



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

**“Efecto de la suplementación de L-carnitina sobre el
comportamiento productivo y perfil lipídico en pollos de
carne”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

MEDICA VETERINARIA

Presentado por las Bachilleres:

Galan Salazar, Fiorella Manuela

Nizama Ruiz, Brenda

Asesor:

M.V. Msc. Gonzales Zamora, Lumber Ely

LAMBAYEQUE –PERU

2019

“Efecto de la suplementación de L-carnitina sobre el comportamiento productivo y perfil lipídico en pollos de carne”

TESIS

**PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE:
MEDICA VETERINARIA**

POR:

Bach. Galan Salazar, Fiorella Manuela

Bach. Nizama Ruiz, Brenda

PRESENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

Dr. M.V. VILCHEZ MUÑOZ, JOSÉ LUIS

PRESIDENTE

MSc. M.V. RAVILLET SUÁREZ, VICTOR RAÚL

SECRETARIO

MSc. M.V. DÍAZ GARCÍA, MAGALY

VOCAL

M.V. Msc. GONZALES ZAMORA, LUMBER ELY

ASESOR

DEDICATORIA

A mi Padre celestial, el que me guía siempre por el camino del bien.

A mis queridos padres:

Luis Nizama Rodríguez y María del Rosario Ruiz Flores, gracias por haberme inculcado un gran ejemplo de amor y perseverancia, que con la esencia de sus enseñanzas he logrado cumplir uno de mis más grandes anhelos.

A mi hermano Leonardo y a toda mi familia que con sus oraciones, palabras de aliento y consejos hicieron de mí una mejor persona y que de una u otra forma me acompañan a lograr mis metas.

BRENDA NIZAMA RUIZ

DEDICATORIA

A mis padres, JESUS PABLO GALAN SAMILLAN Y MANUELA SALAZAR SAMILLAN, que con esfuerzo y paciencia me han permitido llegar a mi primera meta académica. Todo mi esfuerzo y dedicación siempre pensando en ellos.

A mis hermanos, familiares y amigos, que confiaron en mi desempeño como estudiante y futura profesional.

A Mí, porque a pesar de los obstáculos, nunca me di por vencida.

Y como último, pero no menos importante, a DIOS, porque sin Él, nada de esto hubiera sido posible.

FIGURELLA GALAN SALAZAR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser la luz incondicional que ha guiado nuestro camino, y ser nuestra fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Un profundo agradecimiento a nuestro docente y Asesor MSc. LUMBER ELY GONZALES ZAMORA, por haber aceptado ser parte de este proyecto en el cual puso toda su atención y paciencia para concluirlo con éxito.

A nuestros Padres, familiares y amigos que nos brindaron todo tipo de apoyo para poder hacer posible la realización y culminación de este proyecto de investigación.

Un agradecimiento muy especial a Ysmael Rodríguez y Pedro Carlos por ofrecernos su ayuda, compañía y tiempo, gracias por involucrarse en este proyecto junto a nosotras.

FIGURELLA GALAN SALAZAR

BRENDA NIZAMA RUIZ

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN	7
SUMMARY	9
I. INTRODUCCION	10
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	12
2.1 ANTECEDENTES:	12
2.2 BASE TEORICA	20
2.2.1.-GENERALIDADES DEL POLLO COBB 500:	20
2.2.2. FISIOLOGIA DIGESTIVA DEL AVE:	20
2.2.3. SUPLEMENTO NUTRICIONAL DEL POLLO DE ENGORDE:	21
2.2.4 INGREDIENTES ALIMENTICIOS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE CARNE.....	25
2.2.5 NUTRIENTES RESPONSABLES EN LA DEPOSICIÓN DE GRASA ABDOMINAL	27
2.2.6.- L- CARNITINA	28
2.2.7.- PERFIL LIPIDICO EN AVES.....	31
III. MATERIALES Y METODOS	35
3.1 LUGAR Y DURACION	35
3.2 INSTALACIONES	35
3.3 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS.....	35
3.4 ANIMALES EXPERIMENTALES	36
3.5 PRODUCTO EVALUADO	37
3.6 TRATAMIENTOS.....	37
3.7 PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN	37
3.8 MANEJO ALIMENTICIO	39
3.9 MANEJO SANITARIO (PROGRAMA DE VACUNACION):	39
3.10 MEDICIONES	39
3.11.- DISEÑO ESTADISTICO	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	42
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. RECOMENDACIONES	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
VIII. ANEXOS	60

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Requerimientos Nutricionales Recomendados Para La Línea Cobb.....	22
TABLA 2: Ración para pollos de carne para la fase de inicio, crecimiento y acabado, según sus requerimientos nutricionales y Valor nutricional de las raciones para pollos de carne en sus fases de inicio, crecimiento y acabado.....	38
Tabla 3: Ganancia de peso vivo en gramos (g) por semana de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.....	42
Tabla 4: Consumo de alimento en Kilogramos (Kg) de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.....	47
Tabla 5: Conversión alimenticia de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.....	48
Tabla 6: Mérito económico en soles (S/.) de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.....	49
Tabla 7: Contenido de grasa total (g / animal) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.....	50
Tabla 8: Niveles de triglicéridos, colesterol y lípidos totales en mg/dL de sangre en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.....	51

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1: Incremento de peso vivo en la primera semana de tratamiento en Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.....	44
GRAFICO 2: Incremento de peso vivo en la segunda semana de tratamiento en Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.....	45
GRAFICO 3: Incremento de peso vivo en la tercera semana de tratamiento en Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.....	46
GRAFICO 4: Niveles de triglicérido en sangre (mg/dL) de Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.....	52
GRAFICO 5: Niveles de colesterol en sangre (mg/dL) de Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.....	53

RESUMEN

Teniendo como objetivo evaluar el efecto de la L- carnitina sobre el comportamiento productivo y perfil lipídico en pollos de carne, se utilizaron 100 pollos bebe Cobb 500 de un día de nacidos y de diferentes sexos los cuales fueron distribuidos al azar en cuatro grupos experimentales con 25 unidades (repeticiones) cada uno. Durante los primeros 28 días todas las aves recibieron la misma dieta isoproteica e isoenergética de inicio y crecimiento, y en la fase de acabado (día 29-42) se suplementó L-carnitina con los siguientes niveles: T0 (control), T1 (25 mg/kg de alimento), T2 (50 mg/kg de alimento); T3 (75 mg/kg de alimento). Los aspectos evaluados fueron ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mérito económico, contenido de grasa y niveles de colesterol y triglicéridos. Los resultados del estudio denotaron a través de análisis de varianza (ANAVA) que no hubo diferencia significativa ($p>0.05$) en la ganancia de pesos finales; sin embargo, sí hubo diferencia significativa ($p<0.01$) al analizar los resultados por periodos (semanas). En lo que respecta al contenido de grasa, no hubo efecto significativo ($p>0.05$), T0 (2.95 kg) seguido de T2 (2.82), la mejor conversión alimenticia y mérito económico lo obtuvo T2 (2,22 kg y S/. 3.60, respectivamente.) La evaluación del perfil lipídico se realizó el día 47 dando como resultado a través del análisis de varianza una diferencia altamente significativa ($p<0.05$) con tendencia a disminuir conforme aumenta la dosis de L-carnitina (solo hasta 50mg/kg de alimento.)

Palabra clave: L-carnitina, pollos de carne, comportamiento productivo, perfil lipídico.

SUMMARY

With the purpose of evaluating the effect of L-carnitine on the productive behavior and lipid profile in meat chickens, 100 Cobb 500 baby chickens of one day of births and of different sexes were used which were randomly distributed in four experimental groups with 25 units (repetitions) each. During the first 28 days all birds received the same isoproteic and isoenergetic diet of onset and growth and in the finishing phase (day 29-42) L-carnitine was supplemented with the following levels: T0 (control), T1 (25 mg / kg of food), T2 (50 mg / kg of food); T3 (75 mg / kg of food). The values evaluated were weight gain, food consumption, food conversion, economic merit, fat content and cholesterol and triglyceride levels. The results of the study denoted through analysis of variance (ANAVA) that there is no significant difference ($p > 0.05$) in the final weight gain, however, there is a significant difference ($p < 0.01$) when analyzing the results by periods (weeks) Regarding fat content, there was no significant effect ($p > 0.05$), T0 (2.95 kg) followed by T2 (2.82), the best food conversion and economic merit was obtained by T2 (2.22 kg and S /. 3.60 , respectively.) The assessment of the lipid profile was performed on day 47, resulting in a highly significant difference ($p < 0.05$) through the analysis of variance, with a tendency to decrease as the dose of L-carnitine increases (only up to 50mg / kg of food.)

Keyword: L-carnitine, meat chickens, productive behavior, lipid profile.

I. INTRODUCCION

En la actualidad el avicultor debe librar diariamente una lucha interminable al fin de hacer de su explotación un modelo de sistema empresarial y orientado hacia una mayor productividad en función a la optimización de los recursos con los que cuenta, reduciendo costos e impulsada siempre por un mercado cada vez más creciente y preferencial hacia la carne magra.

Una de las preocupaciones que tienen nuestros productores es el exceso de grasa en las canales de pollo de carne, puesto que los pollos obesos no se ven tan atractivos para los consumidores, y por lo tanto, se reducirá la venta, lo que a su vez reduce los rendimientos e ingresos netos.

Además, desde el punto de vista nutricional, la deposición de grasa abdominal es una conversión no rentable de energía y son menos deseables también para los procesadores, porque la grasa aumentará los problemas de eliminación de desechos durante el procesamiento.

Por ello en los últimos tiempos mayormente se está recurriendo al empleo de tecnología para incrementar la digestibilidad de algunos insumos o también al empleo de sustancias químicas que permitan al animal mejorar su metabolismo y que ello se traduzca en una mejora en la eficiencia productiva. Tal es el caso de la L-carnitina que se ha usado como aditivo experimental, ya que facilita la oxidación de ácidos grasos, de este modo ofrece un potencial para reducir la grasa de la canal en la producción industrial.

Algunos autores consideran que la L-carnitina también es capaz de disminuir las concentraciones circulantes de triglicéridos, ácidos grasos libres, colesterol y fosfolípidos e incrementar las concentraciones de proteínas de las fracciones LDL, LDL y HDL.

La investigación presentada a continuación, tuvo como objetivo general evaluar el comportamiento productivo, contenido de grasa y perfil lipídico en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de

L-carnitina en la etapa de acabado, por tres semanas consecutivas y teniendo como objetivos específicos los siguientes:

- Calcular el efecto de la L-carnitina sobre la ganancia de peso y el contenido de grasa en pollos de carne.
- Cuantificar el Consumo de alimento, conversión alimenticia y el mérito económico en pollos de carne.
- Analizar el Perfil lipídico en pollos de carne usados en el experimento.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 ANTECEDENTES:

Estudios realizados en aves suplementadas con L-Carnitina han demostrado que puede reducir el contenido de grasa abdominal, disminuyendo la acumulación de ácidos grasos en tejidos.

RABIE y SZILAGYI, (1998) investigaron las respuestas a la L-carnitina dietética suplementaria de pollos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de energía metabolizable (EM) utilizando el rendimiento del crecimiento y algunas mediciones de la canal. Se formularon tres dietas isonitrógenas que contenían 13.5, 12.8 o 12.2 MJ ME / kg, con o sin L-carnitina suplementaria (50 mg / kg) y se alimentaron *ad libitum* de 18 a 53 días de edad. La L-carnitina suplementaria aumentó la ganancia de peso corporal (BWG) y mejoró la conversión alimenticia (FC) durante las primeras 2 semanas de estudio. El FC también se mejoró durante la cuarta semana del experimento. Los pesos del rendimiento de la pechuga y el rendimiento de la carne del muslo se incrementaron significativamente, mientras que la cantidad y el porcentaje de grasa abdominal se redujeron con un suplemento de L-carnitina. Se observó una interacción significativa entre la L-carnitina dietética suplementaria y el nivel de energía de la dieta para BWG y FC durante la segunda semana de estudio.

XU et al., (2003) realizaron un estudio con 600 pollos de engorde machos de 1 día de nacidos (Arbor Acres) sometiéndolos a un ensayo de alimentación en el que se evaluó efectos de la l-carnitina en el rendimiento del crecimiento, composición de la carcasa, y metabolismo de los lípidos.

Se emplearon cinco tratamientos, con tres réplicas cada uno (40 aves por replica), cada grupo recibió la misma dieta basal complementándose con 0 (control), 25, 50, 75 o 100 mg de L-carnitina / kg de L-carnitina, las dietas se suplementaron desde el día 1 al 49 las cuales fueron divididas en fase de inicio (1 a 21 días), crecimiento 22 a 36 d) y acabador (37 a 49 d).

A los 49 días de edad, 18 pollos de engorde por grupo de tratamiento (seis aves por réplica) fueron sacrificadas para análisis de canales siendo 90 pollos sacrificados en total. Cada una de estas aves fue privada de alimento por 12 horas e individualmente pesadas justo antes del sacrificio. Se tomaron las muestras de sangre de aves mediante punción cardíaca para la muestra de suero.

En dicho estudio se pudo demostrar que la L-carnitina no tuvo un efecto significativo sobre Ganancia diaria de alimento o conversión alimenticia. La suplementación con L-carnitina (por encima de 25 mg / kg) en la dieta aumentó el rendimiento muscular del pecho ($P < 0.05$), contenido de grasa cruda del musculo y disminuyó el contenido de grasa abdominal ($P < 0.05$).

Sin embargo la adición de 50, 75 o 100 mg / kg de L-carnitina a la dieta disminuyó las actividades totales de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, málica deshidrogenasa, isocitrato deshidrogenasa, y lipoproteína lipasa ($P < 0.05$) en la grasa subcutánea y la actividad total de carnitina palmitoiltransferasa-I ($P < 0.05$) en los músculos de la mama. Se concluye que la L-carnitina podría reducir el depósito de grasa subcutánea al disminuir las actividades totales de las enzimas en la grasa y mejorar la grasa intramuscular disminuyendo la actividad de carnitina palmitoiltransferasa-I en los músculos.

