.00	127.00	2667.00	3537.00
0	71.90	862.80	125.20	2629.20	3492.00
0	72.80	873.60	126.50	2656.50	3530.10
Prom	72.00	864.00	124.68	2618.18	3482.18
5	72.80	873.60	129.80	2725.80	3599.40
5	72.80	873.60	130.30	2736.30	3609.90
5	73.00	876.00	131.50	2761.50	3637.50
5	73.00	876.00	130.30	2736.30	3612.30
Prom	72.90	874.80	130.48	2739.98	3614.78
10	71.90	862.80	134.00	2814.00	3676.80
10	71.80	861.60	134.90	2832.90	3694.50
10	73.60	883.20	135.50	2845.50	3728.70
10	73.80	885.60	134.60	2826.60	3712.20
Prom	72.78	873.30	134.75	2829.75	3703.05
15	72.40	868.80	142.50	2992.50	3861.30
15	73.15	877.80	143.00	3003.00	3880.80
15	73.80	885.60	140.70	2954.70	3840.30
15	71.85	862.20	143.25	3008.25	3870.45
Prom	72.80	873.60	142.36	2989.61	3863.21
20	69.50	834.00	143.70	3017.70	3851.70
20	73.00	876.00	143.50	3013.50	3889.50
20	68.62	823.44	140.65	2953.65	3777.09
20	71.80	861.60	143.65	3016.65	3878.25
Prom	70.73	848.76	142.88	3000.38	3849.14
25	68.40	820.80	145.50	3055.50	3876.30
25	69.90	838.80	144.90	3042.90	3881.70
25	70.50	846.00	144.40	3032.40	3878.40
25	71.50	858.00	146.00	3066.00	3924.00
Prom	70.08	840.90	145.20	3049.20	3890.10

Anexo 3. Ganancia diaria de peso y ganancia de peso total en las fases de crecimiento y acabado.

Tratamientos	Fases				
	Crecimiento		Acabado		Total
	GDP	GPT	GDP	GPT	GPT
0	48.25	579.05	72.66	1525.90	2104.95
0	48.92	587.05	71.57	1502.90	2089.95
0	49.94	599.32	71.05	1492.00	2091.32
0	49.02	588.23	71.33	1498.00	2086.23
Prom	49.03	588.41	71.65	1504.70	2093.11
5	49.40	592.78	69.35	1456.40	2049.18
5	50.70	608.39	72.82	1529.20	2137.59
5	50.23	602.79	71.83	1508.40	2111.19
5	49.86	598.37	77.77	1633.20	2231.57
Prom	50.05	600.58	72.94	1531.80	2132.38
10	51.01	612.15	74.83	1571.50	2183.65
10	50.00	600.05	71.59	1503.40	2103.45
10	49.56	594.67	75.20	1579.30	2173.97
10	51.56	618.75	73.99	1553.89	2172.64
Prom	50.53	606.41	73.91	1552.02	2158.43
15	49.73	596.80	78.38	1646.00	2242.80
15	53.47	641.64	78.16	1641.40	2283.04
15	48.57	582.89	73.80	1549.90	2132.79
15	50.64	607.65	74.54	1565.40	2173.05
Prom	50.60	607.24	76.22	1600.68	2207.92
20	51.87	622.50	81.92	1720.40	2342.90
20	53.09	637.04	76.94	1615.80	2252.84
20	50.24	602.91	79.51	1669.80	2272.71
20	53.29	639.49	74.70	1568.65	2208.14
Prom	52.12	625.48	78.27	1643.66	2269.15
25	51.40	616.81	76.68	1610.30	2227.11
25	52.96	635.58	76.92	1615.30	2250.88
25	51.89	622.73	77.13	1619.70	2242.43
25	52.23	626.74	76.93	1615.60	2242.34
Prom	52.12	625.46	76.92	1615.23	2240.69

Anexo 4. Conversión alimenticia en las fases de crecimiento, acabado y total.

Tratamientos	Fases		Total
	Crecimiento	Acabado	
0	1.47	1.65	1.60
0	1.48	1.77	1.69
0	1.44	1.76	1.67
0	1.49	1.77	1.69
Prom	1.47	1.74	1.66
5	1.47	1.87	1.76
5	1.44	1.79	1.69
5	1.45	1.83	1.72
5	1.46	1.68	1.62
Prom	1.46	1.79	1.70
10	1.41	1.79	1.68
10	1.44	1.88	1.76
10	1.49	1.80	1.72
10	1.43	1.82	1.71
Prom	1.44	1.82	1.72
15	1.46	1.82	1.72
15	1.37	1.83	1.70
15	1.52	1.91	1.80
15	1.42	1.92	1.78
Prom	1.44	1.87	1.75
20	1.34	1.75	1.64
20	1.38	1.87	1.73
20	1.37	1.77	1.66
20	1.35	1.92	1.76
Prom	1.36	1.83	1.70
25	1.33	1.90	1.74
25	1.32	1.88	1.72
25	1.36	1.87	1.73
25	1.37	1.90	1.75
Prom	1.34	1.89	1.74

Anexo 5. Relación de carcasa comercial sin pluma sin sangre y sin tripa.

