

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ZOOTECNISTA



## TESIS

**“EFECTOS DE LA RESTRICCIÓN DEL PIENSO Y SUPLEMENTACIÓN CON ALFALFA SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARCASA, ÍNDICES CARDIACOS Y PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL PAVO CRIADO EN CONDICIONES HIPOBÁRICAS”**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

PRESENTADA POR EL BACHILLER:

**CORPUS NERY TOCAS LEÓN**

ASESOR:

**Dr. M. Cs. Ing. MANUEL EBER PAREDES ARANA**

Cajamarca – Perú

2021

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

Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en el de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, siendo las 16 horas con 15 minutos del jueves 16 de setiembre del 2021, se reunieron virtualmente los Señores Miembros del Jurado Calificador: [meet.google.com/uhv-wrcu-ahi](https://meet.google.com/uhv-wrcu-ahi)

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

ASESOR (ES):

- Dr. M.Sc. Ing. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada: **“EFECTOS DE LA RESTRICCIÓN DEL PIENSO Y SUPLEMENTACIÓN CON ALFALFA SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARCASA, ÍNDICES CARDIACOS Y PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL PAVO CRIADO EN CONDICIONES HIPOBÁRICAS”**,

La misma que fue realizada por el Bachiller Corpus Nery Tocas León. A continuación, el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando a la Bachiller a sustentar dicha tesis.

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

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

Siendo las 17 horas con 30 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.



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



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



.....  
MSc. Ing. Lincol Alberto Tafur Culqui  
Vocal



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

**“EFECTOS DE LA RESTRICCIÓN DEL PIENSO Y SUPLEMENTACIÓN CON  
ALFALFA SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, CARACTERÍSTICAS DE  
CARCASA, ÍNDICES CARDIACOS Y PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DEL  
PAVO CRIADO EN CONDICIONES HIPOBÁRICAS”**

**ASESOR:**

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

**MIEMBROS DEL JURADO:**

Ph. Dr. M. Sc. M.V. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ

M. Sc. Ing. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA

M. Sc. Ing. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Hilda Alcira León Centurión, por su gran cariño, sus consejos y por estar apoyándome incansablemente; a mi padre, Saúl Tocas Caruajulca, por sus sabias palabras de aliento, por su ejemplo en perseverar hasta el fin y hacer de mí una gran persona profesional al servicio de la sociedad.

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

## **AGRADECIMIENTO**

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

A mis padres: Hilda Alcira León Centurión y Saúl Tocas Caruajulca, por darme la vida y por su apoyo incondicional durante la culminación de mi carrera profesional.

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

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

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

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

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi

### CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	4
1.4.1. Hipótesis de la investigación.....	4
1.4.2. Variables.....	4
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5.1. General.....	5
1.5.2. Específicos.....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO.....	7
2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS.....	9

### CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	11
3.2. DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS.....	11
3.3. AVES, PIENSO Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	12
3.3.1. Suministro de alfalfa.....	13
3.3.2. Determinación del rendimiento productivo y pesos de carcasa y órganos internos	13

3.3.3.	Determinación de índices cardiacos y parámetros hematológicos .....	14
3.3.4.	Análisis estadístico .....	15

#### **CAPÍTULO IV**

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1.	RENDIMIENTO PRODUCTIVO.....	16
4.2.	CARACTERÍSTICAS DE CARCASA .....	17
4.3.	ÍNDICES CARDIACOS.....	19
4.4.	PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS .....	22

#### **CAPÍTULO V**

1.	CONCLUSIONES .....	25
2.	RECOMENDACIONES .....	26
	BIBLOGRAFÍA .....	27
	ANEXOS .....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional del pienso (g/kg, base fresca) utilizado en el experimento. ....	12
Cuadro 2. Ingesta de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia (ICA) de pavos de 11 a 13 semanas de edad <sup>1</sup> con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa <sup>2</sup> . ....	16
Cuadro 3. Rendimiento de carcasa (RC), peso relativo de órganos digestivos y de la grasa abdominal de pavos de 13 semanas de edad <sup>1</sup> alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa <sup>2</sup> en fase de finalización.....	18
Cuadro 4. Peso relativo de corazón e índice ventrículo derecho/ventrículo total (I-VD/VT) de pavos de 13 semanas de edad <sup>1</sup> alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa <sup>2</sup> en fase de finalización. ....	20
Cuadro 5. Parámetros hematológicos y ratio heterófilos/linfocitos (RHL) de pavos de 13 semanas de edad <sup>1</sup> alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa <sup>2</sup> en fase de finalización. ....	22

## RESUMEN

Se estudió la efectividad del tiempo de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa en pavos comerciales en finalización y en condiciones hipobáricas naturales. Se utilizó un arreglo factorial de  $2 \times 2$  para evaluar los efectos principales de tiempo de acceso al pienso (12 h/d y 24 h/d) y suplementación con alfalfa (0 y 1% del peso corporal). Adicionalmente se consideró el factor sexo para analizar los datos de características de carcasa, índices cardiacos y parámetros hematológicos. Un total de 256 pavos Hybrid Converter de 70 días de edad se asignaron a 4 tratamientos, cada uno con 4 repeticiones (la repetición de 8 machos y 8 hembras en lote mixto). Todas las aves recibieron las mismas dietas durante los primeros 70 días de edad. Los tratamientos fueron 12h/d-0%, 12h/d-1%, 24h/d-0% y 24h/d-1%. A los 91 días de edad las aves fueron sacrificadas. No se observaron interacciones ni diferencias en los efectos principales para la ingesta de alimento, pero si en la ganancia de peso, con mayor incremento en pavos con acceso al pienso 12h/d. La conversión alimenticia fue mejor en pavos con acceso al pienso durante 12 h/d y que no consumieron alfalfa. La restricción de horas de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa no afectaron el rendimiento de carcasa ni la acumulación de grasa abdominal. Se determinó que la suplementación con alfalfa reduce la formación excesiva de hematocrito, evita agrandamientos degenerativos de corazón, ventrículo derecho e hígado, y contrarresta el estado de estrés del pavo ocasionado por la restricción del pienso.

**Palabras clave:** pavo, restricción de pienso, alfalfa, rendimiento productivo, parámetros hematológicos.

## ABSTRACT

The effectiveness of feed access time and alfalfa supplementation in finishing commercial turkeys and under natural hypobaric conditions was studied. A  $2 \times 2$  factorial arrangement of treatments was used to assess the main effects of feed access time (12 and 24 h/d) and supplementation with alfalfa (0 and 1% of body weight). Additionally, sex factor was considered to analyse the data of carcass characteristics, cardiac indices and haematological parameters. A total of 256 70-day-old Hybrid Converter turkeys were assigned to four treatments, each with four replications (8 males and 8 females in mixed-flock per repetition). All birds received the same diets for the first 70 days of breeding. The treatments were 12h/d-0%, 12h/d-1%, 24h/d-0% and 24h/d-1%. The birds were slaughtered at their 91 days old. No interactions or differences were observed in the main effects for feed intake, but there was a greater increase body weight in turkeys with access to feed 12h/d. Feed conversion was better in turkeys that did not consume alfalfa and had an access to feed for 12 h/d. The restriction of hours of feed access and supplementation with alfalfa did not affect the carcass performance or the accumulation of abdominal fat. Alfalfa supplementation was found to prevent degenerative enlargements of heart, right ventricle, and liver, and counteract turkey stress caused by feed restriction.

**Key words:** turkey, feed restriction, alfalfa, productive performance, hematological parameters.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Perú la producción anual de carne de pavo bordea las 30 mil toneladas (MINAGRI, 2020), a partir de pavos híbridos criados en granjas de alto nivel tecnológico y también en pequeñas granjas, donde agrupan a los pavos en un mismo lote, sin sexar y los sacrifican a la misma edad durante la fiesta navideña. El pavo de rápido crecimiento, en cualquier sistema productivo y tamaño de granja requiere cuidados básicos de bienestar animal que influyen sobre la productividad, evitando no someterlo a condiciones desafiantes, como galpón sobrecargado de aves, deficiente ventilación, cama húmeda o mala nutrición, lo cual provoca picaje, colas heridas (Marchewka et al., 2019), cojeras, plumaje sucio al final del ciclo productivo y mortalidad elevada (Ferrante et al., 2019).