CORDUK et al., (2007) llevaron a cabo un estudio para determinar los efectos de la densidad de energía metabolizable en la dieta (EM) y la suplementación de L-carnitina en el rendimiento, los rasgos de la canal y los parámetros sanguíneos de los pollos de engorde, este experimento fue diseñado con tres niveles de energía dietética (baja, media y alta) y dos niveles de L-carnitina (dieta de 0 y 100 mg / kg) en un arreglo factorial 3x2. Se obtuvieron como resultados que la suplementación con L-carnitina no afectó significativamente el aumento de peso corporal (BWG), el consumo de alimento (FI) y el índice de conversión alimenticia (FCR), sin embargo, FCR y BWG mostraron una mejora significativa a medida que aumentaba la densidad de energía de la dieta, tampoco se observaron interacciones significativas entre la densidad de energía y la suplementación con L-carnitina en el rendimiento y los parámetros de la carcasa estudiados, así mismo el rendimiento de la canal y la proporción

de secciones de la canal no se vieron afectados significativamente por ninguno de los tratamientos. Con lo que respecta a la composición química de la pierna y el músculo del seno no se vio significativamente influenciada por la energía dietética o la carnitina, con la excepción del contenido de materia seca (MS) del músculo del seno. Sin embargo nos mencionan que una dieta baja en EM provocó un aumento significativo en el contenido de MS del músculo de la pechuga de pollo. Además, los parámetros sanguíneos no mostraron diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, la actividad de aspartato aminotransferasa (AST) en la sangre fue elevada en pollos alimentados con una dieta alta en ME en comparación con aquellos con una dieta baja en ME. Los resultados de la investigación mostraron que la suplementación con L-carnitina no produjo una mejora significativa en el rendimiento del pollo de engorde y la calidad de la carne. Los niveles más altos de dieta ME aumentaron el rendimiento del pollo de engorde.

AYECKE-THUN y SILEIKIENE., (2011) estudiaron el efecto de la mezcla de AviPro LC Energy compuesta de L-carnitina, betaína, sorbitol y sulfato de magnesio, administrada vía agua de bebida, sobre los resultados productivos de los broilers en condiciones de campo. En este estudio se pudo demostrar que la mezcla AviPro LC Energy a una proporción del 0.2% en el agua de bebida aumentó el peso corporal final (PC) un 2.2 % y el índice de conversión (IC) se mejoró un 4.0 % en el grupo experimental en comparación con el grupo control, sin embargo no hubo efectos significativos sobre las características de la canal.

PARIZADIAN *et al.*, (2011) Investigaron el efecto que produce la L-carnitina en el rendimiento, calidad del huevo y parámetros de sangre en 128 codornices japonesas. Se asignaron cuatro réplicas con 8 codornices a cada tratamiento experimental y se criaron las aves de 35 a 70 días. Las aves japonesas fueron suplementadas con cuatro niveles de L-carnitina (0, 125, 250 y 500 mg / kg). Los resultados obtenidos mostraron que no hay diferencias significativas en la ingesta de alimento y la producción de huevos entre los tratamientos experimentales ($p > 0.05$), sin embargo, con respecto a la conversión

alimenticia se encontró significancia ($p < 0.05$). En este estudio también se demostró que la L-carnitina suplementada en niveles de (125 y 250 mg / kg) redujo significativamente el colesterol y los triglicéridos de la yema de huevo ($p < 0.05$). , pero no tuvo un efecto significativo en otros parámetros de calidad del huevo ($p > 0.05$) y suplementada en niveles de 125 y 500 mg / kg redujo significativamente el colesterol en sangre en comparación con el grupo de control ($p < 0.05$). Se puede concluir que complementar la dieta con L-carnitina reducirá los triglicéridos en la sangre, el colesterol y mejorará la calidad del huevo en la codorniz japonesa.

WANG et al., (2013) ejecutaron una investigación de los efectos de la L-carnitina sobre el crecimiento, peso de los órganos, los parámetros bioquímicos de la sangre, el corazón y el hígado, y la susceptibilidad ascitis de pollos de engorde a diferentes edades criados en un ambiente de baja temperatura. Un total de 420 pollos de engorde ROSS 308 macho de 1 día de edad, fueron asignados aleatoriamente a dos tratamientos dietéticos con quince repeticiones de catorce pollos cada uno. A cada tratamiento se le suplementó L-carnitina a niveles de 0 y 100 mg / kg. En 11 días de edad, se usó el estrés baja temperatura para aumentar la susceptibilidad ascitis. Para analizar los parámetros bioquímicos se recolectaron muestras de sangre, corazón e hígado de las aves de diferentes edades. En los resultados se obtuvo que no hubo diferencias significativas en el rendimiento del crecimiento, pero la mortalidad por ascitis se redujo significativamente. Suplementación dietética con L-carnitina redujo significativamente el índice de corazón (HI) y el índice corazón ascitis (IAH) en el día 21, índice de pulmón (LUI) en día 35 y el índice de hígado (LI) en día 42. Los pollos de engorde alimentados con dietas que contienen L-carnitina tenían recuento de glóbulos rojos significativamente más bajos (RBC), hemoglobina (HGB) concentración y el hematocrito (HCT) en 42 días. La suplementación con L-carnitina reduce significativamente malondialdehído (MDA) de contenido de tejido del corazón en el día 21 y 35, y de manera significativa el aumento de superóxido total de superóxido (T-SOD) y glutatión peroxidasa (GSH-Px) la actividad del corazón en día 21 y el contenido día 42. Así mismo se manifestó que L-carnitina

reduce significativamente suero de triglicéridos (TG) en día 28 y 35 y la glucosa en suero (GLU) en día 35 y 42,⁺ -K⁺ -ATPasa en día 28, y tendían a reducir el nivel de ácido láctico (LD) de hígado en día 35 ($p = 0,06$), el contenido ácido úrico en suero también se ve reducido significativamente (UA) en día 28, 35 y 42. Se puede concluir que la suplementación dietética L-carnitina reduce índice de órganos, recuentos de glóbulos rojos y el hematocrito, antioxidante mejorada la capacidad del corazón, una mayor actividad de las enzimas hepáticas implicados en el ciclo del ácido tricarboxílico, y la reducción de glucosa y triglicéridos en suero. Por lo tanto, se sugiere que la L-carnitina puede potencialmente reducir la susceptibilidad y la mortalidad por ascitis.

PARSAEIMEHR *et al.*, (2014) nos manifiestan los efectos de la L-carnitina y los diferentes niveles de grasa animal en el rendimiento, las características de la canal y algunos parámetros sanguíneos de los pollos de engorde. Se asignaron 200 pollos de engorde machos de un día de edad, fueron divididos en 5 tratamientos en 4 réplicas y 10 aves en cada réplica. Los tratamientos dietéticos consistieron en: 1) dieta con 5% de aceite vegetal (T1), 2) dieta con 5% de aceite vegetal + 300 mg / kg de L-carnitina (T2), 3) dieta con 4% de grasa animal + 300 mg / kg L-carnitina (T3), 4) dieta con 5% de grasa animal + 300 mg / kg L-carnitina (T4) y 5) dieta con 6% de grasa animal + 300 mg / kg L-carnitina (T5). Los tratamientos dietéticos no tuvieron un efecto significativo sobre el aumento de peso corporal en los días 1-21 ($P > 0.05$). El peso corporal de los pollitos alimentados con dieta T4 se incrementó en los días 22-42 y todo el período del experimento ($P < 0.05$). La dieta con L-carnitina y 5% de grasa animal tuvo un efecto significativo en la relación de conversión alimenticia ($P < 0.05$). L-carnitina aumentó tanto la carne de muslo ($P < 0.05$) como los porcentajes de músculo de pechuga ($P < 0.01$). Las dietas T3 y T4 redujeron el porcentaje de grasa abdominal ($P < 0.05$), T4 tuvo un efecto significativo sobre el peso de la bolsa fabriciosa ($P < 0.05$), T3 y T5 tuvieron un efecto significativo sobre el peso del bazo ($P < 0.05$). La suplementación con L-carnitina tuvieron un efecto significativo sobre el peso del corazón ($P < 0.05$) pero no tuvo un efecto significativo sobre los parámetros sanguíneos ($P > 0.05$). Sobre el título

de anticuerpos contra la enfermedad de Newcastle tuvo un efecto significativo en el día 32 ($P < 0.05$) pero no tuvo un efecto significativo en el día 42 ($P > 0.05$).

BABACK *et al.*, (2015) realizaron una investigación para determinar el efecto de la suplementación de L-carnitina, lisina (Lys) y metionina (Met) sobre los metabolitos sanguíneos de pollos de engorde. Se utilizaron 270 pollos de la línea Ross 308 de un día de edad, los cuales fueron divididos en 9 tratamientos con 3 repeticiones con 10 pollos por repetición, en un diseño al azar con arreglo factorial 3x3: tres niveles de L-carnitina (0 mg/kg, 75 mg/kg y 150 mg/kg) y tres de lisina-metionina (0, 15 y 30%) durante 42 días. Se tomaron muestras de sangre de tres aves por tratamiento de 42 días de edad para cuantificar niveles séricos de glucosa (GLU), ácido úrico (UAc), triglicéridos (TG), VLDL, HDL, LDL, proteínas totales (PT), albúmina (Alb) y colesterol total (TC). Los resultados obtenidos revelaron que la suplementación de L-carnitina en la dieta tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) en los niveles de ácido úrico en suero (UAC), HDL, LDL y colesterol total (CT). Las aves alimentadas con L-carnitina más Lys y Met mostraron niveles séricos más altos de UAc y menor TCy LDL. Por otra parte, la L-carnitina redujo significativamente el colesterol total (CT), cuando se comparó con el grupo control y con los pollos alimentados con Lys y Met, sin L-carnitina.

BABACK *et al.*, (2015) señalan que una dieta que contiene 150mg/kg de L-carnitina con 15% de Lisina y Metionina parece ser suficiente para mantener bajos niveles de TC, LDL y HDL. Por ende, la L-carnitina puede reducir el contenido de grasa del cuerpo en carcasas de pollos de engorde disminuyendo la deposición de ácidos grasos en tejidos hepáticos extra, por encima de todo el tejido adiposo y muscular.

TAREK *et al.*, (2019) ejecutaron una investigación donde se exploró el impacto de la suplementación de L-carnitina en el rendimiento del pollo de engorde, los parámetros bioquímicos y la expresión del transportador de aminoácidos catiónicos (*CAT2*), el factor determinante miogénico (*MYOD*) y el factor miogénico 5 (*MYF5*) genes. Este estudio incluyó dos grupos; el primero es el

grupo control y el segundo recibió L-carnitina a una dosis de 50 mg / kg / día en agua potable. Para el análisis bioquímico y en tiempo real de la reacción en cadena de la polimerasa (qPCR) se obtuvieron los sueros y el tejido muscular en el día 35.

Los resultados obtenidos revelaron un aumento significativo en el peso corporal, aumento de peso corporal total y una disminución significativa en el consumo de alimentos, la tasa de conversión de alimentos en el grupo suplementado con L-carnitina en comparación con el grupo control. Además, no hubo cambios significativos en los niveles de colesterol sérico, triacilglicerol, AST, ALT, proteínas totales y ácido úrico que mostraron una ligera disminución en el grupo suplementado con L-carnitina en comparación con el grupo control. Este estudio también reveló una regulación ascendente significativa para la expresión de *CAT2*, *MYOD* y *MYF5* genes en músculos de pollos de engorde suplementados con L-carnitina en comparación con el control. Se concluyó que la suplementación de L-carnitina para el pollo de engorde fue útil para aumentar el aumento de peso total y la masa muscular y este efecto beneficioso se asoció con la regulación ascendente de los genes *CAT2*, *MYOD* y *MYF5*.

COSKUN Y TEKELI (2019), Investigaron los *efectos* de la L-carnitina como un medio potencial para *reducir* la *incidencia* de *ascitis* en los pollos de engorde y su relación con los parámetros fisiológicos y bioquímicos. En el ensayo emplearon 300 pollos de engorde machos de un día de nacidos (Ross 308), los cuales fueron divididos 5 tratamientos, cada grupo recibió la misma dieta basa complementándose con 0 (control), 100, 150, 200 y 250 mg / L de suplementación con L-carnitina en agua. El juicio se completó en 35 días. Los resultados determinaron no tuvo ningún efecto significativo la L-carnitina sobre el aumento de peso vivo, el consumo de alimento, el consumo de agua y la relación de conversión de alimento. Sin embargo los niveles de plasma sanguíneo y los parámetros del hemograma HDL, triglicéridos, CK, RBC y MCH se vieron significativamente afectados por la L-carnitina ($p < 0.05$). El valor del pH del parámetro de gases en sangre se vio significativamente afectado por la suplementación con L-carnitina en los pollos de engorde con ascitis. El valor

del pH de los gases en sangre aumentó significativamente con la suplementación con 100 mg / L de L-carnitina *en comparación* con el control ($p < 0.05$). Mientras que el pH de la sangre fue de 7.21 en los animales con ascitis, se determinó como 7.48 en animales sanos. Concentraciones de SO_2 y O_2 fueron mayores en animales sanos, mientras que las concentraciones de ctCO₂P y hemoglobina fueron mayores en animales ascíticos ($p < 0.05$). Las tasas de mortalidad por ascitis a partir del grupo de control se calcularon respectivamente como%; 20.00, 18.33, 26.67, 28.33 y 28.33%. El 76.71% de las muertes totales por ascitis ocurrieron en la quinta semana. Se concluyó que las dosis bajas de suplementos de L-carnitina pueden tener efectos positivos en los pollos de engorde cultivados a gran altitud.

En los últimos años, se realizó otro estudio en aditivos para piensos utilizando L-carnitina en la alimentación de aves de corral (**Arslan, 2006**). Hay indicios de que la suplementación con L-carnitina en un nivel de 100 mg / l de L-carnitina a través del agua potable de codornices no cambió el rendimiento del crecimiento, aumentó la proporción de carne de pechuga y la concentración de glucosa en suero. **Arslan et al. (2004)**.

En un estudio realizado por The Iams Company, varios perros excedidos de peso fueron alimentados con dietas similares. Un grupo recibió una dieta con complemento de L-carnitina, mientras que otro grupo recibió una dieta sin el complemento de L-carnitina. Después de 7 semanas, el grupo que recibió la dieta sin el complemento de L-carnitina perdió un 1,8% del peso corporal en comparación con el 6,4% de pérdida de peso corporal del grupo alimentado con la dieta que tenía el complemento de L-carnitina. De la misma manera, la grasa corporal se redujo en cada grupo en un 2,4% y en un 4,6% respectivamente.

2.2 BASE TEORICA

2.2.1.-GENERALIDADES DEL POLLO COBB 500:

Considerado el pollo de engorde más eficiente, posee la más alta conversión alimenticia, la mejor tasa de crecimiento, alta rusticidad en el manejo y fácil adaptación a los cambios climáticos con viabilidad en una alimentación de baja densidad y menos costo. **(Morris Hatchery, 2015)**

Actualmente es la línea más explotada en el Perú, predomina en un 66.0 % a nivel nacional **(MINAG-UEPPI, 2,000)**.

