

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



TESIS

**“INCLUSIÓN DE HARINA DE FRIJOL DE PALO (*Cajanus cajan*)
PRECOCIDO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CRIOLLOS
MEJORADOS, EN TINGO MARÍA”**

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

**ELABORADO POR
ROMAN CHIHUAN ALEXANDER**

**TINGO MARÍA – PERÚ
2021**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL TITULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Zootecnia

Título de tesis : Inclusión de harina de frijol de palo (cajanus cajan)
precocido en la alimentación de pollos criollos
mejorados, en Tingo María

Autor : Roman Chihuan, Alexander Edson

Asesor de tesis : Dr. AREVALO AREVALO, CARLOS E.
Ing. M. Sc. PEREZ OLANO, Miguel A.
Ing. SAAVEDRA RODRIGUEZ, Hugo.

Escuela profesional : Zootecnia

Programa de Investigación : Producción Animal Sostenible

Línea de Investigación : Valoración nutricional de alimentos y aditivos y
necesidades nutricionales de animales
domésticos

Lugar de ejecución : Universidad Nacional Agraria de la Selva
: Tingo María _ Huánuco _ Perú

Duración : 90 días

: **Fecha de Inicio:** 05/05/19

: **Fecha de término:** 02/06/19

: **FEDU**

Financiamiento : **Propio:** 3000s/.

: **otros**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA



COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 04:00 p.m. del 27 de septiembre de 2019, para calificar la Tesis titulada "INCLUSIÓN DE HARINA DE FRIJOL DE PALO (*Cajanus cajan*) PRECOCIDO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CRIOLLOS MEJORADOS, EN TINGO MARIA", presentado por el Bachiller en Ciencias Pecuarias ALEXANDER EDSON ROMAN CHIHUAN.

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, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO 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, 30 de septiembre de 2019.

.....
Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Presidente

.....
Ing. M. Sc. Juan Lao Gonzáles
Miembro

.....
Ing. Walter Alberto Paredes Orellana
Miembro

.....
Dr. Carlos Enrique Arévalo Arévalo
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado salud, haber guiado mis pasos y por brindarme muchas bendiciones que me permitieron viajar, observar y aprender sobre mi carrera profesional y estar listo para emprender.

A mis queridos padres: Eleazer Roman Saavedra y Lusmila Felipa Chihuan Romero, por ser uno de mis grandes motivos a llegar hacer una gran persona exitosa y algún día se sientan orgulloso por el apoyo incondicional, enseñanzas y haber confiado en mi persona.

A mi hermana: Jessica Roman Chihuan por ser la persona que más quiero en esta vida que me motiva a luchar por mis sueños, y de esa manera darle una buena impresión, por querer que sea una persona sabia fuerte, humilde y generosa con las personas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida, la salud y las bendiciones que me regala día a día, permitiéndome así culminar mi carrera profesional.

A la Facultad de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y como intermedio a los docentes de cada curso llevado, por sus conocimientos y experiencias brindados y especialmente también para mis tres asesores y mis jurados de tesis como son: Dr. AREVALO AREVALO, CARLOS E.; Ing. M. Sc. PEREZ OLANO, Miguel A.; Ing. SAAVEDRA RODRIGUEZ, Hugo.; Dr. Robles Huaynate, Rizal A.; MSc. Lao Gonzales, Juan.; Ing. Paredes Orellana, Walter A.; respectivamente que hicieron realidad esta meta anhelada por mi persona.

Al Dr. Turpo Calcina, Jorge; Dr. Paredes Lopez, Daniel.; Ing. Caldas Muñoz, Jorge Luís.; Ing. Saldaña Ríos, José.; por su gran apoyo en facilitarme en conseguir algunos materiales u orientarme sobre algunos productos a utilizar en el experimento.

A mis amistades: Trujillo Salas, Ever.; Lorenzo Castillo, Luis.; Carrillo Pérez, Hyohordan.; Sánchez Pinedo, Saraí; Sara Rivera Damacio, por ser parte de muchas alegrías vividas y por su ayuda en el experimento.

ÍNDICE GENERAL

	página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades de los pollos criollos.....	4
2.1.1. Definición.....	4
2.1.2. Origen.....	4
2.1.3. Taxonomía.....	5
2.1.4. Digestión y asimilación.....	5
2.1.5. Sistemas de explotación.....	5
2.1.6. Alimentación.....	6
2.1.7. Instalaciones y manejo.....	6
2.1.8. Sanidad.....	7
2.2. Generalidades del frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i>).....	7
2.2.1. Origen.....	7
2.2.2. Descripción.....	7
2.2.3. Clasificación taxonómica.....	8
2.2.4. Composición nutricional.....	8
2.3. Usos del frijol de palo (<i>cajanus cajan</i>)..	9
2.3.1. Alimentación animal.....	9
2.4. Investigaciones del frijol de palo.....	9
2.4.1. Factores anti nutricionales.....	11
2.4.2. Métodos de desintoxicación.....	11

2.4.3. Tratamientos para eliminar los factores anti nutricionales (FANS).....	11
2.4.4. Evaluación del proceso térmico de las leguminosas.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	14
3.2. Tipo de investigación.....	14
3.3. Población y muestra.....	14
3.4. Animales experimentales.....	15
3.5. Instalaciones y equipo.....	15
3.6. Resultado de análisis.....	15
3.7. Dietas experimentales.....	17
3.8. Sanidad.....	17
3.9. Variable independiente.....	17
3.10. Tratamientos experimentales.....	17
3.11. Croquis de la distribución de alimento.....	17
3.12. Variables dependientes.....	19
3.13. Metodología.....	19
3.13.1. Actividad ureasica.....	19
3.13.2. Solubilidad proteica.....	19
3.13.3. Nivel óptimo de inclusión de harina de frijol de palo.....	20
3.13.4. Consumo diario de alimento (CDA).....	20
3.13.5. Ganancia diaria de peso (GDP).....	20

3.13.6.	Conversión alimenticia (CA).....	21
3.13.7.	Rendimiento de carcasa (RC).....	21
3.13.8.	Peso relativo del hígado (PRH).....	21
3.13.9.	Peso relativo del páncreas (PRP).....	22
3.13.10.	Peso relativo de la grasa abdominal (PRGA).....	22
3.13.11.	Beneficio neto (BN).....	22
3.13.12.	Merito económico (ME).....	23
3.14.	Análisis estadístico.....	23
IV.	RESULTADOS.....	24
4.1.	Evaluación de la actividad ureasica y solubilidad proteica de la harina de frijol de palo (<i>cajanus cajan</i>) crudo y precocido.....	24
4.2.	Parámetros productivos.....	25
4.3.	Parámetros biológicos.....	26
4.4.	Parámetros económico.....	27
V.	DISCUSIÓN.....	28
5.1.	Evaluación del proceso de precocido.....	28
5.2.	Parámetros productivos.....	29
5.2.1.	Ganancia diaria de peso.....	29
5.2.2.	Consumo de alimento.....	30
5.2.3.	Conversión alimenticia.....	31
5.3.	Parámetros biológicos.....	32
5.3.1.	Rendimiento carcasa.....	32
5.3.2.	Pesos relativos del hígado y páncreas.....	33

5.3.3. Peso relativo de grasa abdominal.....	34
5.4. Parámetros económicos.....	35
5.4.1. Beneficio neto y merito económico.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	38
ABSTRACT.....	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición porcentual y nutricional de las dietas experimentales.....	18
2	Análisis de HFP en actividad urasica y solubilidad proteica.....	24
3	Parámetros productivos de pollos criollos mejorados machos.....	25
4	Parámetros productivos de pollos criollos mejorados hembras.....	25
5	Parámetros biológicos de pollos criollos mejorados machos.....	26
6	Parámetros biológicos de pollos criollos mejorados hembras.....	26
7	Beneficio neto (BN) y Merito económico (ME) de pollos criollos mejorados machos y hembras, en la fase de acabado.....	27

RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en el unidad 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 frijol de palo precocido (HFPP) en la dieta para pollos criollos mejorados en fase de acabado, donde fueron utilizados 128 pollos (64 machos y 64 hembras) de 60 días de edad, con peso vivo de 1.21 ± 0.31 kg en machos y 0.97 ± 0.19 kg en hembras, los cuales se distribuyeron en cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y en cada repetición cuatro aves; la semilla de frijol de palo fue precocido, secada, molida a una criba de 0.6 cm y adicionados a las dietas, formándose cuatro tratamientos: T1: Dieta sin inclusión de HFPP, T2: Dieta con 5% de inclusión de HFPP, T3: Dieta con 10% de inclusión de HFPP, T4: Dieta con 15% de inclusión de HFPP; los datos fueron sometidos a un diseño completamente al azar (DCA). Los resultados muestran una mejor ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en machos y hembras al incluir el 10% de HFPP en la dieta; asimismo, se observó que al aumentar más del 10% de HFPP en la dieta hay un incremento en el peso del hígado, páncreas y grasa abdominal. Económicamente los pollos del T3 es mejor ya que se observa que por cada pollo gano 11.48 s/. y por cada sol invertido se ganó 39 centavos. Se concluye que los pollos criollos mejorados reportan mejores índices productivos que las hembras; asimismo, la inclusión de 10% de HFPP en dietas de pollos machos y hembras en fase de acabado no compromete el rendimiento productivo.