La mortalidad en pavos de engorde por lo general es alta, con mayor proporción de muertes en machos (Vasdal et al., 2021). Las causas de mortalidad son diversas y pueden estar asociadas a factores predisponentes, registrándose bajas importantes por colibacilosis (Marrett et al., 2000), síndrome enteritis-mortalidad del pavipollo (Roy et al., 2002) y miocardiopatía dilatada (DCM), caracterizada por ventrículos agrandados (Fatkin y Graham, 2002). Se ha estimado que la DCM causa muerte entre 2 a 4% y morbilidad reflejada en pérdidas de peso de los pavos (Zepeda y Kooyman, 2002). La etiología de la DCM no se conoce bien, pero los factores implicados en la incidencia y gravedad de la DCM pueden ser genéticos o ambientales (Lin et al., 2006), como mala nutrición, manejo inadecuado, estrés y presencia de patógenos (Poller et al., 2005). La DCM afecta a pavos de edad temprana y en fase de finalización, ocasionando muerte al momento de la captura con cuadros de insuficiencia cardíaca aguda y congestiva, agotamiento metabólico, deshidratación (Petracci et al., 2006) e incremento de la corticosterona en plasma de hasta 15 ng/ml y ratios heterófilos:linfocitos de 1.77 (Scanes et al., 2020). Factores como patologías preexistentes y traumatismos también son causas de mortalidad; observándose muerte repentina, similar a la muerte súbita del pollo de engorde, que origina importantes pérdidas económicas y cuya patogenia es investigada a nivel de proteoma del tejido cardíaco (Ning et al., 2019).

Diversos tratamientos se han ensayado para controlar problemas entéricos en pavos a fin de evitar mortalidad. Se ha demostrado la eficacia del sulfato de neomicina contra *E. coli* (Marrett et al., 2000). La furazolidona es eficaz para tratar enteritis y diarreas, pero exacerba DCM (Genao et al., 1996). El ácido propiónico dietario reduce la mortalidad del pavipollo por enteritis, sin disminuir el contenido de hemoglobina (Roy et al., 2002). En la fase de pre sacrificio del pavo se ha comprobado que el suplemento altamente digestible a base de 95.6% de maltodextrina evita pérdida de peso vivo y reduce carga microbiana digestiva (Rathgeber et al., 2007). También se sugiere el uso de aceites funcionales en la dieta del pavo como una alternativa viable a los antibióticos promotores de crecimiento (Ferket et al., 2020). Se ha comprobado que mayores niveles de metionina y arginina en la dieta tienen un efecto beneficioso sobre el estado inmunológico del pavo (Jankowski et al., 2020). Se han observado pavos más saludables y con mejor rendimiento en densidades de crianza de 0.42 m<sup>2</sup> por ave de 5 a 20 semanas de edad (Barzt et al., 2020). En aves criadas en condiciones hipobáricas naturales, imidapril inhibe la remodelación ventricular derecha inducida por temperatura ambiente baja (Hao et al., 2013).

Otras investigaciones apuntan a evaluar diferentes alternativas botánicas en alimentación de aves. También la restricción alimenticia es muy estudiada sobre todo cuando las aves de rápido crecimiento son criadas en zonas frías e hipobáricas. Se ha determinado que la suplementación con concentrado proteico de alfalfa en pollos de engorde mejora las funciones metabólicas del organismo, la resistencia a procesos oxidativos y el perfil de ácidos grasos de la carne (Kwiecien et al. 2021). La alfalfa como suplemento de gallinas redujo las concentraciones de triglicéridos en sangre en relación a las alimentadas únicamente con pienso; con evidencias adicionales, que la alfalfa contrarresta el estrés fisiológico producido por la restricción de alimento durante la muda inducida (Dunkley et al., 2007). Se ha demostrado que la aplicación de la restricción alimenticia y el consecuente menor esfuerzo metabólico tiene beneficios en pavos durante algunas condiciones estresantes (Farghly et al., 2018). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la restricción nutricional temprana afecta la respuesta y actividad de las células satélite, importantes en el crecimiento muscular (Velleman et al., 2019), retrasando la expresión de las isoformas de cadena de miosina pesada en los músculos pectoral y esquelético (Huffman et al., 2012). La restricción alimenticia de

hasta 18 h de ayuno y a largo plazo, en pavos se asocia con disminución de la concentración de la hormona ghrelina (Vizcarra et al., 2018). Se ha evidenciado que gallinas reproductoras que ingieren alimento *ad libitum* pueden padecer hipertrofia cardíaca desadaptativa que progresa a una patogénesis en la contractilidad; lo cual podría evitarse con restricción alimenticia (Chen et al., 2017).

Pocos estudios han buscado delinear las relaciones entre indicadores biológicos y la alimentación del pavo de engorde actual en fase de finalización cuando el ave tiene mayor incremento de masa corporal y las alteraciones metabólicas pueden comprometer la función cardíaca. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el desempeño productivo, características de la carcasa, indicadores cardiacos y hematológicos de los pavos en fase de finalización con consumos de pienso restringido y *ad libitum*, suplementados con alfalfa fresca, en condición hipobárica natural de los Andes peruanos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el efecto de la restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la etapa de acabado sobre el rendimiento productivo, características de carcasa, índices cardiacos y parámetros hematológicos del pavo criado en condiciones hipobáricas?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Se planteó este trabajo con la finalidad de mejorar la producción y productividad del pavo de engorde en la región de Cajamarca y por ende conocer y publicar los resultados obtenidos los cuales serán muy beneficiosos para los productores avícolas.

Esta investigación en pavos de engorde es importante debido a que, en Cajamarca, cada año se viene incrementando la crianza de pavo, pero con problemas de mortalidad debido a causas cardiovasculares, relacionadas con el ambiente de crianza y sobre todo en la fase de finalización, generando mayores pérdidas económicas.

Cajamarca, para la producción avícola, presenta condiciones estresantes, debido a la menor oxigenación ambiental que existe por situarse sobre 2750 m.s.n.m. Por ello surge la idea de realizar este trabajo buscando alternativas combinando la restricción del pienso y la suplementación con alfalfa en la dieta del pavo de engorde en la etapa de acabado

específicamente buscando mejoras de los índices productivos. Los efectos positivos encontrados serán de mucho beneficio para la crianza avícola, y la producción de carne de pavo en nuestra región.

## **1.4. HIPOTESIS, VARIABLES E INDICADORES**

### **1.4.1. Hipótesis de la investigación**

La restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta, en la etapa de acabado es técnicamente favorable sobre el rendimiento productivo, características de carcasa, índices cardíacos y parámetros hematológicos del pavo criado en condiciones hipobáricas.

#### **1.4.1.1. Hipótesis estadísticas**

**H<sub>0</sub>:** La restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la etapa de acabado genera indicadores similares en el rendimiento productivo, características de carcasa, índices cardíacos y parámetros hematológicos del pavo criado en condiciones hipobáricas.

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

**H<sub>a</sub>:** La restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la etapa de acabado genera indicadores diferentes en el rendimiento productivo, características de carcasa, índices cardíacos y parámetros hematológicos del pavo criado en condiciones hipobáricas.

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

### **1.4.2. Variables**

#### **1.4.2.1. Variables independientes**

- Restricción alimenticia.
- Suplementación con alfalfa.

#### **1.4.2.2. Variables dependientes e indicadores**

- Rendimiento productivo
  - Ganancias de peso
  - Ingesta de alimento
  - Conversión alimenticia

- Características de carcasa
  - Rendimiento de carcasa
  - Peso de órganos digestivos
  - Peso de grasa abdominal
- Parámetros hematológicos
  - Hemoglobina
  - Hematocrito
  - Eritrocitos
  - Leucocitos
  - Ratio heterófilos: linfocitos
- Índices cardiacos
  - Peso del corazón
  - Masa ventricular cardiaca
  - Índice ventrículo derecho: total ventrículos

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. General**

Evaluar el efecto de la restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la etapa de acabado sobre el rendimiento productivo, características de carcasa, índices cardiacos y parámetros hematológicos del pavo criado en condiciones hipobáricas.

### **1.5.2. Específicos**

- Determinar el efecto de la restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado en el rendimiento productivo del pavo de engorde, criado en condiciones hipobáricas.
- Determinar el efecto de la restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado en las características de carcasa del pavo de engorde, criado en condiciones hipobáricas.
- Determinar el efecto de la restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado en parámetros hematológicos del pavo de engorde, criado en condiciones hipobáricas.