El Cobb 500 son de plumas blancas y piel amarilla, con una ración despigmentada resulta piel blanca o crema, el sexaje de las aves se puede realizar al día de nacido por las plumas primarias y secundarias del ala así mismo al crecimiento de esta observando en el macho el crecimiento de las plumas más lento y en hembras emplume más rápido. **(Abad, 2008)**

2.2.2. FISIOLOGIA DIGESTIVA DEL AVE:

Las gallinas son animales monogástricos y omnívoros a los que les gusta consumir semillas, insectos, y brotes tiernos de plantas, y presentan ciertas particularidades en su aparato digestivo. El aparato digestivo comienza en el pico. El alimento es tragado entero, pasando al esófago que, en el caso de las gallinas y otras aves granívoras, presenta un ensanchamiento denominado buche, el cual sirve como almacenamiento del alimento. El estómago de las aves es glandular, está a continuación del buche y es donde, por la acción de las enzimas gástricas, se inicia la digestión de los alimentos ingeridos. El PH del estómago glandular es muy bajo, y además de su función digestiva destruye muchos patógenos, entre ellos la Salmonella. Después del estómago glandular encontramos el estómago muscular, molleja, que con la ayuda de pequeñas piedrecillas que ingieren las gallinas, trituran el alimento y lo mezclan bien con las secreciones gástricas. La molleja ha sustituido en parte a los dientes en las aves y así reducen el peso de

la cabeza logrando una mejor estabilidad para el vuelo. A continuación, el alimento pasa al intestino, donde es posible diferenciar claramente tres partes: un intestino medio donde el páncreas y el hígado vierten sus fluidos con enzimas y otras sustancias que ayudan a la digestión de los alimentos, denominado duodeno; a continuación se encuentra el intestino delgado donde se produce la asimilación de las sustancias alimenticias; y, finalmente, un intestino terminal o grueso. El intestino grueso en el caso de las gallinas se caracteriza por presentar dos ciegos bien desarrollados, donde ocurre una fermentación bacteriana, con la producción de vitaminas especialmente del tipo B. Sin embargo, por estar en la parte final del aparato digestivo, las aves no pueden absorber estas vitaminas por lo cual realizan coprofagia. Los desechos del proceso digestivo pasan al colon, muy corto, y se eliminan por la cloaca, lugar donde convergen además los conductos del sistema reproductor y urinario. Los excrementos procedentes de los ciegos son de tonalidad pardusca, se expulsan separadamente, y en cantidad 10 veces menor que el resto de los excrementos. El aparato digestivo de las gallinas está muy bien capacitado para digerir alimentos ricos en almidones y proteínas, pero aprovechan muy poco los alimentos fibrosos. Éstos tienen que ser muy tiernos y aunque les guste consumirlos no suponen más de 20-25% de la ingestión diaria. (Trujillo *et al.*,2009)

2.2.3. SUPLEMENTO NUTRICIONAL DEL POLLO DE ENGORDE:

El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de engorde. Con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales.

TABLA 1: REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES RECOMENDADOS PARA LA LINEA COBB.

		INICIAL	CRECIMIENTO	TERMINACION 1	TERMINACION 2
ENERGIA METABOLIZABLE	kcal/kg	3023	3166	3202	3202
PROTEINA BRUTA	(%)	21.5	19.5	18.0	17.0
AMINOACIDOS DIGESTIBLES					
LISINA	(%)	1.17	1.10	0.97	0.91
METIONINA	(%)	0.50	0.48	0.43	0.40
METIONINA + CISTINA	(%)	0.86	0.84	0.77	0.70
TREONINA	(%)	0.85	0.80	0.73	0.70
TRPTOFANO	(%)	0.21	0.19	0.17	0.16
ARGININA	(%)	1.39	1.30	1.20	1.11
MINERALES					
CALCIO	(%)	0.90	0.88	0.84	0.78
FOSFORO DISPONIBLE	(%)	0.45	0.42	0.40	0.35
SODIO	(%)	0.20	0.17	0.16	0.16
CLORO	(%)	0.20	0.20	0.20	0.20
POTASIO	(%)	0.65	0.65	0.65	0.65
ESPECIFICACION MINIMA					
ACIDO LINOLEICO	(%)	1.25	1.25	1.25	1.25
COLINA	Mg/kg	400	350	300	300

FUENTE: COBB BROILER NUTRITION GUIDE (2003)

2.2.3.1.- ENERGIA:

Los pollos de engorde requieren energía para el crecimiento de sus tejidos, para su mantenimiento y su actividad. Las fuentes de carbohidratos, como el maíz y el trigo, además de diversas grasas o aceites son la principal fuente de energía en los alimentos para aves. **(AVIAGEN,2009)**

La energía no es un nutriente pero es una forma de describir los nutrientes que producen energía al ser metabolizados. La energía es necesaria para mantener las funciones metabólicas de las aves y el desarrollo del peso corporal. Tradicionalmente la energía metabolizable se ha usado en las dietas de aves para describir su contenido energético así como también describe la cantidad total de energía del alimento consumido menos la cantidad de energía excretada. **(Manual COBB. 2008)**

2.2.3.2.- PROTEINA IDEAL:

Las proteínas de la ración, como las que se encuentran en los cereales y las harinas de soya, son compuestos complejos que el proceso digestivo degrada para generar aminoácidos, los cuales se absorben y ensamblan para constituir las proteínas corporales utilizadas en la construcción de tejidos como músculos, nervios, piel y plumas. Los niveles de proteína bruta de la dieta no indican su calidad en los ingredientes, pues ésta depende del nivel, balance y digestibilidad de los aminoácidos esenciales del alimento terminado, una vez mezclado. **(MANUAL ROSS,2014)**

El pollo de engorde tiene una gran capacidad de respuesta a los niveles de aminoácidos digestibles en la dieta en términos de su crecimiento, eficiencia alimenticia y rentabilidad, cuando las raciones están balanceadas correctamente, de acuerdo con las recomendaciones. Se ha demostrado que el hecho de aumentar los niveles de aminoácidos digestibles mejora la rentabilidad al incrementar el desempeño de las aves y su rendimiento una vez procesadas. Esto es particularmente importante cuando el pollo se produce para venderse destazado o deshuesado. **(AVIAGEN,2009)**

2.2.3.3.- MACROMINERALES

El suministro de los niveles adecuados de macrominerales y el buen balance de éstos son factores importantes para promover el crecimiento, el desarrollo esquelético, el sistema inmune y el FCA, así como para mantener la calidad de la cama. **(MANUAL ROSS, 2014)**

Dentro de los macronutrientes más importantes en la ración encontramos el calcio el cual influye en el crecimiento, la eficiencia alimenticia, el desarrollo óseo, la salud de las piernas, el funcionamiento de los nervios y el sistema inmune. Es vital aportar el calcio en las cantidades adecuadas y en forma consistente. Al

igual que éste, el fósforo se requiere en la forma y la cantidad correctas para la estructura y el crecimiento óptimos del esqueleto.

El Sodio, Potasio y Cloro, estos minerales se requieren para las funciones metabólicas generales, por lo que su deficiencia puede afectar el consumo de alimento, el crecimiento y el pH de la sangre. Niveles excesivos de estos minerales pueden hacer que aumente el consumo de agua y esto afecta adversamente la calidad de la cama. **(AVIAGEN,2009)**

2.2.3.4.- VITAMINAS:

Las vitaminas ya no deben ser consideradas importantes sólo para prevenir la deficiencia de signos sino también para optimizar la salud animal, la productividad y la calidad del producto **(Mc Dowell y Ward, 2008)**.

Por su solubilidad las vitaminas son agrupadas en vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (vitaminas A, D, E, y K.). Las vitaminas liposolubles tienen como característica ser solubles en grasas y aceites; no son producidas en el organismo por lo que se llegan a formar depósitos en el hígado, que garantizan los requerimientos mínimos orgánicos por varios semanas o meses. Las vitaminas hidrosolubles si pueden ser producidas por las aves gracias a la flora intestinal de los sacos ciegos; sin embargo, dada la tasa de crecimiento o productividad de algunas líneas, a menudo estos aportes no son suficientes para cubrir por completo los requerimientos diarios **(Sumano y Gutiérrez, 2010)**.

2.2.4 INGREDIENTES ALIMENTICIOS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE CARNE

A. MAÍZ AMARILLO DURO El maíz presenta una composición bastante uniforme, posee un alto valor energético de entre todos los cereales de 3 300 a 3 366 kcal/kg. de EM., como consecuencia de que contiene cantidades apreciables de almidón y grasa, y poca fibra. El maíz es un ingrediente básico en la fabricación de alimentos balanceados para avicultura siendo su participación en más del 50 % de la mezcla alimenticia. Es uno de los cereales más apetitosos para las aves; el maíz amarillo resulta interesante por su alto contenido de xantofilas y carotenos, responsables del color amarillo de los tarsos, piel y pico de las aves. Además, posee un alto contenido de ácido linoleico, nutriente esencial del que depende directamente la calidad de carcasa del pollo de carne. El alto contenido en ácidos grasos insaturados puede provocar la aparición de canales con grasa blanda, por lo que se recomienda limitar su uso en las raciones de acabado (**Abad, 2008**).

B. TORTA DE SOYA Subproducto de la industria de aceite y su contenido proteínico muy alto (42 % de proteína total). Su concentración en minerales es baja a excepción del potasio. La torta de soya como materia prima para la elaboración de alimentos concentrados cuenta con factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina. Su nivel de uso máximo de hasta el 100 % cuando la torta se encuentra bien procesada y garantizada (**Abad, 2008**).

C. HARINA DE PESCADO Es una excelente fuente de aminoácidos, con una elevada concentración en lisina, metionina y triptófano, por lo que es un buen complemento de la proteína de los cereales y en particular del maíz. La digestibilidad de su proteína es, en general, muy alta (mayor de 90%), aunque puede descender si el

procesado no fue lo correcto. Es También una fuente rica en vitaminas B12, riboflavina, pantoténico, niacina y en Ca, P, Na, Mg, K, Fe, Cu, Zn y Mn. Se utiliza a niveles de hasta el 15 % en pollos inicio y crecimiento, pero no es recomendable superar un 5 – 10 % en pollos engorde, etapa acabado, por el riesgo de transmisión de colores, sabores y olores no deseables en la carne de aves. MENDOZA (2000), al referirse a los niveles de uso de insumos en la formulación de raciones para pollos de carne, recomienda el uso máximo de 10 % de harina de pescado (prime) para la etapa de inicio, etapa de crecimiento 12 % máximo y para la etapa de acabado 8% como máximo. **(Abad , 2008).**

D. AGUA

Es probablemente el nutriente más importante, tiene una gran importancia en el metabolismo y en la digestión de las aves, forma parte del 55 al 75% del cuerpo del ave y cerca del 65% del huevo.

El agua suaviza el alimento del buche y lo prepara para ser molido en la molleja, sirve como acarreador moviendo material digerido del tracto digestivo a diferentes partes cuerpo y tomando productos de desechos hacia los puntos de eliminación **(Damrom, B. et al., 2009)**

Las aves de engorda beben al menos el doble de agua que la cantidad de alimento consumido. El consumo real de agua en relación al consumo de alimento varía dependiendo de la temperatura ambiental y factores de la dieta. Los alimentos peletizados aumentan tanto el consumo de agua, como la de alimento en relación a las dietas en harina, pero la relación agua: alimento permanece relativamente igual. El aumento de la sal de la dieta y otros minerales osmóticamente activos aumenta la ingestión de agua. **(Lázaro et al., 2004)**

2.2.5 NUTRIENTES RESPONSABLES EN LA DEPOSICIÓN DE GRASA ABDOMINAL

- **Energía**

En las especies de aves, el nivel de energía de la dieta se puede utilizar para reducir el costo del alimento por unidad de producto avícola a través de sus efectos sobre el consumo de alimento y conversión alimenticia, por lo que es uno de los factores más importantes que se pueden modificar para reducir la deposición de grasa corporal. Estudios demostraron que la reducción del nivel de energía a partir de 3200 a 3000 kcal/kg en los pollos de engorde 21-42 días de edad redujo significativamente el porcentaje de grasa abdominal y total de la deposición de grasa corporal, sin efectos negativos sobre la ganancia media diaria, el consumo de alimento, o porcentaje de canal. **(Vásquez, 2016)**

- **Proteína**

La proteína es el componente más costoso de las dietas de aves de corral. El aumento de contenido de proteínas de la dieta mejora la ganancia media diaria, rendimiento de la canal y calidad de la canal al aumentar el contenido de proteínas, mientras que la reducción ocasiona la deposición de grasa corporal. **(Vásquez, 2016).**

(Yalçın et al., 2010), encontraron que la alimentación de pollos de engorde en dietas con 19.2%, 16.6% y 15.5% de PC (baja en proteínas) condujeron a un aumento de la deposición de grasa total de la canal en comparación con los pollos alimentados con dietas que contenían 22.9%, 19.9% y 18.2% de PC (el estándar recomendado por el NRC (1994)) en las fases de inicio, crecimiento, y acabado, respectivamente. El aumento de nivel de proteínas de la dieta en las dietas de pollos de engorde a 26.6%, 23.5% y 20.7% en las fases de inicio, crecimiento, y acabado llevo a una reducción en total deposición de grasa de la canal en comparación con las dietas formuladas según NRC (1994).

- **Tipos de grasa**

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)**. En especies aviares, la cantidad de grasa que se acumula en el cuerpo depende del sustrato de lípidos en plasma disponible, que se origina a partir de la dieta o la lipogénesis en el hígado. Por lo tanto, las fuentes de lípidos en dietas de aves de corral pueden afectar su deposición total de grasa corporal. **(Vásquez, 2016)**

2.2.6.- L- CARNITINA

Descubierta en 1905 como un componente del tejido muscular animal, de ahí que el nombre comercial deriva del latín *carnis*, que significa pulpa o carne. Pero fue hasta la década de los cincuenta cuando se le asigna el papel bioquímico correspondiente como intermediario en el metabolismo energético celular a carnitina (3 hidroxí-4-N-trimetilamino-butirato), amina cuaternaria reconocida como una molécula esencial por su indispensable acción fisiológica en el metabolismo, estando presente en muchas especies animales. **(Aguayo,2015)**

Como elemento dietético, se integra al organismo mediante la ingesta proteica animal o es sintetizada en el hígado, en los riñones y en el cerebro, llegando a los tejidos por la circulación **(Corral et al., 2001)**.

2.2.6.1.- L-CARNITINA COMO AMINOACIDO

Para su síntesis precisa de un soporte de aminoácidos esenciales, principalmente lisina y metionina además de ácido ascórbico, niacina, piridoxina y hierro, siendo su forma activa la L-carnitina. Su distribución en el organismo presenta depósitos bien definidos: en el retículo sarcoplasmático de las células del tejido muscular cardíaco (donde es intenso el metabolismo muscular) y en la musculatura esquelética, donde la captación de carnitina por estos tejidos es mediada por un

proceso de transporte activo. Por lo tanto, la carnitina, al ser un componente vital en el metabolismo de los lípidos, su función fundamental es la generación de energía por la célula, pues participa en las reacciones de transferencia de ácidos grasos libres de cadena larga del citosol para las mitocondrias bajo la forma de acilcarnitina, facilitando su oxidación y generación del ATP (adenosin trifosfato), **(GOMEZ, 2009)**.

2.2.6.2.- FUNCIONES DE LA L-CARNITINA

Algunos autores afirman que la L-Carnitina tiene una función crucial en el metabolismo energético, participando de manera activa en el metabolismo de los lípidos produciendo un efecto hepatopotenciador **(ISHIKAWA *et al.*, 2014)** así mismo manifiestan que su función principal es el transporte de ácidos grasos libres desde el citoplasma a la mitocondria, donde son oxidados y utilizados como fuente de energía **(ZEKARIA Y WILLAMIL, 2014)**.

Promueve la redistribución de lípidos en broilers incrementando la grasa intramuscular y disminuyendo los depósitos de grasa subcutánea y abdominal y las concentraciones de colesterol y triglicéridos en sangre. **(Arısan, C.,2006)**

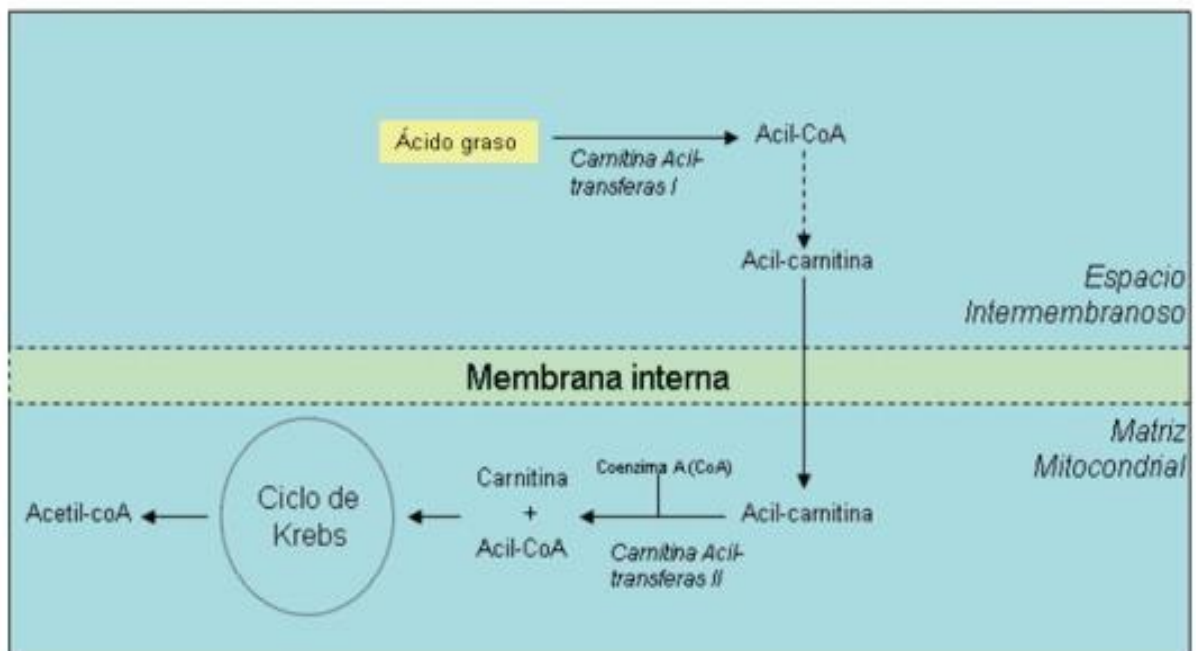
La L-carnitina aumenta la síntesis de algunas hormonas como el factor de crecimiento insulínico (Insulin-like Growth Factor, IGF) que es clave para el desarrollo muscular y el metabolismo en aves y mamíferos **(DUCLES, 2005)**.

2.2.6.3.- MECANISMO DE ACCION:

El citoplasma, los ácidos grasos de cadena larga se unen a una molécula de coenzima A (acil-coA), la cual es impermeable a la membrana mitocondrial, por lo que necesita de la carnitina para formar un complejo permeable (acil-carnitina), bajo la acción de la enzima carnitina palmitoil transferase I (CPT I). En el interior de la mitocondria, ese complejo es destruido y el grupo acil es unido a una coenzima A mitocondrial por la enzima carnitina palmitoil transferase II (CPT II),

regenerando la molécula de acil-coA que es llevado a la matriz para ser oxidado en la oxidación y dar origen al acetil-CoA para el ciclo de Krebs. El paso siguiente es la entrada de la molécula de acil-CoA en el proceso de oxidación, que consiste en la remoción sucesiva de pares de carbonos y formación de un cierto número de moléculas de acetil-CoA proporcional al de los carbonos del ácido graso original.

Durante la oxidación, son liberados iones H^+ y electrones, reduciendo las flavoproteínas NAD^+ y FAD en $NADH + H^+$ y $FADH_2$, para su posterior utilización en la cadena respiratoria. Así, la acetil-CoA resultante es metabolizada en el ciclo de Krebs, donde hay una reducción de otras flavoproteínas. **(Gómez, 2009)**



FUENTE: (GOMEZ 2009)

2.2.7.- PERFIL LIPIDICO EN AVES

Lo constituye la cuantificación analítica de una serie de lípidos que son transportados en la sangre por los diferentes tipos de lipoproteínas plasmáticas. La determinación de estos parámetros es un procedimiento analítico básico para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades metabólicas, primarias o secundarias. Entre estos parámetros analíticos que se pueden determinar están el colesterol total, el colesterol transportado por las LDL, el colesterol transportado por las HDL, los triglicéridos totales, ciertas apoproteínas particulares, etc. (Salazar, J. 2016).

En los mamíferos es común encontrar que las lipoproteínas de baja densidad (LDL) que realizan el transporte directo del colesterol a las células o las lipoproteínas de alta densidad (HDL) que realizan el transporte de colesterol de otras partes de su cuerpo al hígado, son más abundantes las unas que las otras, según sea la especie animal sin importar el sexo.

En las aves comerciales (*Gallus domesticus*) ocurre lo contrario, ya que el perfil lipídico difiere entre sexos. En el pollo se ha encontrado que las HDL son más abundantes que las LDL (**Chen et al., 2005; Velasco et al., 2010**); aunque hay estudios que demuestran lo contrario (**Musa et al., 2006**); no obstante, estas diferencias podrían deberse al método de análisis utilizado en la cuantificación de las lipoproteínas.

El colesterol y los triglicéridos son dos de las sustancias lipídicas que se encuentran en mayor proporción en la sangre y pueden causar diversas enfermedades cardiovasculares, principalmente ateromatosis vascular.

2.2.7.1.- COLESTEROL

Componente estructural de las membranas celulares y precursor esencial de la síntesis de hormonas esteroideas, está presente en las células de los animales vertebrados. (**Duncan, J. 2004**).

Por su carácter hidrofóbico, en sangre es transportado por las lipoproteínas y, a nivel celular se puede encontrar formando parte de las membranas o en el citoplasma en forma de “gotitas grasas”, previa esterificación con un ácido graso pues el exceso de colesterol libre es tóxico para la célula. El acúmulo de colesterol esterificado intracelular, especialmente en macrófagos, también es perjudicial, favoreciendo el desarrollo de lesiones ateroscleróticas. (**Argüeso at al., 2011**)

2.2.7.2.- TRIGLICÉRIDOS

Es la segunda grasa en importancia presente en la sangre. Los triglicéridos son la forma de almacenamiento de los lípidos en el tejido adiposo, se almacenan en forma sólida (grasa) para luego ser degradados a glicerol y ácidos grasos en respuesta a señales hormonales y posteriormente se liberan al plasma para ser metabolizados en otros tejidos, sobre todo en el músculo y el hígado. (**Baynes y Dominizak, 2019**)

2.2.7.3.- LA ABSORCIÓN DE LOS LÍPIDOS

El colesterol y los triglicéridos son absorbidos en el intestino delgado. El colesterol puede ingerirse a través de los alimentos (colesterol exógeno) o proceder de las secreciones biliares y de la descamación de las células epiteliales intestinales (colesterol endógeno), que puede llegar a representar hasta el 50% del colesterol total presente en la luz del intestino delgado.

La absorción requiere la presencia de ácidos biliares y la formación de micelas. Las sales biliares son secretadas por el hígado y llegan al intestino delgado por medio de la bilis. La mayor parte de las sales biliares de los perros existen en forma conjugada con la glicina o la taurina. Cuando la concentración de sales biliares alcanza un nivel suficientemente elevado, dichas sales biliares forman agregados o micelas (Feldman et al., 1983) que permiten la absorción de aproximadamente entre el 30 y el 60% del colesterol libre. En la luz del

intestino, los ésteres de colesterol provenientes de las micelas son hidrolizados por la colesterol-esterasa pancreática. El colesterol libre difunde pasivamente a través de la pared de las células de la mucosa intestinal.

En las células intestinales, el colesterol libre se reesterifica con ácidos grasos gracias a una enzima, la acil-CoA transferasa o colesterol acil-transferasa (ACAT). Una combinación del colesterol libre y de los ésteres de colesterol se incorpora, entonces, a los quilomicrones. En la luz intestinal, los triglicéridos son hidrolizados por la lipasa pancreática a monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres, los cuales se unen al colesterol, los fosfolípidos y las sales biliares y forman micelas mixtas. Estas micelas liberan los monoglicéridos, los diglicéridos y los ácidos grasos libres en la mucosa intestinal, donde son absorbidos. En las células intestinales, los monoglicéridos y los diglicéridos son reesterificados y dan lugar a los triglicéridos. Estos últimos se incorporarán a los quilomicrones con los ésteres del colesterol, el colesterol libre, los fosfolípidos y las proteínas para posteriormente ser liberados al torrente sanguíneo a través del sistema linfático y el canal torácico.(Schenck,P. 2016)

2.2.7.4.- METABOLISMO DE LÍPIDOS EN AVES

En las aves el acetil-CoA se produce en la mitocondria por descarboxilación oxidativa del piruvato que se forma por glucolisis, este proceso tiene lugar en el citosol, puede dividirse en dos partes carboxilación de acetil-CoA para formar malonil-CoA, una serie de reacciones de condensación, reducción y deshidratación que empiezan con el acetil-CoA y malonil-CoA, catalizadas por un complejo enzimático.

Los ácidos grasos se transportan en la sangre como ácidos grasos libres (AGL) se encuentran en estado no esterificado, en el plasma los AGL de cadena más larga se combinan con albumina y en la célula están fijos a una proteína de unión. Los ácidos grasos se activan antes de ser catabolizados por acción de la enzima acil-CoA sintetasa llamada

tiocinasa. La oxidación de ácidos grasos en las mitocondrias conduce a la generación de grandes cantidades de ATP mediante un proceso llamado β -oxidación que divide unidades de acetil-CoA de modo secuencial a partir de cadenas de ácido graso. También ocurre la formación de cuerpos cetónicos en las mitocondrias hepáticas, cuando hay un alto índice de oxidación de ácidos grasos). Las enfermedades relacionadas con el deterioro de la oxidación de ácidos grasos llevan a una hipoglucemia, infiltración de grasa en los órganos, e hipocetonemia **(Duncan, 2000)**.

La lipogénesis se realiza por dos sistemas de enzimas la acetil-CoA carboxilasa y el ácido graso sintasa que llevan a cabo la síntesis de ácidos grasos de cadena larga. La acetil-CoA se convierte en palmitato y necesita de NADPH, ATP, Mn^{2+} , biotina, ácido pantoténico. La acetil-CoA carboxilasa convierte a la acetil-CoA en malonil-CoA, y luego la ácido graso sintasa que es un complejo enzimático que cataliza la formación de palmitato a partir de una molécula de acetil-CoA y siete de malonil-CoA. La lipogénesis está regulado en el paso de la acetil-CoA carboxilasa mediante modificadores alostericos fosforilación y desfosforilación por inducción y represión de la síntesis de enzima. La enzima es activada de manera alosterica por citrato y desactivada por acil-CoA de cadena larga. La desfosforilación promueve su actividad mientras que la fosforilación la inhibe **(Murray & Bender, 2009)**.

La biosíntesis de ácidos grasos de cadena larga insaturados se logra mediante las enzimas desaturasas y elongasas, los cuales introducen dobles enlaces y alargan las cadenas existentes. Los eicosanoides se derivan de ácidos grasos C20 llamados eicosanoicos sintetizados a partir de los ácidos grasos esenciales, y constituyen importantes grupos de compuestos que tienen importancia fisiológica y farmacológica, entre ellos están las prostaglandinas, los tromboxanos, los leucotrienos y las lipoxinas **(Lehninger, 2007)**.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LUGAR Y DURACION

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Producción e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, durante los meses de Mayo y Junio del 2019. La preparación de la ración se realizó en la planta procesadora de la empresa Nutrelamb – Chiclayo.

3.2 INSTALACIONES

Para la crianza de los pollos se construyó un galpón de 12 m², divididos en cuatro espacios de 3 m², con una altura de 70 cm cada uno y un techo principal de aproximadamente 3 m.

El armazón del galpón estuvo conformado por palos de eucalipto entrelazados con alambre n° 16 que fue cubierto en laterales y medios con mallas de plástico y cubiertas en su totalidad con mallas de pescar hasta una altura de 1.70 m. Para la cama del galpón se utilizó pajilla de arroz estéril.

Se requirió de una instalación eléctrica con 4 focos incandescentes de 50 w cada uno para proporcionar luz y mantener una temperatura adecuada en las primeras semanas de vida.

3.3 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Para el suministro de alimento se utilizaron:

- Comederos automáticos circulares.
- Bebederos automáticos tipo campana.

Para el registro de datos durante el proceso, fue necesaria

- Una balanza gramera digital que fue utilizada para obtener los pesos de cada pollo en las primeras semanas de crianza y para medir el alimento suministrado diariamente durante todo el proceso.

- Una balanza digital tipo gancho para obtener los pesos por pollo de las últimas semanas.
- Cámara fotográfica.
- Un cuaderno para registro de pesos.
- Un cuaderno para registro de consumo de alimento.

3.4 ANIMALES EXPERIMENTALES

Tamaño de muestra:

Se utilizó la siguiente fórmula para poblaciones infinitas.

En donde:

$$n = \frac{z^2 \times g^2}{d^2}$$

g^2 = varianza

z^2 = coeficiente de confiabilidad

n = tamaño de muestra

$$g^2 = 0.8686$$

$$d^2 = 0.03337025$$

$$z^2 = 1.96$$

(Estos datos se obtuvieron de la tesis de PUELLES, E.2016)

Entonces reemplazamos en la fórmula:

$$n = \frac{(3.8416)(0.8686)}{0.03337025}$$

$$n = 100.00$$

Se emplearon 100 pollos de la línea Cobb 500 procedentes de un mismo lote de reproductoras, las aves fueron distribuidas al azar en cuatro (4) tratamientos con veinticinco (25) repeticiones cada uno.

La fase experimental se realizó en la etapa de acabo, el cual tuvo un tiempo de duración de tres semanas (desde el día 29 hasta el día 47).

3.5 PRODUCTO EVALUADO

El producto empleado en la evaluación fue la L-carnitina al 100%, en una presentación granulada.

3.6 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro tratamientos:

Tratamiento 1: Dieta control

Tratamiento 2: Dieta con 25 mg de L-carnitina.

Tratamiento 3: Dieta con 50 mg de L-carnitina.

Tratamiento 4: Dieta con 75 mg de L-carnitina.

3.7 PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN

El preparado de la ración se realizó en la planta procesadora de la empresa Nutrelamb – Chiclayo, la cual fue la misma y variando únicamente según los requerimientos nutricionales de cada etapa (Tabla 1).

El agua y alimento fueron suministrados por consumo ad-libitum manteniendo una disponibilidad constante en los bebederos y comederos durante todo el proceso.

Los tratamientos se suministraron solo en la fase de acabado, a partir del día 29 y culminando el día 46.

TABLA 2: Ración para pollos de carne para la fase de inicio, crecimiento y acabado, según sus requerimientos nutricionales.

RACION			
Ingredientes	INICIO	CRECIMIENTO	ACABADO
Maíz	60	67	69
Torta de soya	16	12	10.5
H. Pescado	7	7	5
Soya Integral	12	10	9
Carbonato de calcio	1	0.88	1.1
Fosfato dicalcico	0.25	0.1	0.2
Metionina	0.2	0.11	0.09
Lisyna	0.15	0.16	0.15
Bicarbonato de sodio	1	0.65	0.5
Premezcla Parrillero	1.2	0.8	0.86
Sal común	0.6	0.7	0.3
Melaza	0.1	0.1	1.8
Coccidiostato	0.5	0.5	0.5
Aceite			1
TOTAL	100	100	100

Valor nutricional de las raciones para pollos de carne en sus fases de inicio, crecimiento y acabado.

VALOR NUTRITIVO			
	INICIO	CRECIMIENTO	ACABADO
Pc	21.2	19.31	17.25
EM (Kcal/kg)	3085.958	3149.958	3208.494
Ca	0.929	0.8405	0.81375
P	0.4571	0.4277	0.38435
Lisina	1.3368	1.1934	1.02365
Metionina	0.5934	0.4833	0.41525

3.8 MANEJO ALIMENTICIO

La presentación física del alimento utilizado fue en harina. El suministro del alimento y agua eran dividido en dos momentos al día y en cantidades adecuadas para evitar que los comederos y bebederos quedaran vacíos, y siendo removidos a su vez para estimular el consumo, y evitar que el alimento se adhiriera a la tolva.

La cantidad de alimento que se suministraba incrementaba a diario teniendo en cuenta el consumo ideal para pollos Cobb 500 (Cuadro 3) y multiplicado por el número de animales existentes en cada tratamiento.

Para el uso de bebederos tipo campana se realizó el cambio de agua de dos veces al día.

La altura de los comederos y bebederos se regulaban de acuerdo al tamaño de los pollos.

3.9 MANEJO SANITARIO (PROGRAMA DE VACUNACION):

Después de la recepción del pollo bebe, al séptimo día se procedió a vacunar contra la enfermedad de bronquitis infecciosa, Newcastle y Gumboro por vía ocular. , posteriormente a los 21 días se procedió a realizar su refuerzo.

3.10 MEDICIONES

3.10.1 Peso vivo semanal y ganancia de peso

La medición de los pesos vivos de pollos en total se realizó los días 29, 36, 43 y 47.

$$\text{Peso vivo (Kg/pollo)} = \frac{\text{Peso de las aves}}{\text{Número de pollos pesados}}$$

La ganancia de peso se determinó por la diferencia entre el peso final y el inicial.

Ganancia de peso (Kg/pollo/semana) = Peso final (Kg) – Peso inicial

3.10.2 .-Consumo de alimento:

Se evaluó el consumo de alimento diario, pesando residuos de alimento contenido en los comederos y por diferencia con el total de alimento suministrado diario. El consumo de alimento es la diferencia entre la cantidad suministrada durante la semana y el residuo final de la misma.

$$C.a \text{ (Kg/pollo/periodo)} = \frac{\text{Consumo de alimento total(kg)}}{\text{Numero de pollos}}$$

3.10.3 .-Conversión alimenticia:

La conversión alimenticia se obtuvo de la relación del consumo total por pollo entre la ganancia de peso vivo final.

$$C.A = \frac{\text{Consumo de alimento, kg /pollo}}{\text{Ganancia total de peso kg/pollo}}$$

3.10.4 .-Merito Económico:

El mérito económico es la representación porcentual de los valores de retribución de cada tratamiento referido al valor de tratamiento.

$$M.E = \frac{\text{Costo de alimento, S/.}}{\text{Ganancia total de peso kg}}$$

3.10.5 .-Contenido de Grasa:

Medido a través del peso absoluto y relativo de la grasa total.

3.10.6 .-Perfil lipídico:

Medido a través de los niveles de Colesterol y Triglicéridos mg/dl de sangre.

3.11.- DISEÑO ESTADISTICO

Las unidades experimentales se agruparon en un diseño completamente randomizado, con cuatro tratamientos (niveles de L-carnitina en la dieta), y 25 pollos para cada tratamiento, cuyo modelo lineal aditivo y esquema de varianza se detallan a continuación.

$$X_{ij} = U - T_i - E_{ij}$$

Dónde: X_{ij} : Variable Observada (incremento de peso vivo)
U: medida poblacional
 T_i : en efecto del tratamiento ($i = 4$)
 E_{ij} : efecto dentro de muestra o error experimental

El esquema de análisis de varianza fue el siguiente

FUENTE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA CUADRATICA	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	3	$\sum_{i=1}^4 \left(\frac{x_i^2}{n} - \frac{x^2}{N} \right)$	$\frac{S_{trat}}{G_{trat}}$	$\frac{CM_{trat}}{CM_{error}}$
ERROR	96	SST - SSTRAT	$\frac{S_{ce}}{G_{error}}$	
TOTAL	99	$\sum x^2_{ij} - \frac{(X_{ij})^2}{N}$		

Además, el análisis comprenderá:

- Si las diferencias resultaran significativas se completará con una prueba de comparación múltiple (DUNCAN).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- Peso vivo semanal y ganancia de peso

El peso vivo y la ganancia de peso semanal por tratamiento durante la fase experimental se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Ganancia de peso vivo en gramos (g) por semana de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

PERIODO/MEDICION	TRATAMIENTO			
	T0	T1	T2	T3
De 29 a 36 días de edad				
Peso inicial, g	1845.32	1899.2	1871.28	1795.2
Peso final, g	2199.56	2311.08	2345.8	2143.48
Ganancia de Peso, g	354.24	411.88	474.52	348.28
De 36 a 43 días de edad				
Peso inicial, g	2199.56	2311.08	2345.8	2143.48
Peso final, g	2578.44	2656.44	2948.84	2804.12
Ganancia de Peso, g	378.88^b	345.36^b	603.04^a	660.64^a
De 43 a 47 días de edad				
Peso inicial, g	2578.44	2656.44	2948.84	2804.12
Peso final, g	3061.68	2941.12	3145.6	2969.84
Ganancia de Peso, g	483.24^a	284.68^b	196.76^b	165.72^b
Ganancia total de peso (Kg)	1.21636	1.04192	1.27432	1.17464

a, b: Letras diferentes en filas denotan diferencias estadísticas significancias ($p < 0.01$).

Los resultados de pesos vivos y ganancia de peso registrados para los periodos de 29 a 36, 36 a 43 y 43 a 47 en sus respectivos tratamientos, indican

que los pesos vivos iniciales son iguales ($p=0.05$) en todos sus tratamientos, asegurando así que la muestra fue homogénea.

En cuanto a los pesos finales, tenemos , que el mayor peso lo obtuvo el T2 (3145.6 g.), seguido del T0 (3061.68 g.) y teniendo los pesos más bajos T3 (2969.84) y por ultimo T1 (2941.12), denotando a través del Análisis de Varianza (ANAVA), que no hay diferencia significativa entre ellos ($p>0.05$).

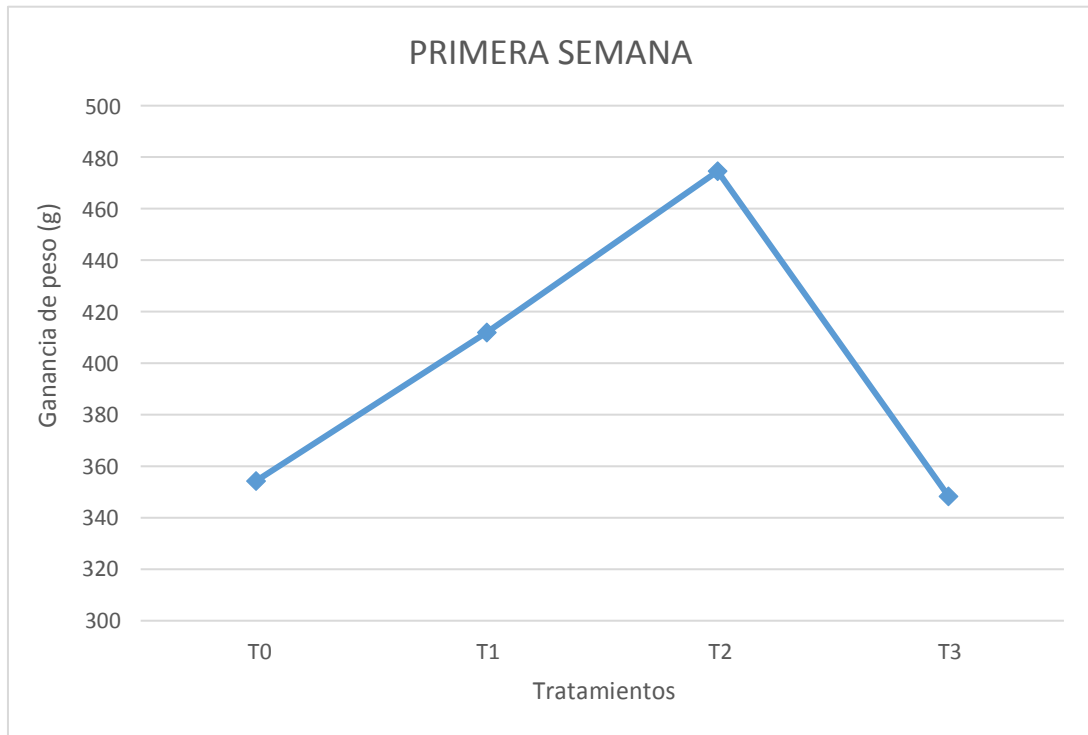
Los resultados obtenidos concuerdan con los de **CORDUCK et al., (2007)** donde realizaron un estudio para determinar los efectos de la densidad de energía metabolizable (EM) y la suplementación de L-carnitina en el rendimiento, los rasgos de la canal y los parámetros sanguíneos de los pollos de engorde, donde concluyó que la L-Carnitina no afectó ($P> .05$) la ganancia de peso corporal, el consumo de alimento y el índice de conversión alimenticia.

Cabe mencionar que estudios realizados por **RABIE et al., (1998)** relatan que la suplementación de L-carnitina en la dieta (50 mg / kg) aumentó significativamente la ganancia de peso corporal de los pollos de corte en comparación con aquellos en una dieta basal.

Tales diferencias entre las investigaciones resultados se deban a que durante el periodo de nuestro estudio, la ganancia de peso era intermitente entre semana, afectando así la diferencia significativa de los pesos finales.

Sin embargo, analizando los pesos por periodo (ANAVA) nos indica que existen diferencias significativas ($p<0.05$) en los periodos de 36 a 43 y 43 a 47 días correspondiente a la ganancia de peso, tal como se indica en los siguientes gráficos (1,2 y 3.)

Gráfico 1: Incremento de peso vivo en la primera semana de tratamiento en Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.



De acuerdo al Gráfico 1, se puede observar que en la primera semana el T2 (474.52 g), obtuvo, con una diferencia no significativa ($p>0.05$), una mayor ganancia de peso en relación a los tratamientos T1 (411.88 g), T0 (354.24) Y T3 (348.28)

Gráfico 2: Incremento de peso vivo en la segunda semana de tratamiento en Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.



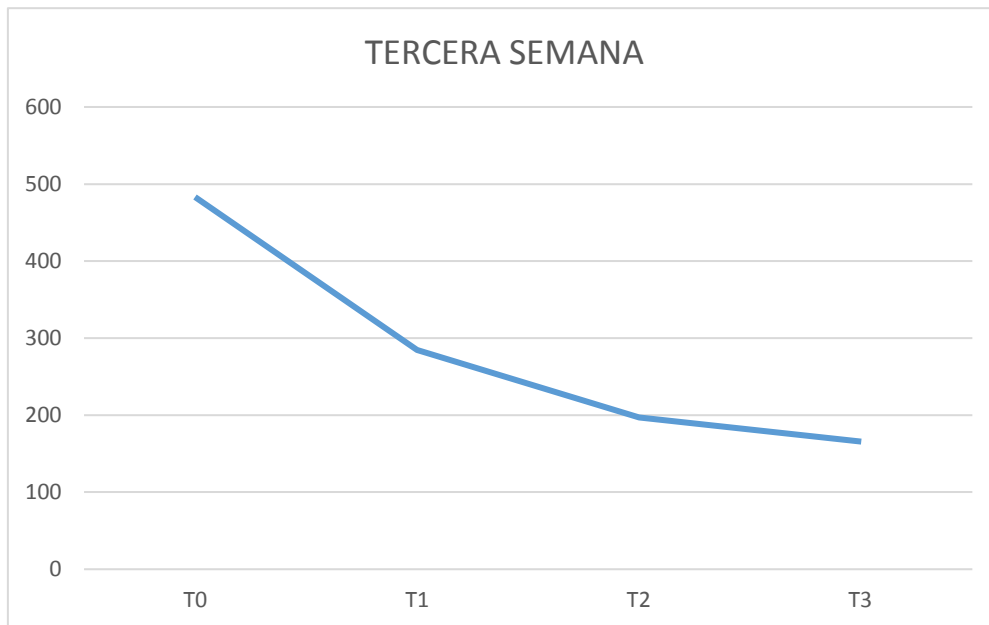
En el grafico 2 se puede observar la ganancia de peso con tendencia a aumentar en relación a la dosis de L-carnitina por kilo de alimento.

Estos resultados están de acuerdo con resultado de **Rabie y Szilagyi, (1998)** que investigaron las respuestas a la L -carnitina dietética suplementaria de pollos de engorde alimentados con dietas con diferentes niveles de energía metabolizable (EM), concluyendo que la L-carnitina suplementaria aumentó la ganancia de peso corporal (BWG) y mejoró la conversión alimenticia (FC) durante las primeras 2 semanas de estudio.

La L-carnitina aumenta la síntesis de algunas hormonas como el factor de crecimiento insulínico (Insulin-like Growth Factor, IGF) que es clave para el desarrollo muscular y el metabolismo en aves y mamíferos (**Ducles, 2005**).

Rabie y Szilagyi. (1998) informaron que suplementar 50 mg de L -carnitina /kg de dieta para pollos de engorde incrementó el rendimiento muscular del pecho y el rendimiento de la carne de la pierna y el contenido de grasa en el músculo del pecho ($P < 0.05$).

Gráfico 3: Incremento de peso vivo en la tercera semana de tratamiento en Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.



En el Grafico 3 se observa que hay una disminución altamente significativa de la ganancia de peso en la tercera semana.

Este resultado se dio porque disminuyó el consumo de alimento, probablemente ocurrió porque las aves son muy susceptibles a las corrientes de aire y la mala ventilación, siendo este un factor que afectó la última semana de nuestro estudio

4.2.- Consumo de alimento:

Los resultados sobre el efecto de los tratamientos evaluados en el presente estudio sobre el consumo de alimento se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Consumo de alimento en Kilogramos (Kg) de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

PERIODO EXPERIMENTAL	T0	T1	T2	T3
1° SEMANA	26.088	25.934	27.566	24.664
2° SEMANA	28.543	28.635	30.566	30.273
3° SEMANA	19.132	13.502	12.447	12.892
TOTAL	73.763	68.071	70.579	67.829
PROMEDIO/TOTAL/POLLO	2.951	2.723	2.823	2.713
PROMEDIO/TOTAL/DIA	4.098	3.782	3.921	3.768
PROMEDIO/POLLO/DIA	0.164	0.151	0.157	0.151

Los datos registrados para consumo de alimento, nos indica que el mayor consumo de alimento total por periodo fue para T0 (73.763), seguido por T2 (70.579) y T1 (68.071) y el menor consumo de alimento fue para T3 (67.829), con tendencia a disminuir conforme aumenta la dosis de L-carnitina.

Coskun y Tekeli (2019), Murali et al (2015) y Corduk et al (2007) informaron que la suplementación con L-carnitina en las raciones de pollos de engorde no tuvo un efecto significativo en el consumo de alimento.

Por otro lado, también hay estudios que demuestran que el suplemento de L-carnitina afecta significativamente el consumo de alimento. **Wang et al (2013)** informaron que el suplemento de L-carnitina (100 mg/kg) redujo significativamente el consumo de alimento en pollos de engorde criados a bajas temperaturas ambientales.

Tales diferencias entre los resultados de las investigaciones pueden atribuirse a los niveles de dosis del suplemento de L-carnitina utilizado, los niveles de energía de la ración (baja, media y alta) y las líneas animales utilizadas (ROSS 308 y COBB 500)

4.3.- Conversión alimenticia:

Los resultados sobre las conversiones alimenticias se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Conversión alimenticia de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

	T0	T1	T2	T3
Ganancia de peso total (Kg)/pollo	1.21636	1.04192	1.27432	1.17464
Consumo de alimento total (Kg)/pollo	2.95052	2.72284	2.82316	2.71316
CONVERSION ALIMENTICIA	2.43	2.61	2.22	2.31

Según los resultados, se observa que una mejor conversión alimenticia se obtuvo en el T2 (2.22), seguido por T3 (2.31) Y T0 (2.43), teniendo una baja eficiencia en conversión alimenticia T1 (2.61). Demostrando así que se obtiene una mejor conversión alimenticia con una dosis de 50mg / kg de alimento.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio difieren con los estudios hecho por **Murali et al (2015)**; **Taklimi et al (2015)** y **Wang et al (2013)** quienes reportaron que el suplemento de L-carnitina no tuvo un efecto significativo en la eficiencia alimenticia de los pollos de engorde.

Parte de los resultados obtenidos en esta investigación coincide con el estudio de **Geng et al (2007)** que utilizó L-carnitina a dosis de 0, 75 y 100 mg/kg y coenzima Q10 a dosis de 0 y 40 mg/kg, respectivamente. Como resultado de la prueba, hubo una eficiencia alimenticia en el grupo suplementado sólo con L-carnitina mejoró numéricamente.

Asimismo **Michalczyk et al (2012)** informaron que la L-carnitina complementada con agua potable (62.5 g/100 litros) mejora numéricamente la eficiencia alimenticia.

4.4.- Mérito económico:

En la tabla 6, se observa el mérito económico, por pollo, en cada tratamiento

Tabla 6: Merito económico en soles (S/.) de pollos Cobb 500 alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

	T0	T1	T2	T3
Ganancia de peso total (Kg)	1.21636	1.04192	1.27432	1.17464
Consumo de alimento total (Kg)/pollo	2.95052	2.72284	2.82316	2.71316
L-carnitina(0, 25, 50, 75 mg/Kg alimento)	0	68.071	141.158	203.487
Costo concentrado S./ /Kg	1.5	1.5	1.5	1.5
Costo L-carnitina S/.	0	0.063	0.125	0.1875
Gasto en concentrado S/.	4.42578	4.08426	4.23474	4.06974
Gasto en L- carnitina S./	0	0.17153892	0.352895	0.5087175
Total Gastos S/.	4.42578	4.25579892	4.587635	4.5784575
MERITO ECONOMICO	3.64	4.08	3.60	3.90

Según los resultados, se observa que un mejor mérito económico lo obtuvo T2 (S/. 3.60), seguido de T0 (S/. 3.64), T3 (S/. 3.90) y por último el menor mérito económico fue T1 (S/. 4.08). Demostrando así que se obtiene un mejor mérito económico con una dosis de 50mg / kg de alimento.

4.5.- Contenido de grasa:

Los resultados el promedio del contenido de grasa abdominal se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7: Contenido de grasa abdominal (g / animal) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

	T0	T1	T2	T3
PROMEDIO DE GRASA ABDOMINAL	229	214.87	246.33	222.93

Los resultados registrados en sus respectivos tratamientos, indican que en el contenido de grasa total hay una ligera tendencia a disminuir mientras aumenta la dosis de L-carnitina, sin embargo a través del Análisis de Varianza (ANAVA), denota que no hay diferencia significativa entre ellos ($p>0.05$), por lo que se considera que en este estudio la suplementación de L-carnitina, no modificó el contenido de grasa en ninguna de sus dosis.

El presente estudio difiere del estudio de **Baback et al., (2015)** que señalan que una dieta que contiene 150mg/kg de L-carnitine con 15% de Lisina y Metionina parece ser suficiente para mantener bajos niveles de TC, LDL y HDL. Por ende, la L-carnitina puede reducir el contenido de grasa del cuerpo en carcasas de pollos de engorde disminuyendo la deposición de ácidos grasos en tejidos hepáticos extra, por encima de todo el tejido adiposo y muscular.

Esta discrepancia probablemente se deba a que en la presente investigación no se usaron los mismos niveles de Lisina y Metionina en la ración ya que la L-carnitina también es biosintetizada de manera endógena de metionina y lisina, estos dos aminoácidos son usualmente los aminoácidos en limitantes más importantes en la nutrición de pollos.

4.6 Perfil lipídico:

Los resultados del perfil lipídico se observan en la tabla 8.

Tabla 8: Niveles de triglicéridos, colesterol y lípidos totales en mg/dL de sangre en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

PERFIL LIPIDICO	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
TRIGLICERIDOS mg/dl.	91.594 ^a	89.278 ^a	51.017 ^b	51.503 ^b
COLESTEROL mg/dl.	106.515 ^b	104.821 ^{bc}	93.942 ^c	120.271 ^a
LIPIDOS TOTALES mg/dl.	198.109 ^a	194.099 ^a	144.959 ^b	171.774 ^a

a, b: Letras diferentes en filas denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Como se observa en la tabla, los resultados obtenidos en nuestro estudio, nos indica en general, que hay una tendencia a disminuir el perfil lipídico hasta una dosis de 50 mg de L-carnitina por Kg de alimento.

TRIGLICERIDOS (mg/dL)

Los triglicéridos hallados en cada tratamiento, mostraron los siguientes resultados, el valor más alto de T0 (91.594 mg / dL), seguido del T1 (89.278 mg / dL) y obteniendo los valores más bajos en T2 (51.017 mg / dL), seguido de T3 (51.503 mg / dL), con tendencia a disminuir los niveles en sangre hasta la segunda semana y con una dosis de 50 mg/ kg de alimento.

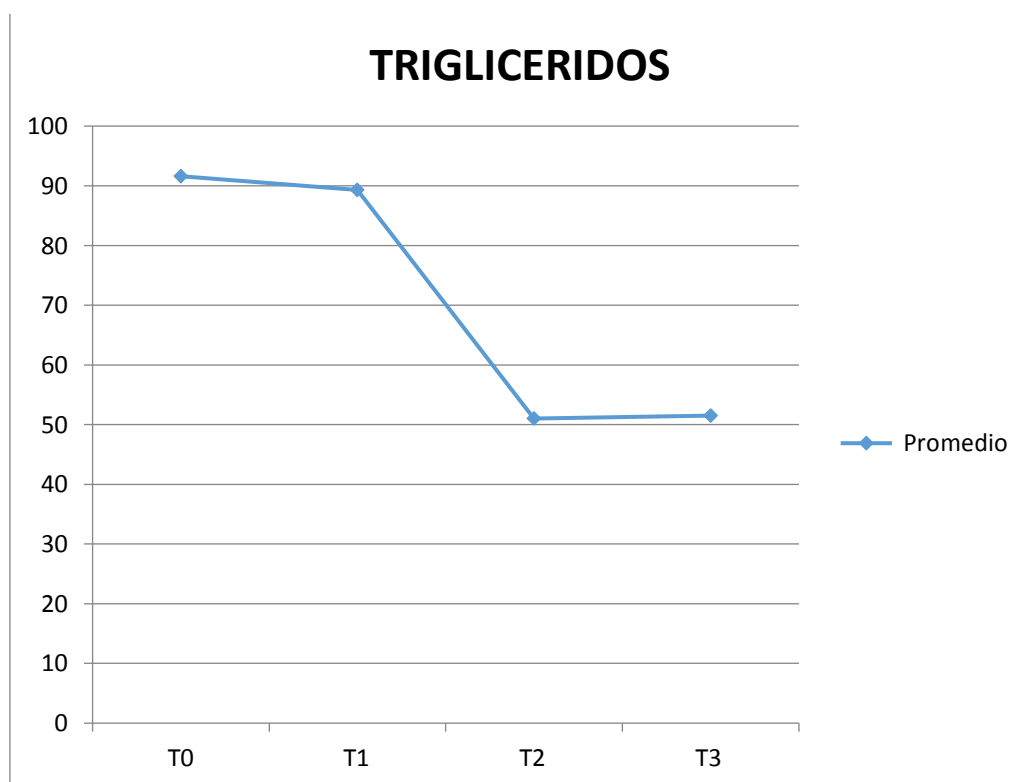
Los triglicéridos circulan en la sangre mediante unas lipoproteínas que se producen en el intestino y en el hígado y se transportan a los tejidos donde se utilizan como una reserva de energía para cubrir las necesidades metabólicas de los músculos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, determinamos que los tratamientos con L-carnitina redujeron los niveles de triglicéridos significativamente a diferencia del tratamiento testigo. Este hecho podría asociarse con el fenómeno conocido del aumento de movilidad de los ácidos grasos de los depósitos corporales cuando se utiliza como suplemento alimentario la L-carnitina.

Esto sería a consecuencia de que la L-carnitina facilita la oxidación de los ácidos grasos. Los Triacilgliceroles se hidrolizan fuera de la célula por efecto de la lipasa lipoproteica que deja en libertad ácidos grasos no esterificados, éstos penetran a la célula por un mecanismo no muy bien conocido (que puede corresponder a difusión no específica a través de la membrana plasmática).

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por **BABACK et al (2015)** los cuales señalan que una dieta que contiene 150 mg/kg de L-carnitina con 15% de Lisina y Metionina parece ser suficiente para mantener bajos niveles de TC, LDL y HDL.

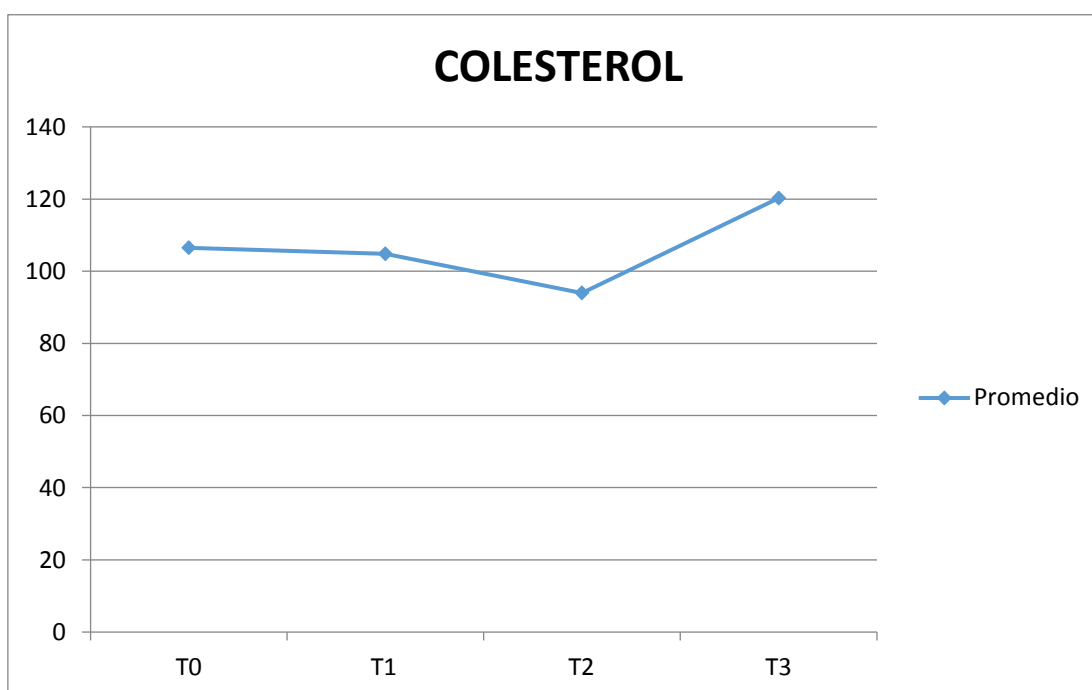
Gráfico 4: Niveles de triglicérido en sangre (mg/dL) de Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.



COLESTEROL TOTAL (Mg/dL)

El colesterol hallado en cada tratamiento obtuvo los siguientes resultado, el T3 obtuvo mayor cantidad en (120.2708 m/dL), seguido del T0 (106.5148 mg/dL) y como menor cantidad se consideró al T2 (93.942 mg/dL). La prueba de Duncan indicó que el colesterol total de T0 y T3, superan al T2 y T1, entre los cuales también difieren estadísticamente.

Gráfico 5: Niveles de colesterol en sangre (mg/dL) de Pollos Cobb 500 que fueron alimentados con una ración suplementada con varios niveles de L-carnitina.



El colesterol circulante en sangre es transportado por las lipoproteínas y, a nivel celular se puede encontrar formando parte de las membranas o en citoplasma en forma de “gotitas grasas”, previa esterificación con un ácido graso pues el exceso de colesterol libre es tóxico para la célula. El acúmulo de colesterol esterificado intracelular, especialmente en macrófagos, también es perjudicial para el hombre, favoreciendo el desarrollo de lesiones ateroscleróticas (**Argüeso et al., 2011**).

L-carnitina se ha considerado como un fármaco hipolipidémico, capaz de disminuir las concentraciones circulantes de triglicéridos, ácidos grasos libres, colesterol y fosfolípidos e incrementar las concentraciones de proteínas de las fracciones LDL y HDL

Xu (2013) el colesterol total y la lipoproteína de baja densidad (ldl) disminuyeron de manera significativa cuando se adiciono L-carnitina en un nivel de 50mg/ kg, este efecto se asociarían con varios procesos posibles, incluido el aumento de la renovación del colesterol debido al aumento conversión de colesterol a ácidos biliares y excreción biliar o debido a una distribución modificada del colesterol de todo el cuerpo.

V. CONCLUSIONES

Conforme con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las condiciones en las que se llevó a cabo la presente investigación, se establecen las siguientes conclusiones:

- 1.) La ganancia de peso en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina, tiene un efecto positivo y altamente significativo ($p < 0.01$) sólo en la segunda semana y hasta una dosis de 50 mg de L-carnitina/ Kg de alimento. ($\alpha = 0.01$)
- 2.) El consumo de alimento en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina, tiende a incrementar solo hasta la segunda semana y hasta una dosis de 50 mg de L-carnitina/kg de alimento.
- 3.) Los mejores resultados en conversión alimenticia y merito económico se da en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada solo hasta una dosis de 50mg de L-carnitina/ kg de alimento.
- 4.) La L-carnitina no afecta el Contenido de Grasa en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina. ($\alpha = 0.05$)
- 5.) La L-carnitina actúa favorablemente disminuyendo el perfil lipídico en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina solo hasta una dosis de 50 mg de L-carnitina/ kg de alimento. ($\alpha = 0.05$)

VI. RECOMENDACIONES

1. Administrar L-carnitina a una dosis de 50 mg/ kg de alimento durante las dos últimas semanas.
2. Se recomienda hacer el estudio en otras especies, considerando con mayor énfasis el estudio en cerdos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AYECKE-THUN y SILEIKIENE., (2011) Mejora de los resultados productivos usando L-Carnitina, Betaína, Sorbitol y Magnesio vía agua de bebida en avicultura
Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/39.mejora_de_los_resultados_productivos_usando_l-carnitina_betaina_sorbitol_y_magnesio_via_agu.pdf
2. AGUAYO,C (2015) “Influencia de la Administración de L-Carnitina sobre Factores de Riesgo Cardiovasculares en una Población Geriátrica” , disponible en : <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/334174/TCAJ.pdf?sequence=1> (accesado el 20 de setiembre del 2019)
3. AVIAGEN (2009).”Guía de Manejo del Pollo de Engorde” en Arbor acres (en línea).Perú, disponible en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf.(accesado el 30 de enero del 2019).
4. ABAD JUAN (2008) rendimiento productivo y economico del engorde intensivo de pollos broiler de las lineas ross y cobb en huancayo. página 26-27. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2888/Abad%20Bazan.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accesado el 14 de agosto del 2019)
5. ARGÜESO, D., Díaz, J.L., Díaz, J.A., Rodríguez, A., Castro, M. y Diz, F. (2011) *Lípidos, colesterol y lipoproteínas*. Galicia Clínica [en línea], 72, S7-S17. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4112097> [Consultado 02-06-19].
6. BAYNES Y DOMINIZAK (2019) “Bioquímica medica”.Italia , disponible en : <https://books.google.com.pe/books?id=o-2KDwAAQBAJ&pg=PA30&lpg=PA30&dq=Los+triglic%C3%A9ridos+son+la+forma+de+almacenamiento+de+los+l%C3%ADpidos+en+el+tejido+adiposos,+s> (accesado el 1 de noviembre del 2019)
7. BABACK et al., (2015) Efecto de suplementación con L-carnitina y lisina-metionina sobre parámetros de sangre de pollos de engorde. Rev.MVZ Córdoba 20(3):4698-4708 .Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/1ea1/525809e4861602b20a08060a92d7572b57bb.pdf?_ga=2.158626296.317583689.1569382144-268706023.1569382144
8. CORDUK et al., (2007) Efectos de la densidad energética de la dieta y la suplementación de L-carnitina en el rendimiento del crecimiento, los

- rasgos de la canal y los parámetros sanguíneos de los pollos de engorde South African J Anim Sci 2007; 37(2):65-73.
Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/4029>
9. CORRAL, MAR.; Vázquez, JMV.; Silva, CH.; Martin, AA.; Madaria, E.Z. Miopatía por déficit de carnitina: un caso de diagnóstico tardío. Anales de medicina interna; 2001.
 10. COELHO, C.; Mota. J.; Bragança, E.; Burini, R. Aplicações clínicas da suplementação de Lcarnitina. Ver. Nutr., Campinas, 18(5):651- 659, 2005
 11. DA SILVA COSTA E (2012). "Carnitina na nutrição de aves e suínos" en PUBVET, Publicaciones en Medicina Veterinaria y Zootecnia. (en línea) V. 6, N°. 31, Londrina. Disponible en : <http://www.pubvet.com.br/uploads/208da172ba2b8170438f5c782b08ec14.pdf> (accesado el día 27 de enero del 2019).
 12. DAŞKIRAN M, ÖNOL AG, CENGİZ Ö, TATLI O, SARI M, (2009)."Effects of dietary methionine levels and L-carnitine supplementation on performance and egg quality parameters of layers" en, J. Anim. Feed Sci., 18, 650–661
 13. GUILCAPI, ROMEL (2013) "Utilización de aminoácidos sintéticos en reducción de proteína bruta en l alimentación de pollos parrilleros". Ecuador, disponible en : <https://es.scribd.com/document/366765096/Aminoacidos-Sinteticos-Pollos> (accesado el 30 de junio del 2019)
 14. ISHIKAWA ET AL., (2017). "Importancia de la salud hepática para mejorar la productividad" en actualidad avipecuaria (en línea).Peru, disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/importancia-de-la-salud-hepaticapara-mejorar-la-productividad.html> (accesado el día 28 de enero del 2019).
 15. HOLT PR - The roles of bile acids during the process of normal fat and cholesterol absorption. Arch Intern Med 1972;130(4): 574-83.
Disponible en: <https://www.royalcanin.es/wp-content/uploads/2016/05/Cap-7-Hiperlipidemia-canina-causas-y-manejo-nutricional.pdf>
 16. HEINONEN, O.J. Carnitine and physical exercise. Sport med; 22(2): 109-32, 1996.(accesado el 30 de agosto del 2019)
 17. MURALI et al., (2015) Effect of L-carnitine supplementation on growth performance, nutrient utilization and nitrogen balance of broilers fed with animal fat. Vet World. 2015; 8:482-486

18. MANUAL COBB (2008) "Guía de manejo del pollo de engorde", disponible en : <http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/Cobb.pdf> (accesado el 25 de octubre del 2019)
19. MANUAL ROSS (2014) "Manual de manejo" disponible en : http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf (accesado el 30 de octubre del 2019)
20. PARIZADIAN B, Ahangari YJ, Shargh MS, Sardarzadeh A. Effects of Different levels of L-carnitine supplementation on egg quality and blood parameters of laying japanese quail. Intern J Poult Sci 2011; 10(8):621-625.
Disponible en: <http://free-journal.umm.ac.id/files/file/Effects%20of%20Different%20Levels%20of%20L-carnitine%20Supplementation%20on%20Egg%20Quality%20and%20Blood%20Parameters%20of%20Laying%20Japanese%20Quail.pdf>
21. PARSAEIMEHR et al., (2014) The Effects of L-Carnitine and Different Levels of Animal Fat on Performance, Carcass Characteristics, some Blood Parameters and Immune Response in Broiler Chicks. 4(3):561- 566.
Disponible en: http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_513564_095a1be0ab7bab2e0da84349b887b302.pdf
22. RANI, P. J. A.; PANNEERSELVAM, C (2002). Effect of L-carnitine on brain lipid peroxidation and antioxidant enzymes in old rats. Journal of Gerontology Series A: Biology Science and Medical Sciences. p. 134-137.
23. WANG et al., (2013) Effects of Dietary L-carnitine Supplementation on Growth Performance, Organ Weight, Biochemical Parameters and Ascites Susceptibility in Broilers Reared Under Low-temperature Environment. Asian-Australas J Anim Sci. 2013; 26(2):233-240.
Disponible en: <https://www.ajas.info/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.2012.12407>
24. XU et al., (2003) "Efectos de la L-carnitina sobre el rendimiento del crecimiento, la composición de la canal y el metabolismo de los lípidos en pollos de engorde."
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12705401>

VIII. ANEXOS

Cuadro Anexo 3: Consumo de alimento diario en gramos de pollos Cobb 500 desde el día 1 hasta el día 49 de vida.

CONSUMO DE ALIMENTO	
Edad en días	Consumo diario de alimento (g)
1	13
2	17
3	21
4	23
5	27
6	31
7	35
8	39
9	44
10	48
11	54
12	58
13	64
14	68
15	75
16	81
17	87
18	93
19	98
20	105
21	111
22	117
23	123
24	130
25	134
26	141
27	148
28	152

CONSUMO DE ALIMENTO	
Edad en días	Consumo diario de alimento (g)
29	158
30	163
31	169
32	174
33	180
34	182
35	189
36	193
37	197
38	201
39	205
40	209
41	213
42	216
43	220
44	222
45	225
46	227
47	231
48	233
49	235

Fuente: Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500.

Cuadro Anexo 4: Pesos a los 29 días de edad (Pesos iniciales en gramos) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

PESO INICIAL				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	1680	1960	2030	1945
2	1610	2075	1795	1880
3	1480	1735	1750	1425
4	1630	1750	1815	2480
5	2420	1665	1580	1385
6	1555	2300	2105	2025
7	2070	2045	1780	1535
8	1755	1925	1620	1830
9	2005	2025	1840	1725
10	1690	2130	1690	2070
11	1855	1970	1940	2165
12	2360	1945	2050	1935
13	1560	1905	2090	1630
14	1680	1645	2285	1650
15	1880	1600	1800	2515
16	1700	1640	2175	1810
17	2210	2020	1900	2110
18	2140	2335	1865	1960
19	1580	1450	1895	1935
20	1875	2010	1770	1775
21	1855	1775	1925	1420
22	1765	1790	2150	1255
23	1955	2300	1290	1560
24	2218	1848	2026	1334
25	1605	1637	1616	1526
PROMEDIO	1845.32	1899.2	1871.28	1795.2

Cuadro Anexo 5: Análisis de Varianza (ANAVA) de los pesos a los 29 días de edad (Pesos iniciales) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	46133	1845.32	70320.8933
T1	25	47480	1899.2	54030.5
T2	25	46782	1871.28	48579.6267
T3	25	44880	1795.2	110348.167

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	146704.27	3	48901.42333	0.69050499	0.560028758	2.6993926
Dentro de los grupos	6798700.48	96	70819.79667			
Total	6945404.75	99				

Cuadro Anexo 6: Pesos a los 47 días de edad (Pesos finales en gramos) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

PESO FINAL				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	3250	3510	3195	3340
2	2695	3065	3200	2880
3	2575	2410	3030	2755
4	1955	2405	2395	2550
5	3360	2210	3080	2960
6	2750	4125	3230	3275
7	4105	3120	2605	2890
8	3060	2845	2895	2180
9	3285	2720	2865	2490
10	2720	4255	3400	4090
11	2935	2440	3720	3180
12	4335	2570	2780	2690
13	3085	3685	3810	2240
14	2880	3360	3870	2580
15	2750	2595	3165	3600
16	3080	2675	3365	3230
17	3395	2560	2465	3140
18	2895	3250	3265	3495
19	2765	2316	3540	3090
20	1980	2795	3360	3035
21	2655	2969	2735	2245
22	2465	2650	3820	2530
23	3720	2795	3110	3225
24	4043	3522	2946	2621
25	3804	2681	2794	3935
PROMEDIO	3061.68	2941.12	3145.6	2969.84

Cuadro Anexo 7: Análisis de Varianza (ANAVA) de los pesos a los 47 días de edad (Pesos finales) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	76542	3061.68	362790.81
T1	25	73528	2941.12	297251.693
T2	25	78640	3145.6	168229.917
T3	25	74246	2969.84	250353.14

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	647127.2	3	215709.0667	0.7999405	0.496884961	2.6993926
Dentro de los grupos	25887013.44	96	269656.39			
Total	26534140.64	99				

Cuadro Anexo 8: Ganancia de peso de 29 a 36 días de edad (primera semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

GANANCIA DE PESO PRIMERA SEMANA				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	510	285	420	620
2	490	395	470	120
3	195	350	640	290
4	165	380	365	-420
5	250	335	360	470
6	350	535	550	565
7	650	485	325	855
8	325	420	540	285
9	390	410	470	550
10	730	520	465	770
11	370	340	560	540
12	765	340	400	235
13	280	350	540	-460
14	445	155	465	510
15	-50	360	405	630
16	540	270	395	450
17	290	265	325	-115
18	235	445	435	495
19	255	380	485	575
20	-20	365	455	270
21	85	335	370	60
22	340	430	520	510
23	655	355	780	640
24	138	823	636	305
25	473	969	487	-43
PROMEDIO	354.24	411.88	474.52	348.28

Cuadro Anexo 9: Análisis de Varianza (ANAVA) de ganancia de peso de 29 a 36 días de edad (primera semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	8856	354.24	46602.0233
T1	25	10297	411.88	28214.0267
T2	25	11863	474.52	11386.8433
T3	25	8707	348.28	113436.46

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	260815.23	3	86938.41	1.74190927	0.163586405	2.6993926
Dentro de los grupos	4791344.48	96	49909.83833			
Total	5052159.71	99				

Cuadro Anexo 10: Ganancia de peso de 36 a 43 días de edad (segunda semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

INCREMENTO DE PESO SEGUNDA SEMANA				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	130	845	625	435
2	560	255	585	415
3	695	315	925	520
4	85	-40	265	540
5	160	495	655	630
6	235	255	445	585
7	690	310	480	555
8	645	250	715	650
9	436	160	865	580
10	396	805	755	1130
11	230	-180	790	765
12	450	655	645	645
13	575	1000	745	615
14	195	765	725	590
15	450	315	790	770
16	480	520	496	700
17	565	-5	115	675
18	215	50	690	520
19	485	130	525	390
20	-80	295	600	660
21	540	590	325	645
22	115	380	1065	565
23	440	45	610	710
24	352	260	87	873
25	428	164	553	1353
PROMEDIO	378.88	345.36	603.04	660.64

Cuadro Anexo 11: Análisis de Varianza (ANOVA) de ganancia de peso de 36 a 43 días de edad (segunda semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	9472	378.88	42558.2767
T1	25	8634	345.36	89669.0733
T2	25	15076	603.04	53973.4567
T3	25	16516	660.64	43814.9067

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1874238.84	3	624746.28	10.8644105	3.29204E-06	2.6993926
Dentro de los grupos	5520377.12	96	57503.92833			
Total	7394615.96	99				

Cuadro Anexo 12: Prueba de DUNCAN de ganancia de peso de 36 a 43 días de edad (segunda semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

T0	378.88
T1	345.36
T2	603.04
T3	660.64

$$CME = 57503.9283$$

$$r = 25$$

$$S = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$S = \sqrt{\frac{57503.9283}{25}}$$

$$S = \sqrt{2300.157132}$$

$$S = 47.95995343$$

VALOR CRITICO = S VALOR DE LA TABLA	Valor de tabla	2	3	4
		2.92	3.07	3.15

S	VALOR DE LA TABLA	VALOR CRITICO
47.95995343	2.92	140.043064
47.95995343	3.07	147.237057

T3	660.64	a	140.043064	520.596936
T2	603.04	a	147.237057	513.402943
T0	378.88	b		238.836936
T1	345.36	b		

Cuadro Anexo 13: Ganancia de peso de 43 a 47 días de edad (tercera semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

INCREMENTO DE PESO TERCERA SEMANA				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	930	420	120	340
2	35	340	350	465
3	205	10	-285	520
4	75	315	-50	-50
5	530	-285	485	475
6	610	1035	130	100
7	695	280	20	-55
8	335	250	20	-585
9	454	125	-310	-365
10	-96	800	490	120
11	480	310	430	-290
12	760	-370	-315	-125
13	670	430	435	455
14	560	795	395	-170
15	470	320	170	-315
16	360	245	299	270
17	330	280	125	470
18	305	420	275	520
19	445	356	635	190
20	205	125	535	330
21	175	269	115	120
22	245	50	85	200
23	670	95	430	315
24	1335	591	197	109
25	1298	-89	138	1099
PROMEDIO	483.24	284.68	196.76	165.72

Cuadro Anexo 14: Análisis de Varianza (ANAVA) de ganancia de peso de 43 a 47 días de edad (tercera semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	12081	483.24	121203.69
T1	25	7117	284.68	98534.6433
T2	25	4919	196.76	68061.1067
T3	25	4143	165.72	131834.543

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1532254.4	3	510751.4667	4.86854246	0.003397768	2.6993926
Dentro de los grupos	10071215.6	96	104908.4958			
Total	11603470	99				

Cuadro Anexo 15: Prueba de DUNCAN de ganancia de peso de 43 a 37 días de edad (segunda semana) de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

T0	483.24
T1	284.68
T2	196.76
T3	165.72

$$\begin{aligned} \text{CME} &= 104908.496 \\ r &= 25 \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{\frac{\text{CME}}{r}}$$

$$S = \sqrt{\frac{104908.496}{25}}$$

$$S = \sqrt{4196.339833}$$

$$S = 64.77916203$$

VALOR CRITICO = S VALOR DE LA TABLA	Valor de tabla	2	3	4
		2.92	3.07	3.15

S	VALOR DE LA TABLA	VALOR CRITICO
64.77916203	2.92	189.1551531
64.77916203	3.07	198.8720274

T0	483.24	a		294.084847
T1	284.68	b	189.155153	95.5248469
T2	196.76	b	198.872027	85.8079726
T3	165.72	b		

Cuadro Anexo 16: Ganancia de peso total de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

INCREMENTO DE PESO TOTAL				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	1570	1550	1165	1395
2	1085	990	1405	1000
3	1095	675	1280	1330
4	325	655	580	70
5	940	545	1500	1575
6	1195	1825	1125	1250
7	2035	1075	825	1355
8	1305	920	1275	350
9	1280	695	1025	765
10	1030	2125	1710	2020
11	1080	470	1780	1015
12	1975	625	730	755
13	1525	1780	1720	610
14	1200	1715	1585	930
15	870	995	1365	1085
16	1380	1035	1190	1420
17	1185	540	565	1030
18	755	915	1400	1535
19	1185	866	1645	1155
20	105	785	1590	1260
21	800	1194	810	825
22	700	860	1670	1275
23	1765	495	1820	1665
24	1825	1674	920	1287
25	2199	1044	1178	2409
PROMEDIO	1216.36	1041.92	1274.32	1174.64

Cuadro Anexo 17: Análisis de Varianza (ANAVA) de ganancia de peso total de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	30409	1216.36	254523.323
T1	25	26048	1041.92	222313.41
T2	25	31858	1274.32	144226.977
T3	25	29366	1174.64	241682.157

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	731810.59	3	243936.8633	1.130979	0.340525754	2.6993926
Dentro de los grupos	20705900.8	96	215686.4667			
Total	21437711.39	99				

Cuadro Anexo 18: Consumo de alimento por semanas de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

SEMANAS	T0	T1	T2	T3
DIA 30	3.548	3.102	3.624	2.985
DIA 31	2.75	2.351	3.587	2.258
DIA 32	3.872	3.877	3.877	3.573
DIA 33	3.992	4	3.998	3.787
DIA 34	3.965	4.102	4.137	3.779
DIA 35	3.839	4.178	4.176	4.015
DIA 36	4.122	4.324	4.167	4.267
PRIMERA SEMANA	26.088	25.934	27.566	24.664
DIA 37	4.299	4.349	4.174	4.413
DIA 38	3.736	4.366	4.531	4.254
DIA 39	4.088	3.948	4.553	4.567
DIA 40	4.145	3.945	4.665	4.65
DIA 41	4.132	3.512	4.786	4.72
DIA 42	3.703	4.897	3.839	4.259
DIA 43	4.44	3.618	4.018	3.41
SEGUNDA SEMANA	28.543	28.635	30.566	30.273
DIA 44	6.305	2.9	2.885	3.375
DIA 45	4.146	2.906	3.046	3.641
DIA 46	4.36	3.82	3.245	2.955
DIA 47	4.321	3.876	3.271	2.921
TERCERA SEMANA	19.132	13.502	12.447	12.892

Cuadro Anexo 19: Contenido de grasa total de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

CONTENIDO DE GRASA TOTAL EN GRAMOS (g)				
N° POLLOS	T0	T1	T2	T3
01	296	248	251	169
02	189	220	198	154
03	120	190	233	165
04	321	199	153	280
05	363	314	381	232
06	183	253	451	260
07	126	208	164	251
08	305	213	273	142
09	343	170	283	222
10	196	277	275	319
11	340	173	153	323
12	222	179	190	288
13	121	183	230	234
14	177	121	175	214
15	133	275	285	91
PROMEDIO	229	214.866667	246.3333333	222.933333

Cuadro Anexo 20: Análisis de Varianza (ANAVA) de contenido de grasa total de pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	15	3435	229	8066.42857
T1	15	3223	214.866667	2548.69524
T2	15	3695	246.333333	7118.66667
T3	15	3344	222.933333	4582.35238

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8024.183333	3	2674.727778	0.47942475	0.697893981	2.76943093
Dentro de los grupos	312426	56	5579.035714			
Total	320450.1833	59				

Cuadro Anexo 21: Niveles de triglicéridos en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

TRIGLICERIDOS				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	56.76	94.84	33.43	48.78
2	38.72	48.62	23.77	52.66
3	62.25	44	33.35	124.71
4	60.18	67.11	18.49	14.28
5	50.34	24.1	52.17	23.19
6	146.45	46.21	48.53	72.39
7	65.1	79.49	29.8	39.54
8	164.42	49.36	29.8	24.43
9	53.05	25.75	62.48	90.14
10	88.98	95.17	73.13	42.43
11	107.02	95.42	26.49	32.44
12	106.88	56.62	48.7	32.93
13	51.27	82.71	46.72	41.6
14	122.92	130	69.83	33.76
15	139.04	87.25	78.16	32.93
16	116.72	83.53	76.6	122.5
17	63.1	29.47	55.72	23.36
18	84.78	61.82	69.5	41.52
19	96.04	106.15	30.13	55.14
20	135.19	49.69	17.42	20.64
21	114.65	247.63	116.38	18.9
22	57.3	59.6	36.12	89.91
23	127.24	240	39.3	65.3
24	105.12	243	89.1	36
25	76.33	84.4	70.31	108.1
PROMEDIO	91.594	89.2776	51.0172	51.5032

Cuadro Anexo 22: Análisis de Varianza (ANOVA) de niveles de triglicéridos en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	2289.85	91.594	1258.35171
T1	25	2231.94	89.2776	4060.06199
T2	25	1275.43	51.0172	612.643738
T3	25	1287.58	51.5032	1040.78516

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	38438.2147	3	12812.73823	7.35113454	0.0001736	2.6993926
Dentro de los grupos	167324.2223	96	1742.960649			
Total	205762.437	99				

Cuadro Anexo 23: Prueba de DUNCAN para niveles de triglicéridos en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

T0	91.594
T1	89.2776
T2	51.0172
T3	51.5032

$$\begin{aligned} \text{CME} &= 1742.96065 \\ r &= 25 \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{\frac{\text{CME}}{r}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1742.96065}{25}}$$

$$S = \sqrt{69.71842596}$$

$$S = 8.349756042$$

VALOR CRITICO = S VALOR DE LA TABLA
--

Valor de tabla	2	3	4
	2.92	3.07	3.15

S	VALOR DE LA TABLA	VALOR CRITICO
8.349756042	2.92	24.3812876
8.349756042	3.07	25.633751

T0	91.594	a	24.3812876	67.2127124
T1	89.2776	a	25.633751	
T3	51.5032	b		65.960249
T2	51.0172	b		27.1219124

Cuadro Anexo 24: Niveles de colesterol en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

COLESTEROL				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	120.72	138.14	85.66	132.76
2	117.72	117.52	104.06	101.52
3	109.65	87.91	97	107.26
4	122.85	103.3	96.04	127.02
5	93.25	115.19	75.98	115.54
6	86.95	111.58	78.87	145.2
7	127.53	111.88	103.15	136.52
8	81.16	78.42	133.82	109.45
9	82.63	100.76	109.19	145.45
10	117.83	108.68	113.86	112.29
11	112.49	108.68	112.49	179.89
12	115.54	82.99	95.78	114.32
13	98.78	92.74	103.71	174.96
14	119.96	137.94	39.06	121.23
15	96.29	100.81	118.71	124.33
16	101.32	141.7	111.88	62.98
17	98.32	103.45	91.11	91.06
18	101.22	88.37	97.61	103.5
19	76.13	85.83	92.53	149.67
20	112.39	111.48	62.72	82.83
21	93.14	118.84	101.32	138.34
22	111	114.32	70	109.65
23	123	83	107	116
24	119	99	68	103
25	124	78	79	102
PROMEDIO	106.5148	104.8212	93.942	120.2708

Cuadro Anexo 25: Análisis de Varianza (ANAVA) de niveles de colesterol en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	2662.87	106.5148	225.849218
T1	25	2620.53	104.8212	324.803278
T2	25	2348.55	93.942	421.731883
T3	25	3006.77	120.2708	700.656733

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	8752.649744	3	2917.549915	6.97544106	0.000269862	2.6993926
Dentro de los grupos	40152.98667	96	418.2602778			
Total	48905.63642	99				

Cuadro Anexo 26: Prueba de DUNCAN para niveles de colesterol en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

T0	106.5148
T1	104.8212
T2	93.942
T3	120.2708

$$\begin{aligned} \text{CME} &= 418.260278 \\ r &= 25 \end{aligned}$$

$$S = \sqrt{\frac{\text{CME}}{r}}$$

$$S = \sqrt{\frac{418.260278}{25}}$$

$$S = \sqrt{16.73041111}$$

$$S = 4.090282522$$

VALOR CRITICO = S VALOR DE LA TABLA
--

Valor de tabla	2	3	4
	2.92	3.07	3.15

S	VALOR DE LA TABLA	VALOR CRITICO
4.090282522	2.92	11.94362497
4.090282522	3.07	12.55716734

T3	120.2708	a	11.943625	108.327175
T0	106.5148	b	12.5571673	94.571175
T1	104.8212	bc		105.885625
T2	93.942	c		93.9576327
				106.499167

Cuadro Anexo 27: Niveles de lípidos totales en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

LIPIDOS TOTALES				
N° DE POLLOS	T0	T1	T2	T3
1	177.48	232.98	119.09	181.54
2	156.44	166.14	127.83	154.18
3	171.9	131.91	130.35	231.97
4	183.03	170.41	114.53	141.3
5	143.59	139.29	128.15	138.73
6	233.4	157.79	127.4	217.59
7	192.63	191.37	132.95	176.06
8	245.58	127.78	163.62	133.88
9	135.68	126.51	171.67	235.59
10	206.81	203.85	186.99	154.72
11	219.51	204.1	138.98	212.33
12	222.42	139.61	144.48	147.25
13	150.05	175.45	150.43	216.56
14	242.88	267.94	108.89	154.99
15	235.33	188.06	196.87	157.26
16	218.04	225.23	188.48	185.48
17	161.42	132.92	146.83	114.42
18	186	150.19	167.11	145.02
19	172.17	191.98	122.66	204.81
20	247.58	161.17	80.14	103.47
21	207.79	366.47	217.7	157.24
22	168.3	173.92	106.12	199.56
23	250.24	323	146.3	181.3
24	224.12	342	157.1	139
25	200.33	162.4	149.31	210.1
PROMEDIO	198.1088	194.0988	144.9592	171.774

Cuadro Anexo 28: Análisis de Varianza (ANAVA) de niveles de lípidos totales en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	4952.72	198.1088	1237.11164
T1	25	4852.47	194.0988	4431.75217
T2	25	3623.98	144.9592	990.909541
T3	25	4294.35	171.774	1344.88132

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	44791.32658	3	14930.44219	7.4608801	0.000152706	2.6993926
Dentro de los grupos	192111.7121	96	2001.163668			
Total	236903.0387	99				

Cuadro Anexo 26: Prueba de DUNCAN para niveles de lípidos totales en pollos de carne alimentados con una dieta suplementada con varios niveles de L-carnitina en la etapa de acabado.

T0	198.1088
T1	194.0988
T2	144.9592
T3	171.774

$$CME = 2001.16367$$

$$r = 25$$

$$S = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$S = \sqrt{\frac{2001.16367}{25}}$$

$$S = \sqrt{80.04654671}$$

$$S = 8.946873572$$

VALOR CRITICO = S VALOR DE LA TABLA
--

Valor de tabla	2	3	4
	2.92	3.07	3.15

S	VALOR DE LA TABLA	VALOR CRITICO
4.090282522	2.92	26.12487083
4.090282522	3.07	27.46690187
4.090282522	3.15	28.18265175

T0	198.1088	a	26.1248708	171.983929
T1	194.0988	a	27.4669019	170.641898
T3	171.774	a	28.1826518	169.926148
T2	144.9592	b		