



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

### PROYECTO DE DESARROLLO

**Título:**

---

Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde.

---

Proyecto de desarrollo previo a la obtención del Título de Magíster en Ciencias Veterinarias.

**Autor:**

Luis Gerardo Concha Romero

**Tutor:**

Molina Cuasapaz Edie Gabriel MSc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2024**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde”, presentado por Concha Romero Luis Gerardo, para optar por el título magíster en Ciencias Veterinarias.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, febrero, 09, 2024.



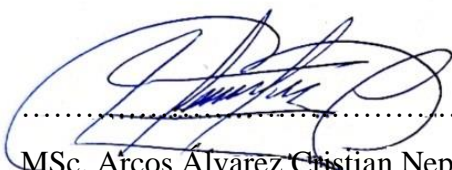
.....  
Molina Cuasapaz Edie Gabriel MSc.

CC.: 1722547278.

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: (“Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde”), ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Ciencias Veterinarias; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

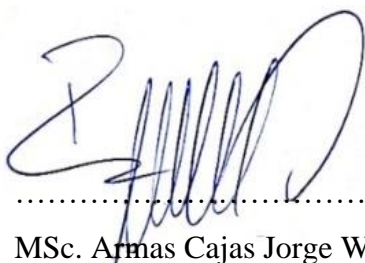
Latacunga, febrero, 09, 2024.



MSc. Arcos Álvarez Cristian Neptali.

1803675634

Presidente del tribunal



MSc. Armas Cajas Jorge Washington.

0501556450

Lector 2



MSc. Chicaiza Sanchez Luis Alfonso.

0501308316

Lector 3

## **DEDICATORIA**

A mi madre por haber sido la guía en mi vida y por darme el ejemplo de no rendirme ante cualquier adversidad.

A mis hermanos Carlos y Silvana por acompañarme siempre en todos los objetivos y sueños propuestos en mi camino y jamás dejarme caer ante los obstáculos.

A mi sobrina Sofia e hijos Emily y Dylan porque gracias a ellos son mi mayor motivación para seguir adelante y a la familia de mi esposa Paola.

¡¡Con mucho cariño para todos!!

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más sentido agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, DIRECCIÓN DE POSGRADO, MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS, por haberme acogido y brindado todos los conocimientos.

Manifiesto mi más sentido agradecimiento al tutor del presente trabajo de investigación, Dr. Molina Cuasapaz Edie Gabriel MSc, por brindarme su amistad y a la vez guiarme en todo instante a cumplir este objetivo dentro de mi perfil profesional.

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, febrero, 09, 2024.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Gerardo Concha Romero', is written over a faint, light blue rectangular stamp or watermark.

.....  
Ing. Luis Gerardo Concha Romero.

0604115865.

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, febrero, 09, 2024.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Gerardo Concha Romero', is written over a faint, illegible stamp or background.

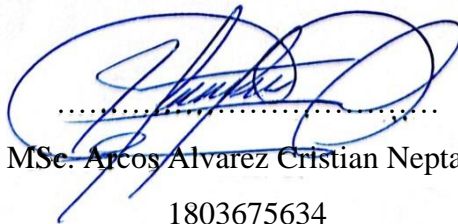
.....  
Ing. Luis Gerardo Concha Romero.

0604115865.

## **AVAL DEL PRESIDENTE**

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde” contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga, febrero, 09, 2024.



MSc. Arcos Alvarez Cristian Neptali.  
1803675634



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS**

**Título:** Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde.

**Autor:** Luis Gerardo Concha Romero.

**Tutor:** Molina Cuasapaz Edie Gabriel MSc.

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la parroquia San Gerardo, perteneciente a la provincia del Chimborazo donde se evaluó la oximetría, frecuencia cardiaca, hematocrito, relación ventricular, mortalidad, y el análisis beneficio costo de la coenzima Q10 en aves levantadas a 2670msnm. Se suministró coenzima Q10 en tres tratamientos: T1 10 mg/kg; T2 20 mg/kg y T3 30 mg/kg, para ser comparadas con un tratamiento testigo 0 mg/kg, Se suministro un alimento balanceado comercial con la coenzima Q10, los datos se obtuvieron los 7, 14, 21, 28 y se analizaron con la ayuda del software Infostat para ser sometidos a un análisis con ADEVA y una separación de medias según Duncan. La adición de coenzima Q10 aumentó los niveles de oximetría durante los días 7, 14, 21 y 28 en los tratamientos T2 y T3 debido a su influencia en el transporte de electrones dentro de la cadena mitocondrial aportando en fortalecer la respiración celular y mejorando la contractilidad del corazón. Los tratamientos T2 y T3 redujeron el porcentaje de mortalidad en comparación con el grupo control a causa de impedir la peroxidación de lípidos manteniendo los niveles requeridos de ubiquinona necesarios. El mayor B/C \$1,02 lo reporta el tratamiento control; mientras que una menor rentabilidad la presenta el tratamiento 1 y 3 B/C \$0,92. En conclusión, la inclusión de la Coenzima Q10 en la alimentación de los pollos de engorde es una estrategia eficaz para reducir

la mortalidad por hipertensión pulmonar. La suplementación con Coenzima Q10 mejoró la salud cardiovascular de las aves, disminuyendo significativamente la mortalidad y mejorando los niveles de oxigenación en comparación con el grupo de control.

**PALABRAS CLAVE:** Coenzima Q10, hipertensión pulmonar, oximetría, aves de engorde, altitud.

|

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS**

**Title:** Evaluation of different levels of Coenzyme Q10 on zootechnical and physiological parameters in the pulmonary hypertension syndrome in broiler birds.

**Autor:** Luis Gerardo Concha Romero.

**Tutor:** Molina Cuasapaz Edie Gabriel MSc.

**ABSTRACT**

The present research was carried out in the parish of San Gerardo, belonging to the province of Chimborazo where oximetry, heart rate, hematocrit, ventricular relationship, mortality, and the cost-benefit analysis of coenzyme Q10 were evaluated in birds raised at 2670 amsl. Coenzyme Q10 was administered in three treatments: T1 10 mg/kg; T2 20 mg/kg and T3 30 mg/kg, to be compared with a control treatment 0 mg/kg, A commercial feed was provided with coenzyme Q10, the data were obtained on 7, 14, 21, 28 and were analyzed with the help of the Infostat software to be subjected to an analysis with ADEVA and a separation of means according to Duncan. The addition of coenzyme Q10 increased oximetry levels during days 7, 14, 21 and 28 in the T2 and T3 treatments due to its influence on electron transport within the mitochondrial chain, contributing to the strengthening of cellular respiration and improving the contractility of the heart. T2 and T3 treatments reduced the percentage of mortality compared to the control group by preventing lipid peroxidation while maintaining the required levels of ubiquinone. The highest B/C \$1.02 is reported by the control treatment; while a lower profitability is presented by treatment 1 and 3 B/C \$0.92. In conclusion, the inclusion of Coenzyme Q10 in broiler feed is an effective strategy to reduce mortality from pulmonary hypertension. Coenzyme Q10 supplementation improved the cardiovascular health of the birds, significantly decreasing mortality

and improving oxygenation levels compared to the control group.

**KEYWORD:** Coenzyme Q10, Oxymetry, Treatment, Mortality

Marcia Cecilia Lema Miranda con cedula de identidad número 060455246-3, Licenciada en ciencias de la educación especialización Ingles con número de registro de la SENESCYT: 1019-2017-1837997; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma de ingles del resumen del trabajo de investigación con el título “Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parametros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertención pulmonar en aves de engorde” perteneciente a: Luis Gerardo Concha Romero aspirante a Magister en Ciencias Veterinarias.

Latacunga, febrero, 09, 2024.



Marcia Cecilia Lema Miranda.

060455246-3

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.Justificación.....	1
1.2.Planteamiento del problema .....	3
1.3.Hipótesis .....	5
1.4.Objetivos de la investigación .....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1.Coenzima Q10.....	6
2.2.Características del pollo .....	12
2.3.Manejo del pollo de engorde.....	14
2.3.1. Preparación del galpón .....	14
2.3.2. Agua .....	15
2.3.3. Llegada de los pollos.....	15
2.3.4. Temperatura.....	16
2.3.5. Ventilación .....	16
2.3.6. Humedad .....	17
2.3.7. Iluminación.....	17

2.3.8.	Densidad.....	18
2.3.9.	Alimentación .....	18
2.4.	Requerimientos nutricionales de los pollos .....	18
2.4.1.	Proteína y aminoácidos .....	18
2.4.2.	Energía .....	20
2.4.3.	Minerales.....	20
2.4.4.	Vitaminas .....	21
2.5.	Programas de alimentación de pollos de engorde.....	22
2.6.	Factores anti nutricionales en el alimento (FAN) .....	23
2.7.	Afecciones respiratorias.....	23
2.7.1.	Calidad del aire.....	24
2.8.	Síndrome ascítico.....	24
2.8.1.	Etiología .....	24
2.8.2.	Patogenia del síndrome ascítico .....	25
2.8.3.	Causas predisponentes para el síndrome ascítico.....	25
2.8.4.	Sistema respiratorio y circulatorio .....	25
2.8.5.	Temperaturas bajas.....	26
2.8.6.	Stress .....	26
2.8.7.	Efectos Nutricionales .....	27
2.8.8.	Síntomas y Lesiones.....	27

2.8.9. Diagnóstico diferencial.....	28
2.9. Estudios realizados en broiler.....	28
CAPÍTULO III.....	29
<u>3. MATERIALES Y METODOS.....</u>	29
3.1. Área de estudio.....	29
3.1.1. Ubicación .....	29
3.1.2. Delimitación de la parroquia .....	29
3.1.3. Clima .....	30
3.1.4. Uso del suelo .....	30
3.2. Procedimiento.....	30
3.2.1. Duración del experimento .....	30
3.2.2. Unidades experimentales.....	30
3.2.3. Características de las unidades experimentales.....	31
3.2.4. Instalaciones, Equipos y Materiales .....	31
3.3. Tratamientos y diseño experimental.....	32
3.4. Variables de estudio. ....	33
3.5. Análisis estadísticos y prueba de significación .....	33
3.6. Metodología .....	33
3.6.1. Pesaje.....	34
3.6.2. Oximetría y frecuencia cardiaca.....	34

3.6.3. Hematocrito .....	35
3.6.4. Relación ventricular .....	35
CAPÍTULO IV .....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1. Resultados .....	36
4.1.1. Valores presentes de oximetría en aves de engorde. ....	36
4.1.2. Valores de frecuencia cardiaca en aves de engorde. ....	41
4.1.3. Valores obtenidos en la relación ventricular. ....	46
4.1.4. Resultados del análisis de la variable hematocrito .....	48
4.1.5. Resultados del análisis de estudio de la variable peso .....	51
4.1.6. Resultados del índice de mortalidad.....	55
4.1.7. Costo beneficio con la suplementación de Coenzima Q10 .....	57
CAPÍTULO V .....	59
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59
CONCLUSIONES .....	59
RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la parroquia San Gerardo.....	30
Figura 2 Comportamiento de Oximetría (7 días) .....	37
Figura 3 Comportamiento de Oximetría (14 días) .....	38
Figura 4 Comportamiento de Oximetría (21 días) .....	39
Figura 5 Comportamiento de Oximetría (28 días) .....	40
Figura 6 Frecuencia cardiaca (7 días) .....	42
Figura 7 Frecuencia cardiaca (14 días) .....	43
Figura 8 Frecuencia cardiaca (21 días) .....	44
Figura 9 Frecuencia cardiaca (28 días) .....	45
Figura 10 Relación ventricular de acuerdo a la edad de las aves.....	48
Figura 11 Comportamiento del porcentaje de hematocrito entre los tratamientos analizados.....	50
Figura 12 Ganancia de peso de las aves.....	54
Figura 13 Comportamiento del porcentaje de hematocrito entre los tratamientos analizados.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proteína Ideal – Relación AA Dig. /Lisina Dig. para Pollos de Engorde.	19
Tabla 2 Esquema del experimento por ensayo .....	32
Tabla 3 Composición nutricional del balanceado Pronaca para broilers de 1 a 56 días de edad .....	33
Tabla 4 Esquema del ADEVA.....	33
Tabla 5 Análisis de varianza y test de Duncan para oximetría día 7.....	36
Tabla 6 Análisis de varianza para oximetría día 14.....	37
Tabla 7 Análisis de varianza y test de Duncan para oximetría día 21 .....	38
Tabla 8 Análisis de varianza y test de Duncan para oximetría día 28.....	39
Tabla 9 Análisis de variancia y test de Duncan para frecuencia cardíaca día 7 ...	41
Tabla 10 Análisis de variancia y test de Duncan para frecuencia cardíaca día 14	42
Tabla 11 Análisis de variancia y test de Duncan para frecuencia cardíaca día 21	43
Tabla 12 Análisis de variancia para frecuencia cardíaca día 28.....	44
Tabla 13 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 7) .....	46
Tabla 14 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 14) .....	46
Tabla 15 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 21) .....	47
Tabla 16 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 28) .....	47
Tabla 17 Análisis de variancia para hematocrito al día 7 .....	48
Tabla 18 Análisis de variancia para hematocrito al día 14.....	49

Tabla 19 Análisis de variancia para hematocrito al día 21 .....	49
Tabla 20 Análisis de variancia para hematocrito al día 28.....	50
Tabla 21 Análisis de la variancia para el peso de llegada de los pollos. ....	51
Tabla 22 Análisis de variancia para el peso de los 7 días.....	52
Tabla 23 Análisis de variancia para el peso de los 14 días.....	52
Tabla 24 Análisis de variancia para el peso de los pollos a los 21 días de edad ...	53
Tabla 25 Análisis de variancia para el peso de los 28 días.....	53
Tabla 26 Análisis de variancia para la ganancia de peso.....	54
Tabla 27 Efecto del uso de la Coenzima Q10 sobre la mortalidad.....	55
Tabla 28 Análisis beneficio/costo.....	57

## **INFORMACIÓN GENERAL**

- Título del proyecto:** Evaluación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros zootécnicos y fisiológicos en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde.
- Proyecto de investigación:** Maestría en Ciencias Veterinarias, aportes de la conservación de la biodiversidad y al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria.
- Línea de investigación:** Producción y biotecnología animal.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Justificación**

La coenzima Q10 ofrece varios beneficios para el organismo. En primer lugar, tiene un efecto antioxidante que protege a las células y las mitocondrias del daño oxidativo causado por los radicales libres, manteniendo así el equilibrio redox en la mitocondria y previniendo el daño mitocondrial (82).

Además, la coenzima Q10 es especialmente necesaria en órganos como el hígado, el corazón y los riñones, que participan en la respiración celular. Su consumo adecuado contribuye a la oxigenación de estos órganos, fortaleciendo la función cardíaca y aumentando la resistencia física (83).

Otro beneficio destacado es su capacidad para fortalecer el sistema inmunológico, lo cual se logra al consumirla en cantidades adecuadas. Esto ayuda a mejorar la respuesta del sistema inmune ante enfermedades y aumenta la capacidad de defensa del organismo (6).

La coenzima Q10 también desempeña un papel importante en la protección de la salud cardíaca. Su consumo adecuado puede contribuir a la reducción de la presión arterial y mejorar la contractilidad del corazón (82).

Por último, su efecto antioxidante tiene la capacidad de prevenir la oxidación del colesterol, lo cual favorece la circulación sanguínea en el organismo (6).

En resumen, los beneficios de la coenzima Q10 incluyen su efecto antioxidante, fortalecimiento del sistema inmunológico, protección de la salud cardíaca y mejora de la circulación sanguínea (7).

Para administración exógena tiene propiedades liposoluble e hidrófugo y debido al tamaño de su molécula, cuando se administra como suplemento nutricional, la cantidad de sustancia absorbida dependerá de la naturaleza de la formulación utilizada. Se ha comprobado que la forma reducida (ubiquinol) se absorbe mejor que la oxidada (ubiquinona) tras la ingesta de ubiquinol las concentraciones plasmáticas que se alcanzan son superiores a las obtenidas tras la ingesta de ubiquinona a dosis semejantes, en cualquiera de sus formas galénicas y para dosis bajas, medias y altas (8).

Con los resultados obtenidos en una anterior investigación en el 2007 donde se midieron dos tipos de administración, uno proporcionándole al agua de bebida la cantidad de 10ml/kg de peso vivo y la otra en una mezcla con el alimento de 10mg/kg de peso vivo a comparación con investigaciones actuales en el 2015 (8), se utilizaron dosis de 30mg/kg y 40 mg/kg y obtuvieron un efecto profiláctico en la prevención de la ascitis.

Se encontró que la Coenzima Q 10 reduce significativamente el tamaño del corazón y la relación entre el ventrículo derecho en referencia al peso del ventrículo total.

La evolución genética en los últimos años, nos presentan un panorama alentador en los parámetros productivos (1). En América Latina, el consumo per cápita de carne de pollo es: Perú con 51.1 kilos, Argentina 46.6 kilos, Bolivia 43 kilos, Brasil 42.6 kilos y Panamá 41.28 kilos y se ha registrado que el consumo per cápita en el Ecuador fue de 28 kilos Anual (2,3).

Para alcanzar óptimos rendimientos con respecto a la ganancia de peso se han ido modificando y variando la formulación en la dieta del animal, en las que se incluye un balance correcto de aminoácidos, energía, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, logrando así alcanzar pesos de 2.273 kg medio en tan solo 35 días de

crianza (4,5).

En zonas altas en relación con metros sobre el nivel mar, hay menor afluencia de oxígeno, cantidad insuficiente en el animal para la asimilación de las proteínas que es consumido en la dieta diaria, a razón de este factor aparece en el mismo, enfermedades tales como el síndrome de hipertensión pulmonar o ascitis que puede afectar significativamente el crecimiento y el aumento de los procesos metabólicos en pollos de engorde. Este trastorno ha ido aumentando a un ritmo elevado, sin respetar programas de medicina preventiva, época del año o tipo de instalaciones, además de que se ha convertido en una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo llevando a una notable disminución en el redito económico de los productores.

El efecto de la restricción alimenticia corresponde a la disminución de la aparición de síndrome ascítico y se ve directamente influenciado con la tasa de crecimiento. La restricción alimenticia conlleva a limitar el crecimiento del ave debido a que en sus primeras semanas de vida garantizamos la formación de un esqueleto óptimo y un sistema inmune fuerte (6). Pollos alimentados *ad libitum* podrían consumir energía de dos a tres veces más que sus necesidades de mantenimiento, por lo que se incrementará la deposición de grasa.

Por lo tanto, se propone estudiar el efecto de diferentes niveles de Coenzima Q10, en la evaluación de oximetría, frecuencia cardiaca, hematocrito, peso, mortalidad y su relación beneficio costo.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Los principales problemas que se presentan en la salud respiratoria de las aves son, la disminución de oxígeno disponible para realizar el intercambio gaseosos en el nivel del árbol respiratorio como son los pulmones, bronquios, sacos aéreos. El aumento del gasto cardiaco para cubrir la demanda de oxígeno, lo cual se relaciona con enfermedades metabólicas. El aumento de la colonización por patógenos bacterianos provocando perdidas en la productividad, y la pérdida de la homeostasis en la termorregulación, que favorece al estrés calórico no controlado y posterior muerte.

En la crianza de aves en zonas altas, se presenta uno de los factores de mortalidad en las aves de engorde como el síndrome de hipertensión pulmonar (Ascitis). “El síndrome ascítico se define como la insuficiencia cardiaca congestiva derecha, que causa una hipertensión hidrostática venosa generalizada, hipertrofia cardiaca derecha y edema” (9). El Síndrome de Hipertensión Pulmonar describe este grave problema, que es promovida por la hipoxia crónica, genera un cuadro de hipoxemia, provocando varias reacciones, entre ellas el aumento del número de glóbulos rojos y consecuentemente del hematocrito, ocasionando que la sangre sea más viscosa por la hemoconcentración, que no está influenciada por las proteínas plasmáticas, por ello hay un reflujo de sangre, este retorno produce un aumento de la presión en todo el sistema venoso, los órganos se congestionan por la sangre acumulada, y para reducir la presión, sale líquido a la cavidad celómica, y al saco pericárdico. Aunque la formación de líquido en los pulmones no es considerable, afecta severamente el intercambio de gases en los capilares aéreos, y es el resultado de una congestión en las venas pulmonares. Se produce constricción de las arteriolas pulmonares, y por ello hipertensión pulmonar; el corazón aumenta su trabajo para impulsar la sangre hacia los pulmones. El corazón no está diseñado para bombear esa sangre que tiene mayor presión, por lo que al efectuar un esfuerzo extra, se produce un aumento de tamaño en su lado derecho; si la situación continúa, el corazón se torna flácido y se dilata, este trastorno puede o no ser simultáneo a una lesión pulmonar, que bloquea el tránsito de la sangre (la mal función primaria puede ser cardiaca o pulmonar), por lo que se produce una elevación de la presión sanguínea en la arteria pulmonar, e impide que las válvulas cardiacas no cierren adecuadamente(10).

Debido a esto se ha visto la necesidad de realizar un estudio para evaluar este comportamiento tanto productivo como fisiológico de las aves.

Es de importancia recalcar que existen pocos estudios en el Ecuador en cuanto a la aplicación de Coenzima Q10. El Diagnóstico de laboratorio en hematología ha demostrado ser una herramienta valiosa para evaluar las condiciones de salud de los animales ya que son indicadores confiables de cambios fisiológicos y la relación entre el ventrículo derecho e izquierdo son características para determinar el síndrome de hipertensión pulmonar debido a la posible hipertrofia del ventrículo derecho por la falta de oxígeno.

### **1.3. Hipótesis**

H0 La aplicación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros productivos y fisiológicos no presentan diferencias significativas en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde.

H1 La aplicación de diferentes niveles de Coenzima Q10 en los parámetros productivos y fisiológicos presentan diferencias significativas en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves de engorde.

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo General**

Evaluar los diferentes niveles de coenzima Q10 en el síndrome de hipertensión pulmonar en aves.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar valores de oxigenación prevalentes en las aves con relación a la dosis de Coenzima Q10 debido a la saturación de oxígeno.
- Conocer el estado fisiológico de las aves mediante el estudio de la variable frecuencia cardíaca.
- Identificar el estado fisiológico de las aves mediante el estudio de la variable hematocrito en laboratorio.
- Estudiar la relación VD/VI, debido a la baja disponibilidad de oxígeno.
- Valorar los índices de mortalidad por ascitis con la utilización de la Coenzima Q10 en la alimentación durante la etapa de crecimiento y engorde.
- Establecer los costos de producción a través del indicador beneficio/costo.



## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1. Coenzima Q10**

La coenzima Q10 es una molécula esencial, potente antioxidante liposoluble presente prácticamente en todas las células del cuerpo de humanos y animales se encuentra en las membranas de la mitocondria, se la conoce también como ubiquinona caracterizado por su naturaleza ubicua y su estructura de quinona, sintetizada endógenamente (11). Está conformada por una cola lipídica de unidades isoprenoides haciéndola extraordinariamente hidrófoba y una cabeza quinona que actúa en los procesos oxidorreducción (12). Este generalmente procede de la dieta principalmente de: pescado, carne, vísceras, sardinas, cacao, entre otros; además que, el organismo sintetiza a partir de tirosina, fenilalanina y Acetil CoA (13). Está presente en las membranas celulares, naturalmente en el de la mitocondria participando especialmente en la cadena de transporte de electrones en las membranas mitocondriales durante la respiración aeróbica (11). También potencia la capacidad de producir anticuerpos; además que como función antioxidante impide la peroxidación lipídica y tiene la capacidad de proteger el ADN de la acción de radicales libres (14).

Se menciona que esta coenzima es una sustancia que se asemeja a la vitamina liposoluble que se encuentran en todas las células del cuerpo en forma natural interviniendo para la producción de energía en las células. Esta coenzima corresponde a la familia de las ubiquinonas, la cual hace mención a que están presentes en todos los organismos celulares en el cuerpo (15).

### **2.1.1. Composición química**

La CoQ-10 (ubiquinona), un elemento de los compuestos cíclicos de la quinona tanto como las vitaminas E y K. Toda célula del organismo contiene varios componentes intercelulares denominados mitocondrias, los cuales producen el 95% de la energía del total del cuerpo. Cuando las membranas de la mitocondria están involucradas en la producción de ATP (adenosín trifosfato), la coenzima es una parte integral de las mismas. La coenzima Q-10 se estructura como un producto terminal de la vía del mevalonato, sustancia que forma parte de todos los tejidos de organismos superiores. Los siguientes compuestos finales de esta vía metabólica son el colesterol y el dolicol. La síntesis de CoQ10 forma una cadena lateral de isoprenoide de la acetil-CoA y el agregado de quinona a través de la vía que emplea la tirosina o fenilalanina como sustrato (16).

La Ubiquinona (CoQ) es una forma de lípido neutro no saponificado, que es insoluble en agua, medianamente soluble en solventes orgánico polar, y también soluble en solventes orgánico no polar (1)

### **2.1.2. Principales funciones**

Su principal función es la de transportar electrones en la cadena respiratoria mitocondrial, así como también actúa como antioxidante en algunas células (11), además de participar en las células del organismo sintetizando el ATP.

La coenzima Q10 es un elemento indispensable en las funciones como: respiración, interviene en la oxidación global los ácidos grasos, regula las propiedades físicas y químicas de la membrana plasmática. Además, que permiten el transporte de electrones en otros sistemas redox enlazados a membranas como es el caso del complejo de Golgi y también la MP (17). Dicha enzima en su naturaleza ubiquinona, es mucho más efectiva retardando la oxidación de ácidos grasos que contiene más de dos dobles enlaces. Su función antioxidante es tanto en su forma reducida, como en su forma oxidada (12).

La coenzima protege a la célula de agentes intrínsecos y extrínsecos los cuales pueden causar daño oxidativo, además que dicha coenzima es imprescindible para

el metabolismo celular, también protege a la membrana plasmática, membrana de lisosomas y retículo endoplasmático las cuales contienen un sinnúmero de elementos que ayudan a que la célula no se dañe(14).

Dicho lo anterior se desprende que la CoQ10 permite el paso de electrones desde el complejo I y II al III de la cadena respiratoria mitocondrial. De no ocurrir este traspaso, simplemente la cadena respiratoria se frenaría y la célula moriría por asfixia.

### **2.1.3. Coenzima Q10 en procesos patológicos**

La participación de la fosforilación oxidativa en los procesos patológicos configura un área de gran interés; se presume que la mitocondria se encuentra en la patogénesis de las enfermedades neurodegenerativas, la degeneración macular de la retina. La fosforilación oxidativa mitocondrial en el corazón puede estar disminuida por trastornos como la hipertensión y diversas cardiopatías; además, hay mucha evidencia sobre el papel de la CoQ10 en los trastornos cardio metabólicos. En este sentido, es conocido que una alteración en el estado redox de la CoQ10 puede, reflejar tanto un cambio en la cadena de transporte de la membrana, como en la efectividad de la defensa antioxidante contra las especies reactivas del oxígeno, como el peróxido de hidrogeno y el superóxido (15).

### **2.1.4. Presentación de la Coenzima Q10**

Los suplementos alimenticios de CoQ10 están disponibles en forma de polvo, cápsulas, tabletas masticables, jarabes líquidos, obleas y por vía intravenosa.

La coenzima Q10 se ha utilizado como aditivo antioxidante en forma de microcápsula en patties de pechuga de pollo, molidas, cocidas y almacenadas en refrigeración. (17)

### **2.1.5. Fosforilación oxidativa**

La síntesis de ATP impulsada por la transferencia de electrones hacia el O<sub>2</sub>. Éste

es el proceso de transfusión de energía más importante, junto con la fotofosforilación, ya que son los procesos que sintetizan la mayor cantidad de ATP en los organismos aeróbicos. Los electrones van a fluir desde intermediarios catabólicos hacia el oxígeno para la formación de energía que lleva a la formación de ATP a partir de ADP. Así, las moléculas formadas en estos procesos se van a reoxidar, generando energía para la síntesis de ATP. La glucosa en un sistema anaeróbico va a formar dos moléculas de ATP, NADH y piruvato. Este piruvato en un sistema aeróbico va a transformarse en acetil coA, que en el ciclo del ácido cítrico forma éstas moléculas transportadoras de electrones ( NADH y FADH<sub>2</sub> ), así como también los procesos de oxidación de aminoácidos que van a dar origen a éstas moléculas reducidas, la oxidación de ácidos grasos y posteriormente éstas moléculas que entran también en algunos casos al ciclo del ácido cítrico, van a entrar a la cadena respiratoria para formar ATP y reducir al O<sub>2</sub> para formar agua, recobrando posteriormente los transportadores de electrones nuevamente oxidados (34).

La formación de piruvato ocurre en el citosol, y estos procesos, tanto el ciclo del ácido cítrico, y la oxidación ocurren en el interior de la mitocondria.

Las mitocondrias son organelos presentes en las células eucariontes. Tienen una membrana externa y una interna altamente plegada, formando las crestas mitocondriales. En el interior está la matriz mitocondrial, donde ocurre la oxidación y el ciclo de Krebs. En la membrana interna ocurre la fosforilación oxidativa y se encuentra la cadena transportadora de electrones. Entre ambas membranas existe el espacio intermembrana (31).

En la membrana interna tenemos los complejos que forman la cadena transportadora de electrones y la enzima que va a formar ATP a partir de ADP. Existen algunas enzimas asociadas a la membrana externa que participan en procesos como la desaturación de ácidos grasos, síntesis de fosfolípidos, y posee también algunas monoaminoxidasas que participan en el metabolismo de los diacilgliceroles (34).

En la matriz mitocondrial están las enzimas que participan en la oxidación de los ácidos grasos, en la oxidación de aminoácidos y el complejo piruvato

deshidrogenasa. La membrana interna es bastante permeable, sin embargo, posee una permeabilidad selectiva a moléculas pequeñas y a iones, los que pasan a través de ella gracias a transportadores especiales. Está formada aproximadamente por un 70 % de proteínas y un 30% por lípidos, y es probablemente la membrana biológica más rica en proteínas. La mitad de los componentes proteicos que posee participan tanto en la cadena transportadora de electrones y en la fosforilación oxidativa, estas proteínas se encuentran ensambladas en cinco complejos multiproteicos (34).

#### Complejo I

Llamado NADH deshidrogenasa, está formado por aproximadamente 25 unidades proteicas. Posee como grupo prostéticos: flavina mononucleótido (FMN) y fierro-azufre. Las proteínas que poseen como grupo prostético fierro-azufre se denominan proteínas ferrosulfuradas. Posee específicamente, al menos siete proteínas que poseen centros ferrosulfurados. Este complejo se encuentra completamente embebido en la membrana interna de la mitocondria, y está orientado de tal manera que el sitio de fijación de NADH está mirando hacia la matriz mitocondrial (17).

#### Complejo II

Llamado succinato deshidrogenasa, va a recibir los electrones directamente del succinato. Posee a lo menos cuatro proteínas diferentes. Es mucho más pequeño que el complejo I. Como grupo prostético posee a: flavina adenina dinucleótido (FAD) y fierro-azufre (Fe-S) (17).

#### Complejo III

Llamado citocromo c coenzima Q reductasa. Está compuesto por los citocromos b562 y b566, citocromo c1 y c, una proteína ferrosulfurada y al menos otras seis subunidades proteicas (34).

#### Complejo IV

Llamado citocromo oxidasa, contiene los citocromos a1 y a3. Éstos están formados por dos grupos Hem unidos a diferentes regiones de la misma proteína, y son, por lo tanto, espectral y funcionalmente distintos. También contiene dos iones cobre, CuA y CuB, de gran importancia para la transferencia de electrones al O<sub>2</sub>. Tiene entre 6 y 13 subunidades proteicas. Sus grupos prostéticos son el ión Cu (en forma

A y B) y el grupo Hem (17).

### Complejo V

Llamado complejo F<sub>0</sub>- F<sub>1</sub> o ATP sintetasa. Es el responsable directo de la síntesis de ATP a partir de ATP + Pi. Las subunidades proteicas que lo componen varían de acuerdo a la especie, pero el rango en mamíferos va desde 12 a 18 subunidades. La subunidad F<sub>0</sub> está completamente embebida dentro de la membrana interna mitocondrial y la subunidad F<sub>1</sub> se encuentra orientada hacia la matriz mitocondrial. La subunidad F<sub>1</sub> funciona como un canal protónico. En un comienzo fueron llamados “partículas elementales”, que se podían ver fácilmente en el microscopio electrónico al observar un corte de la membrana interna de la mitocondria (36).

Otro componente presente en la cadena de electrones y que pertenece a ningún complejo y que participa activamente en ella es la ubiquinona o coenzima Q. Es una benzoquinona liposoluble, y se mueve con bastante libertad en la membrana interna mitocondrial. Es capaz de captar electrones de los complejos I y II, y los cede al complejo III (17).

#### 2.1.6. Ciclo Q

El ubiquinol entrega 1 electrón al citocromo b<sub>562</sub>, de tal forma que la ubiquinona queda como radical semiquinona; al entregar un electrón, se expulsa un protón hacia el espacio intermembrana (17).

El radical semiquinona le entrega un electrón al citocromo c<sub>1</sub>, el cual, a su vez, le entrega un electrón al citocromo c. Al entregar el electrón al citocromo c<sub>1</sub>, libera otro protón al espacio intermembrana. Ahora la ubiquinona está oxidada. El citocromo b<sub>562</sub> le cede su electrón al citocromo b<sub>566</sub>. El citocromo b<sub>566</sub> le cede el electrón nuevamente a la ubiquinona. La ubiquinona capta un protón desde la matriz, a partir del agua. Se forma, al captar el electrón y el protón, el radical semiquinona. El radical semiquinona capta otro de los electrones que proviene del complejo I o II y va a volver a formar ubiquinol, captando un protón de la matriz, entrando nuevamente al ciclo. Como cada uno de los componentes del complejo III capta de a un electrón, forzosamente, para que los electrones fluyan se debe recurrir

a un ciclo similar a este, dentro del complejo III (34)

## **2.2. Características del pollo**

En la actualidad el pollo de engorde es de rápido crecimiento, de plumaje blanco, ancha conformación y gran desarrollo muscular, sobre todo en la pechuga que es donde se acumula la mayor cantidad de carne, se engordan sin distinción de género en explotaciones en donde permanecen juntos o individuales. Este pollo llega a su peso comercial (1,8 a 2,5 kg) entre 36 y 48 días, con un índice de transformación de 1,8 a 2,1 kg de pienso/kg de carne, se estima que cada año, basándose en la selección genética, el peso del pollo aumenta en 50 g a la misma edad de sacrificio, y cuesta un día menos alcanzar el peso vivo de sacrificio (18).

### **2.2.1. Fisiología del tracto respiratorio de las aves**

Las características anatómicas de las aves se inician en la corta longitud de las fosas nasales, por lo cual la fase inspiratoria de la respiración se realiza indiscriminadamente por la nariz o la boca. Seguidamente, la laringe presenta solamente tres cartílagos: aritenoides, prearitenoides y cricoides.

La tráquea se extiende a lo largo del cuello entre la laringe y la siringe; es proporcionalmente 2,7 veces más larga y 1,7 veces más ancha que los mamíferos (2) y está formada por anillos completos. Resisten un flujo de aire de 4,5 veces mayor que en la tráquea de los mamíferos.

Las aves no tienen un diafragma desarrollado, de allí que los movimientos del aire a través de los pulmones se dan por la fuerza de los músculos respiratorios, incremento del volumen de los sacos aéreos y, por consiguiente, un aumento en la presión intracavitaria (1). En las aves, el aire fluye a través de los pulmones de manera unidireccional proporcionando más oxígeno al cuerpo de las aves (5) mediante un sistema bronquial que está conformado por bronquios primarios, bronquios secundarios y, por último, los bronquios terciarios llamados parabronquios, los cuales son las unidades funcionales del intercambio gaseoso (1,4,5). El bronquio primario de cada pulmón viaja a través de toda la superficie medio ventral y emite ramificaciones llamadas bronquios secundarios; estos dos

tipos de conductos cartilagosos sólo actúan como vías de transporte aéreo hasta los sacos aéreos torácicos caudales y abdominales. Los sacos aéreos están formados por un delgado tejido conectivo rico en fibras elásticas (1), son avasculares y no contribuyen al intercambio de gases, pero participan activamente en la efectividad del ciclo respiratorio (2). Las aves tienen por lo menos nueve sacos de aire que les permiten repartir oxígeno a los tejidos del cuerpo y remover el dióxido de carbono restante. En los embriones de aves de corral existen seis pares de sacos aéreos en desarrollo: cervicales, clavicular lateral, clavicular medial, torácicos craneales, torácicos caudales y abdominales. Sin embargo, durante el desarrollo dichos sacos aéreos se fusionan quedando un clavicular que se encarga de airear vértebras torácicas, costillas y el húmero; dos sacos aéreos cervicales, dos torácicos craneales y dos torácicos caudales que se localizan ventral a los pulmones (los craneales más grandes que los caudales) y un par de sacos aéreos abdominales que se adentran en la cavidad peritoneal (el izquierdo más pequeño que el derecho); estos últimos se encargan de airear la pelvis y el fémur.

Durante la inspiración, al no existir un diafragma funcional, la cavidad toracoabdominal se expande dando lugar a movimientos ventrocraneales de las costillas y los músculos respiratorios, y al mismo tiempo se mueve el esternón, el coracoides y la clavícula (1,6). De esta manera, durante la respiración los pulmones de las aves retienen un volumen casi constante (7). Las paredes de los parabronquios están formadas por tejido epitelial de intercambio de gases y se comunican con los capilares de aire, que forman una red con los capilares sanguíneos para el correspondiente intercambio gaseoso (1). Por lo anterior, los pulmones de las aves son órganos rígidos, no distensibles (4). En cuanto al estímulo nervioso y los receptores, las neuronas esenciales para la ritmicidad respiratoria se encuentran en el hipotálamo y la médula oblongada.

En las aves, el ciclo respiratorio se completa en dos fases: en la primera fase, se realiza una inspiración que inhala el aire y lo lleva a los parabronquios primarios, y de allí a los sacos aéreos caudales, y una espiración que conduce el aire a los parabronquios pulmonares para el intercambio gaseoso; luego existe una segunda fase de inspiración que mueve el aire a los sacos aéreos torácicos craneales y al clavicular, terminando con la espiración que conduce este aire a los bronquios



medioventrales secundarios, y de allí nuevamente a la tráquea

si el aporte de O<sub>2</sub> no es adecuado, se puede propiciar un cuadro de hipoxia que puede desencadenar hipertensión pulmonar, conduciendo a la manifestación del síndrome ascítico en la etapa de crecimiento

### **2.2.2. Características fisiológicas digestivas y nutricionales de las aves**

La innovación genética de los pollos broiler exige una comprensión cada vez más profunda en lo que concierne al desarrollo y fisiología de las aves, con el objetivo de permitir un adecuado aprovechamiento de los nutrientes contenidos en la dieta alimenticia(24).

El tracto gastrointestinal es considerado como un ambiente dinámico, constituido de interacciones complejas entre el contenido presente en el lumen intestinal, microorganismos y las células epiteliales de absorción, el objetivo es la degradación y absorción de nutrientes importantes en el mantenimiento, crecimiento y reproducción del pollo. Para un rápido crecimiento el ave joven es sometida a un proceso de transición de dependencia metabólica del vitelo endógeno rico en lípidos a una alimentación exógena rica en proteínas y carbohidratos, esto conlleva a cambios en el tracto gastrointestinal, incluyendo secreción de enzimas digestivas y el inicio del consumo de aminoácidos y hexosas (25).

## **2.3. Manejo del pollo de engorde**

### **2.3.1. Preparación del galpón**

Se deberán desmontar todo el equipo avícola para su posterior limpieza fuera del galpón y lo más lejos posible, mejor al sol. En el interior del almacén se debe realizar un barrido completo para eliminar la suciedad. Se realiza un aclarado para eliminar los restos de materia orgánica que puedan quedar. Después de completar esta actividad, el galpón se desinfecta mediante aspersion o nebulización. Una vez realizada la desinfección del galpón y la indumentaria removible y fija, se procede a colocar una nueva cama para recibir a los pollos (33).

Los bebederos y comederos deben enjuagarse con una solución desinfectante a base únicamente de cloro o en forma de hipoclorito de sodio, diluida en agua en

proporción 1:10. Después, se recomienda rociar los techos, paredes, cortinas y pisos con Creolina Pearson (Creosota), a razón de 1 L/50L de agua. Posteriormente, se debe esparcir cal viva (óxido de calcio - CaO) sobre el suelo a una dosis de 0,1 kg/m<sup>2</sup>, especialmente en lugares húmedos. (34).

### **2.3.2. Agua**

El consumo de agua requerido para completar las funciones vitales de los organismos se explica por la gran representación de este elemento en diversos tejidos animales. La pérdida de 10 % de agua corporal significa un riesgo significativo para la salud, la pérdida del 20% significa la muerte. De ahí la necesidad de una buena hidratación en situaciones de alta temperatura. En lugar de hablar en términos absolutos, la cantidad de agua que come un ave está relacionada con el consumo de alimentos (agua/comida). Esta relación varía de 1,6 litros/kg de alimento a 2,5 litros/kg de alimento dependiendo de las condiciones ambientales. Se estima que la demanda de agua aumenta un 6,5% por cada °C por encima de una temperatura de confort de 21 °C. (35).

Es necesario, realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua potable por lo menos una vez al año, para garantizar la seguridad del agua. Los contenedores de almacenamiento deben estar tapados para evitar la caída del material y deben limpiarse y desinfectarse entre granjas, al igual que los filtros y las bebidas (33).

### **2.3.3. Llegada de los pollos**

La cama debe ser precalentada 24 horas antes, la temperatura debe ser de 30 a 32 °C, La temperatura de recepción es de 30 °C con una superficie de 0 a 50 animales/m<sup>2</sup>. Se cuenta y se pesa 1% del número de pollos bb que aparecen, la caseta debe contar con el equipamiento necesario en cuanto a campanas, comederos, bebederos y medios para medir la temperatura de la caseta. lo correcto, observado de punto a punto en el mismo hangar, es que la temperatura no debe variar en 2 °C para cuando lleguen los pollos bb (36).

Además, deberán tenerse en cuenta las actividades como: preparar el equipamiento: comederos, cántaros, campanas, dispensadores de comida y agua, etc.

#### **2.3.4. Temperatura**

La temperatura orgánica de las aves muestra una mayor variación que la de los mamíferos. En las aves adultas la temperatura fluctúa entre 40,5 – 41,9 °C, los pollos de un día tienen una temperatura corporal de 37,6 – 39 °C, si la temperatura de incubación es de 37,6 °C. La termorregulación es significativamente menor en pollos de un día y depende principalmente de su aislamiento, su grado de desarrollo muscular y su grado de control del SNC. Esto demuestra que al nacer y en los primeros 21 días, los pollos aún no pueden regular su temperatura corporal y se consideran malformados. Por lo tanto, en los días de crianza, es importante que permanezcan bajo la fuente de calor para proporcionar un ambiente de 32 °C, temperaturas superiores provocan deshidratación afectando su crecimiento, temperaturas inferiores a 30 °C dificultan su crecimiento y absorción del saco vitelino. protección inmunológica durante los primeros días de vida (36).

Los pollos no pueden regular su propia temperatura corporal hasta que alcanzan los 12 a 14 días de edad, lo que requiere una temperatura ambiente óptima. Cuando llega el asador, la temperatura del piso es tan importante como la temperatura del aire, por lo que es esencial precalentar el galpón. La temperatura y la humedad relativa deben estabilizarse durante al menos 24 horas antes de recibir las parvadas (5).

#### **2.3.5. Ventilación**

Para regenerar el oxígeno necesario, que es eliminar gases nocivos, reducir contaminantes, ayuda a controlar la temperatura y la humedad, se realiza tanto en almacenes convencionales como climatizados, se debe realizar la manipulación manual de las cortinas y equipos especializados para tal fin, ventiladores, extractores y en casetas más modernas gracias a las entradas. Gases tóxicos en la producción de pollos de engorde que son perjudiciales para la salud y el desarrollo de las aves: amoníaco, monóxido de carbono, dióxido de carbono(36).

La principal forma de controlar el entorno del ave es gestionar el sistema de ventilación, ya que es fundamental para proporcionar aire uniforme y de buena calidad al nivel del ave. En todas las etapas de crecimiento, los pollos necesitan aire fresco para mantenerse saludables y alcanzar su máximo potencial. La ventilación

ayuda a mantener la temperatura dentro de la jaula dentro de la "zona de confort" del animal. Al comienzo de la fase de producción, la principal preocupación es mantener a las aves lo suficientemente calientes, pero a medida que envejecen, el objetivo principal es mantenerlas lo suficientemente frescas (37).

### **2.3.6. Humedad**

La velocidad del aire y la humedad relativa son factores muy importantes en el control de la temperatura. Se requiere una velocidad mínima para lograr un enfriamiento por contacto efectivo. La humedad relativa juega un papel importante: una humedad relativa alta evita que las aves escapen del exceso de calor y aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias (38).

A medida que crecen los pollos, la humedad relativa ideal disminuye porque cuando es alta (por encima del 70%) durante 18 días, la cama puede humedecerse y causar problemas. A medida que aumenta el peso vivo de los pollos, el nivel de humedad relativa se puede controlar mediante sistemas de ventilación y calefacción (37).

### **2.3.7. Iluminación**

La iluminación y el manejo (las horas de la mañana y la tarde, así como la distribución de la luz a lo largo del día) pueden afectar el rendimiento y el bienestar de los pollos de engorde. Los pollos de engorde prefieren un patrón definido de luz y oscuridad (día y noche), proporcionando diferentes períodos de descanso y actividad. Muchos procesos fisiológicos y conductuales importantes siguen un ritmo diario normal. Por lo tanto, identificar los ciclos de luz y oscuridad permite que las aves experimenten patrones naturales de crecimiento, desarrollo y comportamiento (39).

El programa de iluminación debe ser simple, de lo contrario puede ser difícil de implementar con éxito. Las recomendaciones de iluminación están sujetas a la legislación local, que debe revisarse antes de comenzar el programa. La iluminación es una técnica de manejo importante para la producción de pollos. Hay que tener en cuenta al menos estos aspectos importantes (37). Como son la longitud de onda, intensidad, la duración del ciclo óptico, distribución óptica periódica (programas discontinuos).

### **2.3.8. Densidad**

La densidad de población es, en última instancia, una decisión basada en la economía y las leyes locales de bienestar animal. La densidad de población afecta el bienestar de las aves, el rendimiento, la uniformidad y la calidad del producto. La sobrepoblación aumenta las presiones ambientales sobre los pollos, lo que afecta su bienestar y, en última instancia, reduce las ganancias. La calidad de los edificios y los sistemas de control ambiental determinan la mejor densidad de población. Si aumenta, es necesario ajustar el sistema de ventilación, el espacio de transferencia y la capacidad de suministro de agua (40).

El espacio de piso requerido para cada pollo de engorde depende de: Peso vivo y edad objetivo de sacrificio, clima y estaciones del año, tipo y sistema de la casa y equipamiento, especialmente ventilación, iniciando con una densidad de 1 a 3 días de 55 aves por metro cuadrado la densidad tiende a disminuir proporcionalmente a medida que transcurren los días hasta llegar a el día 13 y 14 con una densidad de 10 a 12 aves por metro cuadrado.

### **2.3.9. Alimentación**

Es indispensable suministrar a las aves alimentos que, con un mínimo de gastos, alcancen con un máximo de rendimiento. La ración balanceada debe contener todos los elementos que el pollo requiere como fuente de energía para mantener la temperatura de su cuerpo y las funciones de su organismo, y como base la producción de carne. Una adecuada alimentación garantiza buena productividad y rentabilidad económica al productor de pollos (43).

El alimento es un componente muy importante del costo total de criar pollos de engorde. Para apoyar un rendimiento óptimo, las dietas deben formularse para proporcionar a estos animales el equilibrio correcto de energía, proteínas y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales (36).

## **2.4. Requerimientos nutricionales de los pollos**

### **2.4.1. Proteína y aminoácidos**

Las proteínas denominadas biomoléculas están formadas por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno que se incluye en las dietas para el suministro de aminoácidos.

Los requerimientos nutricionales en las aves van variando dependiendo de la edad. en la primera semana los pollos de engorde necesitan de proteína Bruta 47,8 g de PB/kilogramo (kg) de peso vivo y a los 43 a 46 días el ave necesita 11,5 g de PB (44), Las exigencias de proteína se han reportado en un rango de 18 a 23%, según la etapa de desarrollo biológico (45), como se muestra en la tabla 1.

El exceso de este nutriente da como resultado en la degradación de los aminoácidos en productos finales simples, y estos sirven como energía en las dietas, lo cual no es recomendable por sus altos costos. Por lo mismo, las dietas de pollos de engorde deben ofrecer un nivel óptimo de aminoácidos, a lo cual se le denomina proteína ideal; la misma que, debe satisfacer en su totalidad los requerimientos de todos los aminoácidos tanto para mantenimiento y ganancia máxima de proteína corporal y reducir en lo absoluto que se consuma como fuente de energía y desperdicio a través de la excreción de nitrógeno. En el perfil ideal de aminoácidos esenciales, la lisina es considerado como base y utilizada como referencia (100) de los mismos; esto, por contener las siguientes características (46)

**Tabla 1 Proteína Ideal – Relación AA Dig. /Lisina Dig. para Pollos de Engorde**

<b>Aminoácido</b>	<b>UFV Inicial</b>	<b>UFV Crecimiento</b>	<b>Baker (2003)</b>
Lisina, %	100	100	100
Met. + Cis. %	71	72	72
Treonina, %	65	65	56-58
Arginina, %	105	105	105
Valina, %	75	77	78
Isoleucina, %	65	67	61
Leucina, %	108	109	109
Triptófano, %	16	17	17
Histidina, %	36	36	35
Fenil + Tir	115	115	105
Gli + Ser Total, %1	150	140	105/1102

**Fuente:** (2)

Primer aminoácido esencial limitante en casi la mayoría de las dietas para cerdos y el segundo, después de la metionina + cistina, en dietas para aves. Es un aminoácido esencial no existiendo una vía para la síntesis endógena, como la treonina. Metaboliza directamente en la deposición de proteína ideal. Determinado análisis en el laboratorio y se encuentra comercialmente en forma sintética que se utiliza en dietas prácticas de animales.

#### **2.4.2. Energía**

La energía resulta del metabolismo de los componentes químicos de los alimentos consumidos por el animal, el cual interviene en el metabolismo, crecimiento, producción, mantenimiento de temperatura corporal, procesos bioquímicos, funcionamiento del aparato digestivo y síntesis de compuestos. Los alimentos más utilizados en las dietas de los pollos como fuente de energía comúnmente son el maíz y el trigo además que para cubrir el requerimiento del animal se suministra grasas o aceites (44).

Existen dos maneras de medir el valor energético de los alimentos que es: Energía metabolizable expresada en Mega Joules (MJ) o kilocalorías (Kcal) que es el total de energía del alimento menos la energía de las heces y orina, y energía productiva la cual es totalmente transformada en carne, los requerimientos nutricionales en cuanto a la energía metabolizable esta entre 2950 a 3350 kcalEM/kg (45).

Las grasas e hidratos de carbono son fuentes de calor y energía en aves, siendo que estos al ingerirse en exceso, el cuerpo del ave transforma en grasa, almacenando los mismos como fuente de reserva de calor y energía; al igual que, el aporte insuficiente puede afectar en el crecimiento o producción de las aves (47).

#### **2.4.3. Minerales**

Son elementos químicos inorgánicos los mismos que se clasifican como macrominerales y elementos traza. De los 90 minerales que aportan los alimentos, se les conoce esenciales para la vida a solo 26 minerales, los mismos que debe formar parte de la alimentación diaria de los animales (44).

Los macrominerales (calcio, fosforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio) son minerales indispensables en cantidades grandes y los micro minerales o elementos

traza (hierro, iodo, cobre, manganeso, zinc y selenio) son requeridos en pequeñas cantidades, teniendo en cuenta que la deficiencia de estos minerales puede afectar y ser perjudicial en los animales al igual que un macromineral. Los minerales se encuentran conformando los tejidos, forma parte de la formación de células, actúa de regulación del impulso nervioso al musculo, activación de enzimas, metabolismo de energía, de igual manera, el intercambio de iones en las membranas celulares.

La ausencia permanente de varios minerales provoca enfermedades determinadas que desaparecen al suministrarlo en el alimento.

Los granos no aportan los minerales necesarios para las aves, por lo que es necesario suministrar suplementos de Calcio, fósforo y sales los que son necesarios en grandes cantidades. Se pueden mencionar que una buena fuente de mineral como es el calcio, son las conchas piedra caliza y conchas de ostras son una buena fuente de calcio. El Di calcio y los fosfatos di fluorados son acarreadores de fósforo y calcio para dietas para aves (47).

#### **2.4.4. Vitaminas**

Las vitaminas que forman parte de la alimentación diaria de las aves en su mayoría son suministradas, generalmente el ave necesita trece vitaminas y estas pueden clasificarse en solubles o insolubles en agua. La vitaminas solubles en agua son las denominadas del complejo B entre estas vitaminas se halla la tiamina, riboflavina, biotina, ácido fólico, ácido pantoténico, piridoxina, ácido nicotínico, vitamina B12 y colina y entre las consideradas liposolubles son A, D3, E y K; las mismas que se pueden almacenar en distintas parte del cuerpo como es en el hígado (44) .

La mayoría de vitaminas son sintetizadas por el ave. Se debe cubrir la necesidades de vitaminas ya que estas son indispensables para el desarrollo correcto del pollo de engorde (48).

La vitamina A ayuda al buen funcionamiento de la piel; además, se encuentra en el recubrimiento del tracto digestivo, respiratorio y reproductivo del pollo. La vitamina D3, interviene en la absorción de calcio para la formación de los huesos, de igual manera interviene en el metabolismo de fosforo. En tanto que el complejo B actúa en la metabolización de carbohidratos y otros nutrientes (47).



## **2.5. Programas de alimentación de pollos de engorde**

Se entiende por programas de alimentación a la secuencia y las características de las dietas que se suministra a las aves a lo largo de su vida productiva, con el fin que la producción sea más rentable económicamente. Generalmente en las producciones de aves de engorde se utilizan cuatro tipos de balanceado, los denominados preinicial, inicial, crecimiento y engorde, los mismos que difieren en las cantidades de proteína presentación aptas para crianza de las aves y su presentación. Desde el punto de vista teórico se menciona que; mientras mayor sea el número de piensos administrado, más precisos seremos al suministrar las necesidades nutritivas del ave, por lo que se espera mejores resultados técnicos y económicos (49).

Dentro de los programas encontramos los sistemas de alimentación los que vienen determinados como sistemas tradicionales y sistemas alternativos.

El sistema tradicional consiste en proveer diferentes piensos secuenciales a lo largo de la vida productiva del ave, en donde cubrirán las necesidades de nutrientes en el punto medio del periodo en que se suministre este pienso, mediante este sistema solo se administra de forma óptima el alimento durante tantos instantes a lo largo de la vida del animal como número de piensos se administren. En el resto de días del periodo de cebo el pollo se encuentra con una alimentación excedentaria o deficitaria en estos nutrientes, que en términos productivos se traduce en un empeoramiento del crecimiento y del índice de conversión. Para lo cual se considerado la estrategia de aumentar el número de piensos, pero tomando en cuenta en la práctica los siguientes factores: logística de la fábrica, la distancia media de la fábrica de piensos a las granjas, la capacidad media de los silos de alimento, el número promedio de aves, el peso al sacrificio de las aves, entre otros.

Los sistemas alternativos consisten en la administración sincrónica de dos piensos, uno alto y otro bajo en aminoácidos y proteína. Se varia la proporción de los dos piensos mediante un ordenador y se ajusta a las necesidades en aminoácidos de los animales.

Otro sistema de alimentación que se aplica es la denominada choice-feeding que consiste en la utilización de una dieta alta en aminoácidos y otros nutrientes

combinados con la suplementación de un cereal. Con el inconveniente que, se debe destinar un aumento a la inversión en las instalaciones de silos, un ordenador y un sencillo sistema de mezcla para administrar los porcentajes apropiados de pienso y cereal, además cabe la posibilidad que el animal escoja los porcentajes que le parezca oportuno de ambos alimentos, tal como sucede en el anterior sistema (49).

## **2.6. Factores anti nutricionales en el alimento (FAN)**

Los denominados FAN son generadas en el metabolismo secundario de las plantas actuando en defensa ante lesiones o infecciones y a veces a productos metabólicos en de condiciones de estrés; este, a su vez al estar en ingredientes utilizados en la alimentación de animales causan efectos contrarios a su óptima nutrición (50).

Los inhibidores de proteasa, goitrógenos, alcaloides y fitatos son compuestos innatos naturales de algunos ingredientes del alimento que pueden afectar la disponibilidad de elementos nutricionales, la disminución de consumo de alimento y el inadecuado crecimiento de animales, Existen otros factores no nutricionales en los alimentos los que se generan a través del metabolismo de hongos o bacterias. Los efectos que causan en los animales es: reducción del consumo e impide la digestión y absorción de nutrientes, incremento de la velocidad de paso del alimento en el tracto digestivo y aumento de la actividad microbiana en el intestino así como la alteración tanto en la viscosidad y color de las heces (51). Las leguminosas poseen alto contenido de metabolitos secundarios y aparte de los mismos se han denominado factores anti nutricionales (52).

## **2.7. Afecciones respiratorias**

La función pulmonar puede quedar disminuida como consecuencia de la presencia de aspergilosis u otras enfermedades del aparato respiratorio (9).

Los pollos desarrollen la enfermedad respiratoria crónica, produciendo abundantes exudados, lo que interferirá aún más con la ventilación pulmonar e hipoxia. Los tejidos del sistema respiratorio reaccionan al exceso de amonio aumentando su secreción de mucus, reduciendo el movimiento de los cilios e incrementando el grosor de las paredes de los ductos respiratorios los que disminuye el paso de oxígeno (57).

### **2.7.1. Calidad del aire**

Otro factor en la presentación de síndrome ascítico muy relevante es la mala ventilación. En esta situación, los pollos de engorde no tienen la capacidad de poder oxigenar adecuadamente su organismo, ocasionando un incremento en la presión pulmonar debido a la hipoxia, con lo cual se produce la falla ventricular derecha y la consecuente acumulación de líquido en la cavidad abdominal (9).

Al momento del nacimiento, pueden ocurrir problemas de contacto con irritantes de las vías aéreas, como sería el caso de la inhalación de formol usado como desinfectante en las nacedoras. El momento del nacimiento es también crítico para la exposición a la espondilosis, enfermedad que por producir granulomas en el parénquima pulmonar interfiere con la ventilación durante el crecimiento, los principales factores de manejo que conducen a la hipoxia son la saturación de la atmósfera de las casetas con niveles elevados de monóxido y bióxido de carbono, por deficiente combustión de las criadoras. También interfieren, la mala ventilación, la sobrepoblación y el manejo de las camas por las altas concentraciones de amoníaco ambiental que pueden generarse (58). En épocas de extremo frío la ventilación en los galpones minimizan y se aumenta la contaminación del aire. Los gases que liberan las aves en la gallinaza y que afectan a la calidad del aire son: amoníaco, dióxido de carbono, sustancias azufradas y metano, los mismos que pueden incidir en la aparición del SA (56).

## **2.8. Síndrome ascítico**

### **2.8.1. Etiología**

En cuando la etiología del síndrome ascítico, se afirma que no hay un factor para definirla, ya que no existe pruebas de ningún tipo de bacterias, virus o parásitos que causen esta trastorno (53). sin embargo, existen la intervención de diversos factores de carácter toxico, ambiental, genético, nutricional, ambiental y manejo que estrechamente están relacionados en la aparición del síndrome, directamente esta se asocia, a una baja tensión de oxígeno en el medio ambiente en el que se encuentran las aves resultantes en una hipoxia. La ascitis no se le denomina una enfermedad si no un signo clínico donde pueden interactuar agentes causales muy diversos. Este síndrome suele ser más común en zonas altas sobre el nivel del mar, afectando en

la mayoría de casos a edades superiores a las 2 semanas de vida, provocando edemas y su incidencia puede llegar a ser del 30% (9).

### ***2.8.2. Patogenia del síndrome ascítico***

Las aves por su propia anatomía y fisiología circulatoria, son muy susceptibles a trastornos miocárdicos o valvulares. El trastorno reside en que la hipoxia ambiental conduce a una constricción arterial, elevación de la resistencia vascular y sobrecarga cardiaca, a lo que la genética del crecimiento rápido no es ajena pues todo lo que aumente las necesidades (9).

Las necesidades metabólicas y el consumo de oxígeno sin una adecuación anatómica, perjudica notablemente al ave. Las formas de sobrecarga cardiaca y vascular determinan una distensión del ventrículo derecho, con hipertrofia de los grandes vasos y dificultades para la circulación de retorno. Esta situación acaba en un aumento de la presión venosa, congestión del sistema porta, hiperemia crónica y trasudación de líquidos a la cavidad corporal, lo que ocasiona a su vez alteraciones hepáticas y renales generales (54).

### ***2.8.3. Causas predisponentes para el síndrome ascítico***

La causa primaria en las líneas de engorde es el alto requerimiento de oxígeno para poder soportar el incremento de rápido crecimiento y producción. Pero también existen una variedad de factores que pueden elevar ampliamente la incidencia de la ascitis, factores que aumentan el índice metabólico así como los requerimientos de oxígeno, aumento del flujo sanguíneo y cardiaco, o causas secundarios que incrementan la resistencia al flujo sanguíneo en el pulmón, pueden incrementar ampliamente la incidencia de la ascitis (55).

### ***2.8.4. Sistema respiratorio y circulatorio***

La cadena de eventos a causa del síndrome inicia con la falta de oxígeno necesario para el metabolismo, lo cual produce un aumento del gasto cardiaco que ocasiona a la par un incremento en los vasos sanguíneos pulmonares. La misma que resulta en una mayor carga de presión sobre la pared del ventrículo derecho efectuando hipertrofia muscular; entonces el fortalecimiento de la pared, incrementa la presión sanguínea en las arterias, las arteriolas y los capilares pulmonares; En esta etapa los

pollos de engorde desarrollan edema pulmonar y mueren (56).

Al continuar elevándose la carga de presión en la masa ventricular derecha, aumenta la hipertrofia y causa a que la sangre pase con mayor velocidad a través del pulmón. Por otro lado, la válvula atrio ventricular derecha, la cual es un ala flexible y plegable compuesta por fibras de la pared ventricular, también se hipertrofia y a la vez engruesa, en donde pierde las cualidades para sellar herméticamente la cavidad. Esta falla y la creciente presión de retorno debida a la congestión de arterias pulmonares, causa filtraciones y reflujos que provoca una insuficiencia cardiaca congestiva pasiva. El incremento del volumen sanguíneo aumenta la sobrecarga de presión hasta que ocurre la denominada insuficiencia valvular, causando esta un descenso en el rendimiento cardiaco e Hipertensión pulmonar, aumentando considerablemente la presión del atrio derecho y el cual continúa hacia el seno venoso, vena cava y la vena porta. Todo esto incrementa la presión en los sinusoides hepáticas y provoca una extravasación de plasma del hígado en los espacios hepato-peritoneales que se evidencia por ascitis (54). La extravasación y el aumento en la presión venosa provoca el riego sanguíneo tisular ineficiente que agrava la hipoxemia e hipoxia tisular, manifestándose eritropoyetina en los pulmones (56).

#### ***2.8.5. Temperaturas bajas***

La exposición a temperaturas bajas a pollos de engorde le exige una mayor producción de calor metabólico, lo que predispone al pollo al síndrome ascítico por lo que tiene que incrementar el gasto cardiaco para poder soportar el esfuerzo de termorregulación fisiología de las aves (9). Como efecto a la explosión del pollo al frio, produce en el sistema del animal una hemoconcentración, incrementa la viscosidad y presión sanguínea. También en un lugar frio la tasa metabólica se eleva y de ahí incrementar la producción de calor; para, de esta forma mantener la temperatura corporal dentro de los límites fisiológicos requeridos. Se ha mencionado que, cuando los pollos son expuestos a temperaturas bajas antes del sexto día de edad del animal, puede afectase por varias semanas su tasa metabólica y aumentar en consecuencia el síndrome ascítico (55).

#### ***2.8.6. Stress***

Es ocasionado particularmente por la densidad de población de los pollos. Es de

suma importancia de tener en cuenta la posibilidad de una densidad elevada efectiva, pero localizada en determinadas zonas de la nave, consecuente a una distribución irregular de las aves en el alojamiento (9).

### **2.8.7. Efectos Nutricionales**

Como factores alimenticios desencadenantes del síndrome se puede mencionar que a mayor ganancia de peso y mayor consumo de alimento se presenta mayor mortalidad por SA, ya que los pollos presentan un crecimiento más rápido, aumentando su ritmo metabólico e incrementando sus necesidades de oxígeno (59).

Es importante destacar que al realizar restricciones alimenticias en ciertas etapas de la vida productiva del pollo broiler, se disminuye significativamente la presentación de Síndrome Ascítico, lo que se debe a que al disminuir la ganancia de peso se reduce el ritmo metabólico del mismo, y 26 con ello las necesidades de oxigenación, evitando en cierta forma la predisposición a una hipoxia

Existen publicaciones que indican un efecto directo o indirecto de factores nutricionales sobre la incidencia del SA, como son la deficiencia de vitamina E y/o selenio, la intoxicación por sodio en el alimento, la deficiencia de biotina que puede causar daño cardiaco, las grasas tóxicas, la densidad energética del alimento, el raquitismo, la adición de algunos antimicrobianos como promotores de crecimiento, en el raquitismo, la deformación de las costillas y la mayor presión sobre los pulmones hace que el ave no pueda respirar y causar el SA, entre otros (60).

### **2.8.8. Síntomas y Lesiones**

Se manifiesta de manera que, las aves en algunos casos están en buen estado brincan súbitamente, gritan y aletean, cayendo muertas, comúnmente sobres su espalda.

En el examen post mortem se suele encontrar un cuadro de congestión en la mayoría de los órganos y más en el pulmón (algunas veces están húmedos y edematosos), los conductos contienen fluido espumoso proteináceo (57).

En el todo en tramo del aparato digestivo se encuentra alimento, y en la vesícula biliar se encuentra de color amarillo pálido, vacía o parcialmente vacía.

La pechuga comúnmente aparece moteada de pequeñas áreas rojas y blanquecinas, apareciendo como que las aves mueren por ahogamiento (9).

### ***2.8.9. Diagnóstico diferencial***

La distinción de los ahogamientos, golpes de calor, entre otras, pueden hacerse en base a que, en estos problemas, resultan afectados ambos sexos, siendo factible orientarse también por la historia clínica del caso. Además, raramente se les encuentra muertas sobre la espalda.

El envenenamiento por Dieldrin también tiene una gran similitud, pero es más frecuente en aves de mayor edad- reemplazos de reproductoras en restricción de dieta (9).

### **2.9. Estudios realizados en broiler**

Al emplear la dosis de 10 ml/kg PV en los niveles de coenzima q10 en la cría de pollos de ceba y su efecto en la mortalidad por ascitis se demostró que, el empleo de la CoQ10 en la dosis indicada en la alimentación de pollos presentó un efecto significativo en el control del síndrome ascítico durante la etapa de crecimiento, reduciéndose la cantidad de bajas del 2.8%. Además de obtener resultados como un incremento de peso de 0.95 kg, una conversión alimenticia de 1.52 (1).

Mientras que en la utilización de la coenzima q 10 y su efecto en el rendimiento productivo de los pollos; Participa en la fosforilacion oxidativa de los procesos patológicos, por lo tanto, interviene reduciendo los niveles del síndrome ascítico (61). En las aves permite una mejor asimilación de los alimentos, mejorar la utilización de la cuota proteica, carbohidratos y lípidos, disminuir la proteína animal de la dieta, en un 20%, y ser compatible con las vitaminas, antibióticos o elementos menores que contenga la ración disminuyendo así la aparición de trastornos en el animal como es el síndrome ascítico.

## **CAPÍTULO III**

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Área de estudio**

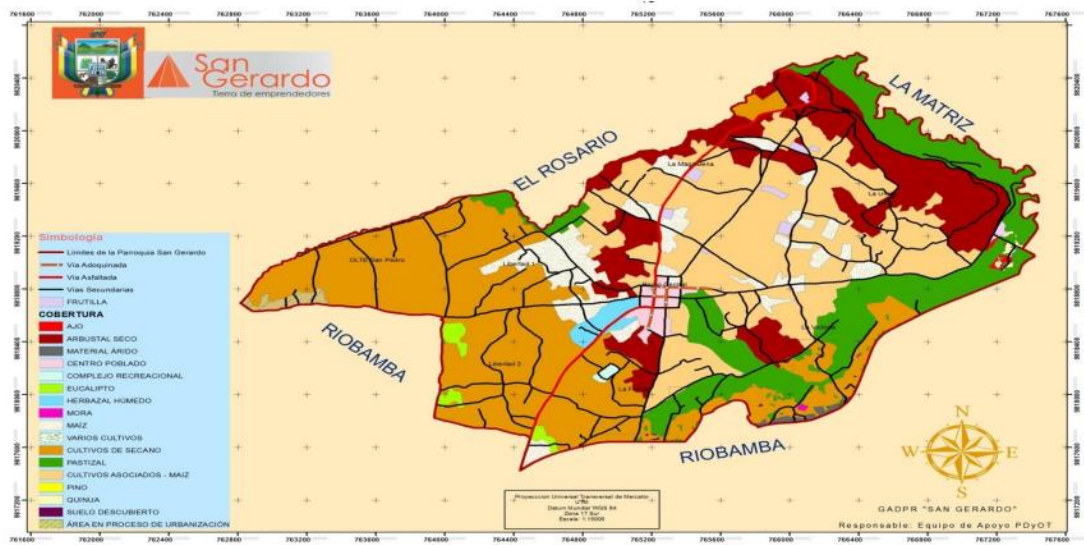
##### **3.1.1. Ubicación**

La parroquia San Gerardo se encuentra ubicado en el cantón Guano, provincia de Chimborazo, al sur del cantón, a una distancia de dos km aproximadamente del centro poblado de la ciudad de Riobamba. Está situada a una altura 2670 m.s.n.m., en las coordenadas centrales de 765242,56 – 9818785,54, con una extensión de 7,12 Km<sup>2</sup> (9)

##### **3.1.2. Delimitación de la parroquia**

Los límites están bien definidos basándonos en el Registro Oficial No. 162, del 15 de diciembre de 1944, por el Norte, quebrada las Abras, por el Sur carretera Riobamba Cubijés; por el este el río Guano; y por el Oeste la loma denominada Alarcón. Esta parroquia queda constituida por los territorios de los caseríos de San Gerardo de Paquicaguan y Olte (9)





**Figura 1** Ubicación geográfica de la parroquia San Gerardo

**Fuente:** Google maps

### 3.1.3. Clima

Dentro de la parroquia San Gerardo los meses de lluvia son marzo a junio, y desde octubre a diciembre y las heladas se presentan en los meses de abril y noviembre con fuerte intensidad. (10), presentando una temperatura promedio de 12,70 °C humedad relativa del 66 % y una precipitación al año 495,25 mm/año. (3)

### 3.1.4. Uso del suelo

El suelo de esta parroquia es generalmente apto para la agricultura y la ganadería, este tipo de producción constituye el sustento de las familias, y comercializan los excedentes de su producción; en lo referente a la ganadería, las familias que habita en esta parroquia dentro de las especies mayores encontramos alrededor de 700 cabezas de ganado en general (9).

## 3.2.Procedimiento

### 3.2.1.Duración del experimento

El estudio tuvo una duración de 48 días, distribuidos en 20 días en la preparación de los galpones, un ensayo de 28 días.

### 3.2.2. Unidades experimentales

Se utilizaron 500 pollos de un día de edad, con un tamaño de unidad experimental

de 25 pollos cada una.

### **3.2.3. Características de las unidades experimentales**

Estado fisiológico de los animales:

- 1ªra clase (sin daños en patas, pico y cicatrizado el ombligo).
- Edad de los animales: 1 día de edad.
- Sexo: machos.
- Peso: 38,88 g promedio.
- Línea Cobb.

### **3.2.4. Instalaciones, Equipos y Materiales**

Las instalaciones, equipos y materiales que se utilizaron en el presente trabajo fueron:

- Galpón con piso de cemento, paredes de bloque y ventanas de malla.
- Bebederos tipo campana.
- Comederos.
- Criadoras.
- Balanza BAT de capacidad de 5 Kg, con 1 g de precisión.
- Balanza (RADWAG).
- Baldes plásticos para traslado de alimento.
- Bomba de mochila de 20 galones de capacidad.
- Equipo sanitario.
- Equipo de limpieza.
- Alimento balanceado.
- Material de cama (casarilla de arroz).
- Carretilla.
- Overol.
- Cámara fotográfica.
- Registros
- Calculadora.
- Equipo de computo

- Oxímetro (Tootoo Meditech M3TH10A14)
- Tubos de recolección de sangre.

### 3.3.Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo estuvieron conformados por el suministro de un balanceado comercial al cual se incluyó la Coenzima Q10 en dosis de (10 mg/ kg de peso vivo, 20 mg/kg de peso vivo y 30 mg/kg de peso vivo), frente a un tratamiento control que recibió el balanceado sin Coenzima Q10, con cinco repeticiones cada uno.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) que se ajustó al siguiente modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado fue el siguiente:

**Tabla 2 Esquema del experimento por ensayo**

Tratamiento		T.U.E.	# Rep.	Anim. /Trat.
T0: Sin coenzima	T0	25	5	125
T1: 10 mg/kg	T1	25	5	125
T2: 20 mg/kg	T2	25	5	125
T3: 30 mg/kg	T3	25	5	125
TOTAL, ANIMALES				500

T.U.E. = Tamaño de la unidad experimental, 25 aves.

Las raciones alimenticias empleadas fueron en base al balanceado comercial de la empresa Pronaca, que presenta la siguiente composición nutritiva:

**Tabla 3 Composición nutricional del balanceado Pronaca para broilers de 1 a 56 días de edad**

Elemento nutricional	I	II	III
	Iniciador 0 – 25 días	Final 26 a 42 días	Mercado + de 42 días
Proteína Bruta (Min) %	21.0	19.0	18.0
Grasa (Min) %	4.0	5.0	5.0
Fibra (Max) %	4.0	4.5	4.5
Humedad (Max) %	12.0	12.0	12.0

Fuente: (5)

### 3.4. Variables de estudio.

- Oximetría, %.
- Frecuencia cardiaca, ppm.
- Hematocrito, %.
- Relación VD/VI.
- Peso, g.
- Mortalidad, %.
- Indicador beneficio costo.

### 3.5. Análisis estadísticos y prueba de significación

Los resultados experimentales obtenidos, se realizaron mediante el software InfoStat y fueron sometidos a los siguientes análisis:

- Análisis de Varianza (ADEVA).
- Separación de medias de acuerdo con la Prueba de Duncan al nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

**Tabla 4 Esquema del ADEVA**

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Error	20
Total	24

Fuente: (5)

### 3.6. Metodología

Para realizar el presente trabajo se utilizó 500 pollos de un día de edad con peso de 38.88 g. El primer día se realizó la distribución de los pollos ubicándolos en

cuartones de madera de 2 m<sup>2</sup>, con capacidad para 25 aves cada uno, donde permanecieron hasta terminar la investigación. Se procedió con el pesaje de cada cuartón (esta actividad se la repitió cada semana), se tomó datos de oximetría, frecuencia cardíaca y hematocrito (estas actividades se realizaron cada 7 días).

Se suministró el alimento más las cantidades previa pesada de coenzima Q10 necesaria para cada grupo de pollos, de acuerdo con un sorteo previo al azar, la cantidad de alimento proporcionado fue en base a la guía de referencia del Manual práctico de crianza de aves Cobb, suministrándoles la mitad de alimento a las 8h00 y la otra mitad a las 16h00, se brindó agua más vitaminas.

La dosificación de la coenzima Q10 se incluyó para el primer caso 10 mg/ kg de peso vivo de los pollos, previo a una mezcla en forma homogénea para que la coenzima se disperse completamente en el alimento que corresponde a este tratamiento, para el segundo caso fue de 20 mg/ kg y para el tercer caso fue de 30 mg/ kg.

### **3.6.1. *Pesaje***

Para realizar el pesaje se agrupo en una esquina de la jaula a todos los pollos, dividiéndola con una cortina en dos secciones; para, luego procederlos a pesar en una balanza colgante con capacidad de 5 kg la cual registraba automáticamente los pesos correspondientes a cada jaula; posteriormente poniéndolos en el lugar correspondiente.

### **3.6.2. *Oximetría y frecuencia cardíaca***

Se procedió a la selección de dos aves por cada repetición para la toma de datos las mismas que fueron colocadas sobre una superficie firme y con una toalla por la parte inferior, se procedió a sujetar el ave con la ayuda de una persona y posterior colocación del medidor (Tootoo Meditech M3TH10A14) se midió la cantidad de oxígeno unido a la hemoglobina de los eritrocitos en una cierta cantidad de sangre.

Aprovechando que el equipo a utilizar nos presenta las dos variables se tomó de la misma ave la frecuencia cardíaca. Para esta determinación, las aves deben estar tranquilas por lo que el manejo es muy importante antes, durante y después de la actividad a realizarse.

Se recomienda que la persona que maneje a las aves se encuentre cómodamente sentada, y tratar de que el ave esté lo más confortable posible, evitando cualquier tipo de estrés. Ubicar el lector sobre el área a medir la saturación de oxígeno, debe estar cercano al 100% en aves sanas por lo que se considera normal a partir de 90% pero nunca inferior a 75%. Para la lectura del ritmo cardíaco los valores en aves jóvenes están cercano a 450/ minuto.

En aves sobre la primera semana de edad puede estar entre 400- 500/minuto, valores menores a 400/minuto no se consideran reales. Se recomienda mantener prendido el parlante y luz indicadora del equipo de esta manera se puede asociar por el sonido o luz si ubicamos correctamente sobre un vaso o arteria. En el caso de que la luz se presente de tres colores, verde significa que estamos correctamente ubicados, amarillo indica que la señal tiene interrupciones porque estamos ubicados cerca del vaso, la luz roja significa que no tenemos señal porque estamos fuera del vaso.

### **3.6.3. Hematocrito**

Se tomaron dos aves al azar por cada repetición se procedió a sujetar al ave firmemente y se realizó la punción a la vena braquial con una aguja # 26 se aproximó el tubo rojo que posee el aditivo EDTA que actúa como anticoagulante y ofrece una protección integral para las células sanguíneas se tomaron las tres cuartas partes del tubo para la lectura se tapó el tubo y se lo llevo al laboratorio para su análisis. Tomando en consideración que aves sanas representan valores entre el 28 y 35 %.

### **3.6.4. Relación ventricular**

Debido a la baja disponibilidad de oxígeno en zonas altas el corazón presenta un esfuerzo adicional en su función por lo cual podría producir una hipertrofia cardiaca derecha y agrandamiento mediante la toma de muestras del corazón podemos realizar la separación de los ventrículos y pesarlos para determinar la relación entre ellos, que se obtuvo dividiendo el peso del ventrículo derecho por el del ventrículo izquierdo. Esta relación se interpretó de un estado normal  $< 0.25$ , con síndrome ascítico  $> 0.30$  y severamente afectado  $> 0.50$  (7)

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Valores presentes de oximetría en aves de engorde.

Para determinar los valores de oxigenación prevalentes en las aves, se tomaron datos cada semana, los resultados de los diferentes análisis para determinar la oximetría de las aves, y el análisis ADEVA se detalla en la Tabla 5; debido a la selección genética se han ido seleccionando animales que presenten valores superiores de concentración de oxígeno en la sangre, sin embargo, en la actualidad persisten estos problemas, aunque en menor proporción (84).

*Tabla 5 Análisis de varianza y test de Duncan para oximetría día 7*

<i>ADEVA</i>					
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total		19	140,24		
Trata.	3		76,04	25,35	6,32 0,005
Error		16	64,20	4,01	
CV %				2,22	
Media				90,23	

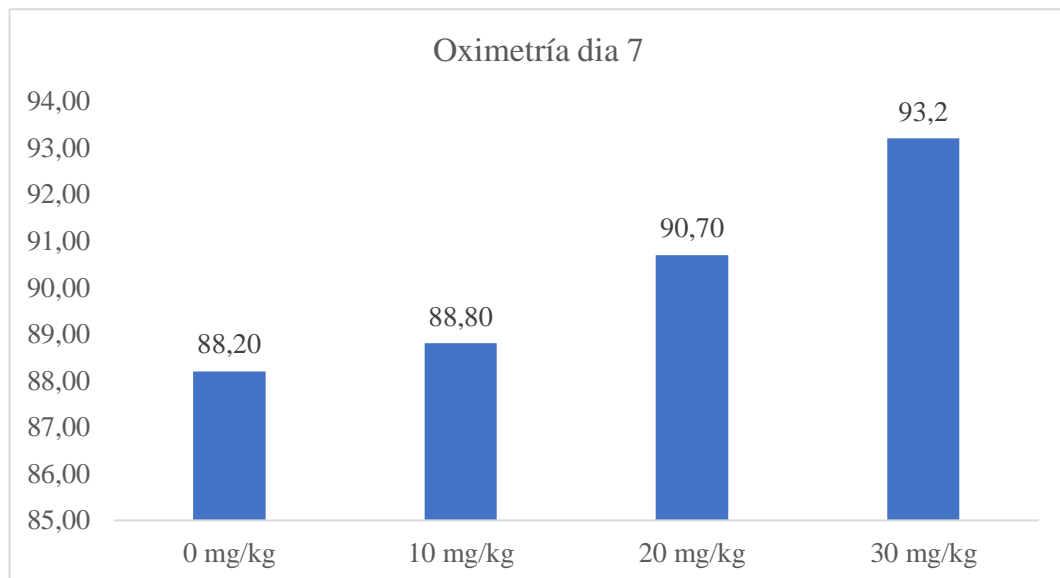
#### *Separación de medias según Duncan ( $p < 0,05$ )*

<b>Trata.</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo</b>
T0	88,20	A
T1	88,80	A
T2	90,70	Ab
T3	93,20	B

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La oximetría evaluada en el día 7 demuestra diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), debido a los tratamientos, en el tratamiento testigo se registra un valor medio de 88,20 %; al incluir 10 mg/kg en la dieta 88,80 %, al incluir 20 mg/kg 90,70 % y

finalmente un valor superior al incluir 30 mg/kg una media de 93,20 %, como se muestra en la figura (2).



**Figura 2 Comportamiento de Oximetría (7 días)**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La oximetría evaluada en el día 14 no demuestra diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) debido a los tratamientos (tabla 6), en el tratamiento testigo se reporta un valor medio de 86,20 %; al incluir 10 mg/kg en la dieta 86,00 %, al incluir 20 mg/kg 83,80 % y finalmente un valor superior al incluir 30 mg/kg una media de 88,20 %, como se muestra en la figura (3). Los valores de oxígeno en sangre están relacionados a la muerte súbita y a la ascitis, por lo que se busca reducir este impacto negativo en las aves (84).

**Tabla 6 Análisis de varianza para oximetría día 14**

<i>ADEVA</i>					
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	176,45			
Trata.	3	48,55	16,18	2,02	0,15
Error	16	127,90	7,99		
CV %			3,29		
Media			86,05		

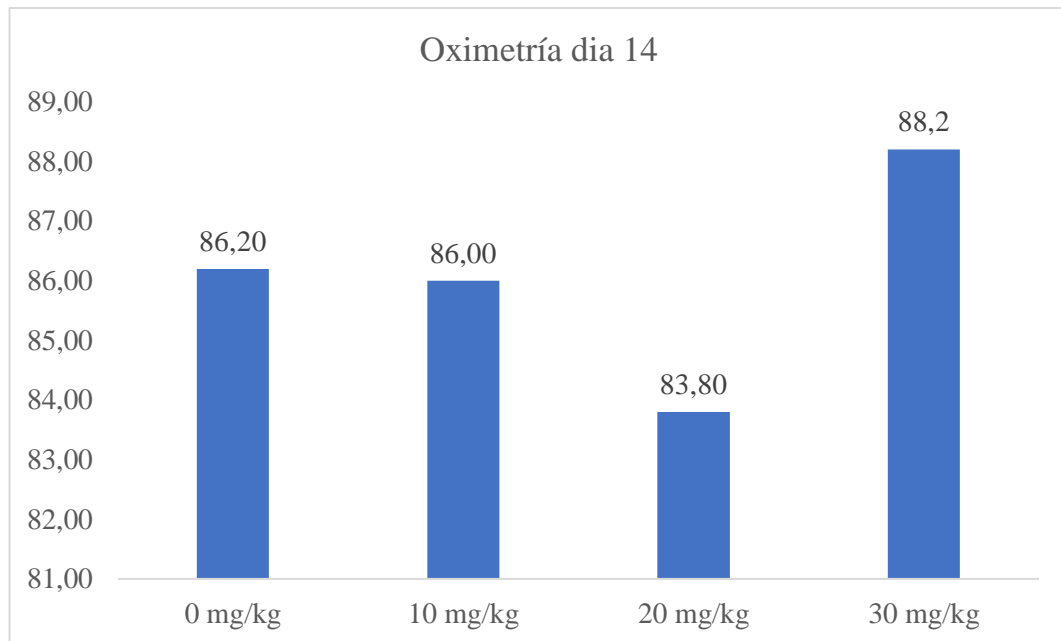
**Separación de medias según Duncan ( $p < 0,05$ )**

<b>Trata.</b>	<b>Media</b>
T0	86,20
T1	86,00
T2	83,80
T3	88,20



**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Estos hallazgos sugieren que, al menos durante los primeros 14 días de tratamiento, la Coenzima Q10 influye en la oxigenación en aves de engorde que podrían presentar síndrome de hipertensión pulmonar. No obstante, se requiere investigar más a fondo para comprender mejor los efectos a largo plazo de la Coenzima Q10 en la oximetría de estas aves y confirmar estos resultados preliminares.



**Figura 3** Comportamiento de Oximetría (14 días)

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable oximetría, en el día 21 demuestra diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) debido a los tratamientos (tabla 7), en el T0 se reporta un valor medio de 77,40 %; al incluir 10 mg/kg en la dieta 80,50 %, al incluir 20 mg/kg 80,90 % y finalmente un valor superior al incluir 30 mg/kg una media de 82,80 %, como se muestra en la figura (4).

**Tabla 7** Análisis de varianza y test de Duncan para oximetría día 21

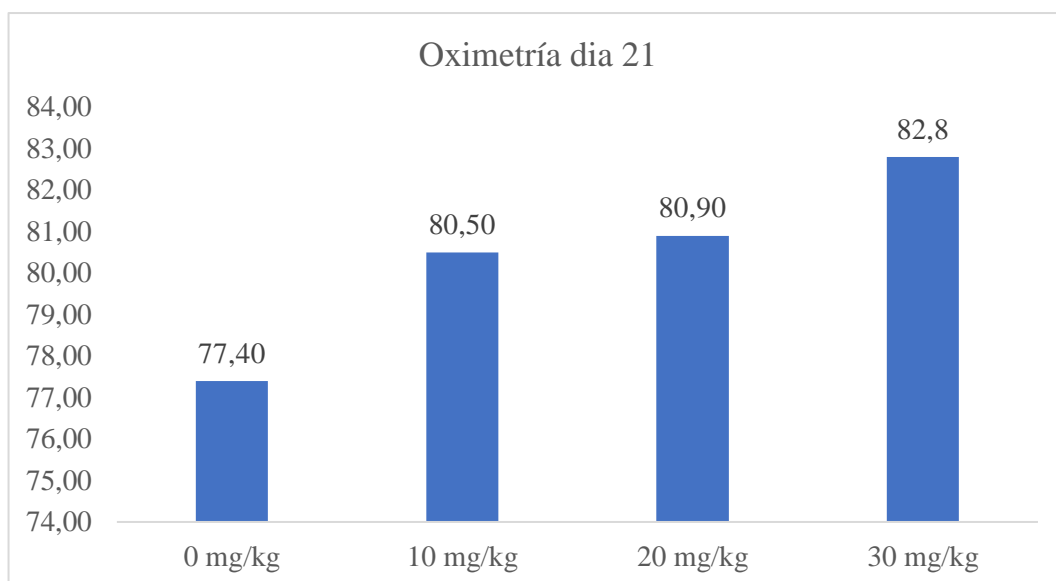
ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	188,80			
Trata.	3	75,10	25,03	3,52	0,04
Error	16	113,70	7,11		
CV %			3,32		
Media			80,40		

**Separación de medias según Duncan (P<0,05)**

Trata.	Media	Grupo
T0	77,40	A
T1	80,50	Ab
T2	80,90	Ab
T3	82,80	B

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Siguiendo a los resultados anteriores, en el día 21 la oximetría muestra diferencias favoreciendo a los tratamientos en los que se utilizó la coenzima Q10, mientras que el tratamiento testigo presentó los valores inferiores.



**Figura 4 Comportamiento de Oximetría (21 días)**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable oximetría, en el día 28 demuestra diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) debido a los tratamientos (tabla 8), en el T0 reporta un valor medio de 77,10 %; al incluir 10 mg/kg en la dieta 78,20 %, al incluir 20 mg/kg 82,70 % y finalmente un valor superior al incluir 30 mg/kg una media de 81,00 %, como se muestra en la figura (5).

**Tabla 8 Análisis de varianza y test de Duncan para oximetría día 28**

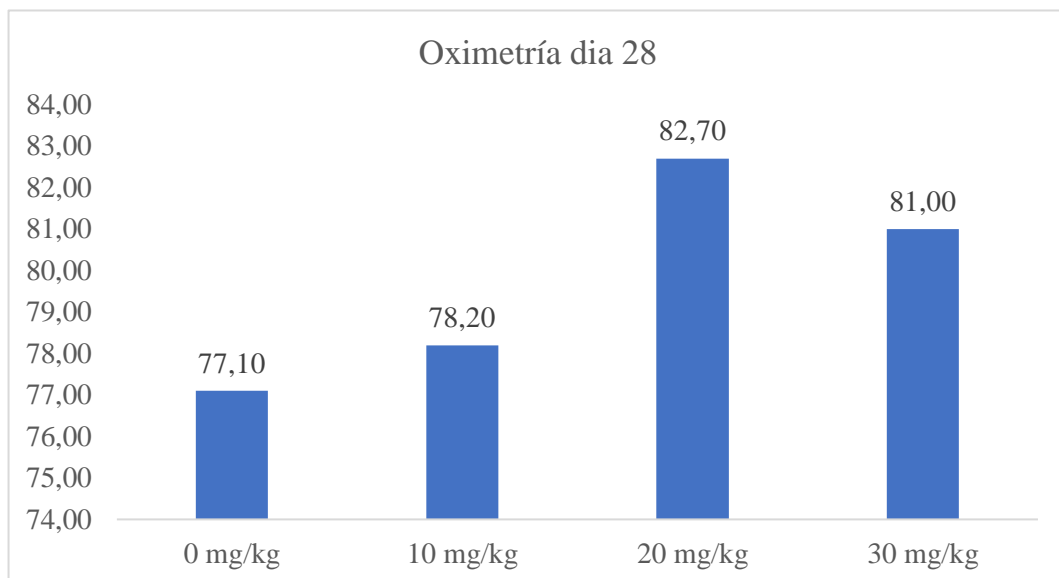
ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	148,75			
Trata.	3	98,45	32,82	10,44	0,0005
Error	16	50,30	3,14		
CV %			2,22		
Media			79,75		

***Separación de medias según Duncan (P<0,05)***

Trata.	Media	Grupo
T0	77,10	A
T1	78,20	a
T2	82,70	b
T3	81,00	b

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Los resultados muestran que los tratamientos en los que se utilizaron la coenzima Q10 muestran resultados favorables en comparación con el tratamiento testigo, es decir, este suplemento alimenticio ayuda a los animales a mantener los niveles adecuados de oxígeno en sangre, lo que reduce la posibilidad de ascitis y una posible mortalidad debido a esta patología.



**Figura 5 Comportamiento de Oximetría (28 días)**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Se realizó un estudio para determinar los efectos de la L-carnitina sobre los parámetros productivos y del sistema inmunológico en los pollos susceptibles a la ascitis, se utilizó un tratamiento control y suplemento de 100, 150, 200 y 250 mg/l de agua de bebida, se concluye que este aditivo no mejora la oximetría en de los animales evaluados, presentando valores de 76,94 % en el tratamiento control y 78,20 % en los tratamientos aunque existen estudios referentes a acciones positivas de la L – carnitina en mejorar la función cardiaca, mientras que en la presente investigación la adición de la coenzima Q10 sí mejoró la oxigenación en sangre debido a su influencia directa en el transporte de electrones en la cadena

mitocondrial y favoreciendo a la contractilidad del corazón (73).

Para disminuir la mortalidad de pollos, se suplementó su alimentación con el uso de 0, 20 y 40 mg/kg de Coenzima Q10, la fragilidad osmótica de los eritrocitos se redujo significativamente al igual que el índice de ascitis cardiaca al utilizar los 40 mg/kg (74).

#### 4.1.2. Valores de frecuencia cardiaca en aves de engorde.

La variable frecuencia cardíaca analizada en el estudio a los 7 días de vida de los pollos, muestran diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) debido a los tratamientos estudiados (tabla 9). El tratamiento que se suplementó 30 mg/kg de coenzima Q10 en la alimentación de los pollos mostró el valor más alto de frecuencia cardíaca, con 446,40 pulsaciones por minuto (FC). En contraste, el T1 que suplementó 10 mg/kg de coenzima Q10 mostró el valor más bajo (412,20 pulsaciones por minuto). Los tratamientos con 20mg/kg de coenzima Q10 y tratamiento control obtuvieron valores de 414,70 y 426,80 pulsaciones por minuto, respectivamente. Estos resultados indican que la adición de coenzima Q10 en la alimentación puede influir en la frecuencia cardíaca de los pollos, manteniéndola dentro del rango normal.

**Tabla 9** Análisis de variancia y test de Duncan para frecuencia cardiaca día 7

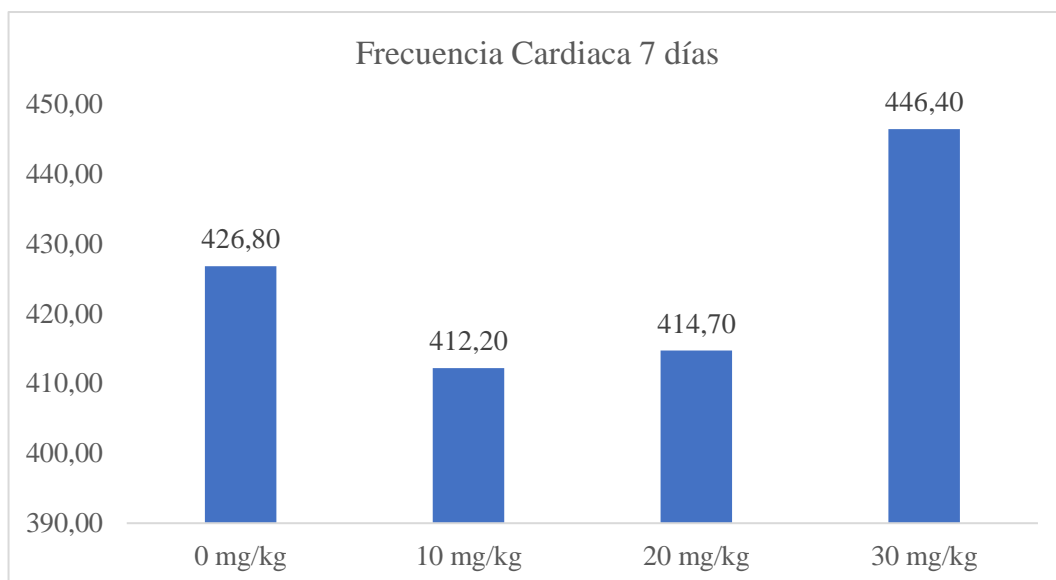
ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	9249,24			
Trata.	3	3655,64	1218,55	3,49	0,04
Error	16	5593,60	349,60		
CV %			4,40		
Media			425,03		

#### **Separación de medias según Duncan ( $P < 0,05$ )**

Trata.	Media	Grupo
T0	426,80	ab
T1	412,20	a
T2	414,70	a
T3	446,40	b

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La frecuencia cardiaca se incrementa cuando la presión de oxígeno en sangre disminuye, por lo que valores muy altos indicará que los pollos se encuentran propensos a presentar ascitis, en los primeros 7 días no se reporta menores pulsaciones/ minuto en los T1 y T2, como se muestra en el a figura (6).



**Figura 6 Frecuencia cardiaca (7 días)**

*Realizado por: Concha Luis, (2023)*

Al analizar los datos a los 14 días, los valores de frecuencia cardiaca presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) debido a los tratamientos estudiados (tabla 10). El tratamiento que se incluyó 30 mg/kg de coenzima Q10 en la alimentación de los pollos mostró el valor más alto de frecuencia cardíaca, con 417,40 pulsaciones por minuto (FC). En contraste, el tratamiento control mostró el valor más bajo, con 385,40 pulsaciones por minuto. Los tratamientos con 10mg/kg y 20mg/kg de coenzima Q10 obtuvieron valores 387,00 y 387,30 pulsaciones por minuto, respectivamente.

**Tabla 10 Análisis de variancia y test de Duncan para frecuencia cardiaca día 14**

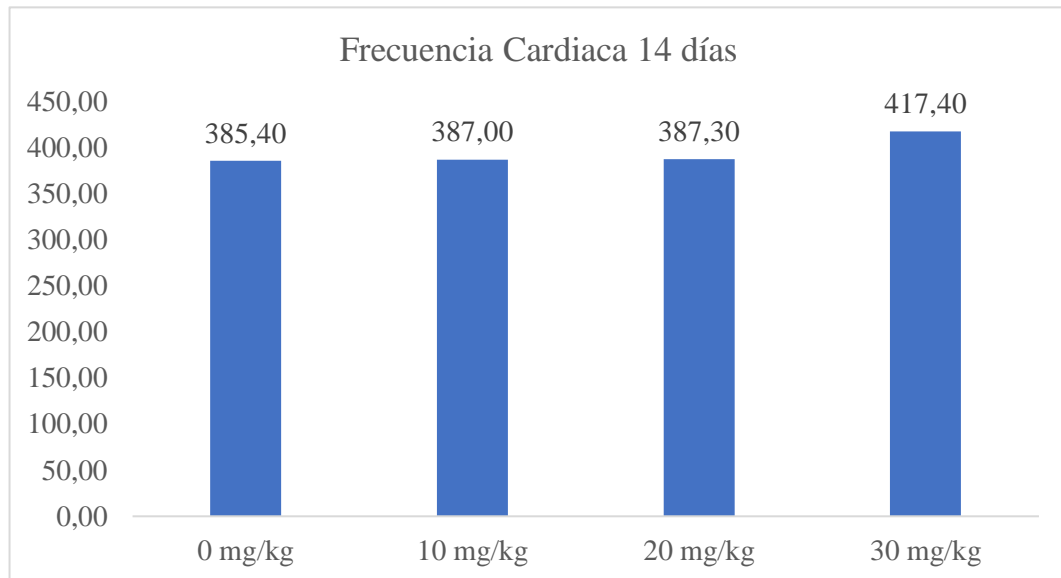
ADEVA					
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	8131,74			
Trata.	3	3575,54	1191,85	4,19	0,02
Error	16	4556,20	284,76		
CV %			4,28		
Media			394,28		

**Separación de medias según Duncan ( $P < 0,05$ )**

Trata.	Media	Grupo
T0	385,40	a
T1	387,00	a
T2	387,30	a
T3	417,40	b

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Estos resultados indican que la adición de coenzima Q10 en la alimentación puede influir en la frecuencia cardíaca de los pollos, manteniéndola dentro del rango normal (figura 7).



**Figura 7 Frecuencia cardiaca (14 días)**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

De acuerdo a los resultados obtenidos a los 21 días de evaluación, la frecuencia cardíaca presenta diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) debido a los tratamientos (diferentes niveles de coenzima Q10). En cuanto a las medias obtenidas, el tratamiento que se suplementó 30 mg/kg de coenzima Q10 en la alimentación de los pollos mostró el valor más alto de frecuencia cardíaca con 419,70 pulsaciones por minuto. Los tratamientos con 10 mg/kg y 20 mg/kg de coenzima Q10 obtuvieron valores de 380,50 y 392,50 pulsaciones por minuto, respectivamente (tabla 11). Por otro lado, el tratamiento control presentó el valor más bajo, con 336,30 pulsaciones por minuto.

**Tabla 11 Análisis de variancia y test de Duncan para frecuencia cardiaca día 21**

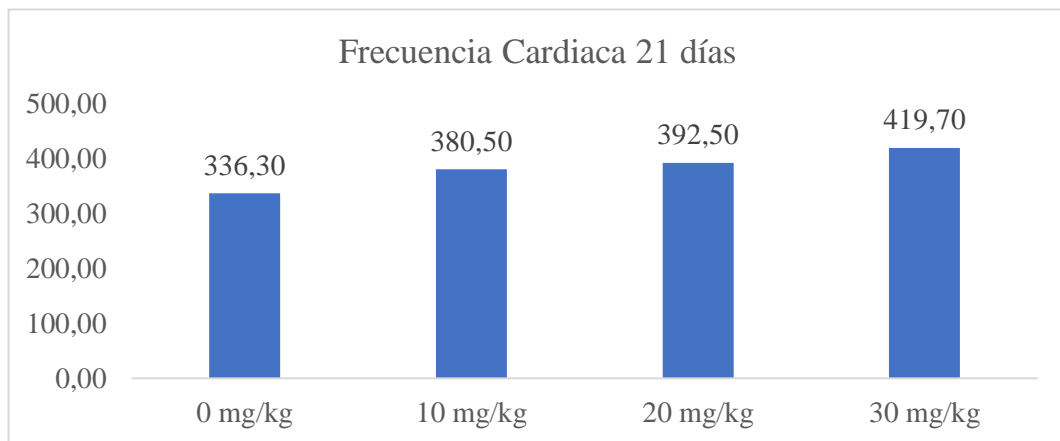
ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	41188,25			
Trata.	3	18110,15	6036,72	4,19	0,02
Error	16	23078,10	1442,38		
CV %			9,94		
Media			382,25		

**Separación de medias según Duncan ( $P > 0,05$ )**

Trata.	Media	Grupo
T0	336,30	a
T1	380,50	ab
T2	392,50	b
T3	419,70	b

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Estos resultados indican que la adición de coenzima Q10 en diferentes dosis puede influir en la frecuencia cardíaca de los pollos, en este periodo de tiempo los tratamientos que se suplementó coenzima Q10 aumentó las pulsaciones por minuto de las aves en comparación con el tratamiento control (figura 8).



**Figura 8 Frecuencia cardíaca (21 días)**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

El análisis de varianza realizado para la variable de frecuencia cardíaca en el día 28 muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $P > 0,05$ ). Los resultados muestran que el tratamiento con la adición de 30 mg/kg de coenzima Q10 presenta una frecuencia cardíaca de 390,80 pulsaciones por minuto y el tratamiento control presentó 362,00 pulsaciones por minuto (tabla 12).

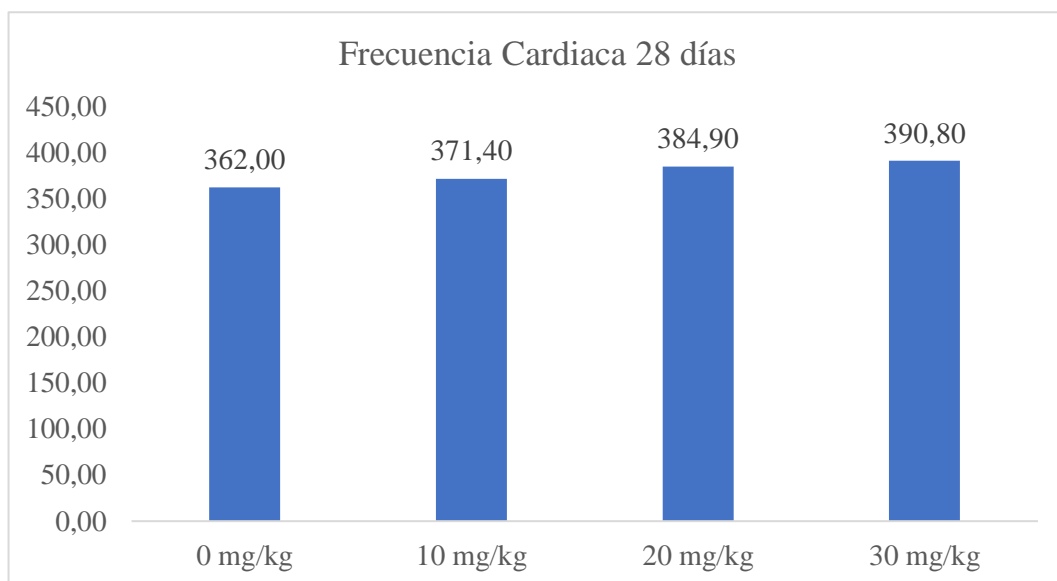
**Tabla 12 Análisis de variancia para frecuencia cardíaca día 28**

ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	10942,74			
Trata.	3	2544,54	848,18	1,62	0,23
Error	16	8398,20	524,89		
CV %			6,07		
Media			377,28		

<b>Trata.</b>	<b>Media</b>
T0	362,00
T1	371,40
T2	384,90
T3	390,80

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Los resultados de frecuencia cardiaca de las aves a los 28 días contrastan con los resultados obtenidos en los días 7, 14 y 21; ya que no se reportan diferencias debidas a los tratamientos (niveles de coenzima Q10), los valores se mantienen normales, como se muestra en la figura 9.



**Figura 9** Frecuencia cardiaca (28 días)

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Al revisar trabajos donde se aplicó la Coenzima Q10 en dosis de 20 y 40 mg/kg de alimento, para mejorar el rendimiento productivo y frecuencia cardiaca de pollos de engorde criados en zonas altas, los resultados muestran que no hubo diferencias significativas en la frecuencia cardiacas entre los grupos de tratamiento (81).

La baja presión atmosférica que se presenta en zonas altas es propicio para la aparición del síndrome ascítico, debido a la poca presión de oxígeno y el ave se ve forzada a incrementar su frecuencia cardiaca (85).

La suplementación con coenzima Q10 beneficia la producción de ATP suministrando suficiente energía para que el musculo cardiaco pueda impulsar la sangre del ventrículo derecho al pulmón donde recoja el oxígeno y libere el dióxido de carbono, debido al aumento de peso del corazón.



#### 4.1.3. Valores obtenidos en la relación ventricular.

Los resultados obtenidos después de haber realizado los diferentes análisis estadísticos se muestran en la tabla 13.

La relación ventricular evaluado en el día 7, no demuestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los tratamientos, en el tratamiento testigo se registra un valor de 0,85; al incluir 10 mg/kg en la dieta 0,83; al incluir 20 mg/kg 0,88 y al incluir 30 mg/kg 0,87, la relación ventricular se ve afectada debido a la hipertrofia del ventrículo derecho provocada por un sobre esfuerzo cardíaco ante a falta de oxígeno (85).

*Tabla 13 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 7)*

ADEVA						
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Trata.	0,01	3	2,80E-03	0,24	0,8683	
Error	0,19	16	0,01			
Total	0,2	19				
CV	12,72					
Tratamientos Medias						
T0	0,85					
T1	0,83					
T2	0,88					
T3	0,87					

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La relación ventricular evaluado en el día 14, no demuestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los tratamientos (niveles de coenzima Q10), en el T0 registra una media de 0,90; en el T1 1,02; T2 0,97 y T3 1,03 (tabla 14).

*Tabla 14 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 14)*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Trata.	0,05	3	0,02	0,45	0,7188	
Error	0,57	16	0,04			
Total	0,62	19				
CV	19,26					
Trata. Medias						
T0	0,90					
T1	1,02					
T2	0,97					
T3	1,03					

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La relación ventricular evaluado en el día 21, no demuestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los tratamientos (niveles de coenzima Q10), en el T0 registra una media de 0,97; en el T1 0,96; T2 1,02 y T3 0,97 (tabla 15), la falla ventricular derecha se debe a que la demanda de oxígeno aumenta y no se puede satisfacer, llamado hipoxia (85).

**Tabla 15 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 21)**

ADEVA						
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Trata.		0,01	3	3,30E-03	0,78	0,5209
Error		0,07	16	4,20E-03		
Total		0,08	19			
CV		6,6				
Trata.	Medias					
T0	0,97					
T1	0,96					
T2	1,02					
T3	0,97					

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La relación ventricular evaluado en el día 28, no demuestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los tratamientos, en el tratamiento testigo se registra un valor de 0,96; al incluir 10 mg/kg en la dieta 1,00; al incluir 20 mg/kg 1,01 y al incluir 30 mg/kg 0,97 (tabla 16).

**Tabla 16 Análisis de varianza para la relación ventricular (día 28)**

ADEVA						
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	
Trata.		0,01	3	3,00E-03	0,63	0,6051
Error		0,08	16	4,70E-03		
Total		0,08	19			
CV		6,98				
Trata.	Medias					
T0	0,96					
T1	1,00					
T2	1,01					
T3	0,97					

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Los valores de la relación ventricular no difieren de acuerdo con la edad de los animales ni respecto a los diferentes tratamientos que se utilizaron, por lo que se puede afirmar que los niveles de coenzima Q10 suplementados en la dieta de las

aves no afectan a esta variable. Debido a la selección genética se ha ido escogiendo animales cada vez con mejor adaptabilidad a la altura por lo cual existen investigaciones donde se registra valores inferiores a 0.30 en el 2004 y 0.50 en el 2019 y hoy en el 2024 en el presente ensayo encontramos una similitud en tamaño de los ventrículos lo cual está relacionado a su insuficiente cantidad de oxígeno disponible a mayor altura (figura 10).

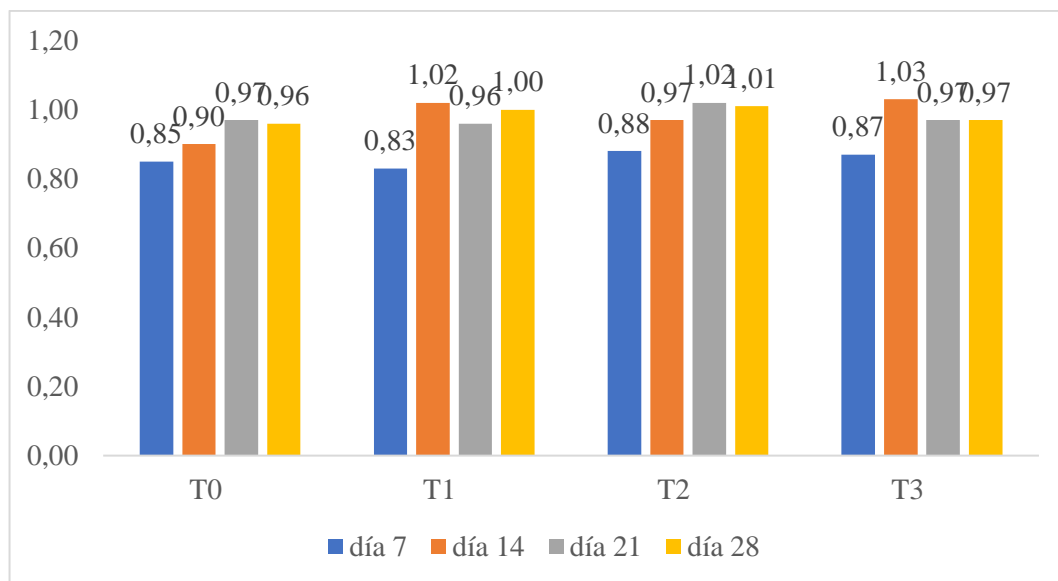


Figura 10 Relación ventricular de acuerdo a la edad de las aves

Realizado por: Concha Luis, (2023)

#### 4.1.4. Resultados del análisis de la variable hematocrito

El estado fisiológico de las aves mediante exámenes de sangre se muestra con la evaluación del hematocrito, los resultados obtenidos después de haber realizado el análisis ADEVA, se muestran en la tabla 17. El hematocrito evaluado en el día 7, no muestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los tratamientos, en el tratamiento testigo se registra un valor de 34,30 %; al incluir 10 mg/kg en la dieta 34,50 %; al incluir 20 mg/kg 28,10 % y al incluir 30 mg/kg 35,50 %.

Tabla 17 Análisis de variancia para hematocrito al día 7

ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	606,80			
Trata.	3	170,80	56,93	2,09	0,14
Error	16	436,00	27,25		
CV %			15,77		
Media			33,10		

<b>Trata.</b>	<b>Media</b>
T0	34,30
T1	34,50
T2	28,10
T3	35,50

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable porcentaje de hematocrito evaluado en el día 14, no muestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los niveles de coenzima Q10, en el tratamiento testigo se registra un valor de 42,40 %; al incluir 10 mg/kg en la dieta 36,90 %; al incluir 20 mg/kg 37,20 % y al incluir 30 mg/kg 39,30 % (tabla 18).

**Tabla 18 Análisis de variancia para hematocrito al día 14**

ADEVA					
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	261,95			
Trata.	3	96,45	32,15	3,11	0,06
Error	16	165,50	10,34		
CV %			8,26		
Media			38,95		

<b>Trata.</b>	<b>Media</b>
T0	42,40
T1	36,90
T2	37,20
T3	39,30

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

El hematocrito evaluado en el día 21, no muestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los niveles de coenzima Q10, en el T0 se presenta una media de 34,80 %; en el T1 34,80 %; en el T2 32,60 % y para el T3 39,20 % (tabla 19).

**Tabla 19 Análisis de variancia para hematocrito al día 21**

ADEVA					
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	303,64			
Trata.	3	23,84	7,95	0,45	0,72
Error	16	279,80	17,49		
CV %			12,15		
Media			34,43		

<b>Trata.</b>	<b>Media</b>
T0	34,80
T1	34,80
T2	32,60
T3	35,50

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

El hematocrito evaluado en el día 28, no muestra diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), debido a los niveles de coenzima Q10, en el T0 se presenta una media de 39,50 %; en el T1 40,80 %; en el T2 40,00 % y para el T3 39,20 % (tabla 20).

**Tabla 20 Análisis de variancia para hematocrito al día 28**

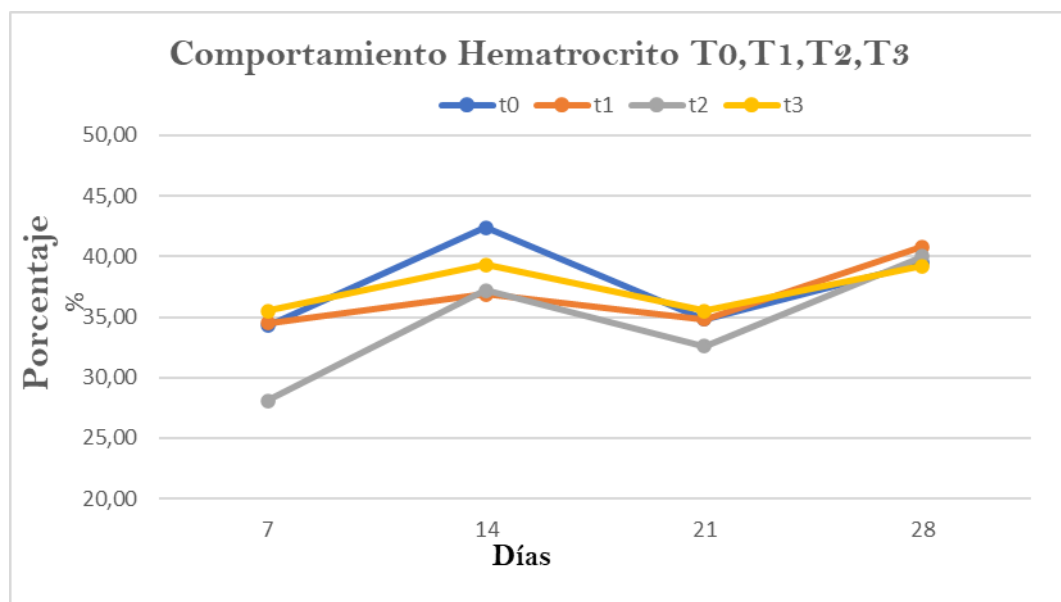
ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	196,44			
Trata.	3	7,34	2,45	0,21	0,89
Error	16	189,10	11,82		
CV %			8,62		
Media			39,88		

Trata.	Media
T0	39,50
T1	40,80
T2	40,00
T3	39,20

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Durante la vida de los pollos de engorde en los días de evaluación (7, 14, 21 y 28 días) no se reportan diferencias estadísticas, por lo tanto, los niveles de coenzima Q10 que se adicionan en la dieta no influye en el porcentaje de hematocrito de las aves, como se muestra en la figura 11.



**Figura 11 Comportamiento del porcentaje de hematocrito entre los tratamientos analizados.**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

El efecto de la suplementación de vitamina C y coenzima Q10, para reducir el efecto de la ascitis en pollos broiler. Las dietas consistieron en suministrar 40 mg/kg de coenzima Q10, los parámetros sanguíneos como el hematocrito en sangre y la concentración de hemoglobina disminuyeron hasta alcanzar niveles normales los valores reportados en el estudio fueron 41.67% pollos con presencia de ascitis 31% pollos saludables lo cual comparado con los diferentes niveles de coenzima Q10 analizados en los diferentes días de estudio se reportan valores inferiores al 41.67 % tomando una tendencia a la uniformidad de esta variable con el transcurrir del tiempo. (75).

#### 4.1.5. Resultados del análisis de estudio de la variable peso

El análisis de la variable de peso en el primer día revela que no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, por lo tanto, las unidades experimentales inician la experimentación con pesos homogéneos. Los valores medios de peso obtenidos para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 son 39,92 g, 38,72 g, 37,76 g y 39,12 g, respectivamente, como se muestra en la tabla 21.

*Tabla 21 Análisis de la variancia para el peso de llegada de los pollos.*

ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	113.95			
Trata.	3	12.10	4.03	0.63	0.60
Error	16	101.86	6.37		
CV %			6.49		
Media			38.88		
Tratamientos		Media			
T0		39.92			
T1		38.72			
T2		37.76			
T3		39.12			

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable peso corporal de los pollos a los 7 días de experimentación, no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), debido a la suplementación con diferentes niveles de coenzima Q10, la media en el T0 es 194,33 g; en el T1 191,59 g; en el T2 193,14 g y para el T3 192,24 g (tabla 22).

**Tabla 22 Análisis de variancia para el peso de los 7 días**

ADEVA					
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	908.40			
Trata.	3	21.17	7.06	0.13	0.94
Error	16	887.23	55.45		
CV %			3.86		
Media			192.83		
<b>Tratamientos</b>		<b>Media</b>			
T0		194.33			
T1		191.59			
T2		193.14			
T3		192.24			

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable peso corporal de los pollos a los 14 días de experimentación, no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), debido a la suplementación con diferentes niveles de coenzima Q10, la media en el T0 es 476,64 g; en el T1 472,97 g; en el T2 473,63 g y para el T3 469,95 g (tabla 23).

Es importante mencionar que el análisis se basa únicamente en los resultados obtenidos a los 14 días de tratamiento y que no se consideraron posibles efectos a largo plazo. Además, es necesario tener en cuenta que el peso de los pollos puede verse influenciado por múltiples factores, como la genética, la alimentación y las condiciones ambientales.

**Tabla 23 Análisis de variancia para el peso de los 14 días**

<b>F. Var</b>	<b>gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	3255.99			
Trata.	3	112.94	37.65	0.19	0.90
Error	16	3143.05	196.44		
CV %			2.96		
Media			473.30		
<b>Tratamientos</b>		<b>Media</b>			
T0		476.64			
T1		472.97			
T2		473.63			
T3		469.95			

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable peso corporal de los pollos a los 21 días de experimentación, no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), debido a la suplementación con diferentes niveles de coenzima Q10, la media en el T0 es 990,91 g; en el T1 997,46 g; en el T2 970,46 g

y para el T3 969,97 g (tabla 24).

**Tabla 24 Análisis de variancia para el peso de los pollos a los 21 días de edad**

ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	21259.80			
Trata.	3	2979.94	993.31	0.87	0.48
Error	16	18279.86	1142.49		
CV %			3.44		
Media			982.20		
Tratamientos		Media			
T0		990,91			
T1		997,46			
T2		970,46			
T3		969,97			

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable peso corporal de los pollos a los 28 días de experimentación, no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), debido a la suplementación con diferentes niveles de coenzima Q10, la media en el T0 es 1624,92 g; en el T1 1616,18 g; en el T2 1599,24 g y para el T3 1572,88 g. El coeficiente de variación calculado para el peso a los 28 días fue de 1,29 %, lo que indica que existe una variabilidad relativamente baja en los datos analizados (tabla 25).

**Tabla 25 Análisis de variancia para el peso de los 28 días**

ADEVA					
F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	19	40339,74			
Trata.	3	7873,98	2624,66	1,29	0,31
Error	16	32465,76	2029,11		
CV %			2,81		
Media			1603,31		
Tratamientos		Media			
T0		1624,92			
T1		1616,18			
T2		1599,24			
T3		1572,88			

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

La variable ganancia de peso de los pollos durante su etapa productiva, no difieren significativamente ( $P > 0,05$ ), debido a la suplementación con diferentes niveles de coenzima Q10, la media en el T0 es 1585,00 g; en el T1 1577,46 g; en el T2 1561,48 g y para el T3 1533,76 g, el coeficiente de variación calculado para la ganancia de



peso fue de 2,86%, lo que indica que existe una variabilidad relativamente baja en los datos analizados (tabla 26).

**Tabla 26 Análisis de variancia para la ganancia de peso.**

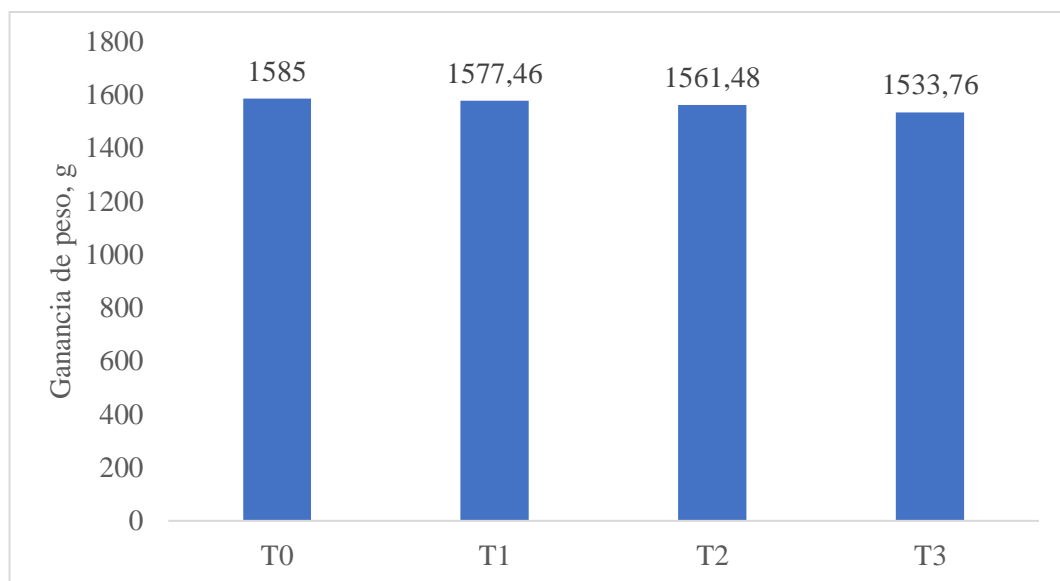
<b>F. Var</b>	<b>Gl</b>	<b>S. Cuad.</b>	<b>C. Medio</b>	<b>Fisher</b>	<b>P. Fisher</b>
Total	19	39697.58			
Trata.	3	7709.41	2569.80	1.29	0.31
Error	16	31988.17	1999.26		
CV %			2.86		
Media			1564.43		

<b>Tratamientos</b>	<b>Media</b>
T0	1585,00
T1	1577,46
T2	1561,48
T3	1533,76

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

Los diferentes niveles de Coenzima Q10 no afecta en la ganancia de peso de las aves, como se muestra en la figura 12.



**Figura 12 Ganancia de peso de las aves.**

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

El efecto de la suplementación de vitamina C y coenzima Q10, para reducir el efecto del estrés por frío en pollos broiler. Las dietas consistieron en suministrar 40 mg/kg de coenzima Q10, los parámetros productivos como el peso final y la conversión alimenticia mejoraron, esto contradice a lo reportado en la presente investigación donde la suplementación de coenzima Q10 no mejora el peso final de las aves (75). Para disminuir la mortalidad de pollos broiler, se suplementó su alimentación con

el uso de 0, 20 y 40 mg/kg de Coenzima Q10, los resultados no mostraron una mejora en los parámetros productivos de las aves, lo que concuerda con los resultados mostrados en la presente investigación (74). Al estudiar el efecto de tres niveles (0, 20 y 40 mg/kg) de la coenzima Q10 en la dieta de pollos broiler, sobre los parámetros productivos de las aves se demostró que el nivel de 20 mg/kg ayuda a mejorar el peso final y ganancia de peso (77).

Se estudiaron los efectos de la suplementación dietética con L-carnitina y coenzima Q10 (CoQ10) sobre el rendimiento del crecimiento y la mortalidad por ascitis de los pollos de engorde, los resultados muestran que los parámetros productivos, peso final y ganancia de peso no presentan diferencias respecto al tratamiento control (76).

#### **4.1.6. Resultados del índice de mortalidad.**

Los índices de mortalidad por ascitis con la utilización de la Coenzima Q10 en la alimentación de pollos, durante la etapa de crecimiento y engorde, en el tratamiento testigo es de 11,20 %; en el T1 15,20 %; en el T2 4,00 % y en el T3 2,40 %, como se muestra en la tabla 27.

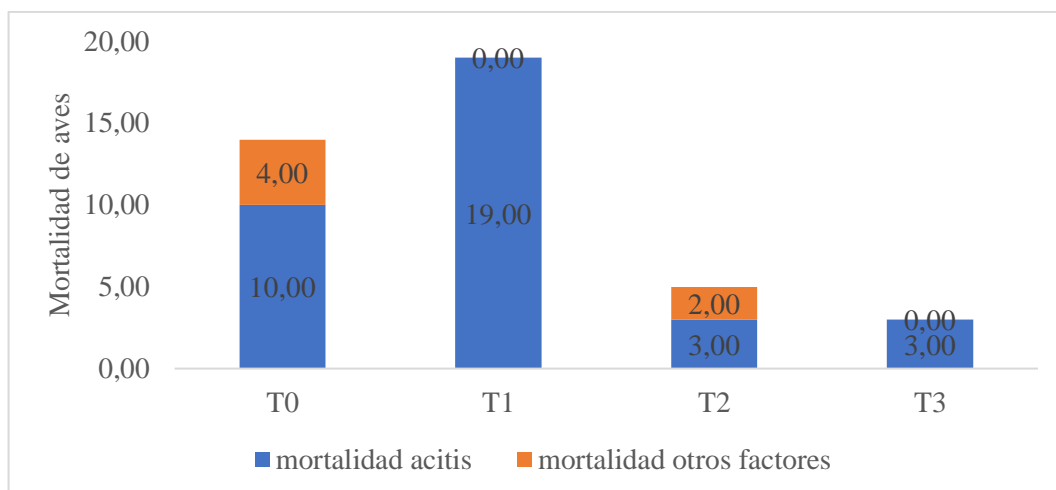
La mortalidad de los pollos durante la investigación se debió a diferentes aspectos, la mortalidad por ascitis es la más importante, reportando valores en el T0 de 10 aves, T1 19 aves; T2 3 aves y un menor número en el T3 de 3 aves.

**Tabla 27 Efecto del uso de la Coenzima Q10 sobre la mortalidad.**

Variables	T0	T1	T2	T3
Mortalidad ascitis	10,00	19,00	3,00	3,00
Mortalidad otros factores	4,00	0,00	2,00	0,00
Mortalidad total	14,00	19,00	5,00	3,00
Mortalidad, %	11,20	15,20	4,00	2,40

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

En la figura 13 se muestra la mortalidad debida a ascitis y a otros factores, como se puede observar el mayor número de animales muertos es debido a la ascitis, además se puede concluir que en el T2 y T3 la mortalidad es menor respecto al tratamiento testigo y al T1.



**Figura 13 Comportamiento del porcentaje de hematocrito entre los tratamientos analizados.**

*Realizado por: Concha Luis, (2023)*

En otras investigaciones similares para disminuir la mortalidad de pollos broiler, se suplementó su alimentación con el uso de 0, 20 y 40 mg/kg de Coenzima Q10, los resultados muestran que al suministrar 40 mg/kg se reduce la mortalidad de las aves pero presenta mayor efectividad el nivel de 20 mg/kg (74). Al determinar el efecto de la L-carnitina y la coenzima Q10 como suplemento en la alimentación de pollos broiler mostró efectos positivos sobre la respuesta inmune de las aves, lo que ayudó a reducir la susceptibilidad de los pollos ante la ascitis (78).

Resultados parecidos a la presente investigación se reportó con la suplementación de vitamina C y coenzima Q10, para reducir el efecto de la ascitis en pollos broiler. Las dietas consistieron en suministrar 40 mg/kg de coenzima Q10 y 300 mg/kg de vitamina C, los resultados muestran una reducción en la mortalidad debido a la ascitis cuando se utiliza uno de los suplementos, pero no su combinación (75), al igual en el estudio del efecto de tres niveles (0, 20 y 40 mg/kg) de la coenzima Q10 en la dieta de pollos broiler, se reportó que al suministrar una dieta baja en energía el nivel de 40 mg/kg de coenzima Q10 redujo la mortalidad causada por ascitis, mientras que en las dietas altas en energía el nivel de 20 mg/kg reduce significativamente la muerte por ascitis (77).

Al combinar otros suplementos como el ácido guanidino acético, la coenzima Q10 y la taurina sobre el crecimiento, la expresión genética y la mortalidad por ascitis en pollos de engorde, al suplementar 40 mg/kg de coenzima Q10 los depósitos de grasa abdominal disminuyeron y la mortalidad debido a la ascitis se reduce significativamente (79), similares resultados al suplementar la dieta con L-carnitina

y coenzima Q10 (CoQ10) sobre el rendimiento del crecimiento y la mortalidad por ascitis de los pollos de engorde, los resultados muestran que el índice cardiaco de ascitis y la mortalidad debida a esta patología se redujeron, debido posiblemente a la actividad anti oxidativa de la coenzima Q10 (76).

Resultados favorables de igual manera reportados al evaluar el efecto de la suplementación dietética con coenzima Q10 sobre la función mitocondrial hepática y las actividades de las enzimas relacionadas con la cadena respiratoria en pollos de engorde ascíticos, los resultados muestran que la mortalidad de las aves debido a esta patología se reduce, debido a la actividad enzimática relacionada a la cadena respiratoria y la capacidad antioxidante mitocondrial (80).

#### 4.1.7. Costo beneficio con la suplementación de Coenzima Q10

Los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio/costo en dólares, se muestran en la tabla 28.

**Tabla 28 Análisis beneficio/costo**

Variables	Tratamientos				
		T0	T1	T2	T3
<b>Egresos</b>					
Aves	1	93,75	93,75	93,75	93,75
Alimentación	2	195,28	193,28	196,13	194,44
Suplementación	3	0,00	20,60	41,19	61,79
Mano de obra	4	35,00	35,00	35,00	35,00
Sanidad	5	4,75	4,75	4,75	4,75
Cama	6	5,00	5,00	5,00	5,00
Agua	7	7,25	7,25	7,25	7,25
Energía eléctrica	8	3,50	3,50	3,50	3,50
<b>Total</b>		344,53	363,13	386,57	405,48
<b>Ingresos</b>					
Venta aves	9	342,70	325,50	364,63	364,59
Venta abono	10	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Total</b>		352,70	335,50	374,63	374,59
<b>Beneficio/Costo</b>		1.02	0.92	0.97	0.92

1: Costo aves, \$ 0,75 cada una

2: Costo balanceado, \$ 0,80 kg

3: Costo Coenzima Q10, \$ 370,0 kg

4: Costo mano de obra, \$140 total.

6: Costo de la cama, \$20,0 total

7: Costo agua, \$ 29,0 total

8: Costo energía eléctrica, \$ 14,0 total

9: venta aves, \$ 1,9 kg

5: Costo sanitario, \$ 19,0 total

10: Venta abono, \$ 40,0 total

**Realizado por:** Concha Luis, (2023)

## **Retorno de capital con la utilización de la coenzima Q10**

ROI= (Ganancia – Inversión) /Inversión.

Después de realizar el análisis de retorno de capital donde se obtuvo un valor favorable para el T0 al presente estudio de 0.02 % esto es debido al no emplear la coenzima Q10 debido al costo de importación y al valor del objeto de estudio se evidencia que esto encarece el valor del pollo de engorde al final de su etapa productiva, para el T1 de -0.08%, T2 de - 0.03% y el T4 con un valor de -0.08% , podemos concluir que en todos los tratamientos donde se utilizó este producto no presentan un retorno de capital favorable a pesar de que las mortalidades por el efecto de la coenzima Q10 en reducir la mortalidad tenga una influencia significativa.

Al momento de analizar los egresos del experimento, la alimentación es el rubro más alto, seguido del costo de los pollitos y el valor del suplemento (coenzima Q10), en cuanto a los ingresos se considera el valor de la venta de los animales en pie y el valor del abono (pollinaza).

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- La suplementación con coenzima Q10 mejora la capacidad de oxigenación en las aves mediante el transporte de electrones en la cadena mitocondrial, lo que contribuye a un mejor rendimiento productivo y una mayor resistencia a condiciones de estrés ambiental.
- La ser estudiada la variable frecuencia cardiaca al emplear diferentes niveles de coenzima Q10 puede influir significativamente en este periodo de tiempo, tuvo una tendencia a aumentar las pulsaciones por minuto versus su tratamiento control lo cual puede ser influencia debido a la altitud de 2670 msnm la cual presenta menor cantidad de oxígeno lo que hace que el corazón tenga un esfuerzo adicional para poder compensar los procesos fisiológicos dentro del ave y mantener el crecimiento acelerado del pollo de engorde.
- Los resultados presentes en la variable hematocrito dentro del presente estudio no presentaron diferencias significativas demostrando de esta manera que los diferentes niveles de coenzima Q10 empleados no mejoraron los resultados de esta variable.
- La suplementación de coenzima Q10 en la relación ventricular no presento una diferencia significativa entre los tratamientos empleados se han revisado estudios de las líneas genéticas en su selección donde cada año presentan selecciones más fuertes en la variable oximetría valores promedios de la población del 90 % de oximetría y se están adaptando animales con mejor conformación para los diferentes ambientes de crianza los mismos que se

podieron notar en investigaciones al transcurrir los años que se evidencia en un crecimiento del ventrículo derecho y tiene relación directa con el esfuerzo cardiaco que realice el corazón.

- La inclusión de la Coenzima Q10 en la alimentación de los pollos de engorde ha demostrado ser una estrategia eficaz para reducir los índices de mortalidad por ascitis. Los tratamientos 2 y 3 redujeron el porcentaje de mortalidad en comparación con el grupo de control. Este hallazgo indica que la suplementación con Coenzima Q10 puede mejorar la salud cardiovascular de las aves y minimizar el riesgo de enfermedades relacionadas con la ascitis.
- El mayor B/C 1,02 lo reporta el tratamiento control; mientras que una menor rentabilidad la presenta el T1 y T3, debido a el costo por la utilización de la Coenzima Q10.

## **RECOMENDACIONES**

- Establecer un programa de monitoreo regular de los valores de oxigenación en las aves. Este seguimiento proporciona información valiosa sobre el estado respiratorio de las aves y permite detectar cualquier deficiencia o anomalía en el transporte de oxígeno. Se recomienda realizar mediciones periódicas de los niveles de oxígeno en sangre u otros parámetros relacionados para evaluar la eficacia de la suplementación con Coenzima Q10 y realizar ajustes si es necesario.
- Implementar la suplementación con Coenzima Q10 en la alimentación de los pollos de engorde de manera sistemática. Los resultados del estudio demuestran que esta estrategia es efectiva para reducir los índices de mortalidad por ascitis y mejorar la salud cardiovascular de las aves. Se sugiere seguir las pautas de dosificación adecuadas y mantener un suministro constante de Coenzima Q10 para obtener los mejores resultados.
- Profundizar en los efectos de la coenzima Q10 en la variable hematocrito con porcentajes superiores a los presentados en el estudio.
- Implementar estudios de relación ventricular en la genética de las reproductoras debido a que las características heredables son trasladadas a

sus descendientes en este caso el pollo de engorde y así poder afirmar e identificar los beneficios del crecimiento del ventrículo derecho que se viene notando en los últimos años.

- Promover la utilización de la Coenzima Q10 en la industria avícola como una estrategia rentable y beneficiosa en el levante de reproductoras. Los resultados demuestran que la inclusión de la Coenzima Q10 en la alimentación de los pollos de engorde conlleva una disminución de la mortalidad los mismos que tendrían una relación directa analizados en la cadena del pollo.
- Realizar estudios adicionales para profundizar en los mecanismos de acción de la Coenzima Q10 en las aves de reproductoras. Aunque este estudio ha demostrado resultados prometedores, es importante seguir investigando para comprender mejor los efectos fisiológicos y los beneficios a largo plazo de la suplementación con Coenzima Q10. Esto permitirá optimizar su uso y desarrollar recomendaciones más precisas para la industria avícola.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ramos A (2007). “Niveles De Coenzima Q10 En La Cria De Pillos De Ceba y Su Efecto En La Mortalidad Por Ascitis” [Artículo Científico]. [Riobamba-Ecuador]: Facultad de Ciencias Pecuarias.
2. Burgos C. ¿Qué países de Latinoamérica dominan la producción avícola? [Internet]. Watt Industria Avicola. 2020. Disponible en: <https://www.industriaavicola.net/empresas-lideres/que-paises-de-latinoamerica-dominan-la-produccion-avicola/>
3. CONAVE [Internet]. 2018. Disponible en: <https://conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/>
4. Cobb-vantress-Cobb500 broiler [Internet]. Disponible en: [https://www.cobb-vantress.com/en\\_US/products/cobb500/?stage=Live](https://www.cobb-vantress.com/en_US/products/cobb500/?stage=Live)
5. Manual de manejo de pollos de engorde ARBOR ACRES 2018 [Internet]. [citado 27 de agosto de 2022]. Disponible en: [https://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf)
6. Lesson E, Summers J. Commercial Poultry Nutrition. 3 ed. Guelph, Ontario, Canadá;
7. Moreno A. Beneficios de la coenzima q10 [Internet]. Medicina Natural. 2020. Disponible en: <https://farmaciariibera.es/blog/beneficios-de-la-coenzima-q10/>
8. José M. Coenzima Q (Ubiquinol) [Internet]. Barcelona. Disponible en: <https://www.samem.es/uploads/app/700/elements/file/file1558944543.pdf>
9. Stuart JC. Síndrome de ascitis-muerte súbita-neumonía. Zaragoza-España; 1991.
10. López C, Menocal J, Ávila M, Ávila E. El síndrome ascítico en pollos: 2 - restricción alimenticia. En: El sitio Avícola [Internet]. Estância de São Pedro, Brasil; 2014 [citado 27 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.elsitioavicola.com/articles/2643/el-sandrome-ascatico-en-pollos-2->

restriccian-alimenticia/

11. Mata M. Tratamiento de la disfunción mitocondrial con coenzima Q10 [Tesis Doctoral]. [Sevilla]: Universidad Pablo De Olavide; 2015.
12. Hernández XD. Evaluación De La Coenzima Q10 Microencapsulada Como Antioxidante En Carne De Pollo [Requisito Parcial Para Obtener el Grado de Maestría en Ciencias]. [Veracruz, México]: Colegio de Posgraduados; 2018.
13. Intriago JEI, Vargas MTV. Efecto De La Coenzima Q10 Como Antioxidante Sobre Las Características Espermáticas Del Semen Fresco Porcino [Proyecto de Investigación]. [Calceta, Manabí]: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López; 2019.
14. Criado C, Moya MS. VITAMINAS Y ANTIOXIDANTES [Internet]. [España]: Departamento de medicina de la universidad autónoma de Madrid; 2009. Disponible en: [http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS\\_Y\\_ANTIOX\\_EL\\_MEDICO.pdf](http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS_Y_ANTIOX_EL_MEDICO.pdf)
15. Córdova-Izquierdo A, Iglesias Reyes AE, Ruiz Lang CG, Guerra Liera E, Inzunza Castro C, Villa Mancera EA, et al. Antioxidantes en el diluyente y calidad espermática del semen refrigerado de verraco. 1 de enero de 2016;
16. Pace MV. “Consumo de antioxidantes naturales en mujeres en período de climaterio y menopausia. [Santa Fe, Argentina]: Universidad Abierta Interamericana; 2010.
17. Matos J. Ação Da Coenzima Q10 Sobre A Viabilidade Espermática De Garanhões Resistentes Ou Sensíveis À Congelação [Tesis de Grado]. [Botucatu]: Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Medicina Veterinária E Zootecnia; 2017.
18. Beltrán MYB, Fierro Y. Evaluación parámetros productivos en pollo de engorde – Cáqueza Cundinamarca [Trabajo de Grado]. [Municipio de caqueza, Cundinamarca]: Universidad Nacional Abierta Y A Distancia Unad Cead –Acacias;

2017.

19. Chicaiza Quile CF. Utilización De Dos Enzimas (Amilasa, Fitasa) En La Dieta De Pollos De Engorde [Proyecto de investigación]. [Latacunga, Cotopaxi]: Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales; 2018.
20. Gil Cano F. Anatomía específica de aves [Internet]. Facultad de veterinaria, Universidad de Murcia; 2010. Disponible en: <https://www.um.es/anatvet-interactivo/interactividad/aaves/anatomia%20de%20las%20aves.pdf>
21. Cordeiro Da Silva EI. AVICULTURA: ANATOMIA DA GALINHA [Internet]. Instituto Federal Pernambuco; 2020. Disponible en: <https://philpapers.org/archive/DASAEF.pdf>
22. Escobar Aguilar PM. Efecto de polen, lactosa y su combinación sobre la digestibilidad e integridad de la mucosa en pollos Broiler [Internet] [Tesis]. [Cevallos, Ecuador]: Universidad Técnica de Ambato; 2018. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/27599>
23. Marulanda J. Sistema digestivo de las aves, características, órganos y glándulas [Internet]. 2017. Disponible en: <https://animalesbiologia.com/aves/anatomia-de-las-aves/sistema-digestivo-de-las-aves#vesiculabiliar>
24. Ríos Führer MA. “Evaluación De Tres Hidrolizados Proteicos De Pescado Solos Y Mezclados Con Proteína Vegetal De Dos Orígenes, Sobre Los Rendimientos Productivos Y Económicos De Pollos Broiler”. [Tesis]. [Santiago, Chile]: : Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.; 2008.
25. Loyola Bustos P. “Distintos Niveles De Incorporación De Hidrolizados Proteicos De Pescado En La Dieta De Preinicio De Pollos Broiler: Efectos Sobre Rendimientos Productivos Y Económicos” [Tesis]. [Santiago, Chile]: Universidad De Chile, Facultad De Ciencias Veterinarias Y Pecuarias; 2008.
26. González K. Como construir galpones para pollos de engorde [Internet]. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión. 2018. Disponible en:

<https://zoovetesmipasion.com/avicultura/pollos/estructura-del-galpon-pollos-engorde/>

27. Bolívar O. CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES PARA POLLOS Y GALLINAS. [citado 27 de agosto de 2022]; Disponible en: [https://www.academia.edu/8993531/CONSTRUCCIONES\\_E\\_INSTALACIONES\\_PARA\\_POLLOS\\_Y\\_GALLINAS](https://www.academia.edu/8993531/CONSTRUCCIONES_E_INSTALACIONES_PARA_POLLOS_Y_GALLINAS)
28. James D. Manejo del Ambiente En el Galpón de Pollo de Engorde. Universidad de Auburn, Alabama, EE.UU; 2009.
29. Lahoz Fuertes D. Control Ambiental en Galpones de Pollos [Internet]. Engormix. 2006 [citado 27 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/control-ambiental-galpones-pollos-t25959.htm>
30. Espinel JD. Estudio comparativo del crecimiento y producción de cinco líneas genéticas de pollos en Aláquez – Cotopaxi [Trabajo de Titulación]. [Quito]: Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrícolas; 2020.
31. Santos Yagual. SO. “Estudio De Factibilidad De La Implementación De Una Granja Avícola De Pollos De Engorde Semitecnificada En La Comuna Rio Verde” [Tesina]. [La Libertad]: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2020.
32. Tipos de dispensadores de comida para Aves [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.tugranjaencasa.es/blog/tipos-de-dispensadores-de-comida-para-aves/>
33. Federico F. Manual de Normas Básicas de Bioseguridad de una Granja Avícola [Internet] [Manual]. [Argentina]: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_manual\\_de\\_normas\\_basicas\\_de\\_bioseguiridad\\_final\\_1.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_manual_de_normas_basicas_de_bioseguiridad_final_1.pdf)
34. Sánchez H. Manejo zootécnico de pollos de engorde en la unidad de producción Granja La Hoja municipio Libertador estado Táchira [Tesis]. [Municipio Libertador, Estado Táchira]: Universidad Nacional de Táchira; 2015.

35. Rubio J. Suministro De Agua De Calidad En Las Granjas De Broilers. *Jorn Prof Avic Carne*. 2005;11.
36. Fuentes Rodríguez M. Manejo De Luz Y Temperatura En Parrilleros Durante Las Primeras Semanas Y Evaluación De Los Parámetros Productivos [Monografía Técnico Científico]. [Cochabamba, Bolivia]: Universidad Mayor De San Simón, Facultad De Ciencias Veterinarias; 2019.
37. ARBOR A. Guía de Manejo del Pollo de Engorde [Internet]. 2009. 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](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf)
38. Mejía Sierra RJ, Figueroa Bueso NR. Efecto del uso constante de ventilación mínima y túnel en el rendimiento final del pollo de engorde [Proyecto Especial]. [Honduras]: Zamorano, Carrera De Ciencia Y Producción Agropecuaria; 2002.
39. Castellón Paco E. Programas De Luz En Pollos De Engorde Para Mejorar Los Índices Zootécnicos En La Localidad De Villa Rivero- Punata-Cochabamba [Monografía Técnico Científico]. [Cochabamba, Bolivia]: Universidad Mayor De San Simón Facultad De Ciencias Veterinarias; 2018.
40. Acosta Páez DA, Jararnillo Benavídez AH. Manejo del Pollo de Engorde [Internet]. 2015. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11404/4618>
41. El Productor. Manejo de la producción de pollos de engorde | Noticias Agropecuarias [Internet]. 2017. Disponible en: <https://elproductor.com/2017/05/manejo-de-la-produccion-de-pollos-de-engorde/>
42. Gonzales K. Manejo sanitario en pollos de engorde (enfermedades y tratamientos). [Internet]. *Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión*. 2018. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/avicultura/pollos/manejo-sanitario-pollos-engorde/>
43. Barrios E. Guía Práctica para el Productor de Pollos Parrilleros” [“Proyecto Apoyo a la Integración Económica del Sector Rural Paraguayo (AIESRP)”]. [San

Lorenzo, Paraguay]; 2014.

44. Abarca Alulema LA. Efectos de las Enzimas Digestivas en la Producción de Pollos de Engorde [Trabajo de Titulación]. [Riobamba-Ecuador]: Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH; 2021.
45. Torres Novoa D. Exigencias Nutricionales de Proteína Bruta y Energía Metabolizable para Pollos de Engorde. 2018;9(1).
46. Campos A, Salguero S, Albino L, Rostagno H. Aminoácidos em la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal. En Universidad Federal de Vicoso, Cancún, México; 18 de Noviembre.
47. Criollo Aucapiña M. Evaluación del Comportamiento del Pollo Broiler durante las Etapas de Crecimiento y Engorda, Alimentado con Tres Niveles de Cerveza (5, 10 y 15) en Sustitución Parcial de la Torta de Soya como Fuente de Proteína EN LA formulación del balanceado. Ambato, Ecuador 2015 [Tesis]. [Quito]: Universidad Técnica Salesiana, Sede Quito; 2011.
48. ROSS. Suplemento de Nutrición del Pollo de Engorde [Internet]. 2009. Disponible en: <https://docplayer.es/6912141-Ross-suplemento-de-nutricion-del-pollo-de-engorde.html>
49. Santomá G. PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN BROILERS Y “POLLO ALTERNATIVO” [X CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA]. [Madrid]: TECNA, S.A; 1994.
50. Belmar Casso R, Nava Montero R. FACTORES ANTINUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES .... Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. F;
51. Quishpe GJ. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura [Proyecto Especial]. [Honduras]: Zamorano, Carrera De Ciencia Y Producción Agropecuaria; 2006.
52. García DE. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y

sus formas de cuantificación oacute;n. Pastos Forrajes. 1 de abril de 2004;27(2):101-17.

53. López Ojeda SD. Síndrome Ascítico en la Crianza de Pollos Broilers [Memoria Técnica]. [Riobamba, Ecuador]: Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH; 2012.
54. Aza Andrade G. Ascitis en Pollo de Engorda [Monografía]. [Coahuila, México]: Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro,” División De Ciencia Animal; 2000.
55. Julián RJ. Síndrome De Ascitis En Líneas De Engorde [Diapositiva de Estudio]. [Ontario, Canadá]: American Association Of Avian Pathologists, Inc; 2021.
56. Domínguez Ávila NE. Hipertensión Pulmonar Arterial: (Ascitis) En Pollos De Engorda. Palibrio; 2016. 90 p.
57. Gómez Cabral M, Gómez Flores A. Principales Factores Que Influyen en la Presentación del Síndrome Ascítico en Pollos de Engorda [Tesis Profesional]. [Zapopan, Jalisco]: Universidad de Guadalajara; 2000.
58. Paasch Martínez L. Desarrollo de algunas investigaciones sobre el síndrome ascítico en México [Investigación]. [Mexico]: Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM;
59. Cortés Cuevas A, Estrada Contreras A, Ávila González E, Vázquez Medrano J. Productividad y mortalidad por síndrome ascítico en pollos de engorda alimentados con dietas granuladas o en harina. Inst Nac Investig For Agríc Pecu. 2006;44:163.
60. López Coello C. Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. Investig Sobre El Síndrome Ascítico En Pollos Engorda. 5:36.
61. Tana Hernández NA. Suplementación Q10 y su efecto en el rendimiento productivo en pollos de engorde [Trabajo de Titulación]. [Imbabura, Ecuador]: Universidad de las Américas, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2010.
62. Zhang, J., Xu, X., Yu, Y., Gong, T., Wang, W., Wang, T., & Zhang, L. (2019).

Effect of coenzyme Q10 supplementation on growth performance and meat quality in broilers. *Poultry Science*, 98(11), 6220-6229.

63. Li, S., Zhang, Y., Song, X., Hu, H., & Zhang, L. (2018). Effects of dietary coenzyme Q10 supplementation on the growth performance and meat quality in fast-growing broilers. *Animal Science Journal*, 89(6), 875-881.
64. Ikemoto, T., Shimizu, M., Zhang, Z., Tanaka, S., Morita, T., Kaneko, T., & Hirano, T. (2020). Coenzyme Q10 and  $\alpha$ -tocopherol synergistically improve growth performance and immune response in mice. *Animal Science Journal*, 91(1), e13362.
65. Qu, H., Chen, Y., Luo, Y., Han, H., Li, X., Hu, R., & Wang, Y. (2018). Effects of coenzyme Q10 supplementation on growth performance and oxidative stress in a rabbit model of immunosuppression. *Poultry Science*, 97(7), 2525-2533.
66. Wang, Y., Liu, X., Zhang, J., Li, X., & Li, S. (2021). Effects of dietary coenzyme Q10 on growth performance, immune function, and antioxidant capacity in broilers under heat stress. *Poultry Science*, 100(3), 100984.
67. Li, X., Zhang, J., Wang, Y., Li, J., Liu, X., Liu, S., & Liu, H. (2019). Effects of dietary coenzyme Q10 supplementation on growth performance, meat quality, and oxidative stability of ducks. *Poultry Science*, 98(4), 1645-1653.
68. Zhao, Y., Zhang, X., Zhao, Z., Huang, F., Wei, J., Zhang, L., & Zhang, L. (2019). Effects of dietary coenzyme Q10 supplementation on growth performance, immune response, and antioxidant capacity in broilers. *Poultry Science*, 98(10), 4665-4672.
69. Liu, X., Sun, Z., Lv, F., Wang, Z., Zhang, Y., & Huang, X. (2020). Effects of coenzyme Q10 on meat quality, antioxidative capacity, and oxidative stability in broilers. *Poultry Science*, 99(3), 1649-1655.
70. Lu, L., Li, S., Zhang, L., Xing, J., Xu, S., Luo, X., ... & Luo, X. (2020). Effect of dietary coenzyme Q10 supplementation on growth performance, antioxidant capacity, and intestinal health in broilers. *Poultry Science*, 99(10), 4871-4880.
71. Zhang, J., Li, X., Wang, Y., Liu, X., & Zhang, L. (2019). Effects of dietary



coenzyme Q10 supplementation on growth performance, ascites morbidity, and heart antioxidant capacity in broilers reared at low temperature. *Poultry Science*, 98(8), 3647-3654.

72. Pang, Y., Applegate, T. J., & Angel, R. (2018). Use of organic acids and medium chain fatty acids as alternatives to antibiotic growth promoters in broiler chicken diets.
73. Coşkun, Muhammed Ikbali; Tekeli, Ahmet (2019). Efectos de la suplementación con L-carnitina en el síndrome de ascitis (hipertensión pulmonar) en los pollos de engorde cultivados a gran altura. *Revista MVZ Córdoba*, vol. 24, no 1, p. 7127-7136.
74. Geng, A. L.; Guo, Y. M.; Yang, Y (2004). Reduction of ascites mortality in broilers by coenzyme Q10. *Poultry Science*, vol. 83, no 9, p. 1587-1593.
75. Nemati, M (2017). Cold-induced ascites in broilers: effects of vitamin C and coenzyme Q10. *Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 19, p. 537-544.
76. Geng, Ailian; Guo, Yuming; Yuan, Jianmin (2004). Effects of dietary L-carnitine and coenzyme Q10 supplementation on performance and ascites mortality of broilers. *Archives of Animal Nutrition*, vol. 58, no 6, p. 473-482.
77. Gopi, Marappan; Purushothaman, Manika Ragavan; Chandrasekaran, Dooraisamy (2014). Effect of dietary coenzyme Q10 supplementation on the growth rate, carcass characters and cost effectiveness of broiler fed with three energy levels. *SpringerPlus*, vol. 3, p. 1-7.
78. Geng, Ailian; Li, Baoming; Guo, Yuming (2007). Effects of dietary L-carnitine and coenzyme Q10 at different supplemental ages on growth performance and some immune response in ascites-susceptible broilers. *Archives of Animal Nutrition*, vol. 61, no 1, p. 50-60.
79. Faraji, Mehrab (2019). Combined effects of guanidinoacetic acid, coenzyme Q10 and taurine on growth performance, gene expression and ascites mortality in broiler

- chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, vol. 103, no 1, p. 162-169.
80. Geng, A. L.; Guo, Y. M (2005). Effects of dietary coenzyme Q10 supplementation on hepatic mitochondrial function and the activities of respiratory chain-related enzymes in ascitic broiler chickens. *British poultry science*, vol. 46, no 5, p. 626-634.
81. Huang, Beiying (2011). Effects of coenzyme Q10 on growth performance and heart mitochondrial function of broilers under high altitude induced hypoxia. *The journal of poultry science*, vol. 48, no 1, p. 40-46.
82. García Morales, M. D. C. (2007). Efectos de la melatonina, coenzima Q10 y *phlebodium decumanum* sobre el estrés oxidativo en el ejercicio físico intenso.
83. Campos-Silva, C., Reyes-Torres, I., Rivera, M., Meza-Torres, C., Hernández-Camacho, J. D., Rodríguez-Bies, E., ... & López-Lluch, G. (2017). La expresión del complejo de síntesis de coenzima Q es regulada durante el envejecimiento. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 52(6), 307-312.
84. Avendaño, S. (2011). The impact of R&D in broiler breeding: past, present and future. *Latin American Archives of Animal Production*, 19(1-2).
85. Chacón, T., Comerma-Steffensen, S., Colina, Y., Rojas, J., Rossini, M., Zerpa, H., ... & De Basilio, V. (2010). Frecuencia cardíaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. *Zootecnia tropical*, 28(1), 93-100.