- Determinar el efecto de la restricción del pienso y suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado en la masa ventricular cardíaca del pavo de engorde, criado en condiciones hipobáricas.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN**

Cándido et al. (2018) evaluaron los efectos de someter a pavos Hybrid converter a diferentes niveles constantes de CO<sub>2</sub> atmosférico sobre su comportamiento y rendimiento de crecimiento. Los pavitos fueron expuestos a 3 diferentes concentraciones fijas de CO<sub>2</sub> de 2.000, 4.000 y 6.000 ppm a lo largo de cada prueba. La ganancia de peso de los pavitos alojados a 2000 ppm de CO<sub>2</sub> fue mayor que aquellos expuestos a 4000 y 6.000 ppm de CO<sub>2</sub>. No se encontró una diferencia significativa en la mortalidad de pavitos entre tratamientos. Además, ningún efecto del CO<sub>2</sub> fue evidente en la incidencia de cardiomiopatía espontánea de pavo para pavos procesados a las 19 semanas de edad.

Quintana (2017) evaluó el rendimiento productivo del pavo de engorde alimentado con dietas que contenían manteca procedente de carcasa porcina, en reemplazo del aceite de soya. Se evaluaron 400 pavos en las etapas de crecimiento (7 -10 semanas) y acabado (11 – 13 semanas). En pesos logrados e incremento de peso, la respuesta en machos es mejor con el uso de manteca de cerdo, a diferencia de las hembras en donde es mejor con aceite de soya durante todas las semanas experimentales. En el consumo de alimento, los machos consumieron ligeramente más alimento del que contiene manteca de cerdo, mientras que en hembras consumieron más alimento del que contiene aceite de soya. En conversión alimenticia, los machos que consumieron el alimento con manteca de cerdo demostraron menor eficiencia alimenticia para el uso de la manteca y en hembras resultaron ser más eficientes las que consumieron alimento con manteca. En cuanto a los indicadores económicos resultó ser que el alimento que contenía manteca es más barato y en consecuencia genera mejor rentabilidad.

Vermette et al. (2016) estudiaron la duración de las horas de luz en la productividad de los pavos, para lo cual suministraron 14 (14L), 17 (17L), 20 (20L) y 23 (23L) horas, de luz, desde los 10 días de edad de 720 hembras y 480 machos. Tanto a los 21 como a los 42 días, el peso corporal aumentó linealmente con el aumento de la duración del día. A los 84 días, los pesos de los machos disminuyeron y el de las hembras no se vieron afectados. A los 126 días, tanto el peso del macho como el de la hembra disminuyeron a medida que

aumentaba la duración del día. El consumo de alimento se correspondió con los cambios de peso corporal, aumentando durante los días 10 a 21 y 21 a 42 y disminuyendo durante los días 63 a 84, 84 a 105 y 105 a 126 con el aumento de la duración del día. La eficiencia alimenticia (G: F) no se vio afectada por la duración del día durante períodos de 10 a 84, 10 a 105 y 10 a 126 d. La incidencia de la mortalidad no se vio afectada por la duración del día durante el período de 10 a 84 días, sino que aumentó al aumentar la duración del día para los períodos de 10 a 105 y de 10 a 126 días. En conclusión, la duración de las horas de luz afecta el crecimiento y la ingesta de alimento de los pavos de una manera específica por edad y sexo, y la mortalidad aumentan con la duración de las horas de luz.

Núñez (2016) evaluó la crianza intensiva de pavos en Pucallpa en condiciones de trópico húmedo. Las evaluaciones se realizaron hasta la séptima semana como parvada mixta y desde la octava semana por sexos. Observándose que las altas temperaturas y la humedad relativa del trópico influyen en estos indicadores con respecto a un estándar, así tenemos que el consumo acumulado obtenido en la parvada mixta fue de 5,52 Kg/ave, en los machos fue 22,06 Kg/ave y en las hembras 22,42 Kg/ave; la conversión alimenticia acumulada en la parvada mixta fue de 1,73, en los machos fue de 2,02, y las hembras alcanzaron 2,73 kg/Kg de PV; con respecto a la ganancia de peso como parvada mixta se obtuvo un peso de 2,77 kg a las siete semanas, los machos alcanzaron un peso de 10,90 kg y las hembras llegaron a pesar 8,20 kg a los 105 días de edad, la uniformidad expresada en el coeficiente de variación en la parvada mixta alcanzó el 13,75%, en los machos al final de la campaña se obtuvo un 7,5% y en las hembras 7,8%, la mortalidad fue de 6,25% , el factor de eficiencia europeo demostró que los machos son más eficientes que las hembras.

Lin et al. (2006) manifiestan que la miocardiopatía dilatada (MCD) es una enfermedad del corazón que afecta a muchos vertebrados, incluidos humanos y aves de corral. La enfermedad puede ser idiopática (IDCM) o inducida por toxinas (TIDCM). Por lo que realizaron un estudio en el que se compararon niveles de ARNm de troponina T cardíaca (cTnT) y fosfolambán (PLN) en pavos afectados y no afectados por TIDCM. De un total de 72 aves, 44 afectadas y 28 no afectadas con TIDCM, encontraron diferencias en los niveles de ARNm de cTnT y PLN entre pavos afectados y no afectados, a favor de cTnT.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

La selección genética de pavos para un crecimiento rápido y un peso corporal promedio más alto a la edad de mercado, para satisfacer la demanda de los consumidores, ha llevado, al igual que en otros animales, a un aumento de las anomalías fisiológicas y otros problemas de salud como las alteraciones circulatorias; que pueden ser el resultado de este rápido crecimiento del pavo (Paxton et al., 2005).

En pavos comerciales, un problema circulatorio prevalente es la miocardiopatía dilatada (Frame et al., 1999). La miocardiopatía dilatada es una enfermedad del miocardio caracterizada por ventrículos agrandados, dilatación de la cavidad y disfunción sistólica y diastólica (Fatkin y Graham, 2002). Los pavos afectados tienen plumas erizadas, alas caídas y apariencia poco productiva, incluyendo síntomas clínicos como disnea, debilidad y edema, asociados con insuficiencia cardíaca, que puede causar insuficiencia cardíaca repentina y muerte si es grave, resultando en pérdidas económicas para los productores (Fatkin y Graham, 2002).

En pavos comerciales, se ha estimado que la cardiomiopatía dilatada causa muerte prematura en una tasa de 2 a 4%. (Kooyman, 2002). Aunque la etiología de la cardiomiopatía no se conoce bien, los factores que han estado implicados en la incidencia y gravedad pueden ser genéticos o Los factores ambientales incluyendo nutrición, manejo, patógenos, estrés y toxinas (Poller et al., 2005). Se ha demostrado que la furazolidona, es un fármaco que se utiliza normalmente para tratar la enteritis y la diarrea, e induce la cardiomiopatía (White, 1989). Cuando se les alimenta con dietas que contienen 700 ppm de furazolidona durante 2 a 3 semanas, los pavitos desarrollan cardiomiopátías (Genao et al., 1996). Las características de las aves afectadas incluyen un aumento del volumen del corazón, dilatación del ventrículo izquierdo y un acortamiento fraccional, así como un transporte alterado de la membrana (Hajjar et al., 1993). En morfología macroscópica, estas características son similares a las observadas en aves y humanos afectados por cardiomiopatía idiopática. Este problema ha sido superado en el Perú, por cuanto la furazolidona en el mercado actual de productos veterinarios ya no está disponible.

Cándido et al. (2018) manifiesta que la ventilación en las instalaciones avícolas es un factor crucial para el rendimiento óptimo de las aves. Las tasas de ventilación pueden afectar el crecimiento, la uniformidad de la parvada, el consumo de alimento y la conversión de

alimento de las aves de corral durante las fases de engorde. Las instalaciones avícolas pueden comprometer el intercambio de aire durante los meses más fríos del año debido al deseo de minimizar los costos de calefacción reduciendo la ventilación; sin embargo, una ventilación adecuada promueve un buen intercambio de aire, elimina el calor excesivo, la humedad, las partículas y los gases nocivos como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO) y el amoníaco (NH<sub>3</sub>) producido por las aves de corral, la cama y los sistemas de calefacción (Corkery et al., 2013).

Cuando existen condiciones subóptimas, la disponibilidad de oxígeno (O<sub>2</sub>) puede reducirse y los niveles de CO, NH<sub>3</sub> y CO<sub>2</sub> aumentan (Zhao et al., 2015). Además de ser un producto de la respiración de las aves, el CO<sub>2</sub> es uno de los productos de degradación después de la degradación del ácido úrico que se encuentra en el estiércol de las aves de corral; Los sistemas de producción que utilizan lecho profundo producen más CO<sub>2</sub> durante la degradación microbiana (Miles et al., 2006). Los calentadores de propano convencionales sin ventilación producen vapor de agua, CO y CO<sub>2</sub> dentro de la instalación (Olanrewaju et al., 2008). Además de la tasa de ventilación, el número de aves, la densidad de la bandada, la edad de las aves, el nivel de actividad, el consumo de alimento, la composición de la dieta y la respiración de las aves afectan los niveles de concentración de CO<sub>2</sub> dentro de las instalaciones avícolas (Calvet et al., 2011).

La concentración elevada de CO<sub>2</sub> puede ser perjudicial para los pavos, debido a que el CO<sub>2</sub> es más pesado que el aire, se acumula a nivel de las aves y reduce la concentración de O<sub>2</sub>. La competencia entre el CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub> por la hemoglobina que se une puede causar hipoxia (Olanrewaju et al., 2008). El aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> es una de las causas de corazones redondos en las aves de corral (Olanrewaju et al., 2008). Gerritzen et al. (2007) señalaron en su estudio que los pavos pueden sentir la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico cuando alcanza el 2,3% (23.000 ppm), por lo cual el comportamiento de las aves cambia con el aumento de los niveles de CO<sub>2</sub>. De esta manera, el comportamiento puede ser una herramienta útil para investigar la comodidad de los animales en condiciones específicas (Calvet et al., 2011).

## **CAPITULO III**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones avícolas de la familia del Sr. Daniel Paredes, ubicada en Prolongación Los conquistadores, en el distrito y provincia de Cajamarca. La crianza para el trabajo experimental tuvo una duración de 13 semanas, dividido en tres fases: inicio, crecimiento y acabado. A partir del 17 de setiembre del 2020.

#### **3.2. DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS**

El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en la zona norte del país, en la cadena occidental de los Andes y abarca zonas de sierra y selva. Limita por el norte con Ecuador, por el sur con La Libertad, por el este con Amazonas y por el oeste con Piura y Lambayeque. Tiene 13 provincias y 126 distritos.

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

- Altitud: 2673 m.s.n.m.
- Latitud sur: 7° 17' 28"
- Longitud oeste: 78° 49' 11"
- Temperaturas promedio / año: 15 °C
- Humedad Relativa: 70 %
- Precipitación pluvial: 635 mm / año
- Clima frío y seco, la temporada de lluvias es de diciembre a marzo.

### 3.3. AVES, PIENSO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Doscientos cincuenta y seis pavos de engorde, 128 machos y 128 hembras, de la línea Hybrid Converter de 70 días de edad, fueron criados en la granja avícola de la familia del Sr. Daniel Paredes, alojados en un galpón dividido en 16 corrales, de una superficie de 8 m<sup>2</sup> cada uno, hasta los 91 días de edad. Para iniciar el experimento hubo una etapa de transición desde los 71 días hasta los 76 donde se les proporcionó la alimentación a base de pienso y suplemento con alfalfa según tratamiento con la finalidad de que se adapten a la nueva dieta experimental. Cada pavo individualmente fue pesado al inicio del experimento. El alimento, en forma de harina, fue suministrado de acuerdo a tratamiento y el agua fue provista ad libitum. La fórmula alimenticia del pienso de finalización y el contenido nutricional estimado se presentan en el Cuadro 1. Los 256 pavos fueron distribuidos en 4 grupos o combinaciones de tratamientos con 4 corrales por cada tratamiento, se consideró cada corral como una unidad experimental o repetición. Cada corral o repetición contenía 16 pavos, 8 machos y 8 hembras. Los 4 tratamientos recibieron el mismo pienso indicado en el Cuadro 1, variando las horas de acceso al pienso (12 y 24 h/d) y los niveles de suplementación con alfalfa fresca (0 y 1%), lo que determinó los cuatro tratamientos en estudio, que fueron: 12h/d-0%, 12h/d-1%, 24h/d-0%, 24h/d-1%.

**Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional del pienso (g/kg, base fresca) utilizado en el experimento.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g/kg)</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Maíz amarillo	595	59.5
Torta de soya	300	30
Harina de pescado	15	1.5
Aceite de palma	50	5
Fosfato dicálcico	20	2
Carbonato de calcio	9	0.9
DL Metionina	1	0.1
Sal común, NaCl	4	0.4
Premezcla vitaminas y minerales <sup>1</sup>	1	0.1
Cloruro de colina 60%	1	0.1
Lisina HCl	3	0.3
L Treonina	1	0.1
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>

---

**Contenido nutricional calculado**

Materia seca	885.4
Proteína cruda	214.7
Energía metabolizable, kcal/kg	3312
Grasa	65.1
Metionina	6.4
Lisina	16.2
Treonina	9.3
Triptófano	2.6
Ca	11.2
P disponible	6.5
Na	1.7

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

**3.3.1. Suministro de alfalfa**

La alfalfa utilizada en el experimento fue cosechada diariamente de un predio agrícola ubicado en el sector Huacariz del valle Cajamarca. El forraje fue picado manualmente con la ayuda de un machete y sobre una base de madera, considerando una longitud de corte del tallo entre 1-2 cm y suministrado en comedero de plástico, tipo tolva y exclusivo para el forraje, con que contaba cada corral según tratamiento, previo pesado y estimación de las cantidades de alfalfa para cada corral. Cada tres días se determinó el contenido de materia seca (MS) de la alfalfa en la estufa a 105°C x 24 h; determinándose en promedio el contenido de MS de la alfalfa en 23.8%. La cantidad de alfalfa asignada a cada tratamiento y corral se calculó según el peso corporal de los pavos registrados al inicio de cada semana y corregida al inicio de la siguiente. Diariamente a las 9:00 horas se suministró la alfalfa en cada comedero de los ocho corrales suplementados con forraje.

**3.3.2. Determinación del rendimiento productivo y pesos de carcasa y órganos internos**

El peso corporal (PC) e ingesta de alimento por corral fueron determinados en una balanza electrónica de plataforma marca TCS de 100 kg de capacidad y precisión de 10g. Los datos se registraron semanalmente. Se determinó la ingesta de alimento promedio por ave para todo el periodo experimental, para lo cual se estimó el consumo de alimento según tratamiento considerando el consumo de concentrado y de alfalfa en términos de materia seca

(MS). El índice de conversión alimenticia (ICA) fue determinado por la relación consumo de MS/incremento de PC.

A la edad de 91 días, 4 pavos por corral (2 machos y 2 hembras), fueron elegidos al azar, aturdidos eléctricamente y sacrificados previo ayuno de 8 horas. La carcasa, hígado, molleja, intestinos y grasa abdominal se pesaron en balanza de precisión de 0.01g. Fue considerada como carcasa todo el cuerpo del animal desprovisto de plumas desde la cabeza, cuello, alas, patas, así como hígado, corazón y molleja lavada, teniendo en cuenta el criterio comercial que considera la carcasa del pavo navideño, al pavo entero con todas las partes que se indican. Los pesos relativos de carcasa, grasa abdominal y órganos digestivos fueron determinados en base al peso absoluto expresados en relación al peso vivo del ave (%); así se determinó el rendimiento de carcasa (RC) mediante la siguiente fórmula:  $RC = (\text{peso de carcasa} / \text{peso vivo final}) \times 100$ ; grasa abdominal =  $(\text{peso de la grasa abdominal de la carcasa} / \text{peso vivo final}) \times 100$ ; Molleja =  $(\text{peso molleja} / \text{peso vivo final}) \times 100$ ; Intestinos =  $(\text{peso intestinos} / \text{peso vivo final}) \times 100$ ; Hígado =  $(\text{peso hígado} / \text{peso vivo final}) \times 100$ .

### **3.3.3. Determinación de índices cardiacos y parámetros hematológicos**

De todos los pavos sacrificados se colectaron los corazones para obtener los pesos ventriculares. Se pesaron los corazones, luego se retiró la grasa pericárdica, las aurículas y las válvulas cardíacas, se pesaron los ventrículos y se procedió a determinar la relación peso del ventrículo derecho dividido entre el peso de la masa ventricular total (I-VD/VT). Las ecuaciones utilizadas fueron las siguientes: peso relativo del corazón (%) =  $(\text{peso de corazón} / \text{peso vivo final}) \times 100$ ;  $I\text{-VD/VT} = \text{peso del ventrículo derecho} / \text{peso de los ventrículos derecho e izquierdo}$ .

El análisis hematológico se realizó en el laboratorio de inmunología veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca. A los 91 días de edad, se recolectaron muestras de sangre de un pavo macho y una hembra de cada corral, mediante venopunción de la vena braquial en tubos Vacutainer de 5 ml que contienen EDTA. El análisis del número de glóbulos rojos (GR,  $10^3/\mu\text{L}$ ), la concentración de hemoglobina en sangre (HG, g/dL) y el hematocrito (HT, %) se realizó utilizando el analizador de hematología laser Hemavet 950. El conteo de glóbulos blancos y las proporciones (porcentaje) de heterófilos y linfocitos se determinaron con un sistema de análisis de sangre que utiliza luz láser. El indicador de estrés ratio

heterófilos/linfocitos (RHL) se calculó dividiendo el número de heterófilos en 1 ml de sangre periférica por el número de linfocitos.

#### **3.3.4. Análisis estadístico**

Los datos del experimento se sometieron a análisis estadístico utilizando análisis de varianza del procedimiento GLM del SAS (System Analysis Statistic, 2003). Los datos de rendimiento productivo se analizaron según arreglo factorial  $2 \times 2$  para evaluar los efectos principales del tiempo de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa y sus interacciones. Los datos de rendimiento de carcasa, índices cardíacos y valores hematológicos se analizaron en arreglo factorial de  $2 \times 2 \times 2$  para evaluar los efectos principales de sexo, tiempo de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa. Se comprobaron los datos de todos los indicadores evaluados para distribución normal. En los indicadores de rendimiento productivo un corral constituyó una unidad experimental. En los indicadores de rendimiento de carcasa e índices cardíacos, los datos de dos aves representaron una repetición. En los parámetros hematológicos los valores de un ave representaron una unidad experimental. Los valores presentados en las tablas son medias con error estándar agrupado de la media (SEM). Al detectarse un efecto significativo, las diferencias entre tratamientos o efectos principales se analizaron por prueba de rango múltiple de Duncan.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

La ingesta de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia de pavos de 11 a 13 semanas de edad con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa fresca se muestran en el cuadro 2. No se encontraron diferencias ( $p>0.05$ ) entre tratamientos ni en los efectos principales para la ingesta de alimento, pero si hubo diferencias ( $p<0.05$ ) en la ganancia de peso e ICA, observándose mayor incremento de peso en los pavos con acceso al pienso 12h/d. La conversión alimenticia fue mejor en pavos con acceso al pienso durante 12 h/d y que no consumieron alfalfa, seguidos por los pavos con acceso al pienso durante 12 h/d y suplementados con alfalfa. El ICA más pobre correspondió a los pavos con acceso al pienso durante 24 h/d, reflejado también en los efectos principales, en los que se observa un mejor ICA en pavos con acceso al pienso de 12 h/d en comparación a 24 h/d durante la fase de finalización. También se encontró que la suplementación con alfalfa del pavo afecta negativamente el indicador de eficiencia alimenticia.

**Cuadro 2. Ingesta de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia (ICA) de pavos de 11 a 13 semanas de edad<sup>1</sup> con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa<sup>2</sup>.**

	Ingesta de alimento kg de MS	Ganancia de peso Kg	ICA kg de MS.kg <sup>-1</sup>
<i>Tratamientos</i>			
<i>Pienso x Alfalfa</i>			
12 h/d x 0%	8.78	3.58 <sup>a</sup>	2.45 <sup>d</sup>
12 h/d x 1%	8.89	3.52 <sup>a</sup>	2.53 <sup>c</sup>
24 h/d x 0%	8.65	3.32 <sup>b</sup>	2.60 <sup>b</sup>
24 h/d x 1%	8.79	3.31 <sup>b</sup>	2.65 <sup>a</sup>
SEM	0.049	0.069	0.043
<i>Efectos principales</i>			
<i>Pienso</i>			
12 h/d	8.83	3.55 <sup>a</sup>	2.49 <sup>b</sup>
24 h/d	8.70	3.32 <sup>b</sup>	2.62 <sup>a</sup>
<i>Alfalfa</i>			
0%	8.71	3.45	2.52 <sup>b</sup>
1%	8.83	3.42	2.58 <sup>a</sup>
p-value			

Pienso	0.309	0.027	0.042
Alfalfa	0.461	0.064	0.046
Pienso x Alfalfa	0.731	0.033	0.027

<sup>1</sup>Cada valor representa la media de 4 repeticiones para los efectos del tratamiento y 8 repeticiones para los efectos principales. Cada repetición estuvo conformada por 16 pavos en lote mixto (8 hembras y 8 machos)

<sup>2</sup> Los niveles de suplementación con alfalfa fresca fueron calculados en relación al peso corporal del pavo.

SEM: Error estándar de la media.

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

El mayor tiempo de acceso al pienso de los pavos en finalización generó menor incremento de peso corporal y una conversión alimenticia menos eficiente, debido posiblemente a que ingestas *ad libitum* de pienso provocan mayor esfuerzo digestivo y trabajo metabólico, lo cual puede afectar el funcionamiento cardiaco de las aves (Chen et al., 2017) sobre todo en condiciones hipobáricas naturales. Por otro lado, la suplementación con alfalfa disminuyó la eficiencia alimenticia, aunque no se observaron diferencias en la ganancia de peso entre los pavos que consumieron alfalfa y los que fueron privados de la ingesta del forraje. Posiblemente el mayor consumo de fibra de los pavos con ingestas de alfalfa pudo haber generado menor eficiencia alimenticia, por ser la fibra uno de los principales componentes químicos del alimento que afectan la digestibilidad ileal de los nutrientes en aves (Singh et al., 2019). El ICA de los pavos del presente estudio en la fase de 11 a 13 semanas de edad estuvo por debajo del ICA que encontró Jankowski et al. (2020) en pavos en fase alimenticia similar, pero criados a nivel del mar, con el uso único de pienso y sin suplementación de alfalfa; condiciones que pudieron influenciar en este indicador, por cuanto, las condiciones ambientales en las que se crían las aves están asociadas directamente con el peso corporal e ICA de los pavos (Bartz et al., 2020).

#### **4.2. CARACTERÍSTICAS DE CARCASA**

En el cuadro 3 se observan los valores promedio del rendimiento de carcasa, pesos relativos de la grasa abdominal, molleja, intestinos e hígado de pavos de 13 semanas de edad alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa en fase de finalización. No se observaron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos y efectos principales para el rendimiento de carcasa, pero si hubo interacciones entre los niveles de los tres factores evaluados para los indicadores grasa abdominal, molleja, intestinos e hígado. Mayor cantidad de grasa abdominal se encontró en las hembras que en los machos,

la molleja tuvo mayor peso en los pavos que tuvieron acceso al pienso durante 24 h/d. El hígado alcanzó mayor tamaño en las aves con acceso restringido al pienso y en los pavos sin suplementación de alfalfa.

**Cuadro 3. Rendimiento de carcasa (RC), peso relativo de órganos digestivos y de la grasa abdominal de pavos de 13 semanas de edad<sup>1</sup> alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa<sup>2</sup> en fase de finalización.**

	RC (%)	Grasa abdominal (%)	Molleja (%)	Intestinos (%)	Hígado (%)
<i>Tratamientos</i>					
<i>Sexo x Pienso x Alfalfa</i>					
Macho x 12 h/d x 0%	86.61	1.09 <sup>b</sup>	1.55 <sup>c</sup>	4.33 <sup>a</sup>	1.36 <sup>b</sup>
Macho x 12 h/d x 1%	84.61	0.85 <sup>c</sup>	1.59 <sup>c</sup>	4.01 <sup>b</sup>	1.23 <sup>c</sup>
Macho x 24 h/d x 0%	86.49	0.95 <sup>c</sup>	1.53 <sup>c</sup>	3.73 <sup>c</sup>	1.27 <sup>c</sup>
Macho x 24 h/d x 1%	86.34	0.77 <sup>c</sup>	1.69 <sup>c</sup>	4.00 <sup>b</sup>	1.30 <sup>c</sup>
Hembra x 12 h/d x 0%	85.79	1.12 <sup>b</sup>	1.84 <sup>b</sup>	3.83 <sup>c</sup>	1.81 <sup>a</sup>
Hembra x 12 h/d x 1%	83.85	1.18 <sup>b</sup>	1.84 <sup>b</sup>	3.61 <sup>c</sup>	1.14 <sup>d</sup>
Hembra x 24 h/d x 0%	85.56	1.14 <sup>b</sup>	2.27 <sup>a</sup>	3.26 <sup>d</sup>	1.42 <sup>b</sup>
Hembra x 24 h/d x 1%	85.29	1.27 <sup>a</sup>	2.23 <sup>a</sup>	3.59 <sup>c</sup>	1.14 <sup>d</sup>
SEM	0.341	0.007	0.103	0.115	0.081
<i>Efectos principales</i>					
<i>Sexo</i>					
Macho	86.01	0.91 <sup>b</sup>	1.59 <sup>b</sup>	4.02 <sup>a</sup>	1.29 <sup>b</sup>
Hembra	85.12	1.18 <sup>a</sup>	2.04 <sup>a</sup>	3.57 <sup>b</sup>	1.36 <sup>a</sup>
<i>Pienso</i>					
12 h/d	85.21	1.06	1.70 <sup>b</sup>	3.94	1.36 <sup>a</sup>
24 h/d	85.92	1.03	1.93 <sup>a</sup>	3.64	1.28 <sup>b</sup>
<i>Alfalfa</i>					
0%	86.11	1.07	1.80	3.79	1.46 <sup>a</sup>
1%	85.02	1.02	1.84	3.80	1.18 <sup>b</sup>
<i>p-value</i>					
Sexo x Pienso x Alfalfa	0.738	0.025	0.018	0.027	0.038
Sexo x Pienso	0.126	0.093	0.063	0.241	0.131
Sexo x Alfalfa	0.094	0.391	0.261	0.186	0.078
Pienso x Alfalfa	0.285	0.628	0.085	0.246	0.251
Sexo	0.073	0.034	0.043	0.034	0.045
Pienso	0.151	0.261	0.047	0.274	0.049
Alfalfa	0.539	0.142	0.483	0.769	0.016

<sup>1</sup>Cada valor representa la media de 4 repeticiones para los efectos del tratamiento y 16 repeticiones para los efectos principales. Cada repetición estuvo conformada por 2 pavos

<sup>2</sup> Los niveles de suplementación con alfalfa fresca fueron calculados en relación al peso corporal del pavo.

SEM: Error estándar de la media.

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

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

Los valores de rendimiento de carcasa no estuvieron influenciados por el programa de alimentación a diferencia de los pesos de molleja, hígado y corazón, coincidiendo con los resultados reportados por Laudadio et al. (2009) en pavos de 16 semanas de edad. Estas similitudes pueden deberse a la poca diferencia nutricional entre tratamientos, que no generaron mayores cambios en rendimientos de canal. Las hembras produjeron mayor grasa abdominal y pesos relativos de molleja e hígado que los machos. El mayor peso del hígado puede estar influenciado por la alimentación única de pienso sin ingesta de alfalfa, antes que, por la restricción alimentaria, en contraste a lo encontrado por Chen et al. (2017). Los pesos relativos de molleja e intestinos no se vieron afectados por la inclusión de alfalfa en la dieta del pavo como hipotéticamente se había proyectado.

#### **4.3. ÍNDICES CARDIACOS**

El cuadro 4 muestra los pesos relativos de corazón e índice ventrículo derecho/ventrículo total (I-VD/VT) de pavos sacrificados a las 13 semanas de edad, alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa, durante las tres últimas semanas de la fase de finalización. Se observan las interacciones entre los tres factores en estudio y los efectos principales ( $p < 0.05$ ). Los machos con acceso al pienso de 12 h/d sin ingesta de alfalfa mostraron menor tamaño de corazón al igual que las hembras suplementadas con alfalfa que tuvieron acceso al pienso 12 y 24 h/d. El mayor peso relativo de corazón lo alcanzó el tratamiento de pavos machos con acceso al pienso las 24 h/d sin tener en cuenta la suplementación con alfalfa, seguido de las hembras con acceso al pienso las 24 h/d que no consumieron alfalfa. Cuando se observan los promedios de los tres factores principales; el peso relativo del corazón está influenciado por los tres factores evaluados, siendo mayor en machos que en hembras, mayor en pavos con acceso al pienso durante 24 h que con 12 h/d y menor en pavos que consumieron alfalfa. Esta respuesta también es similar en el I-VD/VT.

**Cuadro 4. Peso relativo de corazón e índice ventrículo derecho/ventrículo total (I-VD/VT) de pavos de 13 semanas de edad<sup>1</sup> alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa<sup>2</sup> en fase de finalización.**

	Corazón (%)	I-VD/VT
<i>Tratamientos</i>		
Sexo x Pienso x Alfalfa		
Macho x 12 h/d x 0%	0.43 <sup>c</sup>	0.26 <sup>a</sup>
Macho x 12 h/d x 1%	0.58 <sup>a</sup>	0.21 <sup>b</sup>
Macho x 24 h/d x 0%	0.61 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>
Macho x 24 h/d x 1%	0.62 <sup>a</sup>	0.23 <sup>b</sup>
Hembra x 12 h/d x 0%	0.54 <sup>b</sup>	0.19 <sup>c</sup>
Hembra x 12 h/d x 1%	0.38 <sup>c</sup>	0.18 <sup>c</sup>
Hembra x 24 h/d x 0%	0.57 <sup>a</sup>	0.23 <sup>b</sup>
Hembra x 24 h/d x 1%	0.39 <sup>c</sup>	0.22 <sup>b</sup>
SEM	0.035	0.010
<i>Efectos principales</i>		
Sexo		
Macho	0.56 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>
Hembra	0.47 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>
Pienso		
12 h/d	0.48 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>
24 h/d	0.55 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>
Alfalfa		
0%	0.54 <sup>a</sup>	0.23 <sup>a</sup>
1%	0.49 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>
p-value		
Sexo x Pienso x Alfalfa	0.017	0.048
Sexo x Pienso	0.021	0.093
Sexo x Alfalfa	0.039	0.073
Pienso x Alfalfa	0.027	0.131
Sexo	0.009	0.025
Pienso	0.042	0.047
Alfalfa	0.046	0.043

<sup>1</sup>Cada valor representa la media de 4 repeticiones para los efectos del tratamiento y 16 repeticiones para los efectos principales. Cada repetición estuvo conformada por 2 pavos

<sup>2</sup> Los niveles de suplementación con alfalfa fresca fueron calculados en relación al peso corporal del pavo.

SEM: Error estándar de la media.

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

Corazón (%) = (Peso de corazón/Peso vivo final) x 100. I-VD/VT = Peso del ventrículo derecho/Peso de los ventrículos derecho e izquierdo

Estos hallazgos podrían sugerirnos prácticas alimenticias como el acceso al pienso de 12 h/d y suministro de alfalfa en la última fase de crecimiento del pavo a fin de reducir trastornos cardiacos, que según investigaciones en esta especie a la edad de mercado y en condiciones tecnológicas de crianza óptima e industrial puede superar 2.9% (Vecerek et al., 2019). Al analizar los indicadores cardiacos se debe considerar que el incremento de la masa de tejido cardiaco en el pavo de engorde está ligado a DCM con aumento de tamaño del

ventrículo derecho, hipoxemia, viscosidad de la sangre, debilidad del músculo cardíaco y aparición de insuficiencia cardíaca (Frame et al., 2001). La hipertrofia ventricular derecha es una respuesta al aumento de trabajo cardíaco y puede estar asociada con la ingesta de alimento tal como sucede en el pollo de engorde ascítico (Kamely et al., 2015). Esta hipertrofia en el presente estudio fue valorada por el I-VD/VT, que cuando es numéricamente elevado produce mermas o supresión del crecimiento y es causa de mortalidad (Balog, 2003). En este experimento, los valores altos de I-VD/VT aparentemente correlacionados con mayor peso relativo del corazón representaron indicios de casos de DCM asociada con menor ganancia de peso. Los pavos con acceso al pienso durante 24 h/d tuvieron un menor incremento de peso que los pavos con acceso al pienso de 12 h/d (3.32 vs. 3.55kg), mostrando los pavos con menor ganancia de peso un corazón más agrandado (0.55% del peso corporal vs. 0.48%) y del mismo modo mayor I-VD/VT (0.23 vs. 0.21). Evidencias claras que el mayor trabajo cardíaco del pavo derivado del posible acceso continuo al pienso en las últimas tres semanas de engorde, afecta negativamente el incremento de peso y la eficiencia alimenticia. Por otro lado, queda demostrado que la ingesta de alfalfa en el pavo evita el agrandamiento del corazón y del ventrículo derecho.

En el presente estudio no se tuvo mortalidad posiblemente debido al corto periodo de duración del experimento y reducido número de aves evaluadas. Las hembras con acceso al pienso de 12 h/d y suplementados con alfalfa mostraron menores indicios fisiológicos de DCM, con menores valores de I-VD/VT, que los pavos machos con acceso al pienso durante 24 h/d y sin consumo de alfalfa. Sin embargo, de acuerdo al valor de I-VD/VT reportado por Terry et al., (2012) para pavos comerciales de dos líneas genéticas, este varía entre 0.15 y 0.16, en condiciones de crianza a nivel del mar; por lo que podría notarse el claro efecto de un factor no evaluado en el presente estudio como es la altitud sobre el nivel del mar, que estaría provocando mayor desarrollo del tejido cardíaco, debido posiblemente a la menor presión de oxígeno ambiental (Peñaloza y Arias, 2011). En la presente investigación los valores de I-VD/VT encontrados no significaron causa de muerte antes del sacrificio de los pavos de engorde; por lo que se puede concluir que el I-VD/VT < 0.23 en promedio en el pavo híbrido no genera muerte, con un rango de I-VD/VT de hasta 0.26 encontrado en algunos individuos aparentemente sanos a pesar de observarse ventrículo derecho hipertrófico.

#### 4.4. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS

En el cuadro 5 se indican los parámetros hematológicos del pavo de engorde de trece semanas de edad. Se observan interacciones ( $p < 0.05$ ) entre los factores evaluados en los parámetros hematocrito y RHL.

**Cuadro 5. Parámetros hematológicos y ratio heterófilos/linfocitos (RHL) de pavos de 13 semanas de edad<sup>1</sup> alimentados con diferente tiempo de acceso al pienso y suplementados con alfalfa<sup>2</sup> en fase de finalización.**

	HT (%)	HG (g/dl)	GR ( $10^3/\mu\text{L}$ )	Heterófilos (%)	Linfocitos (%)	RHL
<i>Tratamientos</i>						
Sexo x Pienso x Alfalfa						
Macho x 12 h/d x 0%	38.31 <sup>a</sup>	15.71	3314	58.60	22.82 <sup>b</sup>	2.57 <sup>a</sup>
Macho x 12 h/d x 1%	35.52 <sup>b</sup>	15.64	3192	55.15	35.64 <sup>a</sup>	1.55 <sup>b</sup>
Macho x 24 h/d x 0%	37.58 <sup>a</sup>	15.92	3308	50.31	38.17 <sup>a</sup>	1.32 <sup>c</sup>
Macho x 24 h/d x 1%	35.19 <sup>b</sup>	14.81	3184	50.20	39.42 <sup>a</sup>	1.27 <sup>c</sup>
Hembra x 12 h/d x 0%	34.98 <sup>b</sup>	15.07	3090	54.81	21.79 <sup>b</sup>	2.51 <sup>a</sup>
Hembra x 12 h/d x 1%	34.87 <sup>b</sup>	15.09	3052	52.46	32.24 <sup>a</sup>	1.63 <sup>b</sup>
Hembra x 24 h/d x 0%	35.68 <sup>b</sup>	15.62	3118	51.72	34.31 <sup>a</sup>	1.51 <sup>b</sup>
Hembra x 24 h/d x 1%	35.72 <sup>b</sup>	15.24	3191	48.98	36.72 <sup>a</sup>	1.33 <sup>c</sup>
SEM	1.266	0.137	33.54	1.134	2.389	0.186
<i>Efectos principales</i>						
Sexo						
Macho	36.65	15.52	3249	53.57	34.01 <sup>a</sup>	1.68
Hembra	35.31	15.26	3112	51.99	31.29 <sup>b</sup>	1.74
Pienso						
12 h/d	35.92	15.38	3162	55.26	28.12 <sup>b</sup>	2.06 <sup>a</sup>
24 h/d	36.04	15.40	3200	50.30	37.18 <sup>a</sup>	1.36 <sup>b</sup>
Alfalfa						
0%	36.64	15.58	3207	53.86	29.30 <sup>b</sup>	1.98 <sup>a</sup>
1%	35.33	15.20	3155	51.70	36.01 <sup>a</sup>	1.45 <sup>b</sup>
p-value						
Sexo x Pienso x Alfalfa	0.043	0.749	0.274	0.069	0.043	0.037
Sexo x Pienso	0.273	0.659	0.381	0.172	0.096	0.132
Sexo x Alfalfa	0.301	0.573	0.275	0.283	0.136	0.095
Pienso x Alfalfa	0.174	0.398	0.258	0.159	0.075	0.085
Sexo	0.539	0.759	0.106	0.105	0.048	0.164
Pienso	0.653	0.641	0.163	0.063	0.017	0.017
Alfalfa	0.473	0.382	0.095	0.203	0.006	0.038

<sup>1</sup>Cada valor representa la media de 4 repeticiones para los efectos del tratamiento y 16 repeticiones para los efectos principales. Cada repetición estuvo conformada por 1 pavo

<sup>2</sup> Los niveles de suplementación con alfalfa fresca fueron calculados en relación al peso corporal del pavo.

SEM: Error estándar de la media. HT: Hematocrito. HG: Hemoglobina. GR: Glóbulos rojos.

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

Los pavos de engorde machos con acceso al pienso 24 h/d exhibieron valores altos de HT, lo que sugiere una mayor capacidad de transporte de oxígeno en la sangre (Özkan et al., 2010). Lo más probable es que se trate de una respuesta fisiológica adaptativa a la baja disponibilidad de oxígeno debido al mayor esfuerzo metabólico en condiciones hipobáricas (Beker et al., 2003). Del mismo modo los valores de HT coinciden con los recuentos altos de GR y niveles altos de hemoglobina, ambas respuestas compensatorias a la baja presión atmosférica de oxígeno. El HT elevado está asociado a mayor viscosidad de la sangre, y en condiciones de presión atmosférica baja de oxígeno genera constricción de los vasos sanguíneos pulmonares, aumentando resistencia vascular pulmonar, lo que conduce a hipertensión pulmonar (Wideman, 2000).

Es conveniente considerar que los pavos fueron criados durante las cinco primeras semanas de vida en ambiente controlado en cuanto a temperatura, luego de lo cual se retiró la calefacción artificial, quedando expuestos al microclima natural que se genera dentro del galpón e influenciado por las bajas temperaturas ambientales que se tienen fuera de la caseta y la mayor producción de CO<sub>2</sub> y amoníaco en el interior. Tal cambio debería conducir a un incremento sustancial de HT debido a una mayor producción de eritrocitos, tal como lo señala Yahav et al. (1997). Sin embargo, se observa que, en tales circunstancias, la cantidad de eritrocitos tuvo relación con el contenido de hemoglobina, sin encontrarse interacciones entre factores evaluados, excepto en el HT que mostró interacción, lo que dio lugar en algunos pavos, posiblemente a mejorar la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, aumentando la viscosidad y con indicios de DCM, de acuerdo a la patogenia indicada por Luger et al. (2003). En el presente estudio, se pudo observar mayor presencia de HT en pavos machos que no consumieron alfalfa, pero no existe relación alguna entre algún posible componente químico de la alfalfa con este parámetro hematológico, aun cuando la alfalfa puede tener propiedades de disminuir colesterol y triglicéridos en sangre (Dunkley et al., 2007). Un aspecto evidenciable en el presente trabajo resulta ser la posible correlación positiva entre la masa corporal y HT, HG y GR tal como lo reporta González-Quintanilla et al. (2014). Por lo tanto, parece que el alto HT resultante, observado en los pavos machos que no consumieron alfalfa está relacionado con el mayor peso corporal y mayor trabajo cardiaco, a fin de equilibrar la demanda y el suministro de oxígeno.

En el presente estudio, los pavos que tuvieron acceso restringido al pienso tuvieron una reacción más severa al estrés que los pavos con acceso al pienso las 24 h, como lo demuestra el aumento de los RHL (2.06 vs. 1.36). Los RHL son una medida reconocida de estrés en las aves (Al-Murrani et al., 2002), que guardan relación con los niveles de corticosterona (Vizcarra et al., 2018) y se ha convertido en una valiosa herramienta para investigaciones sobre estrés. Los valores de RHL hallados en el presente estudio coinciden con los rangos de RHL encontrados en pavos comerciales bajo condiciones similares de crianza, pudiendo subir estos valores en casos de enfermedad hasta 6 (Huff et al., 2005). Se puede inferir que la restricción de horas de acceso al pienso en el pavo genera estrés; sin embargo, esta situación estresora se puede contrarrestar con el suministro de alfalfa, demostrado en el presente estudio por la disminución del RHL de 1.98 a 1.45.