Palabras claves: Factores antinutricionales, conversión alimenticia, grasa abdominal, rendimiento de carcasa

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura en el Perú se caracteriza por sostenerse en un crecimiento continuo en las últimas décadas, mostrando mejoras en la productividad los cuales abastecen los mercados nacionales manteniendo una buena calidad y precios competitivos en relación con otras carnes. Esta actividad avícola participa en producto bruto interno nacional (PIB) con un 11% en los últimos años; asimismo, representa el 51% del valor de la producción pecuaria del Perú y el consumo per cápita es de 28 kg en el Perú (MITMA, 2018).

Por otra parte, la actividad de gallinas criollas tiene su espacio regional para el desarrollo económico, gastronómico, cultural y social, sobre todo en las zonas rurales caracterizándose como la seguridad alimentaria de la población rural (TROMPIZ *et al.*, 2011).

El frijol de palo es una planta leguminosa arbustiva que se cultiva en zonas tropicales y subtropicales, cuyo fruto es un grano color pardo de tamaño pequeño y se caracteriza por poseer altos porcentajes de proteína, buen perfil de aminoácidos y contribuye en la sostenibilidad alimentaria principalmente en las zonas rurales. La actividad avícola como otras se sustenta en los pilares de la producción, entre ellos tenemos a la alimentación que representa entre 60% a 70% del costo total; por ello, los granos de *Cajanus cajan* poseen las cualidades

agronómicas y nutricionales para sustituir las fuentes proteicas en las dietas de las aves, siendo una alternativa para resolver los problemas de dependencia insumos importados como la soja.

Por consiguiente se planteó estudiar la inclusión de los diversas concentraciones de harina de frijol de palo (precocido) en el alimento balanceado de pollos criollos mejorados como fuente alternativa de proteína, planteándonos la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la adición de la harina de frijol de palo precocido en el pienso de pollos criollos mejorados machos y pollos criollos mejorados hembras, en Tingo María?, Para ello, planteamos la siguiente hipótesis: la adición de 10% de harina de frijol de palo (HFP) en alimento para pollos criollos mejorados en acabado reporta mejor desempeño zootécnico y merito económico.

Objetivo general:

- Evaluar la suplementación de HFP precocido la ración de pollos criollos mejorados machos y pollos criollos mejorados hembras.

Objetivos específicos:

- Determinar la actividad ureasica y solubilidad proteica de harina de frijol de palo precocido y crudo.
- Determinar el consumo, ganancia y conversión alimenticia de pollos criollos mejorados machos y hembras, en la etapa de engorde, que consumieron raciones adicionadas con diferentes niveles de HFP.
- Evaluar los pesos relativos de hígado, páncreas y grasa abdominal y el rendimiento de carcasa de pollos criollos mejorados hembras y

machos en acabado, alimentados con dietas incluidas con diferentes niveles de HFP.

- Evaluar el mérito económico y beneficio neto de pollos criollos mejorados machos y hembras, en la fase de acabado, alimentados con dietas adicionadas con diferentes proporciones de harina de frijol de palo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de aves criollas

2.1.1. Definición

SOTO *et al.* (2002) comentan que las aves criollas son propias de determinados lugares que desarrollaron sus características genéticas y fenotípicas para su supervivencia; por tanto, no se reconocen como aves semipesados y no corresponden al estándar de las aves productoras de huevo ni a las productoras de carne.

2.1.2. Origen

Las gallinas criollas o gallinas de chacra se originan de una especie salvaje de la selva asiática (India); las líneas genéticas que colaboraron son de dos líneas de gallinas domesticas uno por sus aptitudes a producir huevos y el otro por la generación de carne, así como las razas Light Sussex y New Hampshire eran de doble propósito huevo y carne (ALDERS, 2005). Los conquistadores de América en sus primeros viajes trajeron a las aves criollas y por más de 500 años estas aves se adaptaron a las condiciones bioclimatológicas de las diferentes regiones sudamericanas (SEGURA 1989).

2.1.3. Taxonomía

La clasificación taxonómica de las gallinas criollas según SANZ *et al.* (1950).

Reino	: <i>Animal</i>
División	: <i>Carinata</i>
Clase	: <i>Aves</i>
Orden	: <i>Galliforme</i>
Familia	: <i>Fasionidae</i>
Género	: <i>Gallus</i>
Especie	: <i>Gallus Gallus</i>

2.1.4. Digestión y asimilación

Se refiere a la digestión cuando el bolo alimenticio es obtenido por la boca del ave, pasando por el esófago, proventrículo, lugar donde se mezcla con el jugo estomacal que contiene el HCl y otro grupo denominados enzimas digestivas, en seguida pasa a la molleja donde es reducido de tamaño, el cual se le compara como a un molino, en seguida llega a la primera porción del intestino delgado, lugar donde se segregan la bilis y el jugo pancreático constituidas por enzimas que hidrolizan los carbohidratos, proteínas y las grasas del bolo alimenticio; también, la tasa de pasaje del bolo alimenticio en la aves es rápida, siendo en promedio de 4 a 6 horas (CLARENCE, 1991).

2.1.5. Sistemas de explotación

ARLEX (2002) manifiesta que, la actividad avícola es una de las más especializadas con objetivos definidos como es la generación de carne y huevo.

Las aves destinadas para la generación de carne son productos de cruces de diferentes razas comerciales que cumplen ciertas características esenciales para producir músculo con alta eficiencia, son animales altamente precoces con una eficiente conversión de alimentos en músculo.

2.1.6. Alimentación

DIAZ Y SOFIA (2015) manifiestan de que, la base alimenticia de las aves de traspatio consiste en maíz, trigo y otros insumos regionales, sobras residuos de cocina y otras fuentes naturales como los insectos; además las leguminosas son parte muy importante en la alimentación, debido a su característica nutricional como sus componentes proteicas y energéticas de excelente calidad.

SANMIGUEL Y SERRAHIMA (2004) indica que, la alimentación de aves requiere de una dieta alimenticia adecuada de acuerdo con el tipo de ave y a la edad que se requiere producir; también es necesario que estos alimentos deben provenir de una planta de fabricación de alimentos y que la adquisición del alimento debe realizarse en pocas cantidades para evitar las alteraciones durante el almacenamiento, el cual puede ser para dos o tres semanas según las características bioclimatológicas del lugar de producción.

2.1.7. Instalaciones y manejo

CRISTOVAL *et al.* (2015) mencionan que la actividad avícola es la que ha logrado altos niveles de estandarización y especialización en sus diferentes pilares como la alimentación, sanidad, mejora genética e instalaciones. De esta forma las instalaciones como el manejo requieren

exigentes cuidados y con descuido de ellos sería imposible sostener los otros pilares.

2.1.8. Sanidad

En la actividad pecuaria, uno de los pilares es la sanidad y se caracteriza por su prevención, la sanidad está relacionada con la nutrición, la bioseguridad y garantizar las condiciones bioclimatológicas de los ambientes. Dentro del programa de vacunación de las aves tenemos el newcastle, cólera aviar y viruela aviar (SANZ *et al.*, 1950).

2.2. Generalidades del frijol de palo (*cajanus cajan*)

VALLADOLID (2016) comenta que el frijol de palo es conocido con nombres de: Pushpo (Selva - Perú), Lenteja de palo (Lambayeque - Perú); Quinchoncho (Venezuela); Chivatito (Costa Central - Perú); Gandul (República Dominicana, Puerto Rico); Red gram (India); Angola pea, Dhall, Pigeon pea.

2.2.1. Origen

El frijol de palo (*cajanus cajan*) es originario de la india oriental y china, esta leguminosa es utilizada como alimento base de los habitantes de estos países. DUKE Y GONZALO (1993) indican que el frijol de palo se introdujo en América en los años de 1890.