Tratamientos	Rep.	Peso pollos vivos (g)	Peso de pollos beneficiados (g)	Rendimiento de carcasa (RC) %
0	1	2350.00	1976.35	84.10
0	2	2330.00	1957.20	84.00
0	3	2120.00	1780.80	84.00
0	4	2350.00	1985.75	84.50
Prom.		2287.50	1925.03	84.15
5	1	2300.00	1936.60	84.20
5	2	2200.00	1850.20	84.10
5	3	2100.00	1764.00	84.00
5	4	2100.00	1764.00	84.00
Prom.		2175.00	1828.70	84.08
10	1	2100.00	1770.30	84.30
10	2	2150.00	1814.60	84.40
10	3	2400.00	2035.20	84.80
10	4	2100.00	1764.00	84.00
Prom.		2187.50	1846.03	84.38
15	1	2380.00	2025.38	85.10
15	2	2300.00	1955.00	85.00
15	3	2250.00	1901.25	84.10
15	4	2320.00	1972.00	85.00
Prom.		2312.50	1963.41	84.80
20	1	2300.00	1955.00	85.00
20	2	2350.00	1950.50	83.00
20	3	2380.00	2023.00	85.00
20	4	2330.00	1980.50	85.00
Prom.		2340.00	1977.25	84.50
25	1	2200.00	1894.20	86.10
25	2	2180.00	1803.30	82.72
25	3	2350.00	2006.90	85.40
25	4	2235.00	1872.93	83.80
Prom.		2241.25	1894.33	84.51

Anexo 6. Relación de grasa abdominal (%)

Tratamientos	Rep.	Peso pollos vivos (g)	Peso de grasa abdominal (g)	Grasa abdominal (%)
0	1	2350.00	35.00	1.49
0	2	2330.00	33.00	1.42
0	3	2120.00	28.00	1.32
0	4	2350.00	37.00	1.57
Prom.		2287.50	33.25	1.45
5	1	2300.00	35.00	1.52
5	2	2200.00	30.00	1.36
5	3	2100.00	32.00	1.52
5	4	2100.00	32.00	1.52
Prom.		2175.00	32.25	1.48
10	1	2100.00	30.00	1.43
10	2	2150.00	32.00	1.49
10	3	2400.00	36.00	1.50
10	4	2100.00	30.00	1.43
Prom.		2187.50	32.00	1.46
15	1	2380.00	34.00	1.43
15	2	2300.00	35.00	1.52
15	3	2250.00	32.00	1.42
15	4	2320.00	33.00	1.42
Prom.		2312.50	33.50	1.45
20	1	2300.00	32.00	1.45
20	2	2350.00	34.50	1.47
20	3	2380.00	34.00	1.43
20	4	2330.00	32.00	1.37
Prom.		2340.00	33.13	1.43
25	1	2200.00	32.00	1.45
25	2	2180.00	31.00	1.42
25	3	2350.00	35.00	1.49
25	4	2235.00	34.00	1.52
Prom.		2241.25	33.00	1.47

Anexo 7. Análisis de varianza del consumo diario de alimento, durante la fase de crecimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	29.13	5	5.83	4.14	0.0111
Error	25.32	18	1.41		
Total	54.45	23			

Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =2,66575

Anexo 8. Prueba de comparación de Tukey de consumo diario de alimento, durante la fase de crecimiento.

Tratamiento	Medias	n	Significancia
5	72.90	4	a
15	72.80	4	a
10	72.78	4	a
0	72.00	4	b
20	70.73	4	b
25	70.08	4	b

Significancia = Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas

Anexo 9. Análisis de varianza del ganancia diaria de peso, durante la fase de crecimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	29.09	5	5.82	4.16	0.011
Error	25.19	18	1.4		
Total	54.28	23			

Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =2,66575

Anexo 10. Prueba de comparación de Tukey de la ganancia diaria de peso, durante la fase de crecimiento.

Tratamiento	Medias	n	Significancia
20	52.12	4	a
25	52.12	4	a
15	50.6	4	b
10	50.53	4	b
5	50.05	4	b
0	49.03	4	b

Significancia: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas

Anexo 11. Análisis de varianza de la conversión alimenticia, durante la fase de crecimiento.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0.06	5	0.01	9.98	0.0001
Error	0.02	18	1.10E-03		
Total	0.08	23			

Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =2,66575

Anexo 12. Prueba de comparación de Tukey de la conversión alimenticia, durante la fase de crecimiento.

Tratamiento	Medias	n	Significancia
0	1.47	4	a
5	1.46	4	a
15	1.44	4	a
10	1.44	4	a
20	1.36	4	b
25	1.35	4	b

Significancia: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas

Anexo 13. Análisis de varianza del consumo diario de alimento, durante la fase de acabado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1318.38	5	263.68	103.94	<0,0001
Error	45.66	18	2.54		
Total	1364.04	23			

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=2,66575

Anexo 14. Prueba de comparación de Tukey de consumo diario de alimento, durante la fase de acabado.

Tratamiento	Medias	n	Significancia
25	145.2	4	a
20	142.88	4	a
15	142.36	4	a
10	134.75	4	b
5	130.48	4	c
0	124.68	4	d

Significancia: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas

Anexo 15. Análisis de varianza de la ganancia diaria de peso, durante la fase de acabado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	129.9	5	25.98	5	0.0048
Error	93.43	18	5.19		
Total	223.33	23			

Test: Tukey Alfa: =0,05 DMS: =2,66575

Anexo 16. Prueba de comparación de Tukey de la ganancia diaria de peso, durante la fase de acabado.

Tratamiento	Medias	n	Significancia
20	78.27	4	a
25	76.92	4	b
15	76.22	4	c
10	73.9	4	c
5	72.94	4	c
0	71.65	4	c

Significancia: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas

Anexo 17. Análisis de varianza de la conversión alimenticia, durante la fase de acabado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0.06	5	0.01	3.3	0.0273
Error	0.06	18	3.50E-03		
Total	0.12	23			

Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=2,66575

Anexo 18. Prueba de comparación de Tukey de la conversión alimenticia, durante la fase de acabado.

Tratamiento	Medias	n	Significancia
25	1.89	4	a
15	1.87	4	b
20	1.83	4	b
10	1.82	4	b
5	1.79	4	b
0	1.74	4	b

Significancia: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas