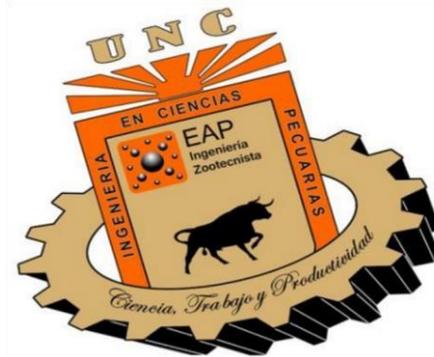


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ZOOTECNISTA



TESIS

“EFECTOS DE LA SEMILLA DE LINAZA (*Linum usitatissimum L.*) COMO REEMPLAZANTE PARCIAL DE SEMILLA Y ACEITE DE SOYA EN DIETAS DE PAVOS SOBRE EL CRECIMIENTO, RENDIMIENTO DE CARCASA, PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y METABOLITOS LIPÍDICOS”

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADA POR:

Bachiller. ÓSCAR CÓNDOR RAMÍREZ

ASESOR:

Asesor: Dr. M. Cs. Ing. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca – Perú

2021

**ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron virtualmente, siendo las 17 horas con 45 minutos del jueves 16 de setiembre del 2021, se reunieron virtualmente los siguientes Miembros del Jurado y el Asesor:

meet.google.com/gju-ifeu-moz

- PhD M.V. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNANDEZ	PRESIDENTE
- M. Cs Ing. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA	SECRETARIO
- M.Sc. Ing. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI	VOCAL

ASESOR (ES):

- Dr. Ing. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada: “**EFFECTOS DE LA SEMILLA DE LINAZA (*Linum usitatissimum L.*) COMO REEMPLAZANTE PARCIAL DE SEMILLA Y ACEITE DE SOYA EN DIETAS DE PAVOS SOBRE EL CRECIMIENTO, RENDIMIENTO DE CARCASA, PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y METABOLITOS LIPÍDICOS**”

La misma que fue realizada por el Bachiller Oscar Córdor Ramírez.

A continuación, el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando a la Bachiller a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el presidente del Jurado invita a la participación del asesor y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció la aprobación por unanimidad con la nota de dieciséis (16).

Siendo las 19 horas con 15 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

.....
PhD MV Luis Asunción Vallejos Fernández
Presidente

.....
M.Cs. Ing. Eduardo Alberto Tapia Acosta
Secretario

.....
M.Sc. Ing. Lincol Alberto Tafur Culqui
Vocal

.....
Dr. Ing. Manuel Eber Paredes Arana
Asesor

**“EFECTOS DE LA SEMILLA DE LINAZA (*Linum usitatissimum L.*) COMO
REEMPLAZANTE PARCIAL DE SEMILLA Y ACEITE DE SOYA EN DIETAS DE
PAVOS SOBRE EL CRECIMIENTO, RENDIMIENTO DE CARCASA,
PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS Y METABOLITOS LIPÍDICOS”**

DEDICATORIA

A mi madre, Marcelina Ramírez Tocas, por su gran cariño, sus consejos y por estar apoyándome incansablemente; a mi padre, Mario Cóndor Saucedo, por sus palabras de aliento, por su ejemplo en perseverar hasta el fin y hacer de mí una gran persona profesional al servicio de la sociedad.

A mis hermanos, que son el motor de mi vida y a toda mi familia en general por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la salud y la sabiduría por haber concluido con éxito parte de mis objetivos y metas trazadas durante mi estancia en la universidad Nacional de Cajamarca.

A mis padres: Marcelina Ramírez Tocas y Mario Cóndor Saucedo, por darme la vida y por su apoyo incondicional durante la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos y más familiares en general, que siempre me apoyaron y me respaldaron para seguir adelante en este duro y arduo camino emprendido.

A mi asesor: Dr. M. Cs. Ing. Manuel Eber Paredes Arana, por su apoyo y paciencia durante la elaboración (preparación, ejecución y sistematización) de este trabajo de investigación. De igual forma agradezco a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Escuela Académico Profesional de ingeniería Zootecnista, a todo el personal docente y administrativo que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de dicho trabajo.

A mis amigos que formaron parte de mi entorno, que a pesar de las dificultades que cada uno pasamos siempre estuvimos unidos apoyándonos los unos a los otros.

A todos en general, infinitamente gracias por confiar en mi persona – los llevo en mi corazón – hoy, mañana y siempre – Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	12
1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	13
1.4.1. Hipótesis de la investigación	13
1.4.2. Variables.....	14
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5.1. General.....	15
1.5.2. Específicos	15
2. MARCO TEORICO.....	16
2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	23
3.2. DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. RENDIMIENTO PRODUCTIVO	28
1. CONCLUSIONES	34
2. RECOMENDACIONES	35
BIBLOGRAFÍA.....	36
ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional del pienso (g/kg, base fresca) utilizado en el experimento.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 2. Efectos de diferentes niveles de linaza en la dieta sobre indicadores de crecimiento en pavos de 43 a 91 días de edad. **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 3. . Efectos de diferentes niveles de linaza en la dieta sobre rendimiento de carcasa (RC), pesos relativos de corazón, hígado, molleja y grasa abdominal de pavos de 91 días de edad ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Cuadro 4. Efectos de diferentes niveles de linaza en la dieta sobre hemoglobina, eritrocitos, linfocitos y colesterol total y triglicéridos séricos de pavos de 91 días de edad. . **¡Error! Marcador no definido.**

RESUMEN

Los diferentes niveles de inclusión de la linaza en la dieta como reemplazo parcial de semilla y aceite de soja afectan de manera diferente el desempeño productivo, así como algunos aspectos fisiológicos del pavo. Se investigaron la influencia de los diferentes niveles de linaza en la dieta sobre el crecimiento, así como el rendimiento de la carcasa, los parámetros hematológicos y los metabolitos lipídicos de pavos. Un total de 160 pavos machos Hybrid Converter de cuarenta y dos días de edad, con un peso corporal de 2.41 ± 0.13 kg, se distribuyeron al azar en 4 grupos de tratamientos, cada grupo con 4 repeticiones de 10 aves cada una. Los pavos recibieron dietas con 0% (dieta control), 5, 10 y 15% de semilla de linaza cruda y sin moler. Los pavos del tratamiento al 10%, en la fase de 43 a 91 días de edad, obtuvieron mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia que los otros tratamientos en estudio. El rendimiento de carcasa de pavo disminuyó con 15% de linaza en la dieta; sin embargo, la carcasa contenía una menor cantidad de grasa abdominal en comparación con los tratamientos al 0, 5 y 10%. El tratamiento con 15% de linaza en la dieta redujo el colesterol sérico y la linaza en cualquier nivel (5, 10 y 15%) puede reducir los triglicéridos séricos del pavo de engorde.

Palabras clave: pavo, linaza, rendimiento productivo, parámetros hematológicos, metabolitos lipídicos

ABSTRACT

Different flaxseed inclusion levels diet as partial replacement of soybean seed and oil differently affect productive performance as well as some physiological aspects of turkey. The influences of different dietary flaxseed levels on growth performance as well as carcass yield, hematological parameters and lipid metabolites were investigated of turkeys. A total of 160 forty-two-day-old male Hybrid Converter Turkeys, body weight 2.41 ± 0.13 kg were randomized into 4 treatment groups, consisting of 4 replicates with 10 birds in each group. Turkeys received diets with 0% (control diet), 5, 10 and 15% of crude and unground flaxseed. The turkeys of the 10% treatment, in the phase from 43 to 91 days of age, obtained greater weight gain and better feed conversion than the other treatments under study. Turkey carcass yield decreased with 15% flaxseed in the diet; however, the carcass contained a lower amount of abdominal fat compared to the 0, 5 and 10% treatments. Treatment with 15% dietary flaxseed reduced the serum cholesterol of fattening turkey and flaxseed at any level (5, 10 and 15%) can reduce serum triglycerides.

Keywords: turkey, flaxseed, productive performance, hematological parameters, lipid metabolites

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el año 2020 se importaron de Estados Unidos, Bolivia, Argentina y Paraguay alrededor de 300 y 1350 mil toneladas de soya como grano entero y torta, respectivamente (Koo, 2021), destinados a fabricación de piensos, mayoritariamente para el sector avícola productor de carne de pollo y huevos de gallina. Estos dos subsectores de la industria avícola peruana permiten un consumo per-cápita de carne de pollo por encima de 50 kg (Burgos, 2019) y el de huevos en alrededor 270 unidades por habitante al año (Díaz, 2019). Sin embargo, existen otras actividades avícolas como la producción de carne de pavo que se desarrolla a menor escala, es por ello que los criadores de pavo a fin de incentivar mayor consumo de esta carne podrían diferenciar su producto asociándolo a una tecnología local, orgánica y saludable.

El grano de soya y sus coproductos con diversos procesamientos son ingredientes proteicos y lipídicos muy utilizados en nutrición de aves. Sin embargo, factores como percepciones de los consumidores con respecto a los alimentos genéticamente modificados y la preocupación por el medio ambiente están impulsando la búsqueda de alimentos alternativos para aves de corral (Olukosi et al., 2019). En el territorio peruano se produce anualmente, alrededor de mil toneladas de semilla de linaza (Guerrero, 2018), que podría incrementarse para ser utilizado como ingrediente alimenticio del pavo y al menos, reducir parcialmente la cantidad de semilla y aceite de soya en la dieta. La linaza se cultiva en la sierra peruana y también en muchos países, y su valor nutricional se ha informado en varios estudios (Chavarr et al., 2020; Mustafa et al., 2019).

La linaza es una semilla oleaginosa que contiene altos niveles de ácidos grasos polinsaturados omega-3 (PUFA n-3) en la forma de ácido α -linolénico (ALA) (Giacomino et al., 2013). El ALA constituye aproximadamente 54.51% del total de ácidos grasos de la linaza y es un potente inhibidor de mediadores proinflamatorios (Panait et al., 2017). Muchos estudios han demostrado que el contenido de ALA de la carne y huevos de aves puede incrementarse con la inclusión de linaza en la dieta (Wang et al., 2017). La carne de pechuga y piernas del pollo

Ross x Cobb fue enriquecida con ALA y mejorada en su relación n-6: n-3 (2.08 y 2.16) al alimentar las aves con dietas que contenían 2% de aceite de linaza (Shin et al., 2011). En reproductoras Cobb 500 enriquecieron la yema de huevo con ALA sin efectos negativos en el hígado, de 7.5 a 36.8 mg/g de yema deshidratada y se disminuyó la proporción n-6: n-3 de 14.1 a 2.1 con niveles alimenticios de 18% de semilla extruida de linaza respecto de una dieta control a base de maíz-soya (Thanabalan et al., 2020). Al incluir aceite de linaza en partes iguales con aceite de girasol en la dieta de pollos de engorde se incrementó el contenido de ALA en el músculo de la pechuga (Ibrahim et al., 2018). En gallinas Babcock Brown, la inclusión dietética de 13.5% de semilla de linaza aumentó el contenido de PUFA n-3 en los huevos reduciendo la proporción n-6: n-3 sin afectar los parámetros de rendimiento (Aguillón-Páez et al., 2020). También la torta de linaza, que es la semilla que queda luego de la extracción de aceite, incluida en la dieta de patos, disminuyó las concentraciones de colesterol total y triglicéridos séricos (Zhai et al., 2019).

Por otro lado, la semilla de linaza contiene algunos factores antinutricionales como los glucósidos cianogénicos que se pueden liberar como ácido cianhídrico tóxico sobre los sistemas respiratorio, nervioso y endocrino (Holstege et al., 2010) con un efecto adverso en los parámetros productivos en pollos de engorde (Egena y Ocheme, 2008). Pekel et al. (2009) determinó que la linaza en niveles de 10% disminuye el peso vivo y el rendimiento de carcasa del pollo, en relación a una dieta sin linaza. Huo et al. (2019) determinó que el peso relativo de la pechuga y algunos tipos de linfocitos del pollo de engorde disminuyeron con dietas conteniendo 5% de aceite de linaza. También se ha observado crecimiento y eficiencia alimenticia reducidos al incorporar de 10 a 20% de linaza molida en las dietas de los pollos de engorde (Alzueta et al., 2003). El uso óptimo de energía de la linaza podría verse afectado porque una cantidad sustancial del aceite puede ser encapsulada por algunos compuestos antinutritivos en la semilla, como mucílago, linatina, glucósidos cianogénicos, inhibidores de tripsina o ácido fítico, aumentando la viscosidad del contenido intestinal en las aves (Slominski et al., 2006).

Aunque, está bastante demostrado que la linaza como ingrediente dietético de las aves, como semilla entera, extruida o fermentada, o sus coproductos torta y aceite, mejoran la calidad de

carne y huevos; es necesario estudiar posibles efectos benéficos y adversos de la semilla entera y cruda de linaza en alimentación del pavo comercial. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar niveles de inclusión de 0, 5, 10 y 15% de semilla de linaza en la dieta del pavo de engorde como reemplazante parcial de semilla molida y aceite de soya, mediante la determinación de parámetros de crecimiento y carcasa, valores hematológicos, colesterol y triglicéridos séricos en pavos híbridos de 6 a 13 semanas de edad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los efectos de la semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavos sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación en pavos de engorde es importante debido a que, en Cajamarca, cada año se viene incrementando las cifras de pavo BB colocado por las dos principales empresas incubadoras del Perú, San Fernando SA y Corporación Gramobier; lo cual implica mayor producción de carne de pavo de líneas híbridas.

La inclusión de un ingrediente alimenticio no convencional en la dieta de los pavos, contribuye a enriquecer la disponibilidad de alimentos para la formulación de piensos balanceados para la actividad pecuaria; así como se difunde y estimula la producción de este alimento que lo encontramos en la zona de Cajamarca.

El presente proyecto propende la búsqueda de estrategias alimenticias en la producción animal, con el reemplazo parcial de alimentos importados como la soya y sus coproductos.

1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES

1.4.1. Hipótesis de la investigación

La semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavos tiene efectos favorables sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos

1.4.1.1. Hipótesis estadísticas

H₀: La semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavos genera efectos similares sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos

$$\mathbf{H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3}$$

μ_0 : Tratamiento Control: sin suplementación con linaza

μ_1 : Tratamiento con Suplementación de linaza al 5 %

μ_2 : Tratamiento con Suplementación de linaza al 10 %

μ_3 : Tratamiento con Suplementación de linaza al 15 %

H_a: La semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavos genera efectos diferentes sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos

$$\mathbf{H_a: \mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3}$$

μ_0 : Tratamiento Control: sin suplementación con linaza

μ_1 : Tratamiento con Suplementación de linaza al 5 %

μ_2 : Tratamiento con Suplementación de linaza al 10 %

μ_3 : Tratamiento con Suplementación de linaza al 15 %

1.4.2. Variables

1.4.2.1. Variable independiente: Niveles de Suplementación con linaza.

Tratamiento Control: sin suplementación con linaza

Tratamiento con Suplementación de linaza al 5 %

Tratamiento con Suplementación de linaza al 10 %

Tratamiento con Suplementación de linaza al 15 %

1.4.2.2. Variables dependientes

- Rendimiento productivo
 - Ganancias de peso
 - Ingesta de alimento
 - Conversión alimenticia
- Características de carcasa
 - Rendimiento de carcasa
 - Pesos de hígado, molleja y corazón
 - Peso de grasa abdominal
- Valores hematológicos
 - Hemoglobina
 - Eritrocitos
 - Leucocitos
- Metabolitos lipídicos en suero
 - Colesterol total
 - Triglicéridos

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. General

Evaluar los efectos de la semilla de linaza (*Linum usitatissimum L.*) como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya en dietas de pavos sobre el crecimiento, rendimiento de carcasa, parámetros hematológicos y metabolitos lipídicos

1.5.2. Específicos

- Determinar el rendimiento productivo del pavo de engorde alimentado con cuatro niveles de semilla de linaza como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya.
- Determinar las características de carcasa del pavo de engorde alimentado con cuatro niveles de semilla de linaza como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya.
- Determinar valores hematológicos del pavo de engorde alimentado con cuatro niveles de semilla de linaza como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya
- Determinar metabolitos lipídicos en suero del pavo de engorde alimentado con cuatro niveles de semilla de linaza como reemplazante parcial de semilla y aceite de soya

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

Cabe mencionar que la producción de pavos es una alternativa no sólo amigable con el medio ambiente o con la salud de los consumidores, sino también una oportunidad para los pequeños y medianos productores que entienden la importancia de generar desarrollo regional de manera sustentable. (Segarpa, 2014).

En el Perú el consumo de pavo comenzó a popularizarse en época navideña, no más de 12 años. Por ello, los negocios asociados a la crianza, importación y preparación del producto repuntaron significativamente en la última década, eso muestran las cifras de productores, comerciantes y chefs, quienes señalan a la dolarización como punto de partida del repunte del consumo de este alimento. El 80 % de pavos se destinan al consumo en el último trimestre del año por la temporada de Navidad y Año Nuevo y el 20 % sobrante se consume el resto del año (Cuenca, 2007).

Morales (2017) realizó un trabajo de investigación en pavos de engorde de la línea Hybrid, en la granja avícola de la Universidad Nacional de Cajamarca, con el objetivo de estudiar el rendimiento productivo del pavo con dos fuentes lipídicas en las dietas de crecimiento y acabado, aceite de soya y manteca de cerdo. El estudio se inició con 400 pavos BB de ambos sexos, distribuidos en cuatro combinaciones de tratamientos a partir de las siete semanas de edad: tratamiento T1-M (machos con aceite de soya), tratamiento T2-M (machos con manteca de cerdo), tratamiento T1-H (hembras con aceite de soya) y tratamiento T2-H (hembras con manteca de cerdo). No se encontraron diferencias estadísticas entre ambos programas de alimentación, para los pesos finales a las trece semanas de edad, siendo estos de 9.36 y 9.43 kg para los pavos alimentados con aceite de soya y manteca de cerdo, respectivamente. El peso corporal de los pavos según sexo fue de 10.59 y 8.20 kg para machos y hembras, respectivamente. El consumo acumulado de alimento concentrado durante las trece semanas experimentales fue de 22.58 kg para T2-M, 21.95 kg para T1-M, 17.95 kg para T1-H y 16.13 kg para T2-H. La conversión alimenticia fue de 2.77 para T1-M, 2.73 T1-H, 3.28 T2-M y

2.47 T2-H. No se encontraron diferencias en indicadores de rendimiento de carcasa y mortalidad debido a la fuente lipídica del alimento.

Han observado en pavitos de 7 a 10 días de edad que la digestibilidad de los ácidos grasos saturados, tipo palmítico y esteárico era muy limitada y en general inferior al 50 %. Sin embargo, la digestibilidad variaba entre el 72 y el 85 % para el ácido linoleico y entre el 81 y el 88 % para el ácido linolénico, lo que indica que los aceites insaturados son ingredientes de elección en dietas de iniciación. De hecho, indican que el pavito utiliza con eficacia similar a la de los almidones y las grasas. La suplementación del alimento con el 10 % de una grasa mezcla vegetal – animal en sustitución de una cantidad equivalente en energía de almidón de maíz mejoró el peso de los pavos a los 14 días. Se han comparado el contenido energético metabolizable de una grasa saturada (sebo) y una grasa insaturada (aceite de soja) a niveles de inclusión del 8 % en pavitos y pollitos de una o tres semanas de vida, observándose que los pavitos de una semana de edad utilizaban mucho mejor las grasas que los pollitos, especialmente en el caso del sebo, pero que las diferencias desaparecían a las tres semanas de vida. Turner et al. (1999) citado por Lázaro et al. (2002).

Grasas insaturadas de calidad pueden ser utilizadas a niveles moderados en pavitos desde el momento de la eclosión. Asimismo, diversos trabajos experimentales (Sell y Owings, 1984; Blair y Potter, 1988) han demostrado que el pavo utiliza de forma eficiente todo tipo de grasas y que su inclusión en las últimas fases de cebo resulta particularmente beneficiosa.

Las grasas y aceites se utilizan en formulaciones de dieta de aves de corral para mejorar la palatabilidad de la dieta, la absorción de vitaminas liposolubles, y para regular la tasa de paso de la digestión en el tracto gastrointestinal. También son las fuentes más concentradas de energía (Baião y Lara, 2005).

Crespo y Esteve-García (2002) encontró que la inclusión de aceite de linaza en las dietas de pollos de engorde condujo a una reducción significativa en el porcentaje de grasa abdominal y un aumento significativo en la síntesis de ácidos grasos en comparación con sebo o aceite

de girasol, el aceite de linaza así puede reducir el porcentaje de grasa abdominal mediante la elevación de la β -oxidación de ácidos grasos.

2.2. BASES TEORICAS

Del tejido adiposo del pavo

El tejido adiposo se considera como una parte integral del almacenamiento energético del organismo; está estimándose que el 50 % se encuentra bajo la piel como grasa subcutánea y el resto se localiza rodeando órganos y cualquier otra piel del cuerpo. El adiposo no es inerte, cuenta con irrigación sanguínea y nervios, de tal manera que los ácidos grasos son movilizados y otros se unen al glicerol y se van almacenando. El tejido adiposo no solo está constituido por lípidos, sino también por nitrógeno y agua, por lo que los depósitos de grasa, los son de agua también por tanto una dieta rica en grasa ayuda a retener agua en todos los tejidos, aun en la sangre. Por tanto, la naturaleza de los depósitos de grasa depende de la composición química de la fuente alimentaria, aun cuando el organismo tiene la capacidad de modificar la grasa ingerida (Maynard et al., 1981).

De la carne de pechuga de pavo

Las estirpes actuales del pavo se caracterizan por su amplia pechuga y alto porcentaje de sus masas musculares por lo que precisan, la relación proteína: energía sea mayor que en pollos durante las primeras semanas de vida. La carne de la pechuga de pavo es una excelente fuente de proteína. Y ahí se deposita la carne más magra casi el 0 % de grasa. (Turner y otros 2014)

De la semilla de linaza

Es una semilla oleaginosa que proviene de una planta originaria de Asia y Europa meridional. Se ha cultivado extensivamente en Norte América y se ha aclimatado a Sudamérica y Centro América donde se cultiva en clima fresco a pequeña escala. Entre los países productores figuran: Holanda, Inglaterra, Argentina, Marruecos, Estados Unidos, Rusia, India y Oriente medio. (Pitchford, 2007).

La linaza es la semilla de la planta de lino. Es una especie anual de 0,3- 1 m de altura, que se cultiva para producir fibra semilla y aceite de lino. La semilla tiene una textura tostada y chiclosa y tiene un sabor agradable con sabor a nuez. Los términos “linaza” y “semilla de lino” generalmente se utilizan como sinónimos; sin embargo, los norteamericanos utilizan el término “linaza” cuando el producto se utiliza para alimentación humana y el término “semilla de lino” cuando el producto se utiliza para propósitos industriales (Morris, 2007).

La semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro. El peso de 1000 semillas es de 5 ± 1 g y su peso del hectolitro fluctúa entre 55 y 70. (Wiesenborn, 2003).

El fruto es una cápsula o globulosa, que contiene unas diez semillas, de apariencia suave y brillante, de color marrón hasta amarillo dorado oscuro, que se encuentran dentro de cinco carpelos, presenta una longitud de 4 a 6 mm, aplanada. Estas semillas oleaginosas, aplanadas y picudas, de forma oval y con extremo aguzado, son llamadas linaza y de ellas se extrae un aceite conocido con el mismo nombre de la semilla. El peso de 1000 semillas es de 5 ± 1 g y su peso del hectolitro fluctúa entre 55 y 70 kg (Oohma, 2000).

La semilla de lino (*Linum usitatissimum*) es una fuente rica en ácidos grasos poliinsaturados, particularmente ácidos grasos omega-3, que constituyen el 53% del total de ácidos grasos (Gonthier et al. 2004).

Los ácidos grasos omega-3 como el ácido linolénico (C18: 3n-3) y los ácidos docosahexaenoico (C22: 6n-3) han sido evaluados por sus efectos de promoción de la salud,

incluida la prevención y el tratamiento de enfermedades coronarias, artritis e hipertensión, cáncer, actividad anti-inflamatoria, efecto laxante y antioxidante, además de la prevención de síntomas de la menopausia (Bazineta & Layé, 2014).

Como ácidos grasos esenciales, C18: 3n-3 y C22: 6n-3 no pueden ser sintetizados por humanos y, por lo tanto, deben obtenerse de fuentes dietéticas. (Paredes, Mantilla, & Mustafá, 2019)

En las últimas décadas ha surgido un gran interés de la industria y los consumidores para los alimentos o los componentes alimenticios fisiológicamente activos, como la semilla de linaza, para promover beneficios a la salud, siendo llamados alimentos funcionales.

Esta oleaginosa posee un contenido en alto grado del ácido graso poliinsaturado alfa-linoléico (Omega-3), que representa en su composición 50 - 55% de los ácidos grasos totales, y las fibras representan cerca de 40% de su peso total, siendo el 10% soluble y el 30% insoluble, además de las proteínas, ligninas, vitaminas y minerales (Lenzi, Fernandes, & Guzmán Silva, 2008)

La semilla de linaza presenta compuestos que proporcionan beneficios saludables a los seres humanos (ácido α -linoléico, lignanos y polisacáridos diferentes al almidón) y que se han propuesto que, a través de su efecto anti hipercolesterolémico, anti carcinogénico, y controlador del metabolismo de la glucosa, pueden prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes que incluyen la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis y los cánceres dependientes de hormonas. Estos efectos, junto con su alto contenido de proteínas, hacen de la linaza un ingrediente alimentario muy atractivo y uno de los alimentos funcionales más importantes del siglo XXI (Babu & Wiesenfeld, 2003)

El contenido de Omega-3 en la linaza es mayor que en cualquier otra semilla oleaginosa. Además de la presencia de este ácido, esta semilla también es rica en proteínas, como demostrado en algunos estudios que señalan que la composición aminoacídica encontrada en la proteína de la linaza es similar a la de la soja, considerada como una de las más nutritivas entre las proteínas de origen vegetal; albúmina y globulina representan cerca de 20 % a 42 % de la proteína de la linaza (Lenzi, Fernandes, & Guzmán Silva, 2008)

De lo ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs)

Son ácidos grasos que tienen dos o más dobles enlaces en su cadena carbonada, presentan 2 tipos de series: serie ω -3, siendo el ácido α linolénico (ALA) el más representativo y la serie ω -6 con el ácido linoleico (AL). Los PUFAs son ácidos grasos esenciales para el ser humano y juegan un rol esencial en la salud de las personas ya que confieren efectos protectores por ejemplo en pacientes con enfermedades cardiovasculares (Abel et al. 2014). Estos ácidos no pueden ser sintetizados en el cuerpo humano y tienen que ser absorbidos desde fuentes dietarias como pescado, aceite de pescado o fuentes vegetales de ácido α - linolénico (Bazinetm y Layé, S., 2014.)

Del aceite de linaza

La linaza (*Linum usitatissimum*) es considerada como alimento funcional debido a la presencia de tres principales componentes bioactivos: ácido alfa-linolénico (ALA), lignanos y fibra dietética (Dubois et al. 2007). El ácido alfa linolénico (ALA) se encuentra en un mayor porcentaje (39 a 60.42%), comparado con los demás ácidos (palmítico, esteárico, oleico y linoleico) (Pu et al. 2010). Así mismo, tiene mayor biodisponibilidad en el aceite que en la semilla de linaza molida (Austria et al. 2008).

El aceite de linaza es bajo en ácidos grasos saturados (9%), moderado en ácidos monoinsaturados (18%) y rico en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) (73%) (Dubois et al. 2007). Se ha informado que la conversión de ALA a EPA y DHA no es muy eficiente en humanos y animales, y existe competencia entre el ALA y AL por las mismas enzimas elongasas y desaturasas (Domenichiello et al. 2015).

Vijaimohan et al. (2006) mencionan que el aceite de linaza rico en ALA tiene efectos beneficiosos en el metabolismo del colesterol en ratas alimentadas con una dieta alta en grasas y efectos hipolipidémicos, así como efectos antioxidantes sobre el aumento de peso corporal y peso del hígado (Prozorovskaia et al. 2003). Está claro que los lignanos, las fibras y las

proteínas vegetales presentes en la linaza tendrían también un papel importante en la reducción del colesterol sérico en modelos animales y humanos (Wiesenfeld et al. 2003).

El aceite de linaza produce una mayor secreción de colesterol en la bilis, lo que lleva a una reducción del colesterol intrahepático y, por lo tanto, a un aumento en la síntesis y el recambio del colesterol (Morise et al. 2004). A su vez, reduce la acumulación de lípidos hepáticos estimulando la β -oxidación y suprimiendo la síntesis de ácidos grasos (Murase et al. 2005). Investigaciones reportan que el tratamiento con aceite de linaza ocasiona una concentración disminuida de ácidos grasos libres y fosfolípidos, lo que podría deberse a un efecto inhibitorio de éste sobre las enzimas lipogénicas (Hansen et al. 2002).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo se realizó en el centro experimental “Bella Unión” ubicado al costado del complejo deportivo Gran Qhapac Ñan en el Distrito y Provincia de Cajamarca. La etapa experimental tuvo una duración de 13 semanas, dividido en tres fases: inicio, crecimiento y acabado. A partir del 17 de setiembre del 2020.

3.2. DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS

El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en la zona norte del país, en la cadena occidental de los Andes y abarca zonas de sierra y selva. Limita con el norte con Ecuador, por el sur con La Libertad, por el este con Amazonas y por el oeste con Piura y Lambayeque. Tiene 13 provincias y 127 distritos.

El clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo y se presentan con el Fenómeno del Niño en forma cíclica, que es un fenómeno climatológico del norte peruano tropical.

- Altitud : 2750 m.s.n.m
- Precipitación pluvial : 750 mm
- Humedad relativa : 75 %
- Temperatura Máxima : 22 °C
- Temperatura media anual : 15 °C
- Temperatura mínima : 3 °C

FUENTE: SENAMHI – CAJAMARCA (2017)

3.3. AVES, DIETAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Ciento sesenta pavos de engorde machos de la línea Hybrid Converter de 42 días de edad y con peso promedio de 2.41 ± 0.13 kg, fueron criados en la granja avícola experimental “Bella Unión” ubicado al costado del complejo deportivo Gran Qhapac Ñan en el Distrito y Provincia de Cajamarca. Alojados en un galpón dividido en 16 corrales, de una superficie de 8 m^2 cada uno, hasta los 91 días de edad. Cada pavo individualmente fue pesado al inicio del experimento. Los tratamientos consistieron en incluir en los piensos semilla de linaza adquirida de productores locales. La semilla de linaza no se sometió a ningún tratamiento, se mezcló entera y cruda en diferentes niveles: 0, 5, 10 y 15%. El pienso en forma de harina y agua de bebida fueron suministrados *ad libitum*. Las fórmulas alimenticias del pienso 1 y pienso 2 y sus contenidos nutricionales estimados se presentan en el Cuadro 1. Los 160 pavos fueron distribuidos en 4 tratamientos con 4 corrales por cada tratamiento, se consideró cada corral como una unidad experimental o repetición. Cada corral o repetición contenía 10 aves.

3.4. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO

El peso corporal e ingesta de alimento por corral fueron determinados en una balanza electrónica de plataforma marca TCS de 100 kg de capacidad y precisión de 10g. Los datos se registraron semanalmente. Se calculó la ganancia de peso promedio por cada fase alimenticia y la ganancia de peso durante todo el experimento. Del mismo modo se determinó la ingesta de alimento promedio por ave por cada fase alimenticia y por todo el periodo experimental. La conversión alimenticia fue determinada por la relación consumo de alimento/ganancia de peso.

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional de los piensos (base fresca) utilizados en el experimento de acuerdo a los diferentes niveles de semilla de linaza

	Pienso 1 (43-70días)				Pienso 2 (71-91 días)			
	0%	5%	10%	15%	0%	5%	10%	15%
Ingredientes, %								
Maíz amarillo	45.0	42.5	41.0	40.0	49.0	46.5	45	43
Polvillo de arroz	1.0	1.0	1.0	--	--	--	--	--
Torta de soya	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Soya, semilla molida	20.0	18.0	15.0	12.5	20.0	18.0	15.0	12.0
Linaza, semilla entera	--	5.0	10.0	15.0	--	5.0	10.0	15.0
Harina de pescado	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de soya	4.5	4.0	3.5	3.0	6.0	5.5	5.0	4.9
Carbonato de calcio	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Fosfato monodivalente	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5
Cloruro de sodio	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
DL-Metionina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L-Lisina HCl	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
Premezcla ¹	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05	--	--	--	--
Anticoccidial	0.05	0.05	0.05	0.05	--	--	--	--
Contenido nutricional								
Materia seca, %	89.05	89.11	89.13	89.13	89.99	89.05	89.07	89.15
Proteína cruda, %	23.02	23.19	23.08	23.06	20.18	20.35	20.23	20.17
Extracto etéreo, %	10.96	11.72	12.30	12.86	11.99	12.75	13.33	14.30
Fibra cruda, %	3.25	3.53	3.77	3.97	3.21	3.48	3.72	3.96
EM, Kcal/kg	3156	3142	3127	3116	3236	3221	3206	3210
Lisina, %	1.47	1.46	1.43	1.41	1.33	1.32	1.29	1.34
Metionina, %	0.57	0.58	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50
Ca, %	1.29	1.30	1.31	1.32	1.15	1.16	1.16	1.17
P disponible, %	0.61	0.61	0.61	0.61	0.56	0.56	0.56	0.56
Na, %	0.22	0.22	0.22	0.23	0.18	0.18	0.18	0.18

¹ Cada kg contiene: Vit. A 10 000 mil UI, Vit. D3 3 000 mil UI, Vit. E 12 000 UI, Vit. K3 2.5 g, tiamina 2 g, riboflavina 6 g, cianocobalamina 12 mg, ácido pantoténico 16 g, ácido fólico 21,5 g, niacina 120 mg, Mn 65 g, Zn 65 g, Fe 80 g, Cu 10 g, I 1 g, Se 200 mg. Producto comercializado como Proapack Pavos por Distribuidora Montana S.A. Perú.

3.5. CÁLCULO DE LOS PESOS RELATIVOS DE CARCASA, GRASA ABDOMINAL Y ÓRGANOS

A la edad de 91 días, 2 pavos por corral fueron elegidos al azar, aturdidos eléctricamente y sacrificados previo ayuno de 8 horas. La carcasa se pesó en la balanza electrónica de plataforma marca TCS de 100 kg de capacidad y precisión de 10g, corazón, hígado, molleja y grasa abdominal se pesaron en balanza de precisión marca KERN de

capacidad 2100 g y precisión de lectura 0.01g. Fue considerada como carcasa todo el cuerpo del animal desprovisto de plumas desde la cabeza, cuello, alas, patas, así como hígado, corazón y molleja lavada, teniendo en cuenta el criterio comercial que considera la carcasa del pavo navideño, al pavo entero con todas las partes que se indican. Los pesos relativos de carcasa, grasa abdominal y demás órganos fueron determinados en base al peso absoluto expresados en relación al peso vivo del ave (%); así se determinó el rendimiento de carcasa (RC) mediante la siguiente fórmula: $RC = (\text{peso de carcasa}/\text{peso vivo final}) \times 100$; grasa abdominal = $(\text{peso de la grasa abdominal de la carcasa}/\text{peso vivo final}) \times 100$; Molleja = $(\text{peso molleja}/\text{peso vivo final}) \times 100$; Hígado = $(\text{peso hígado}/\text{peso vivo final}) \times 100$.

3.6. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS

El análisis hematológico se realizó en el laboratorio de inmunología veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca. El último día evaluación experimental, se seleccionó un pavo por cada corral, se recolectaron muestras de sangre de cuatro pavos por tratamiento, mediante venopunción de la vena braquial en tubos Vacutainer de 5 ml que contienen EDTA. El análisis del número de glóbulos rojos ($10^3/\mu\text{L}$), la concentración de hemoglobina en sangre (g/dL) y el porcentaje de linfocitos se realizó utilizando el analizador de hematología laser Hemavet 950.

3.7. PRUEBAS SÉRICAS

A los 91 días de edad fueron sacrificados dieciséis pavos, cuatro por tratamiento. Se tomaron muestras de sangre de la arteria carótida y vena yugular de aproximadamente 10 ml por cada ave. El suero se preparó centrifugando la sangre a 3000 rpm durante 10 min y luego almacenado a -20°C . Para el análisis, las muestras fueron descongeladas y analizadas para triglicéridos y colesterol total utilizando kits de diagnóstico para análisis de suero (Sigma-Aldrich), cuyo procedimiento implica la hidrólisis enzimática por lipasa de los triglicéridos a glicerol y ácidos grasos libres. La concentración de colesterol total se determinó mediante ensayo enzimático acoplado.

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos del experimento se sometieron a análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar mediante el procedimiento GLM del System Analysis Statistic (SAS, 2003). Al detectarse un efecto significativo, las diferencias entre tratamientos se analizaron por prueba de rango múltiple de Duncan.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

La ganancia de peso en la fase alimenticia de 43 a 70 días no se vio influenciada por los tratamientos dietéticos, mientras que la ingesta de alimento en la fase de 43 a 70 días fue mayor en el tratamiento 0%, y en las fases de 71 a 91 días y durante todo el experimento fue mayor la ingesta de alimento en el tratamiento 5%. La mejor conversión alimenticia por fases y durante todo el experimento lo tuvieron las aves del tratamiento con 10% de linaza. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Efectos de diferentes niveles de linaza en la dieta sobre indicadores de crecimiento¹ en pavos de 43 a 91 días de edad.

	0%	5%	10%	15%	SEM	p
Fase de 43 a 70 días						
Ganancia de peso, kg	4.16	4.01	4.55	4.15	0.12	0.143
Ingesta de alimento, kg	9.25 ^a	8.93 ^b	8.91 ^b	8.82 ^c	0.09	0.003
Conversión alimenticia	2.25 ^a	2.25 ^a	1.98 ^c	2.13 ^b	0.06	0.008
Fase de 71 a 91 días						
Ganancia de peso, kg	3.78 ^b	4.34 ^a	4.61 ^a	3.84 ^b	0.20	0.016
Ingesta de alimento, kg	12.06 ^b	12.71 ^a	11.74 ^c	12.06 ^c	0.20	0.006
Conversión alimenticia	3.20 ^a	2.93 ^b	2.55 ^c	3.13 ^a	0.15	0.001
Fase de 43 a 91 días						
Ganancia de peso, kg	7.69 ^c	8.22 ^b	9.16 ^a	8.02 ^b	0.32	0.021
Ingesta de alimento, kg	21.30 ^b	21.62 ^a	20.66 ^d	20.91 ^c	0.21	0.005
Conversión alimenticia	2.77 ^a	2.63 ^b	2.25 ^c	2.61 ^b	0.11	0.003

¹Cada valor representa la media de 4 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 10 pavos machos SEM: Error estándar de la media.

^{a, b, c, d} Las medias dentro de una columna que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$) para los efectos del tratamiento y para los efectos principales.

En este estudio, encontramos que dietas conteniendo 5 y 10% de linaza producen mejor ganancia de peso que las dietas control y con 15% de linaza, en la fase de crecimiento (43 a 70 días); sin embargo el tratamiento con 10% de semilla de linaza supera a los demás tratamientos cuando se considera la ganancia de peso en todo el experimento (43 a 91 días), siendo los tratamiento 5 % y 15% superiores al control que no contiene semilla de linaza; lo cual de alguna manera concuerda con lo encontrado por Ferket et al., (2020) quienes obtuvieron mejor peso corporal en pavos Hybrid a las

12 semanas de edad al incluir en dietas a base de maíz y soya, aceites funcionales. La conversión alimenticia por fases y en todo el experimento fue mejor en el tratamiento con 10% de linaza. La semilla de linaza contiene aceite rico en PUFA n-3, principalmente ALA que podría mejorar la eficiencia alimenticia de los pavos de engorde, coincidente con Huo et al. (2019) quienes observaron mejores conversiones alimenticias con dietas que contenían 5% de aceite de linaza. También existe contraste de los resultados del presente experimento con los reportados por Ghazalah et al. (2008) quienes evaluaron diferentes ingredientes oleaginosos, no encontrando ningún efecto entre tratamientos en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia. El consumo de alimento es diferente entre tratamientos, observándose de manera general mayor consumo a medida que los niveles de semilla de linaza son mas altos (10 y 15%). Similar tendencia encontró Drazbo et al. (2019) al reemplazar en la dieta de pavos de engorde torta de soya por torta de semilla de colza. De lo cual podría deducirse que las ligeras diferencias en contenido de fibra cruda de las dietas producen cambios en el comportamiento ingestivo del pavo. En el presente estudio las dietas con mayor contenido de fibra fueron las que incluyeron mayores cantidades de semilla de linaza.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE CARCASA

El cuadro 3 resume los efectos de diferentes niveles de linaza dietética en pavos sobre el rendimiento de carcasa, pesos relativos de corazón, hígado, molleja y grasa abdominal, al momento del beneficio. Pavos alimentados con dietas control (0%) tuvieron el rendimiento de carcasa más alto ($p < 0.05$) seguidos de grupos alimentados con menor cantidad de linaza (5%) y finalmente de grupos de pavos que consumieron 10 y 15% de linaza. Pavos alimentados sin linaza tuvieron un peso de hígado más alto que los otros grupos; sin embargo, el nivel más elevado de linaza en la dieta (15%) redujo el peso de hígado. Del mismo modo el tratamiento con 15% de linaza redujo la grasa abdominal, aunque la molleja fue más pesada que la de los otros tratamientos.

Cuadro 3. Efectos de diferentes niveles de linaza en la dieta sobre rendimiento de carcasa (RC), pesos relativos de corazón, hígado, molleja y grasa abdominal de pavos de 91 días de edad¹.

	RC (%)	Corazón (%)	Hígado (%)	Molleja (%)	Grasa abdominal (%)
<i>Tratamientos</i>					
0%	86.74 ^a	0.36	1.77 ^a	1.59 ^b	1.10 ^a
5%	85.46 ^b	0.32	1.15 ^b	1.61 ^b	1.08 ^a
10%	84.14 ^c	0.35	1.18 ^b	1.67 ^b	1.05 ^b
15%	84.52 ^c	0.35	1.04 ^c	1.80 ^a	1.00 ^c
SEM	0.58	0.01	0.17	0.09	0.02
p	<0.001	0.083	<0.001	0.003	0.006

¹Cada valor representa la media de 4 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por 2 pavos machos SEM: Error estándar de la media.

^{a, b, c, d} Las medias dentro de una columna que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).

RC = (Peso de carcasa/Peso vivo final) x 100. Corazón (%) = (Peso corazón/Peso vivo final) x 100. Hígado (%) = (Peso hígado/Peso vivo final) x 100. Molleja (%) = (Peso molleja/Peso vivo final) x 100. Grasa abdominal (%) = (Peso de la grasa abdominal de la carcasa/Peso vivo final) x 100.

Los resultados de rendimiento de carcasa contrastan con los de Ibrahim et al. (2018), quienes demostraron que la inclusión de aceite de linaza en la dieta de pollos de engorde mejoró el peso de la carne en comparación con el grupo control. Las diferencias entre los resultados de la presente investigación y los del trabajo citado confirman efectos diferentes de la semilla entera de linaza y del aceite de linaza sobre el peso de la carcasa, debido posiblemente al contenido de compuestos fibrosos de la semilla. En el presente estudio las dietas control contenían 3.25 y 3.21% de fibra cruda, mientras que la dieta con 15% de linaza 3.97 y 3.96% (Cuadro 1) lo cual pudo afectar el peso relativo de la carcasa al incrementar al mismo tiempo el peso relativo de la molleja, que fue más elevado en las aves que consumieron piensos con mayor contenido de semilla de linaza. La reducción de la grasa abdominal fue más notoria en los grupos con mayor contenido de linaza (15%), seguido del tratamiento con 10% en la dieta, en comparación con los grupos 5% y control (0%). Es conocido que los ácidos grasos omega-3 están implicados en la supresión de genes lipogénicos en el hígado (Kaur y Sinclair, 2010), lo que explicaría el menor peso del hígado en los tratamientos con semilla de linaza y a medida que se añade más linaza a la dieta. El aceite de linaza contiene 54% de ALA y el de soja 7.3% (de Blas et al., 2019), lo cual genera amplias diferencias en el perfil lipídico de las dietas que contienen semilla de linaza y semilla de soja. Además, Ferrini et al. (2010) mostró que el aceite de

linaza reduce deposición de grasa abdominal al promover la β -oxidación de ácidos grasos, en lugar de suprimir la biosíntesis de ácidos grasos. Chen et al. (2012) encontró que la dieta enriquecida con PUFA n-3 mejoró la expresión del gen Lipin-1 que regula la formación de grasa abdominal.

4.3. PARÁMETROS SANGUÍNEOS

Los valores hematológicos y las concentraciones séricas de colesterol total y triglicéridos se muestran en el cuadro 4. No se encontraron diferencias estadísticas en los valores de células sanguíneas ($p > 0.05$) por efecto de los diferentes niveles de inclusión de semilla de linaza, pero si hubo diferencias en los metabolitos lipídicos por efecto de la semilla de linaza dietética.

Cuadro 4. Efectos de diferentes niveles de linaza en la dieta sobre hemoglobina, eritrocitos, linfocitos y colesterol total y triglicéridos séricos de pavos de 91 días de edad¹.

	Hemoglobina (g/dl)	Eritrocitos (10 ³ / μ L)	Linfocitos (%)	Colesterol total (mg/dl)	Triglicéridos (mg/dl)
<i>Tratamientos</i>					
0%	15.38	3334	30.29	83.88 ^a	79.26 ^a
5%	15.13	3326	30.41	83.19 ^b	72.41 ^b
10%	14.96	3303	30.22	83.05 ^b	68.41 ^b
15%	14.86	3297	29.59	82.69 ^c	67.33 ^b
SEM	0.11	8.74	0.18	0.17	2.70
P	0.519	0.597	0.096	0.074	0.003

¹Cada valor representa la media de 4 repeticiones. Cada repetición estuvo conformada por 1 pavo macho SEM: Error estándar de la media.

^{a, b, c, d} Las medias dentro de una columna que no comparten igual superíndice difieren significativamente ($p < 0.05$).

Se determinaron algunos valores hematológicos en el presente estudio al existir información sobre una prominente interacción entre ácidos grasos, hemoglobina y eritrocitos. Los ácidos grasos de la membrana plasmática de los eritrocitos del pavo pueden ser 46.41% ácidos saturados, 28.22% ácido oleico, 11.7% ácido linoleico, 0.22% ácido araquidónico y 20.08% PUFA total; además dentro de su membrana los eritrocitos contienen hemoglobina que previene la oxidación lipídica a ese nivel (Pérez et al., 2019). En el presente estudio no se encontraron efectos de los diferentes niveles de semilla de linaza sobre valores de hemoglobina y eritrocitos, lo cual podría tener mayor importancia en la fase *post mortem* de los pavos por la hemólisis que se produce y consecuente oxidación lipídica

a nivel muscular (Kopec et al., 2016); datos no evaluados en la presente investigación. En cuanto al papel de los linfocitos, se debe considerar que los ácidos grasos regulan tanto respuestas inmunes adaptativas, así como innatas, la adición de PUFA n-3 o n-6 puede modular la función inmune al disminuir la activación de los linfocitos T sanguíneos (Huo et al., 2019; Jang et al., 2013). Aunque en el presente estudio no se determinaron tipos de linfocitos, sino el total en relación a los leucocitos, sin encontrarse diferencias entre los porcentajes de linfocitos por efecto de la inclusión dietética de semilla de linaza, rica en PUFA n-3.

Por otro lado, se encontró que el aumento de los niveles de semilla de linaza dietética fue acompañado por disminución del colesterol total y concentración de triglicéridos en suero, posiblemente por el aumento del nivel de PUFA n-3 en la dieta del pavo que incluyó semilla de linaza. Los presentes resultados están de acuerdo con Mendoza-Ordoñez et al. (2020) quienes encontraron que el aceite esencial de orégano disminuyó los triglicéridos en suero de pavos de engorde, mas no el colesterol total; a diferencia de Ibrahim et al. (2018) y Saleh et al. (2009) quienes informaron que el aumento de los ácidos grasos omega-3 en la dieta de los pollos de engorde redujo los triglicéridos y el colesterol en plasma. Del mismo modo Zhai et al. (2019) determinó menores concentraciones séricas de colesterol y triglicéridos en patos con dietas que incluyeron torta de semilla de linaza fermentada y sin fermentar, en relación a las dietas a base de torta de soya. Este efecto en los pavos del presente estudio podría haberse causado por la lipogénesis *de novo* antes que por biosíntesis de colesterol (Lee et al., 2003). También esta reducción puede estar relacionado con el papel de los ácidos grasos omega-3 en la supresión de síntesis de triglicéridos y apolipoproteínas B, mayor eliminación de lipoproteínas de muy baja densidad por tejidos periféricos del hígado y mayor excreción de bilis a través de las heces (Ibrahim et al., 2018). El-Katcha et al. (2014) encontraron que las concentraciones de colesterol en suero y músculo tienen una correlación alta, al disminuir el colesterol en carne de pechuga y muslo de pollos de engorde alimentados con aceite de linaza. Estos

hallazgos podrían ser de mucha importancia en la producción de carne de pavo funcional, en la que se prioriza la formación de tejido muscular en pechuga y muslo con bajo contenido de colesterol.

CAPITULO V

1. CONCLUSIONES

- Se evaluó los efectos de la semilla de linaza en la dieta (0, 5, 10, y 15%), donde obtuvimos que la inclusión de 10% de semilla entera de linaza sin tratamiento térmico en la dieta del pavo de engorde de 43 a 91 días de edad produce mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia que los demás tratamientos en estudio.
- Se determinó que el rendimiento de carcasa disminuye con 15% de linaza en la dieta del pavo; sin embargo, la carcasa tiene menor acumulación de grasa abdominal en relación con los niveles de semillas de linaza de 0, 5 y 10%.
- Hemos determinado metabolitos lipídicos, donde obtuvimos que el tratamiento con 15% de linaza en la dieta reduce el colesterol sérico del pavo de engorde y la inclusión de semilla de linaza en cualquier nivel (5 a 15%) puede reducir triglicéridos séricos en el pavo.

2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en siguientes investigaciones incluir 10% de semilla entera de linaza sin tratamiento térmico en la dieta del pavo de engorde de 43 a 91 días de edad porque los pavos con este tratamiento han generado mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia.
- No Recomendamos la utilización de 15% de semilla de linaza en la dieta, porque el rendimiento de carcasa disminuye, además recomiendo en próximas investigaciones determinar el perfil de ácidos grasos de la carne de pavos alimentados con semilla de linaza, que permitirá establecer algunos indicadores de salud cardiovascular en la carne, de gran utilidad para el consumidor.
- Recomendamos consumir carne de pavo alimentado con cualquier nivel de linaza (5 a 15%) ya que es una carne con bajo contenido de colesterol sérico y triglicéridos además contiene menor acumulación de grasa abdominal.

BIBLOGRAFÍA

1. Aguillón-Páez Y, Romero LA, Diaz GJ. 2020. Effect of full-fat sunflower or flaxseed seeds dietary inclusion on performance, egg yolk fatty acid profile and egg quality in laying hens. *Journal Animal Nutrition* 6: 179-184. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.12.005>.
2. Alzueta, C., M. L. Rodriguez, M. T. Cutuli, A. Rebole, L. T. Ortiz, C. Centeno, and J. Trevino. 2003. Effect of whole and demucilaged linseed in broiler chicken diets on digesta viscosity, nutrient utilization and intestinal microflora. *Br. Poult. Sci.* 44:67-74.
3. Austria J, Richard M, Chahine, M. 2008. Bioavailability of alphanolenic acid in subjects after ingestion of there different forms of flaxseed. *J Am Coll Nutr*, 2: 214-221.
4. Babu U, Wiesenfeld P. 2003. Nutritional and Hematological Effects of Flaxseed. *Champaign, Illinois AOCS Press*, pág: 150-173.
5. Baiao N, Lara J, Poult J. 2005. Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian J Poult. Sci*, 7: 129-141.
6. Bazinetm R, Layé S. 2014. Ácidos Grasos Poliinsaturados y sus Metabolitos en la función y enfermedad del cerebro. *Revista Nacional de Neurociencia*, 15: 771-785.
7. Burgos, C. 2020. Perú: mayor consumidor de pollo en Latinoamérica en 2019. Industria avícola. Disponible en: <https://www.industriaavicola.net/empresas-lideres/peru-mayor-consumidor-de-pollo-en-latinoamerica-en-2019/>
8. Chavarr E, Mawof A, Mantilla J, Mantilla JC, Paredes M, Mustafa A. 2020. Feeding flaxseed to guinea pigs (*Cavia porcellus*) under northern Peruvian condition: II. Effects on performance and apparent total tract nutrient digestibility. *EC Veterinary Science* 5.8: 147-154.
9. Chen W, Wang JP, Huang YQ. 2012. Effects of dietary n-6: n-3 polyunsaturated fatty acid ratio on cardiac antioxidative status, T-cell and cytokine mRNA expression in the thymus, and blood T lymphocyte subsets of broilers. *Livest Sci* 150(1):114e20. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.08.008>.
10. Crespo N, García E. 2002. Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher de novo fatty acid synthesis in broiler chickens. *Poult. Sci*, 81: 1555-1562.
11. Cuenca J. 2007. Producción de Pavos. *Revista Zootecnica - La Molina Perú*, 30p.
12. de Blas C, García-Rebollar P, Gorrachategui M, Mateos GG. 2019. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 4ª edición. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 604 pp.
13. Díaz, G. 2019. Breve perspectiva de la industria del huevo en Latinoamérica. *aviNews A. Latina*, Jun:5. Disponible en: <https://avicultura.info/download/editorial-huevo-avinews-latam.pdf>.
14. Domenichiello A, Kitson P, Bazinet P. 2015. Is decosahexaenoic acid synthesis from a linolenic acid sufficient to supply the adult brain? *Prog Lipid Res*, 59: 54-66.
15. Drazbo A, Kozłowski K, Ognik K, Zaworska A, Jankowski J. 2019. The effect of raw and fermented rapeseed cake on growth performance, carcass traits, and breast meat quality in turkey. *Poultry Science* 98:6161-6169. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez322>.
16. Dubois V, Breton S, Linder M, Fanni J, Parmentier, M. 2007. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur J Lipid Sci Technol*, 7: 710-732.
17. Egena SSA, Ocheme OB. 2008. Effect of hydrocyanic acid intake on sensory properties of broiler meat. *Pak. Journal of Nutrition* 7:191-193.
18. El-Katcha MI, El-Kholly ME, Soltan MA, El-Gayar AH. 2014. Effect of dietary omega-3 to omega-6 ratio on growth performance, immune response, carcass traits and meat fatty acids profile of broiler chickens. *J Poult Sci* 2(2):71-94.

19. Ferket PR, Malheiros RD, Moraes VMB, Ayoola AA, Barasch I, Toomerz OT, Torrent J. 2020. Effects of functional oils on the growth, carcass and meat characteristics, and intestinal morphology of commercial turkey toms. *J Poult Sci* 99:3752 - 3760. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.050>.
20. Ferrini G, Manzanilla EG, Menoyo D, Esteve-Garcia E, Baucells MD, Barroeta AC. 2010. Effects of dietary n-3 fatty acids in fat metabolism and thyroid hormone levels when compared to dietary saturated fatty acids in chickens. *Livest Sci* 131(2): 287- 291. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.03.017>.
21. Ghazalah AA, Abd-Elsamee MO, Ali AM. 2008. Influence of Dietary Energy and Poultry Fat on the Response of Broiler Chicks to Heat Therm. *Int J Poult Sci*: 7(4): 355-359. <https://dx.doi.org/10.3923/ijps.2008.355.359>.
22. Giacomino S, Peñas E, Ferreyra V, Pellegrino N, Fournier M, Carrión MO, Frias J. 2013. Extruded flaxseed meal enhances the nutritional quality of cereal-based products. *Plant Foods Hum. Nutr.* 68:131-136.
23. Gonthier C, Mustafa A, Berthiaume R, Petit H, Martineau R, Ouellet D. (2004). Efectos de la alimentación con semillas de lino micronizadas y estruidas sobre la fermentación ruminal y la utilización de nutrientes por las vacas lecheras. *Revista de Ciencia Láctea*, 87: 1854- 1863.
24. Guerrero, T. 2018. Efecto del mucílago y harina de *Linum usitatissimum* “linaza” en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo. Tesis Ingeniero Alimentario. Universidad Nacional Federico Villareal. Perú. 254 pp. <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2267/Guerrero%20Ramirez%20Tatiana%20Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
25. Hansen A, Savage J, Redlinger K, Traub-Dargatz L. 2002. Effects of dietary flaxseed oil supplementation on equine plasma fatty acid concentrations and whole blood platelet aggregation. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 4: 457- 463.
26. Holstege CP, Forrester JD, Borek HA, Lawrence DT. 2010. A case of cyanide poisoning and the use of arterial blood gas analysis to direct therapy. *Hosp. Pract.* 38:69-74.
27. Huo W, Li M, Wang J, Wang Z, Huang Y, Chen W. 2019. Effects of dietary lipid sources on growth performance, nutrient digestibility, blood T lymphocyte subsets, and cardiac antioxidant status of broilers. *Journal Animal Nutrition* 5: 68-73. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.004>.
28. Ibrahim D, El-Sayed R, Khater SI, Said EN, El-Mandrawy SAM. 2018. Changing dietary n-6: n-3 ratio using different oil sources affects performance, behavior, cytokines mRNA expression and meat fatty acid profile of broiler chickens. *Journal* 4: 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.08.003>.
29. Jang HY, Lim K, Lee SM, Park BH. 2014. Effects of n-3 PUFA on the CD4⁺ type 2 helper T-cell-mediated immune responses in Fat-1 mice. *Mol Nutr. Food Research* 58(2): 365-375. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201300194>.
30. Kaur G, Sinclair AJ. 2010. Regulation of gene expression in brain and liver by marine n-3 polyunsaturated fatty acids. *Prog Nutr* 12(1): 24-28.
31. Koo, W. 2021. Soya Grano. Perú Importación 2020. Agrodata Perú. Disponible en: <https://www.agrodataperu.com/2021/02/soya-grano-peru-importacion-2020-diciembre.html>.
32. Kopec W, Wiliczekiewicz A, Jamroz D, Biazik E, Pudlo A, Hikawczuk T, Skiba T, Korzeniowska M. 2016. Antioxidant status of turkey breast meat and blood after feeding a diet enriched with histidine. *Poult. Sci.* 95:53-61. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev311>.
33. Lázaro G, Mateos G, Latorre M. 2002. Nutrición y Alimentación del Pavo de Engorde. *XII Curso de Especialización FEDNA. Barcelona España*.

34. Lee KW, Everts H, Kappert HJ, Yeom KH, Beynem AC. 2003. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research* 12: 394-399.
35. Lenzi N, Fernandes J, Silva G. 2008, diciembre. Efecto de la semilla de linaza (*Linum Usitatissimum*). *Rev Chil Nutr*, 35, 1-9.
36. Maynard A, Loosli J, Leonard J. 1981. *Nutrición Animal*. México: México: McGraw-Hill. Retrieved from http://181.176.223.4/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=9501#.YM85qGhKjIU
37. Mendoza-Ordoñez G, Caceda-Gallardo L, Loyaga-Cortéz B, Ybañez-Julca R, Gonzales-Nonato D, Asunción-Alvarez D. 2020. Oregano essential oil supplementation improves productive performance, oxidative stability, and lipid parameters in turkeys. *Scientia Agropecuaria* 11(2): 187 – 193.
38. Morales M. 2017. Reemplazo del aceite de soya por manteca de cerdo en las dietas de crecimiento y acabado del pavo de engorde. *Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista . Universidad Nacional de Cajamarca*, 100pp.
39. Morris D. 2007. *Efectos en la salud y nutrición*. Canadá: Flax. Council of Canada.
40. Murase T, Ioki M, Tokimitsu I. 2005. supplementation with alpha-linolenic acid rich diacylglycerol suppresses fatty liver formation accompanied by an upregulation of beta-oxidation in Zucker fatty rats. *Biochimica et Biophysica*, pag: 224-231.
41. Mustafa A, Chavarr E, Mantilla J, Mantilla JC, Paredes M. 2019. Effects of feeding flaxseed on performance, carcass trait, and meat fatty acid composition of Guinea pigs (*Cavia porcellus*) under northern Peruvian condition. *Trop Anim Health Prod* 51: 2611-2617. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01977-0>.
42. Olukosi OA, Walker RL, Houdijk JGM. 2019. Evaluation of the nutritive value of legume alternatives to soybean meal for broiler chickens. *Journal Poultry Science* 98:5778–5788. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez374>.
43. Oomah B, Mazza G. 2000. Fractionation of Flaxseed with a Bach Dhuller. *Ind: Crops Prod*, 9:19-27.
44. Panaite T, Ropota M, Turcu R, Olteanu M, Corbu AR, Nour V. 2017. Flaxseeds: nutritional potential and bioactive compounds. *Food Sci. Technol. Bull.* 74:65-73.
45. Paredes M, Mantilla J, mustafá A. 2019. Efectos de la alimentación con semillas de lino sobre el rendimiento, el rasgo de la canal y la composición. (u. N. Cajamarca, Ed.) *Producción y Sanidad Animal Tropical*.
46. Pekel AY, Patterson PH, Hulet RM, Acar N, Cravener TL, Dowler DB, Hunter JM. 2009. Dietary camelina meal versus flaxseed with and without supplemental copper for broiler chickens: Live performance and processing yield. *Journal Poultry Science* 88 :2392–2398 doi:10.3382/ps.2009-00051.
47. Perez DM, Tatiyaborworntham N, Sifri M, Richards MP. 2019. Hemolysis, tocopherol, and lipid oxidation in erythrocytes and muscle tissue in chickens, ducks, and turkeys. *Poultry Science* 98:456-463. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey329>.
48. Pitchford P. 2007. *Tradiciones Asiáticas y nutrición moderna* . North Atlantic Books.
49. Prozorovskaia N, Rusina F, Lupinovich, L. 2003. Antioxidant activity of flaxseed oil . *Vopr Pitan* , 2: 13-17.
50. Saleh H, Rahimi S, Karimi Torshizi MA. 2009. The effect of a diet that contained fish oil on performance, serum parameters, the immune system and the fatty acid composition of meat in broilers. *Int J Vet Res* 3(2):69-75.

51. Segarpa M. 2014. Rica y Saludable la carne del pavo Mejicano. *Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentacion*.
52. Sell L, Owings J. 1984. Nutrition and feeding of fattening turkeys. *Poultry Sci*, 63: 1184- 1189. Retrieved from http://www.ucv.vt.edu/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentaci%C3%B3n_de_Pavos.pdf
53. Shin D, Narciso-Gaytán C, Park JH, Smith SB, Sánchez-Plata MX, Ruiz-Feria CA. 2011. Dietary combination effects of conjugated linoleic acid and flaxseed or fish oil on the concentration of linoleic and arachidonic acid in poultry meat. *Journal Poultry Science* 90: 1340-1347. doi: 10.3382/ps.2010-01167.
54. Slominski BA, Meng X, Campbell LD, Guenter W, Jones O. 2006. The Use of Enzyme Technology for Improved Energy Utilization from Full-Fat Oilseeds. Part II: Flaxseed. *Poultry Science* 85:1031-1037.
55. Senamhi 2017. Cajamarca. disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=pronostico-detalle>
56. Thanabalan A, Moats J, Kiarie EG. 2020. Effects of feeding broiler breeder hens a coextruded full-fat flaxseed and pulses mixture without or with multienzyme supplement. *Poultry Science* 99:2616–2623. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.062>.
57. Turner T, Mapiye C, Aalhus J, Beaulieu A, Patience J, Zijlstra R, Dugan M. (2014). Carne de cerdo alimentada con linaza enriquecimiento de ácidos grasos n-3 y contribución a las recomendaciones dietéticas. *Ciencia de la Carne*, 96: 541-547.
58. Valenzuela R, Tapia G, Gonzáles M. (2011, Septiembre). Ácidos Grasos Omega-3 (EPA y DHA). *Rev Chil Nutr*, 38, 356-367.
59. Vijaimohan K, Mallika J, Sabitha E, Subramaniyam S, Anandhan C, Shyamala D. (2006). Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats. *Life Sciences* , 5: 448-454.
60. Wang J, Yue H, Wu S, Zhang H, Qi G. 2017. Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers. *Journal Animal Nutrition* 3: 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.03.001>.
61. Wiesenborn D, Tostensón K, Kangas N. 2003. Continuous abrasive method for mechanically fractionating flaxseed oil chem. *J. Am. Oil Chem. Soc*, 80: 295-300.
62. Wiesenfeld W, Babu U, Collins T, Sparndo R, donell W, Flynn J, Olejnik N. (2003). *Flaxseed increased a-linoleic acid and eicosapentaenoic acid and decreased*
63. Zhai SS, Zhou T, Li MM, Zhu YW, Li MC, Feng PS, Zhang XF, Ye H, Wang WC, Yang L. 2019. Fermentation of flaxseed cake increases its nutritional value and utilization in ducklings. *Journal Poultry Science* 98:5636–5647. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez326>.

ANEXOS

ANEXO 1. PESOS INICIALES (Kg)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	2.50	2.20	2.30	2.70
2	2.60	2.30	2.30	2.30
3	2.20	2.50	2.50	2.40
4	2.43	2.33	2.37	2.40

ANEXO 2. ANAVA PESOS INICIALES

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.0363688	0.0121229	0.5818418	3.49
Error	12	0.250025	0.0208354		
Total	15	0.2863938			

CV 6.0253497

R² 0.90

ANEXO 3. PESOS A LA SEMANA 7

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	3.22	2.94	3.50	2.98
2	3.28	3.16	3.14	3.00
3	3.06	3.42	3.48	3.60
4	3.19	3.17	3.37	3.19

ANEXO 4. ANAVA PESOS SEMANA 7

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.1078667	0.0359556	0.9151584	3.49
Error	12	0.4714667	0.0392889		
Total	15	0.5793333			

CV 6.1334992
R² 0.90

ANEXO 5. ANAVA PESOS SEMANA 8

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	4.3	3.88	4.18	4.10
2	4.1	4.26	4.70	4.06
3	4.34	4.44	4.70	4.70
4	4.25	4.19	4.53	4.29

ANEXO 6. ANAVA PESOS SEMANA 8

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.2602667	0.0867556	1.6424064	3.49
Error	12	0.6338667	0.0528222		
Total	15	0.8941333			

CV 5.3283815
R² 0.90

ANEXO 7. PESOS SEMANA 9

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	5.54	4.80	5.98	6.02
2	5.4	5.44	6.04	5.24
3	5.24	5.58	5.30	5.30
4	5.39	5.27	5.77	5.52

ANEXO 8. ANAVA PESOS SEMANA 9

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.5498667	0.1832889	1.9893874	3.49
Error	12	1.1056	0.0921333		
Total	15	1.6554667			

CV 5.5288658
R² 0.90

ANEXO 9. PESOS SEMANA 10

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	6.48	5.80	7.18	7.34
2	6.78	6.80	7.16	6.48
3	6.52	6.42	6.40	6.04
4	6.59	6.34	6.91	6.62

ANEXO 10. ANAVA DE PESOS SEMANA 10

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.6604444	0.2201481	1.4415988	3.49
Error	12	1.8325333	0.1527111		
Total	15	2.4929778			

CV 5.9060356
R² 0.90

ANEXO 11. GANANCIAS DE PESO EN FASE DE CRECIMIENTO

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	3.98	3.60	4.88	4.64
2	4.18	4.50	4.86	4.18
3	4.32	3.92	3.90	3.64
4	4.16	4.01	4.55	4.15
TOTAL	16.64	16.03	18.19	16.61
MEDIA	4.16	4.01	4.55	4.15

ANEXO 12. ANAVA PESOS FASE CRECIMIENTO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.6408889	0.2136296	1.5990242	3.49
Error	12	1.6032	0.1336		
Total	15	2.2440889			

CV 8.6683005
R² 0.90

ANEXO 13. PESOS SEMANA 11

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	7.3	6.9	9.02	7.88
2	7.74	8.24	7.74	8.82
3	8.08	7.98	8.52	6.74
4	7.7066667	7.7066667	8.4266667	7.8133333

ANEXO 14. ANAVA PESOS SEMANA 11

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	1.4357333	0.4785778	1.3300395	3.49
Error	12	4.3178667	0.3598222		
Total	15	5.7536			

CV 9.3729105

R² 0.90

ANEXO 15. PESOS SEMANA 12

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	9.14	8.12	10.8	9.38
2	9.52	9.68	9.8	7.72
3	8.98	9.5	9.34	10.48
4	9.2133333	9.1	9.98	9.1933333

ANEXO 16. PESOS SEMANA 12

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	2.0029778	0.6676593	1.2164818	3.49
Error	12	6.5861333	0.5488444		
Total	15	8.5891111			

CV 9.7748527

R²0.90

ANEXO 17. PESOS SEMANA 13

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	10.66	9.5	10.68	10.7
2	10.66	10.8	11.5	8.85
3	9.05	11.35	12.4	11.9
4	10.123333	10.55	11.526667	10.483333

ANEXO 18. ANAVA PESOS SEMANA 13

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	4.3278556	1.4426185	1.7782663	3.49
Error	12	9.735	0.81125		
Total	15	14.062856			

CV 10.404499

R^2 0.90

ANEXO 19. GANANCIAS DE PESO- FINALIZACIÓN

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	4.18	4.21	4.6	3.36
2	3.88	4	4.34	3.9
3	3.53	4.93	4.89	4.25
4	3.53	4.21	4.6133333	3.8633333
TOTAL	15.12	17.35	18.44	15.37
MEDIA	3.78	4.34	4.61	3.84

ANEXO 20. ANAVA GANANCIAS DE PESO-FINALIZACIÓN

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	1.9130694	0.6376898	5.6831582	3.49
Error	12	1.3464833	0.1122069		
Total	15	3.2595528			

CV 9.8690164

R² 0.90

ANEXO 21. GANANCIAS DE PESO TODO EL EXPERIMENTO

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	8.16	7.3	8.38	8
2	8.06	8.5	9.2	8.03
3	6.85	8.85	9.9	8.02
4	7.69	8.2166667	9.16	8.0166667
TOTAL	30.76	32.87	36.64	32.07
MEDIA	7.69	8.22	9.16	8.02

ANEXO 22. ANAVA GANANCIAS DE PESO TODO EL EXPERIMENTO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	4.7820778	1.5940259	5.3986992	3.49
Error	12	3.5431333	0.2952611		
Total	15	8.3252111			

CV 8.0585152

R^2 0.90

ANEXO 23. CONSUMO DE ALIMENTO-CRECIMIENTO

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	9.26	8.93	8.91	8.83
2	9.2	8.91	8.95	8.8
3	9.3	8.95	8.92	8.81
4	9.24	8.94	8.86	8.85
TOTAL	37.00	35.73	35.64	35.29
MEDIA	9.25	8.93	8.91	8.82

ANEXO 24. ANAVA CONSUMO DE ALIMENTO- CRECIMIENTO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.419425	0.1398083	142.78298	3.49
Error	12	0.01175	0.0009792		
Total	15	0.431175			
		CV	0.4333787		

$R^2 0.68$

ANEXO 25. CONSUMO DE ALIMENTO – FINALIZACIÓN

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	12.07	12.7	11.74	12.07
2	12.27	12.8	11.94	12.47
3	11.85	12.61	11.55	11.65
4	12.03	12.72	11.73	12.03
TOTAL	48.22	50.83	46.96	48.22
MEDIA	12.06	12.71	11.74	12.06

ANEXO 26. ANAVA CONSUMO DE ALIMENTO- FINALIZACIÓN

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	1.9860188	0.6620063	15.257262	3.49
Error	12	0.520675	0.0433896		
Total	15	2.5066938			

CV 2.1270761

R²0.70

ANEXO 27. CONSUMO DE ALIMENTO- GENERAL

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	21.33	21.63	20.65	20.89
2	21.64	21.91	20.6	20.99
3	20.94	21.37	20.78	21.15
4	21.28	21.58	20.59	20.62
TOTAL	85.19	86.49	82.62	83.65
MEDIA	21.30	21.62	20.66	20.91

ANEXO 28. ANAVA DE CONSUMO DE ALIMENTO – GENERAL

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	2.1731187	0.7243729	15.354339	3.49
Error	12	0.566125	0.0471771		
Total	15	2.7392438			
		CV	1.2789722		

R²0.70

ANEXO 29. CONVERSIÓN ALIMENTICIA- FINALIZACIÓN

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	3.19	2.93	2.55	3.14
2	3.23	2.96	2.57	3.19
3	3.17	2.92	2.56	3.3
4	3.2	2.89	2.52	2.9
TOTAL	12.79	11.70	10.20	12.53
MEDIA	3.20	2.93	2.55	3.13

ANEXO 30. ANAVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA – FINALIZACIÓN

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	1.020725	0.3402417	44.74411	3.49
Error	12	0.09125	0.0076042		
Total	15	1.111975			
		CV	3.6043807		

$R^2 0.82$

ANEXO 31. CONVERSIÓN ALIMENTICIA- CRECIMIENTO

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	2.23	2.23	1.96	2.13
2	2.35	2.18	2.08	2.18
3	2.16	2.36	1.95	2.09
4	2.24	2.21	1.93	2.12
TOTAL	8.98	8.98	7.92	8.52
MEDIA	2.25	2.25	1.98	2.13

ANEXO 32. ANAVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA – CRECIMIENTO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.1894	0.0631333	13.67509	3.49
Error	12	0.0554	0.0046167		
Total	15	0.2448			
		CV	3.8934749		

R²0.85

ANEXO 33. CONVERSIÓN ALIMENTICIA- GENERAL

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	2.77	2.63	2.25	2.61
2	2.8	2.71	2.23	2.8
3	2.76	2.58	2.3	2.43
4	2.76	2.61	2.22	2.6
TOTAL	11.09	10.53	9.00	10.44
MEDIA	2.77	2.63	2.25	2.61

ANEXO 34. ANAVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA – GENERAL

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.595425	0.198475	28.781873	3.49
Error	12	0.08275	0.0068958		
Total	15	0.678175			
		CV	3.9589585		

$R^2 0.85$

ANEXO 35. RENDIMIENTO DE CARCASA (%)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	86.8	85.46	84.11	84.52
2	86.78	85.91	84.12	84.54
3	86.41	85.34	84.31	84.67
4	86.95	85.14	84.01	84.36
TOTAL	346.94	341.85	336.55	338.09
MEDIA	86.74	85.46	84.14	84.52

ANEXO 36. ANAVA DE RENDIMIENTO DE CARCASA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	16.048869	5.3496229	112.04865	3.49
Error	12	0.572925	0.0477437		
Total	15	16.621794			

CV 0.3194364
R² 0.88

ANEXO 37. PESO RELATIVO DE CORAZON (%)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	0.36	0.32	0.36	0.35
2	0.38	0.33	0.38	0.32
3	0.35	0.32	0.34	0.38
4	0.33	0.31	0.32	0.35
TOTAL	1.42	1.28	1.40	1.40
MEDIA	0.36	0.32	0.35	0.35

ANEXO 38. ANAVA DE PESO RELATIVO DE CORAZÓN

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.003075	0.001025	2.3207547	3.49
Error	12	0.0053	0.0004417		
Total	15	0.008375			

CV 7.5541873
 R² 0.62

ANEXO 39. PESO RELATIVO DEL HÍGADO (%)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	1.8	1.13	1.15	1.04
2	1.79	1.15	1.2	1.08
3	1.92	1.2	1.18	1
4	1.57	1.1	1.17	1.03
TOTAL	7.08	4.58	4.70	4.15
MEDIA	1.77	1.15	1.18	1.04

ANEXO 40. ANAVA PESO RELATIVO DEL HÍGADO

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	1.3125688	0.4375229	71.26264	3.49
Error	12	0.073675	0.0061396		
Total	15	1.3862438			

CV 7.1777415
R² 0.61

ANEXO 41. PESO RELATIVO DE GRASA ABDOMINAL (%)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	1.11	1.09	1.05	0.99
2	1.14	1.05	1.04	1
3	1.05	1.06	1.05	1.02
4	1.1	1.13	1.06	1
TOTAL	4.40	4.33	4.20	4.01
MEDIA	1.10	1.08	1.05	1.00

ANEXO 42. ANAVA DE GRASA ABDOMINAL

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.022025	0.0073417	10.068571	3.49
Error	12	0.00875	0.0007292		
Total	15	0.030775			

CV 3.1561577
R² 0.48

ANEXO 43. PESO RELATIVO DE LA MOLLEJA (%)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	1.58	1.61	1.68	1.8
2	1.55	1.65	1.8	1.8
3	1.62	1.6	1.6	1.8
4	1.6	1.58	1.6	1.79
TOTAL	6.35	6.44	6.68	7.19
MEDIA	1.59	1.61	1.67	1.80

ANEXO 44. ANAVA PESO RELATIVO DE LA MOLLEJA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.106425	0.035475	13.241058	3.49
Error	12	0.03215	0.0026792		
Total	15	0.138575			

CV 3.8289195

R^2 0.75

ANEXO 45. HEMOGLOBINA

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	15.45	14.89	13.81	13.25
2	16.21	13.76	15.62	14.78
3	14.83	16.54	15.45	16.31
4	15.04	15.32	14.96	15.09
TOTAL	61.53	60.51	59.84	59.43
MEDIA	15.38	15.13	14.96	14.86

ANEXO 46. ANAVA – HEMOGLOBINA

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	0.6306187	0.2102062	0.21336	3.49
Error	12	11.822625	0.9852187		
Total	15	12.453244			

CV 8.1954696
 R² 0.85

ANEXO 47. ERITROCITOS

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	3318	3346	3265	3354
2	3345	3236	3393	3236
3	3273	3402	3272	3248
4	3398	3321	3284	3351
TOTAL	13334.00	13305.00	13214.00	13189.00
MEDIA	3333.50	3326.25	3303.50	3297.25

ANEXO 48. ANAVA – ERITROCITOS

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	3318	3346	3265	3354
2	3345	3236	3393	3236
3	3273	3402	3272	3248
4	3398	3321	3284	3351
TOTAL	13334.00	13305.00	13214.00	13189.00
MEDIA	3333.50	3326.25	3303.50	3297.25

$R^2 0.60$

ANEXO 49. ERITROCITOS

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	3318	3346	3265	3354
2	3345	3236	3393	3236
3	3273	3402	3272	3248
4	3398	3321	3284	3351
TOTAL	13334.00	13305.00	13214.00	13189.00
MEDIA	3333.50	3326.25	3303.50	3297.25

ANEXO 50. ANAVA – ERITROCITOS

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	3664.25	1221.4167	0.321105	3.49
Error	12	45645.5	3803.7917		
Total	15	49309.75			

CV 2.3224509
 R² 0.54

ANEXO 51. LINFOCITOS (%)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	30.27	31.53	29.84	30.05
2	30.48	29.83	30.59	29.05
3	29.81	29.91	30.71	28.79
4	30.61	30.35	29.75	30.46
TOTAL	121.17	121.62	120.89	118.35
MEDIA	30.29	30.41	30.22	29.59

ANEXO 52. ANAVA – LINFOCITOS

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	1.6194188	0.5398063	1.3339734	3.49
Error	12	4.855925	0.4046604		
Total	15	6.4753438			

CV 2.6313547
R² 0.90

ANEXO 53. COLESTEROL TOTAL (mg/dl)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	84.19	83.27	82.64	82.39
2	84.39	83.52	82.74	83.04
3	84.27	83.14	83.54	82.91
4	82.65	82.84	83.27	82.42
TOTAL	335.50	332.77	332.19	330.76
MEDIA	83.88	83.19	83.05	82.69

ANEXO 54. ANAVA COLESTEROL TOTAL

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	2.956125	0.985375	3.7563734	3.49
Error	12	3.14785	0.2623208		
Total	15	6.103975			

CV 0.7683328
R² 0.67

ANEXO 55. TRIGLICÉRIDOS (mg/dl)

Repeticiones	0%	5%	10%	15%
1	79.45	75.43	72.41	65.42
2	81.29	71.29	67.48	68.92
3	78.03	72.73	67.37	67.62
4	78.27	70.18	66.39	67.36
TOTAL	317.04	289.63	273.65	269.32
MEDIA	79.26	72.41	68.41	67.33

ANEXO 56. ANAVA TRIGLICÉRIDOS

FV	GL	SC	CM	Fcalc	F0.05
Tratamientos	3	349.86275	116.62092	27.773415	3.49
Error	12	50.38815	4.1990125		
Total	15	400.2509			

CV 3.499116
R² 0.67