2.2.2. Descripción

El frijol de palo tiene arraigo de su cultivo en norte del Perú, siendo los departamentos de Lambayeque y Piura; esta especie puede cosecharse

hasta cuatro veces por año, teniendo un rendimiento por hectárea de 6 a 8 mil kilos, lo que les genera gran rentabilidad y dentro de sus actividades culturales no son exigentes, sus cuidados son simples y baratos y es altamente resistente al estiaje y temperaturas altas (AGROMIPERU, 2018).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Desde el punto de vista de la clasificación taxonómica del frijol de palo, según FRANCIS (2003) y ECURED (2012).

Reino	: <i>Vegetal</i>
División	: <i>Magnoliopsida</i>
Clase	: <i>Magnoliopsida</i>
Orden	: <i>Fabales</i>
Familia	: <i>Fabaceae</i>
Género	: <i>Cajanus</i>
Especie	: <i>Cajanus Cajan</i>

2.2.4. Composición nutricional

CRISTALES *et al.* (1976) reportan que, la composición nutricional del frijol de palo en lo que es agua contiene 15.2%, proteína bruta 22.3%, grasa total 1.7%, carbohidratos 47.8%, cenizas o materia mineral 3.6%, calcio 9.1% y fosforo total 0.3%. Mientras tanto, BUTT Y BATOOL (2010) reportan que, su composición nutricional en 100 gramos de la parte comestible del frijol de palo en lo que es de proteína 19.5%, humedad 14%, grasa 1.4%, carbohidratos 61.4%, calcio 0.1% y fosforo 0.4%.

2.3. Usos del frijol de palo (*Cajanus cajan*)

2.3.1. Alimentación animal

CARBALLO (2000) comenta que, las semillas secas del frijol de palo frecuentemente se usan en la alimentación animal como ingrediente proteico (18% a 25%). Asimismo, SOTO (1978) indica que el frijol de palo puede sustituir a la soja, principalmente en dietas de monogástricos, sin mermar los índices productivos y económicos.

2.4. Investigaciones del frijol de palo

ABAD Y RODRIGUEZ (1999) determinaron los índices de digestibilidad ileal en aves alimentados con dietas suplementadas con 0%, 10%, 20% y 30%, verificándose que cada vez que se adicionó mayor porcentaje hubo menor digestibilidad del frijol de palo. También, ZAMBRANO Y ZAMBRANO (2014) menciona que la conversión alimenticia de pollos que consumieron raciones sin adición de harina de frijol de palo fue mejor (1.70) que aquellos que consumieron dietas con 5%, 10% y 15% (1.79, 1.89, 1.97), respectivamente.

BARBOZA (2013) menciona que, el frijol de palo procesado por la extrusión tiene las características nutricionales para ser incluido en la dieta de pollos parrilleros en fases de crecimiento y acabado; notándose mejor rendimiento productivo cuando las dietas fueron incluidas con 15% a 20% de harina de frijol de palo; entretanto, este insumo no influye sobre la cantidad de grasa abdominal y el rendimiento de carcasa. También, indica que económicamente, el mejor beneficio neto y mérito económico se logró en pollos alimentados con 20% de frijol de palo extrusado. El mismo autor comenta que,

la conversión de alimento a músculo o carcasa en pollos de engorda en fase de crecimiento tiene una respuesta lineal negativa ($p < 0.01$), indicando mejor conversión cuando se incluyeron mayores concentraciones de HFP extrusado en la dieta.

Además, NOUVELLE (2003) comenta que, el frijol de palo puede hacer parte entre 20% a 25% de la porción proteica de la dieta de pollos y cerdos, respectivamente, sin alterar el funcionamiento digestivo; sin embargo, la alimentación de pollos parrilleros con inclusiones igual o más de 40% de HFP se verifica con nitidez los efectos de los FANs, reduciéndose el crecimiento, aumentando el peso del páncreas y del hígado. Entretanto, WILMAN (2005) comenta que, cerdos de ceba en fases de crecimiento y terminación alimentados con 10% de harina de frijol de palo, presentan mejores índices o parámetros productivos.

CARVAJAL (2016) menciona que, los pollos de engorde pueden ser alimentados con piensos adicionados con 10% de HFP sin comprometer los parámetros productivos; por lo tanto, la harina de frijol de palo se considera como una alternativa para producciones pequeñas. Además, comenta que la digestibilidad del frijol en pollos adultos es mejor que en pollos jóvenes; pero cuando la inclusión aumenta la digestibilidad se empeora, posiblemente por la presencia de factores anti nutricionales antitripsicos.

DURAND (2007) estudió la inclusión de 0%, 10%, 20% y 30% de frijol de palo tostado en dietas de pollos parrilleros de 25 a 42 días de edad y observaron que la grasa abdominal y rendimiento de carcasa no fueron influenciados ($p > 0.05$).

2.4.1. Factores anti nutricionales

MONEGAT (1991) afirma que, las semillas de leguminosas contienen compuestos anti nutricionales que tienen la función de proteger de la depredación de insectos y otros animales, pero también de microorganismos como bacterias, virus y hongos. Los principales factores antinutricionales del frijol de palo son los inhibidores de proteasa (tripsina y quimo tripsina) inhibidor de amilasa, proteasa y lipasa, también tenemos a los polifenoles conocidos como taninos, lecitinas, ácido fítico y galactosidos; algunos de estos factores anti nutricionales principalmente los inhibidores de proteasa sin termolábiles.

2.4.2. Métodos de desintoxicación

El uso de frijol de palo en la alimentación animal generalmente este insumo fue sometido a diferentes tratamientos antes de su uso. La FAO (1985) y RUIZ (1997) comentan que uno de los tratamientos tradicionales al frijol de palo es el tostado del grano a temperaturas superiores a 100 °C, entretanto, CHUMAN (1993) indica que el tostado se realiza a 16°C por 32 minutos, para la elaboración de conservas; asimismo, RUIZ (1997) indica procesar mediante la autoclave a 125 kg/cm², a 121°C por 15 minutos.

2.4.3. Tratamientos para inhibir los factores anti nutricionales (FANS)

La inhibición o remoción de componentes antinutricionales son importantes para mejorar la calidad nutricional y aceptabilidad de insumos y dirigir su consumo tanto animal como humano. En muchas ocasiones, el uso de un solo método no es efectivo para inhibir los compuestos secundarios y se requiere del uso simultáneo de dos o más procesos (JOSEPHY DIKSHIT, 1993).

CARMONA *et al.* (1993) indica que los procesos usados con frecuencia para reducir los FANS son el remojo, la germinación, la cocción, el uso de la autoclave y el tostado; los cuales han demostrado sus efectos sobre los factores anti nutricionales de leguminosas, básicamente porque son metabolitos termolábiles.

Remojado o hidratación.- La hidratación o remojo provoca la solubilidad de los componentes del frijol de palo, dejando expuestos a los metabolitos secundarios. GURUMOORTHI *et al.* (2008) comentan que el remojo con agua destilada no disminuyó el nivel de *L- Dopa* en *M. pruriens*; entretanto, el remojo con soluciones alcalinas si son más afectivas; entretanto, ADMASSU Y KUMAR (2007) comentan que las concentraciones de ácido fítico, taninos, saponinas y inhibidores de tripsina en frijoles rojos fueron reducidas por la hidratación con agua destilada.

Cocción.- La cocción reduce e inhibe los factores anti nutricionales de origen proteico como saponinas, lectinas e inhibidores de tripsina a niveles reducidos o inofensivos, este proceso mejora la digestibilidad de las proteínas y a la vez reduce la calidad proteica debido a la merma de ciertos aminoácidos esenciales (KHOKAR Y CHANHAN, 1986).

2.4.4. Evaluación del proceso térmico de las leguminosas

Una de las evaluaciones simple y rápido para determinar los efectos térmicos en leguminosas es la actividad uréasica, se debe a que la enzima ureasa demuestre acondicionamiento térmico semejante a los FANs, sobre todo

del factor antitripsico, de esta forma una actividad uréasica con valores altos, indica que el procesamiento térmico no fue eficiente, indicando que no se inhibió los FANs (COSTA, 1981). De acuerdo con NETO (1992) se afirma que el procesamiento de la soya tiene los siguientes estándares: cuando el pH es menor a 0.05 se estipula como soya sobre procesada, de 0.1 a 0.3 se estipula bien procesada, de 0.3 a 0.5 se estipula sub procesada y más de 0.5 se estipula soya cruda (NETO, 1992).

NETO (1992) afirma que, la evaluación de un tratamiento térmico sobre las leguminosas es la solubilidad proteica, que consiste en separar las proteínas insolubles de las solubles. La solubilidad de la proteína es un dato que determina que la proporción de proteína soluble de cien gramos de proteínas total (COSTA, 1981). Los rangos de evaluación son: solubilidad menor a 75% indica un exceso del procesamiento, de 75% a 80% se indica un proceso adecuado y mayor a 80% se clasifican como sub procesados (NETO, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El trabajo se desarrolló en la unidad de aves de la Facultad de Zootecnia y Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Ubicado en Tingo María, Distrito de *Rupa Rupa*, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, Región Andrés Bello Cáceres. Geográficamente situada a 09° 17' 58" de latitud sur y 75° 59' 07" de longitud oeste con una altitud de 660 m.s.n.m., con una humedad relativa anual de 84.09%, temperatura ambiental anual de 26° C y una cantidad de lluvia de 3100 mm distribuidos durante todo el año, es clasificado dentro de las zonas de vida como bosque húmedo premontano tropical (bh-pmt) (SENAMHI, 2018). El trabajo se llevó a cabo entre los meses de febrero a junio del 2019.

3.2. Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo experimental.

3.3. Población y muestra

La muestra fue de 128 pollos de ambos sexos de un lote de 400 pollos criollos mejorados, procedentes de la Ciudad de Tingo María.

3.4. Animales experimentales

Se utilizaron 128 pollos criollos mejorados (64 machos y 64 hembras), generados en la unidad de aves de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; a partir de un plantel de reproductores adquiridos de la empresa ISAMISA. Todos los pollos, previo experimento sometido al mismo manejo y el alimento comercial adecuado hasta las 8 semanas de edad y luego empezar con la evaluación por un mes (de 8 semanas de edad a 12 semanas de edad). Los machos iniciaron con un peso promedio de 1.21 kg y las hembras con un peso promedio de 970 gr y fueron colocados 4 aves por repetición.

3.5. Instalaciones y equipos

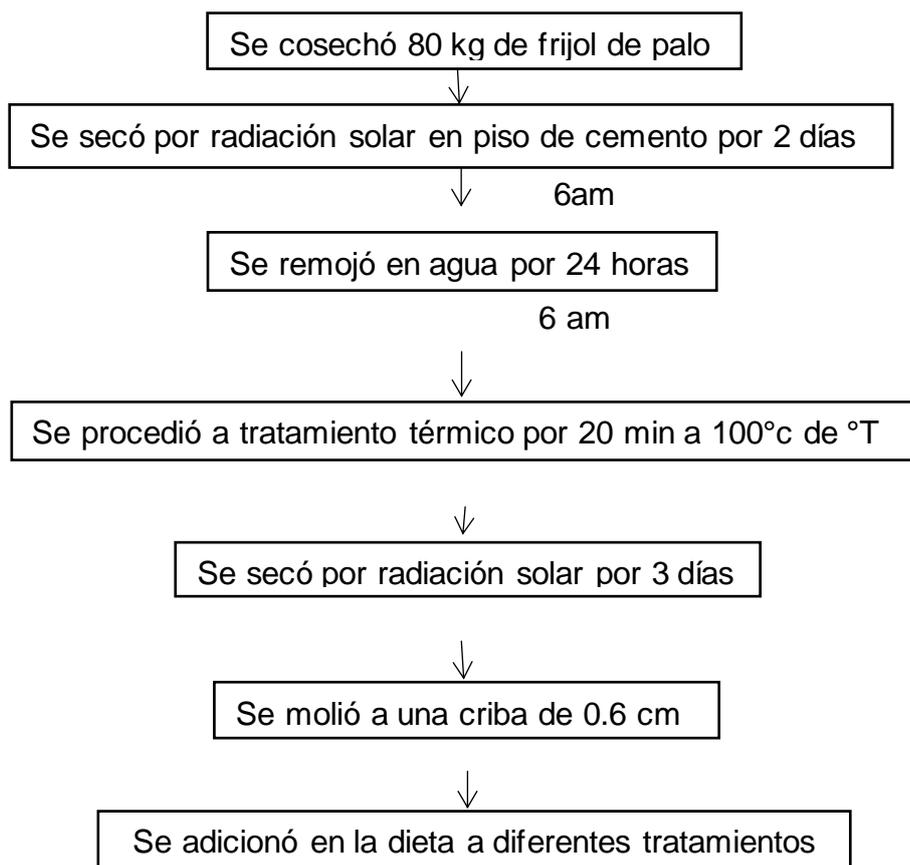
Se utilizó un galpón para aves del CICGZ de la Universidad Agraria de la Selva, cuyas dimensiones son: 24.74 m, ancho 9.72 m y altura lateral de 3.25 m; el piso es de concreto y tienen una pendiente de 3.2%, vigas y poste de madera, techo de calamina modelo dos aguas sobrepuestas con claraboya, su contorno es de malla metálica de 4.2 m de altura, 26 m de longitud del techo y una claraboya de 0.65 m de abertura. Al interior del galpón se instalaron 32 jaulas experimentales a nivel de piso, donde se acondicionó los comederos y bebederos; las jaulas fueron de malla metálica de 1.2 m de largo, 0.9 m de ancho y 0.6 m de alto.

3.6. Resultado de análisis

Se cosecharon 80 kg de semillas de frijol de palo en el Caserío de Florida del Distrito de Pólvora, en seguida se esparció en piso de cemento y se

deshidrató al sol por dos días. Luego, se remojó en agua por un tiempo de veinticuatro horas, artesanalmente, en una olla común de aluminio de 100 Lt de agua, para ablandar y acelerar el cocinado, enseguida se procedió al tratamiento térmico (ebullición por 20 minutos a 100°C), luego nuevamente se deshidrató al sol por tres días. Este proceso se llevó a cabo con la finalidad de eliminar los factores anti nutricionales y se realizó en la ciudad de Tingo María en la planta de alimento balanceado de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, donde fue molido y adicionado en la dieta. Una muestra cruda y precocido fue enviada a la Universidad Nacional Agraria la Molina para evaluar su análisis químico proximal, energía total.

Flujograma 1: Preparación de la harina de frijol de palo precocido



3.7. Dietas experimentales

Las raciones fueron formuladas en función a los tratamientos y atendiendo a las necesidades nutricionales. La composición nutricional de las raciones se muestra en el Cuadro1.

3.8. Sanidad

El galpón y las jaulas, fueron desinfectados con lanza llamas y cal viva. A los animales como medida preventiva contra enfermedades, se les vacunó con vacuna triple (Newcastle, bronquitis infecciosa y gumboro), de acuerdo al programa de vacunación para la zona.

3.9. Variable independiente

Harina de frijol de palo precocido

3.10. Tratamientos experimentales

T1: Dieta con 0% de adición de la HFP.

T2: Dieta con 5% de adición de la HFP.

T3: Dieta con 10% de adición de la HFP.

T4: Dieta con 15% de adición de la HFP.

3.11. Croquis de la distribución del experimento

Sexo Macho	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1
	T2R2	T1R2	T3R2	T4R2
	T4R3	T3R3	T1R3	T2R3
	T3R4	T4R4	T2R4	T1R4
Sexo Hembra	T1R1	T2R1	T3R1	T4R1
	T2R2	T1R2	T3R2	T4R2
	T4R3	T3R3	T1R3	T2R3
	T3R4	T4R4	T2R4	T1R4

Cuadro 1. Composición porcentual y nutricional de las dietas experimentales

Ingredientes	Tratamiento ¹			
	0 %	5 %	10 %	15 %
Maíz	58.70	58.70	63.17	60.18
Torta de soya	27.89	22.89	14.24	5.80
Hna de frijol de palo	0.00	5.00	10.00	15.00
Polvillo de arroz	8.00	8.00	8.00	10.00
Afrecho de trigo	0.00	0.00	0.00	4.12
Aceite de palma	1.10	1.10	0.33	0.79
Carbonato de calcio	1.43	1.43	1.47	1.53
Fosfato bicalcico	1.71	1.71	1.68	1.57
Sal	0.39	0.39	0.36	0.35
Premix crecimiento	0.08	0.08	0.08	0.08
Metionina DL	0.21	0.21	0.19	0.15
Lisina HCl.	0.19	0.19	0.18	0.13
Fungiban	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina 65	0.10	0.10	0.10	0.10
Nicarbazina (uniban)	0.05	0.05	0.05	0.05
BMD 10%	0.10	0.10	0.10	0.10
total	100.00	100.00	100.00	100.00
Valor nutricional ²				
PB (%)	19.73	19.73	19.73	19.73
EM(kcal/kg)	3150.00	3150.00	3150.00	3150.00
Ca (%)	0.84	0.84	0.84	0.84
P. disp. (%)	0.42	0.42	0.42	0.42
Lisina (%)	1.21	1.21	1.22	1.24
Metionina (%)	0.56	0.58	0.59	0.61
Triptófano (%)	0.27	0.26	0.26	0.25
Met + Cis (%)	0.88	0.88	0.87	0.87

1: 0, 5, 10 y 15% de inclusión de harina de frijol de palo, en la dieta de los pollos criollos mejorados. 2: Datos calculados con base a las necesidades nutricionales recomendadas por la guía de manejo para pollos criollos.

3.12. Variables dependientes

- Actividad ureásica
- Solubilidad proteica
- Nivel óptimo de inclusión de HFP.
- Consumo diario de pienso, g.
- Ganancia diaria en peso, g.
- Conversión alimenticia.
- Rendimiento de carcasa, %.
- Peso relativo del hígado, %.
- Peso relativo del Páncreas, %.,
- Peso relativo de la grasa abdominal, %.
- Beneficio neto, S/.
- Mérito económico, %.

3.13. Metodología

3.13.1. Actividad ureásica

Para probar la variación de la acidez por la influencia de la urea, llamado actividad ureásica.

3.13.2. Solubilidad proteica

Para determinar el porcentaje de proteína soluble que se disuelve en hidróxido de potasio.

3.13.3. Nivel óptimo de inclusión de harina de frijol de palo

La proporción óptimo se obtuvo a través del análisis de varianza, de una regresión cuadrática, con las diversas proporciones de adición de HFP y con cada una de las variables evaluadas; consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, peso relativo del hígado, peso relativo del páncreas, peso relativo de la grasa abdominal y rendimiento de carcasa. A partir de ello se generó una ecuación con el cual se calculó la primera derivada para obtener el punto óptimo de la inclusión.

3.13.4. Consumo diario de alimento (CDA)

El consumo de alimento fue pesado y ofrecido todos los días (octava semana a la doceava semana de edad), de acuerdo a los requerimientos del consumo diario de los pollos. El consumo de alimento total se determinó sumándose los consumos netos determinados diariamente registrando el alimento ofertado, menos el que sobró. Luego se determinó el consumo diario de alimento mediante la siguiente formula:

$$CDA = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Numero de días}}$$

3.13.5. Ganancia diaria de peso (GDP)

Los pollos se tomaron peso al inicio y final del ensayo (octava semana a doceava semana de edad), el horario será en las mañanas 6 am. La ganancia diaria de peso, se determinó por la siguiente formula:

$$GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Numero de días}}$$

3.13.6. Conversión alimenticia (CA)

La evaluación del experimento fue de la octava semana a doceava semana de edad y se determinó mediante la transformación del alimento consumido entre la ganancia de peso, para ello se utilizó la siguiente formula:

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

3.13.7. Rendimiento de carcasa (RC)

A la doceava semana de edad se eligió un pollo de cada repetición, con el peso más próximo al promedio de su respectiva unidad experimental, estas aves seleccionadas fueron sacrificados por decapitación, sangrado y escaldado con la finalidad de evaluar el rendimiento de carcasa; previo al sacrificio todas la aves fueron sometidas a ayuno alimentar por un lapso de 12 h, en seguida se tomaron los pesos vivos y finalmente se beneficiaron y pesaron sin tomar en cuenta las vísceras (intestino delgado, intestino grueso, páncreas e hígado) para tener el peso de carcasa o beneficiado (PB). El rendimiento de carcasa se determinó según la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento de carcasa (RC) \%} = \frac{\text{Peso beneficiado (g)}}{\text{Peso vivo (g)}} \times 100$$

3.13.8. Peso relativo del hígado (PRH)

Los mismos que fueron sacrificados en el ítem anterior, de cada ave se retiró el hígado en seguida fue pesado en una balanza digital, para el cálculo del peso relativo se utilizó la siguiente formula:

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

3.13.9. Peso relativo del páncreas (PRP)

Asimismo, de los mismos pollos se retiraron el páncreas y se registró el peso, para determinar el peso relativo se usó la fórmula:

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

3.13.10. Peso relativo de la grasa abdominal (PRGA)

De aquellos pollos sacrificados de cada unidad experimental se extrajo la grasa abdominal y se pesó. Para el cálculo del peso relativo se utilizó la fórmula:

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

3.13.11. Beneficio neto (BN)

El beneficio neto se determinó a partir de los ingresos determinados por la venta de los pollos y costos fijos y variables de producción. El beneficio neto se determinó con la siguiente fórmula:

$$BN_i = PY_i - (CF_i + CV_i)$$

Dónde:

BN_i = Beneficio neto por ave por tratamiento S/.

I = Tratamiento

PY_i = Ingreso bruto por tratamiento S/.

CF_i = Costo fijo por pollo por tratamiento S/.

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

3.13.12. Merito económico (ME)

Se estimó el mérito económico, con la siguiente ecuación:

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

3.14. Diseño y análisis estadístico

Las aves fueron planificadas y distribuidas en un diseño de completamente al azar (DCA) con 4 niveles de HFP precocido x 2 sexos (macho y hembra)), con cuatro repeticiones, cuya unidad experimental fue constituida por 4 pollos criollos mejorados. El modelo aditivo lineal a usar en la evaluación fue lo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + Ti + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación del *i*-ésimo peso de los pollos criollos que reciben la *j*-ésimo nivel de inclusión de la harina de frijol de palo precocido.

μ = Media poblacional

Ti = Efecto de la *i*-ésimo nivel de inclusión de la harina de frijol de palo (0%, 5%, 10%, 15%).

e_{ij} = Error experimental.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la actividad ureasica y solubilidad proteica de la harina de frijol de palo crudo y precocido

En el Cuadro 2 se muestra los resultados de las pruebas que se realizaron sobre la actividad ureasica y solubilidad proteica de la harina del frijol de palo (crudo y precocido), soya cruda y torta de soya. En la cual se puede observar que la harina de frijol de palo (precocido), tiene mayor porcentaje de actividad ureasica y solubilidad proteica de resultados 0.2 y 78% respectivamente en comparación con la torta de soya de resultados 0.11 y 76.03% respectivamente como los menciona (NETO, 1992)

Cuadro 2: Análisis del HFP en actividad urasica y solubilidad proteica

Insumos	Actividad Ureasica (DpH)	Criterio de Interpretacion ¹	Solubilidad Proteica (%)	Criterio de Interpretacion ¹
FP Crudo	2.01	Ic	98.16	Ic
FP precocido	0.2	Bp	78	Bp
Soya cruda	1.74	Ic	97.84	Ic
Torta de soya	0.11	Bp	76.03	Bp

¹= Indicadores reportados por NETO (1992)

Pc= Insumo crudo

Bp= Insumo bien procesado

4.2. Parámetros productivos

La GDP, CDA y CA en la fase de acabado en pollos criollos mejorados machos y hembras, a efectos de los tratamientos, se detalla en los Cuadro 3 y 4. Verificándose efectos en pollos; entretanto, no hubo diferencia significativa ($p>0.05$) en hembras.

Cuadro 3: Parámetros productivos de pollos criollos mejorados machos

	PI, g	PF, g	GDP, g	CDA, g	CA
Niveles de inclusión de frijol de palo					
0%	1170	2680	50.40	142.5ab	2.83
5%	1290	2910	54.06	155.83a	2.90
10%	1230	2870	54.56	154.17a	2.83
15%	1150	2660	50.33	135.83b	2.73
CV	14.88	7.96	7.72	6.24	9.07
p-valor FP	0.68	0.3	0.32	0.01	0.83

PI= Peso inicial (g); PF= Peso final (g); GDP= Ganancia diaria de peso (g); CDA= Consumo diario de alimento (g); CA= Conversión alimenticia.

Cuadro 4: Parámetros productivos de pollos criollos mejorados hembras

	PI, g	PF, g	GDP, g	CDA, g	CA
Niveles de inclusión de frijol de palo					
0%	870	2240	45.54	139.17	3.09
5%	1040	2460	47.50	148.33	3.15
10%	970	2520	51.83	148.33	2.89
15%	1020	2490	49.06	144.17	3.03
CV	10.19	11.86	15.37	8.33	14.7
p-valor FP	0.11	0.51	0.68	0.67	0.86

PI= Peso inicial (g); PF= Peso final (g); GDP= Ganancia diaria de peso (g); CDA= Consumo diario de alimento (g); CA= Conversión alimenticia.

4.3. Parámetros biológicos

En el Cuadro 5 y 6, se observan los resultados promedios del rendimiento de carcasa, pesos relativos de: hígado, páncreas y grasa abdominal de pollos criollos mejorados machos y hembras.

Cuadro 5: Parámetros biológicos de pollos criollos mejorados machos

	PV, g	PC, g	RC, %	PRH, %	PRP, %	PRG, %
Nivel de inclusión de frijol de palo						
0%	2298	2025	88.15	1.77	0.22	1.37a
5%	2468	2163	87.71	1.92	0.21	1.30a
10%	2433	2193	90.13	1.48	0.20	1.55a
15%	2145	1950	90.98	1.59	0.26	1.56a
CV (%)	12.18	12.02	2.57	13.16	17.98	63.43
p-valores	0.58	0.65	0.32	0.13	0.46	0.98

1: PV= Peso vivo (g), PC= Peso de carcasa (g); PRH= Peso relativo del hígado (%); PRP= Peso relativo del páncreas (%) y PRG= Peso relativo de la Grasa (%).

Cuadro 6: Parámetros biológicos de pollos criollos mejorados hembras

	PV, g	PC, g	RC, %	PRH, %	PRP, %	PRG, %
Nivel de inclusión de frijol de palo						
0%	1763	1643	92.38a	2.21	0.27	3.49a
5%	1990	1615	80.54b	2.27	0.26	2.27ab
10%	2192	1923	87.48ab	1.83	0.20	1.33b
15%	2203	1863	84.37ab	2.10	0.22	2.17ab
CV (%)	18.25	22.37	7.13	16.91	20.78	50.09
p-valores	0.42	0.64	0.13	0.36	0.21	0.15

1: PV= Peso vivo (g), PC= Peso de carcasa (g); PRH= Peso relativo del hígado (%); PRP= Peso relativo del páncreas (%) y PRG= Peso relativo de Grasa (%). ab= Promedios seguidos por diferentes letras en la misma columna para cada factor evaluado indica diferencia significativa por la prueba de Duncan 5%.

4.4. Parámetros económicos

En el Cuadro 7, se detalla el beneficio neto (BN) y mérito económico (ME), donde se considera el promedio del peso vivo final de las aves de ambos sexos, por tratamiento, precio de venta por kg, costos fijos (CF), costos variables (CV), el beneficio neto (BN) y mérito económico por ave y por kg; obteniéndose el mejor BN y merito económico con los pollos que recibieron niveles de 10% de inclusión de frijol de palo (*Cajanus cajan*) precocido en su respectiva ración.

Cuadro 7: Beneficio neto (BN) y Merito económico (ME) de pollos criollos mejorados machos y hembras, en la fase de acabado

Tratamientos	Y (kg)	P (S/./kg)	CF, S/.	CV, S/.	BN, S/.	ME, %
T1 (0%)	2.46	15	15.98	12.45	8.47	29.79
T2 (5%)	2.69	15	15.98	13.82	10.55	35.4
T3 (10%)	2.69	15	15.98	12.89	11.48	39.76
T4 (15%)	2.57	15	15.98	12.36	10.21	36.03

Y= Peso vivo de pollos, P= Precio de venta del pollo (s/.15/kg), CF=Costo fijo, CV= Costo variable.

V. DISCUSIÓN

5.1. Evaluación del proceso de precocido

En el presente trabajo se realizó un análisis sobre la actividad ureasica de la harina del frijol de palo (precocido) teniendo como resultado 0.2 de actividad ureasica y 78% de solubilidad proteica; en frijol de palo crudo con resultado de 2.01 de actividad ureasica y 98.16% de solubilidad proteica; estos resultados indican que el proceso de remojado y cocción fueron adecuados, los cuales no influenciaron la calidad de la proteína y por lo tanto, probablemente, se redujeron los factores anti nutricionales lábiles como los FANs anti tripsinas.

Los resultados coinciden con NETO (1992) quien considera que el proceso térmico está adecuadamente procesado cuando el pH reporta entre 0.1 a 0.3 y el producto está crudo cuando el pH es mayor a 0.5. También indica que un producto se considera bien procesado cuando la solubilidad proteica está entre 75% a 80% y cuando sobre pasa el 85% de solubilidad proteica se considerara como producto crudo o deficientemente procesado.

El precocido de este insumo se realizó siguiendo un protocolo en el cual se remojaron al frijol de palo por 24 horas y luego se sometió a cocción a 100 °C por 20 minutos; teniendo como referencia a LON (2007) quien menciona que los granos sometidos al remojado y llevados a cocción en agua en una

relación 1:3, indica que el tiempo de cocción no debe exceder de 35 a 45 minutos de cocción, para evitar la pérdida de nutrientes proteicos.

5.2. Parámetros productivos

5.2.1. Ganancia diaria de peso

Los factores en estudio: inclusión de 0%, 5%, 10% y 15% de harina de frijol de palo precocido en dietas de pollos criollos mejorados machos y hembras, no influenciaron ($p>0.05$) la ganancia diaria de peso; indicando la factibilidad del uso de harina de frijol de palo precocido hasta un nivel de 10% sin comprometer la ganancia de peso en pollos criollos. Sin embargo, estos resultados no coinciden con HERRERA et al. (2016) quienes reportaron mayor ganancia de peso en pollos criollos alimentados con dieta incluida con 6% de harina tostada de frijol de palo, en relación con los pollos alimentados con dieta sin inclusión de harina de frijol de palo.

Numéricamente, se observa mayor ganancia de peso en pollos criollos mejorados hembras alimentados con dietas incluidas con 10% de harina de frijol de palo precocido con 51.83 g/día, frente a los pollos que ganaron menor peso correspondiendo al tratamiento sin inclusión de harina de frijol de palo precocido (45.54 g/día); asimismo, los pollos machos ganaron más peso (54.56 g por día) con dietas incluidas con 10% de harina de frijol de palo precocido, en relación a las hembras que apenas ganaron 51.83 g por día.

La harina de frijol de palo precocido tiene una mejor solubilidad proteica y una actividad ureasica aceptable, lo cual coincide con CARVAJAL, (2016) quien menciona que, en la alimentación de pollos de engorde en la fase

de acabado, se podría adicionar hasta 10% de HFP, como fuente proteica sin reducir la digestibilidad aparente del alimento y la proteína. Siendo así, se puede catalogar al frijol de palo como una alternativa de alimento regional para los pequeños productores.

También explica que, cuando los pollos están en fase de acabado, y consumen dietas con HFP, la digestibilidad aumenta en referencia a los pollos más jóvenes o en fase de inicio; sin embargo, al aumentar los niveles de inclusión de harina de frijol de palo precocido, la digestibilidad aparente del alimento como de la proteína tiende a disminuir, posiblemente por la presencia de factores anti nutricionales en el frijol de palo.

5.2.2. Consumo de alimento

El consumo diario de alimento no fue influenciado en pollos criollos hembras pero si en machos por los factores en estudio con los niveles de inclusión de harina de frijol de palo en dietas balanceadas, indicando que la inclusión de harina de frijol de palo en dietas para pollos mantiene su palatabilidad y por ello los consumos son semejantes y es factible su uso hasta un 10% de inclusión de harina de frijol de palo. Estos resultados coinciden con SOLIS-BARROS et al. (2017) quienes reportaron semejante consumo de alimento en pollos cariocos alimentados sin y con 5% de harina tostada de frijol de palo.

Sin embargo, estos resultados no coinciden con HERRERA et al. (2016) quienes reportaron mayor consumo de alimento en pollos criollos alimentados con dieta incluida con 6% de harina tostada de frijol de palo, en

relación a los pollos alimentados con dieta sin adición de harina de frijol de palo; también, BARBOZA (2013) reportó aumento gradual de consumo de alimento en pollos parrilleros alimentados con dietas adicionadas con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina extrusada de frijol de palo.

Numéricamente, se observa mayor consumo de alimento en pollos criollos mejorados hembras alimentados con dietas incluidas con 10% de harina de frijol de palo precocido con 148.33 g/día, frente a los pollos que ganaron menor peso correspondiendo al tratamiento sin inclusión de harina de frijol de palo precocido (139.17 g/día); asimismo, los pollos criollos mejorados machos consumieron más alimento en el tratamiento dos (155.83 g/día) y tres (154.17g/día); frente a los que ganaron menor peso correspondiendo al tratamiento sin inclusión de harina de frijol de palo precocido (142.5 g/día) mostrando diferencia significativa.

5.2.3. Conversión alimenticia

Esta variable no fue influenciada ($p>0.05$) por la inclusión de 0%, 5%, 10% y 15% de harina de frijol de palo precocido en dietas de pollos criollos mejorados machos y hembras; estos resultados son similares a los reportados por SOLIS-BARROS et al. (2017) quienes observaron similar conversión alimenticia en pollos cariocos alimentados sin y con inclusión de 5% de harina de frijol de palo tostado.

Asimismo, TROMPIZ et al. (2011) concluye que la conversión alimenticia de pollos parrilleros fue semejante cuando se alimentaron con dietas incluidas con 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina de frijol de palo, tal como reporta ALENCAR et al. (2014) quienes corroboran una conversión alimenticia

semejante en pollos criollos mejorados alimentados con dietas con sustitución de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina cruda de frijol de palo por torta de soya.

Entretanto, el factor sexo del ave influenció ($p < 0.05$) sobre la conversión alimenticia, observándose mejor conversión alimenticia en machos en relación a hembras; asimismo, no se reportó interacción entre los factores estudiados.

ZAMBRANO Y ZAMBRANO (2014) comentan en sus resultados de conversión alimenticia acumulada que, el tratamiento testigo que fue una dieta sin adición de HFP, reportó una conversión de 1.70; el tratamiento con adición de 5% de HFP, reportó 1.79; mientras que el tratamiento con adición de 10% de HFP y el tratamiento con adición de 15% de HFP, reportaron 1.89 y 1.97 respectivamente.

5.3. Parámetros biológicos

5.3.1. Rendimiento de carcasa

En los Cuadros 5 y 6 se verifica que el rendimiento de carcasa de pollos criollos mejorados (cruces) de sexo macho y hembra, alimentados con dietas sin adición de HFP precocido y adicionadas con 5%, 10% y 15% fueron ($p > 0.05$) semejantes, estos resultados coinciden y se corroboran con ALENCAR et al. (2014) quienes reportaron semejante rendimiento de carcasa en pollos criollos mejorados alimentados con dietas con sustitución de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina cruda de frijol de palo por torta de soya. Asimismo, BARBOZA (2013) concluye que los pollos de ambos sexos alimentados con dietas

balanceadas incluidas con frijol de palo extrusado no afectan al rendimiento de carcasa.

Entretanto, el factor sexo influenció ($p < 0.05$) sobre la conversión alimenticia, notándose mayor conversión alimenticia (79.71%) en machos y menor en hembras (76.79%).

5.3.2. Pesos relativos del hígado y páncreas

El peso relativo del hígado de pollos criollos mejorados machos y hembras no fue influenciado ($p < 0.05$) por la inclusión de harina de frijol de palo precocido en sus respectivas dietas, notándose mayor peso en pollos alimentados con 5% de harina de frijol de palo y menor peso para los pollos con 10% de harina de frijol de palo y a la vez los tratamientos sin inclusión y con inclusión de 15% de harina de frijol de palo fueron semejantes a los otros tratamientos. También, el sexo del ave influenció ($p < 0.05$) sobre el peso relativo del hígado observándose menor peso del hígado en machos (1.48%) y mayor peso en hembras (2.27%).

No en tanto, el peso relativo del páncreas no fue influenciado por los factores en estudio (niveles de inclusión de harina de frijol de palo precocido) y se reporta entre 0.20% a 0.27% en hembras y en machos de 0.20% a 0.26% del peso relativo del páncreas de pollos criollos mejorados. Estos resultados coinciden con ALENCAR et al. (2014) quienes concluyeron que el peso relativo del páncreas es semejante entre los pollos criollos mejorados que consumieron dietas con sustituciones de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de torta de soya por harina cruda de frijol de palo. Sin embargo, NOUVELLE (2003) afirma que el frijol de

palo puede hacer parte desde un 20% a 25% de la proporción proteica de la ración de cerdos y pollos, respectivamente, sin afectar el funcionamiento. En pollos cuyas dietas es igual o mayor a 40% de frijol de palo, se evidencia los efectos de los factores anti nutricionales con aumentando el peso páncreas.

5.3.3. Peso relativo de grasa abdominal

En el Cuadro 5 y 6 se observa que el peso relativo de grasa abdominal de pollos criollos mejorados machos y hembras, alimentados con dietas incluidas con 0%, 5%, 10% y 15% de harina de frijol de palo precocido fueron ($p>0.05$) semejantes, estos resultados coinciden con ALENCAR et al. (2014) quienes reportaron semejante proporción de grasa abdominal en pollos criollos mejorados alimentados con dietas con sustitución de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de harina cruda de frijol de palo por torta de soya.

Asimismo, BARBOZA (2013) evaluando el peso relativo de grasa abdominal en función a la inclusión creciente de frijol de palo en la dieta, no reportaron diferencias ($p>0.05$), por lo cual se puede afirmar que dietas con frijol de palo extrusado no afectan la proporción de grasa abdominal.

DURAND (2007) trabajó con niveles de 0%, 10%, 20% y 30% de frijol de palo tostado en raciones con 19.73% de proteína total y 3050 kcal/kg de energía metabolizable en aves de engorde en la fase de acabado (25 a 42 días de edad), dónde observó semejante grasa abdominal y rendimiento de carcasa cuando los pollos de engorde se alimentaron con dietas incluidas con diferentes niveles de harina de frijol de palo crudo.

5.4. Parámetros económicos

5.4.1. Beneficio neto y merito económico

El mejor beneficio económico (11.48 soles) y mérito económico (39.76%) se reporta para los pollos criollos mejorados, alimentados con dieta incluida de 10% de harina de frijol de palo precocido, siendo el menos eficiente económicamente el tratamiento sin inclusión de harina de frijol de palo (8.47 soles de beneficio neto y 29.79% de mérito económico).

BARBOZA (2013) indica que el mejor beneficio neto fue de S/. 1.29/kg de carne de pollo, con un mérito económico de 34.84% que se obtuvo en pollos alimentados con 20% de frijol de palo extrusado en la ración. Así también (FLORES 2015) menciona que el beneficio y el mérito económico del tratamiento control de la presente investigación es de 1.33 nuevos soles y 20.23 %, respectivamente. Siendo mucho más económico la investigación con harina de frijol de palo (precocido) con el 10% cuyo beneficio neto es de 11.48 y merito económico de 39.76%.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y luego de analizarlos se concluye:

- La actividad ureasica y solubilidad proteica de harina de frijol de palo crudo y precocido fueron diferentes, mostrándose menor actividad ureásica (0.2 pH) y menor solubilidad proteica (78%) en harina de frijol de palo precocido, además estos resultados están dentro del rango de un buen procesamiento térmico.
- Inclusiones de hasta un 10% de harina de frijol de palo precocido en dietas para pollos criollos mejorados no compromete la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia de pollos criollos mejorados en la fase de acabado; sin embargo, los pollos machos convierten con mayor eficiencia el alimento en masa muscular que las hembras.
- Inclusiones de hasta un 15% de harina de frijol de palo precocido en dietas para pollos criollos mejorados no compromete los parámetros biológicos, con excepción para el peso relativo del hígado. Sin embargo, los pollos machos rinden mejor en carcasa y las hembras acumulan más grasa abdominal y tienen proporcionalmente mayor peso de hígado.

- Económicamente, el uso de dietas con inclusión de 10% de harina de frijol de palo precocido en la alimentación de pollos criollos mejorados es mejor.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las evaluaciones efectuadas en el presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- Utilizar harina de frijol de palo precocido en niveles de hasta 10% en las raciones de pollos de carne en la fase de acabado.
- Realizar trabajos similares con otros métodos de procesamiento de frijol de palo.

THE INCLUSION OF PRE-COOKED PIGEON PEA FLOUR (*Cajanus cajan*) IN THE FEED OF IMPROVED CHICKENS IN TINGO MARIA

ABSTRACT

The research work was carried out in the bird unit of the Zootechnics Faculty at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, with the objective of determining the optimum level for the inclusion of pre-cooked pigeon pea flour (HFPP in Spanish) in the diet of improved chickens during the finishing phase. One hundred and twenty-eight chickens (sixty four males and sixty four females), at sixty days of age, with a live weight of 1.21 ± 0.31 kg for the males and 0.97 ± 0.19 kg for the females were used. They were distributed into four treatments with four repetitions and each repetition had four birds. The pigeon peas were pre-cooked, dried, ground to fit a sieve of 0.6 cm, and added to the diets. This created four treatments: T1: diet with no HFPP inclusion, T2: diet with 5% HFPP inclusion, T3: diet with 10% HFPP inclusion, and T4: diet with 15% HFPP inclusion. The data was submitted to a completely randomized design (CRD; DCA in Spanish). The results reveal improved weight gain, feed consumption and feed conversion rates for males and females with the inclusion of 10% HFPP in the diet; at the same time, it was observed when the HFPP was increased to more than 10% in the diet, there was an increase in the weight of the liver, pancreas, and abdominal fat. Economically, the T3 chickens were the best, since it was observed that for each chicken S/. 11.48 was gained and for each sol that was invested, 39 cents were gained. It is concluded that the improved chickens had better productive indices than the females; at the same time, the inclusion of 10% HFPP in the diets of male and female chickens during the finishing phase does not compromise their productive yield.

Keywords: antinutritional factors, feed conversion, abdominal fat, carcass yield

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROMIPERU 2018. Frijol de palo. En línea:
[<https://agromiperu.com.pe/producto/frijol-de-palo>].
- ALDERS, R. 2005. Producción avícola por beneficio y por placer. [En línea]: FAO
([http://coin.fao.org/cms/media/7/12960703543260/folleto](http://coin.fao.org/cms/media/7/12960703543260/folleto_diversificacion3.pdf) diversif
icacion3.pdf, resumen, 22 de nov. 2018).
- ALENCAR, D.; MACIEL, M.; BOTELHO, L.; CALDEIRA, L.; SOUZA, L.; SILVA,
D.; MOURA, D. 2014. Feijão guandu cru na alimentação de frangos
caipiras criados em sistema semi-intensivo. *Pesq. agropec. bras.*,
Brasília, v.49, n.9, 737-744 p.
- ARLEX A. 2002. Gallinas criollas: Contribución de las comunidades campesinas,
indígenas y afrocolombianas a la conservación de la agro biodiversidad.
Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. 6 p.
- ABAD, R. Y RODRIGUEZ, J. 1999. Cultivos de cobertura para la agricultura
sostenible en América latina. 20 - 25 p.
- ADMASSU, E. Y KUMAR, S. 2007. Effect of processing on antinutrients and in
vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties
grown in East Africa. *Food Chemistry*. 161 - 172 p.
- BARBOZA, M. 2013. Efecto de diferentes niveles de harina extrusada de frijol de
palo (*Cajanus cajan*) en la dieta de pollos de carne en fase de

- crecimiento y acabado. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 57 p.
- BUTT, M. Y BATOOL, R. 2010. Nutritional and functional properties of some promising legumes protein isolates. Pakistan Journal of Nutrition, pág. 373-379.
- CLARENCE, E. 1991. La producción avícola. Editorial Continental. S. A de C. V. México. 183-179. p.
- CARVAJAL, J. 2016. Digestibilidad de la harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la alimentación de pollos de engorde. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol 14 No. 1. 87 - 94 p
- CARBALLO, D. 2000. Universidad Nacional Agraria. Economía: El campo y el agro. México. 1_27 p.
- CARMONA, A., GOMEZ-SOTILLO, A. Y SEIDI, D. 1993. Uso de pruebas bioquímicas para el estudio de problemas nutricionales En: VARGAS, R. E., LEON, A. Q. Y ESCOBAR, A. *Canavalia ensiformis* L. Produccion procesamiento y utilización en alimentación animal. Copilacion de trabajos presentados en el primer seminario taller sobre *Canavalia ensiformis*. Maracay. 151- 162 p.
- COSTA, S. 1981. Controle da qualidade da soja integral procesada In: Miyasaka, S. (ED), a soja no Brasil. 823 p.
- CHUMAN, S. 1993. Elaboración de conserva de frijol de palo *Cajanus cajan* al estado fresco. Tesis Ing. Industrias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 50 p.

- CRISTOVAL, V.; AMADA, O.; ANGEL, T.; MANUEL, R.; CARLOS, M.; EUNICE, G.; 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), Noruega. 66 p.
- CRISTALES, E. F.; BRESSANI, R.; MIRANDA, H. 1976. Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, Costa Rica. 375-380 p.
- GURUMOORTHY, P., PUGALENTHI, M. Y JANARDHANAN, K. 2008. Nutritional potential of five accessions of a south indian tribal pulse *Mucuna pruriens* var utilis: ii. Investigations on total free phenolics, tannins, trypsin and chymotrypsin inhibitors, hytohaemagglutinns, and in vitro protein digestibility. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 153-158 p.
- DIAZ, S.; SOFIA, O. 2015. Producción y manejo de gallinas ponedoras caseras. Centro de bachillerato tecnológico agropecuario N°28. México.
- DUKE, C. 1981.; GONZALO E. 1993. Plantas de cobertura del suelo. Centro internacional sobre cultivos de cobertura. Cultivo de guandul. EE.UU. 3-4 p.
- DURAND, N. 2007. Efecto de la inclusión del frijol de palo (*Cajanus cajan*), en la dieta de pollos parrilleros en la fase de acabado. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 46p.
- ECURED. 2012. Taxonomía, propiedades nutritivas del gandul. (En línea). Consultado, 18 diciembre 2013. Formato HTML. Disponible en www.ecured.cu.

- FAO, 1985. Sistemas de información de Recursos de Pienso. *Cajanus cajan*. [En Línea]. (<http://www.Fao.org/afris/default.htm>).
- FRANCIS, J.K. 2003. *Cajanus cajan* (L) Millsp. Documento preparado por el servicio forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Georgina – USA 67p.
- HERRERA, G.; DÍAZ, C.; MACÍAS, V.; SOLÍS, B.; MUÑOZ, R.G. 2016. Comportamiento productivo de pollos que se alimentaron con granos tostados de *Cajanus cajan*. Archivos de Zootecnia, vol. 65, núm. 250, junio, pp. 235-239.
- JOSEPH, A. Y DIKSHIT, M. 1993. Effect of irradiation on the proteinase inhibitor activity and digestibility (in vitro) of safflower oil cake. Journal of American Oil Chemical Society. 935 – 937 p.
- KHOKAR, S. Y CHANHAN, B. 1986. Effect of domestic processing and cooking in vitro protein digestibility of the north bean. Journal of Food Science. 1083 – 1085 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.
- NETO, J. 1992. Soja integral na alimentação de aves e suínos. Avic. & Suinoc. Ind. São Paulo. 82 (988):4_15 p.
- MITMA, P. 2018. Cada limeño consume un promedio de 58 kilos anuales de pollo. En línea: [<https://archivo.gestion.pe/noticia/305740/cada-limeno-consume-promedio-58-kilos-anuales-pollo?ref=gesr>].

- NOUVELLE C. 2003. Institut d'Élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, la nutrición de servicio, IEMVT, BP 25 paita, Nueva Caledonia.
- RUIZ, C. 1997. Obtención de harina precocida del frijol de palo *Cajanus cajan* su caracterización y aplicación. Tesis Ing. Industria alimentaria. Tingo María, Peru. Universidad Nacional Agraria de la Selva 50p.
- SANMIGUEL, L. Y SERRAHIMA, L. 2004. Manual de crianza de animales. Edit. Lexus. Lima- Perú. 728 p.
- SANZ, P.; REVIDATTI, F.; FERNÁNDEZ, R.; SINDIK, M.; LAFFONT, G. 1950: Desarrollo del aparato digestivo en pollos Campero INTA alimentados con poroto mucuna (*Stizolobium deeringianum*). Rev. vet. 27: 2, 107-112, p.
- SEGURA, C. 1989. Rescate genético y fomento avícola de las aves indias o criollas en México. Memoria de la reunión de producción de animales en el trópico. CEICADES. Tabasco. 44-46. pág.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ 2018. Información del tiempo y clima en Tingo María.
- SOLÍS-BARROS, T.; HERRERA-GALLO, M. BARRERA-ALVAREZ, A.; MACÍAS-VELIZ, J.; VÁSQUEZ-MORÁN, J. 2017. Pollos cuello desnudo alimentados con harina de *Morus alba* y *Cajanus cajan* Naked neck chickens fed with flour *Morus alba* and Pigeon pea. Cienc. Tecn. UTEQ 10(2) p 41-46.
- SOTO, V. 1978. El gandul (*Cajanus cajan*). San Salvador. El Salvador. s. n. 40. p.

- SOTO, I.; ZAVALA, H.; CAMACHO, J.; LOPEZ, M. 2002. Análisis de dos poblaciones de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) Utilizando RAPD's como marcadores moleculares. Mexico.
- TRÓMPIZ, H.; RINCÓN, N.; FERNÁNDEZ, G.; GONZÁLEZ, A.; HIGUERA, C. 2011. Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados con grano de quinchoncho durante fase de crecimiento. (Revista. Facultad de Agronomía. (LUZ), 2011.28 Suplemento, 1: p, 565-575.
- VALLADOLID, CH. 2016. Leguminosas de granos. "Semillas nutritivas para un futuro sostenible". Primera Edición. Biblioteca Nacional del Perú – GALU GRAF S.A.C. 75 Pág. En línea: [minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf]. Leguminosas de grano – Minagri PDF.
- WILMAN, L. 2005. Evaluacion de tres niveles de harina de guandul (*Cajanus cajan*) como alternativas de proteína en dietas en las fases de crecimiento y acabado de cerdos confinados. Ing. Agropecuario. Director de tópico, postgrado EEUU. 12p.
- ZAMBRANO, F.; ZAMBRANO, M. 2014. Inclusión de harina de frijol de palo (*cajanus cajan* - l, millsp) en el alimento de pollos de engorde y su efecto en parámetros productivos. Tesis previa a la obtención del título de médico veterinario.