## **CAPITULO V**

### **1. CONCLUSIONES**

- La restricción de acceso al pienso de 12 horas por día y suplementación con alfalfa en la dieta en el pavo de 11 a 13 semanas de edad y en condiciones hipobáricas, sobre el rendimiento productivo le permite alcanzar mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en relación a cuando tiene acceso al pienso 24 h/d y sin suplementación con alfalfa.
- La restricción de horas de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado del pavo de engorde criado en condiciones hipobáricas, no afectan el rendimiento de carcasa ni la acumulación de grasa abdominal en la canal.
- La restricción de horas de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado del pavo de engorde criado en condiciones hipobáricas, en parámetros hematológicos reduce la formación excesiva de hematocrito y puede contrarrestar el estado de estrés.
- La restricción de horas de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa en la dieta en la fase de acabado del pavo de engorde criado en condiciones hipobáricas, evita el agrandamiento degenerativo del corazón, ventrículo derecho e hígado,

## **2. RECOMENDACIONES**

- Hacer restricción del pienso en la etapa de acabado del pavo de engorde por un periodo de 12 horas al día, ya que les permite alcanzar mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia.
- Utilizar la restricción de horas de acceso al pienso y la suplementación con alfalfa en la dieta en el pavo de engorde en la fase de crianza final ya que no afectan el rendimiento de carcasa ni la acumulación de la grasa abdominal en la canal.
- Utilizar suplemento con alfalfa en la dieta en la etapa de acabado del pavo de engorde con el objetivo de evitar el estrés por restricción del pienso.
- Realizar restricción de horas de acceso al pienso y suplementar con alfalfa en la dieta en el pavo de engorde en la fase de crianza final para evitar el agrandamiento degenerativo de órganos como corazón e hígado.

## BIBLOGRAFÍA

1. Al-Murrani WK, Al-Rawi IK, Raof NM. 2002. Genetic resistance to *Salmonella typhimurium* in two lines of chickens selected as resistant and sensitive on the basis of the heterophil/lymphocyte ratio. *Br. Poult. Sci.* 43:501-507.
2. Balog JM, Kidd BD, Huff WE, Huff GR, Rath NC, Anthony NB. 2003. Effect of cold stress on broilers selected for resistance or susceptibility to ascites syndrome. *Poult. Sci.* 82:1383-1387.
3. Bartz BM, Anderson KA, Oviedo-Rondon EO, Livingston K, Grimes JL. 2020. Effects of stocking density on large white, commercial tom turkeys reared to 20 weeks of age: 1. growth and performance. *Poultry Science* 99:5582–5586  
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.024>.
4. Beker A, Vanhooser SL, Swartzlander JH, Teeter RG. 2003. Graded atmospheric oxygen level effects on performance and ascites incidence in broilers. *Poult. Sci.* 82:1550-1553.
5. Chen CY, Lin HY, Chen YW, Ko YJ, Liu YJ, Chen YH, Walzem RL, Chen SE, 2017. Obesity-associated cardiac pathogenesis in broiler breeder hens: Pathological adaption of cardiac hypertrophy. *Poultry Science* 96:2428–2437  
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex015>.
6. Calvet S, Estelles F, Cambra-López M, Torres AG, Van den Weghe HFA. 2011. The influence of broiler activity, growth rate, and litter on carbon dioxide balances for the determination of ventilation flow rates in broiler production. *Poult. Sci.* 90:2449– 2458
7. Candido MGL, Xiong Y, Gates RS, Tinoco IFF, Koelkebeck KW. 2018. Effects of carbon dioxide on turkey poult performance and behavior. *Poultry Science* 97:2768–2774.
8. Corkery, GP, Ward S, Hemmingway P. 2013. The effect of air quality parameters on poultry broiler performance. In 2013 ASABE Annual International Meeting, Kansas City, Missouri.
9. Dunkley CS, McReynolds JL, Dunkley KD, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke SC. 2007. Molting in *Salmonella* Enteritidis-Challenged Laying Hens Fed Alfalfa Crumbles. III. Blood Plasma Metabolite Response. *Poultry Science* 86:2492–2501.  
doi:10.3382/ps.2006-00400.

10. Farghly MFA, Mahrose KM, Galal AE, Ali RM, Ahmad EAM, Rehman ZU, Ullah Z, Ding C. 2018. Implementation of different feed withdrawal times and water temperatures in managing turkeys during heat stress. *Poultry Science* 97:3076–3084 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey173>.
11. Fatkin D, Graham RM. 2002. Molecular mechanisms of inherited cardiomyopathies. *Physiol. Rev.* 82:945–980.
12. Ferket PR, Malheiros RD, Moraes VMB, Ayoola AA, Barasch I, Toomer OT, Torrent J. 2020. Effects of functional oils on the growth, carcass and meat characteristics, and intestinal morphology of commercial turkey toms. *Poultry Science* 99:3752–3760 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.050>.
13. Ferrante V, Lolli S, Ferrari L, Watanabe TTN, Tremolada C, Marchewka J, Estevez I. 2019. Differences in prevalence of welfare indicators in male and female turkey flocks (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science* 98:1568–1574. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey534>.
14. Frame DD, Hooge DM, Cutler R. 2001. Interactive Effects of Dietary Sodium and Chloride on the Incidence of Spontaneous Cardiomyopathy (Round Heart) in Turkeys. *Poultry Science* 80:1572–1577
15. Genao A, Seth K, Schmidt U, Carles M, Gwathmey JK. 1996. Dilated cardiomyopathy in turkeys: An animal model for the study of human heart failure. *Lab. Anim. Sci.* 46:399–404.
16. Gerritzen M, Lambooi B, Reimert H, Stegeman A, Spruijt B. 2007. A note on behaviour of poultry exposed to increasing carbon dioxide concentrations. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 108:179–185.
17. González-Quintanilla Y, Cuevas E, Cruz-Lumbreras R, Carrillo-Castilla P, Rodríguez-Antolín J, Martínez-Gómez M. 2014. Relación entre células sanguíneas y variables metabólicas en mujeres indígenas de diferentes edades que viven a gran altitud. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 17(2):111-116.
18. Hao X, Zhang S, Cheng X, Li M, Sun T, Zhang J, Guo W, Li L. 2013. Imidapril inhibits right ventricular remodeling induced by low ambient temperature in broiler chickens. *Poultry Science* 92 :1492–1497 <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02671>.

19. Hajjar RJ, Liao R, Young JB, Fuleihan F, Glass MG, Gwathmey JK.. 1993. Pathophysiological and biochemical characterization of an avian model of dilated cardiomyopathy: Comparison to findings in human dilated cardiomyopathy. *Cardiovasc. Res.* 27:2212–2221.
20. Huff GR, Huff WE, Balog JM, Rath NC, Anthony NB, Nestor KE. 2005. Stress Response Differences and Disease Susceptibility Reflected by Heterophil to Lymphocyte Ratio in Turkeys Selected for Increased Body Weight. 2005. *Poultry Science* 84:709-717.
21. Huffman K, Zapata I, Reddish JM, Lilburn MS, Wick M. 2012. Feed restriction delays developmental fast skeletal muscle myosin heavy chain isoforms in turkey poult selected for differential growth. *Poultry Science* 91 :3178–3183 <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02367>.
22. Jankowski J, Mikulski D, Mikulska M, Ognik K, Całyniuk Z, Mroz E, Zdunczyk Z. 2020. The effect of different dietary ratios of arginine, methionine, and lysine on the performance, carcass traits, and immune status of turkeys. *Poultry Science* 99:1028–1037 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.008>.
23. Kamely M, Torshizi MAK, Rahimi S. 2015. Incidence of ascites syndrome and related hematological response in short-term feed-restricted broilers raised at low ambient temperature. *Poultry Science* 94:2247-2256. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev197>.
24. Kwiecień M, Winiarska-Mieczan A, Danek-Majewska A, Kwiatkowska K, Krusiński R. 2021. Effects of dietary alfalfa protein concentrate on lipid metabolism and antioxidative status serum, and composition and fatty acids profile, antioxidative status and dietetic value of the muscles in broiler, *Poultry Science*. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.071>.
25. Lin KC, Gyenai K, Pyle RL, Geng T, Xu J, Smith EJ. 2006. Candidate Gene Expression Analysis of Toxin-Induced Dilated Cardiomyopathy in the Turkey (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science* 85:2216–2221.
26. Luger D, Shinder D, Wolfenson D, Yahav S. 2003. Erythropoiesis regulation during the development of ascites syndrome in broiler chickens- A possible role of corticosterone. *J. Anim. Sci.* 81:784–790.

27. Marchewka J, Watanabe TTN, Ferrante V, Estevez L. 2019. Welfare assessment in broiler farms: Transect walks versus individual scoring. *Poultry Science* 92 :2588-2599. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03229>.
28. Marrett LE, Robb EJ, Frank RK. 2000. Efficacy of Neomycin Sulfate Water Medication on the Control of Mortality Associated with Colibacillosis in Growing Turkeys. *Poultry Science* 79:12–17.
29. Miles DM, Owens PR, Rowe DE. 2006. Spatial variability of litter gaseous flux within a commercial broiler house: Ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide, and methane. *Poult. Sci.* 85:167–172.
30. MINAGRI. 2020. Producción y comercialización de productos avícolas. Lima: Boletín estadístico mensual- Junio. 21 pp. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1249491/producci%C3%B3n-comercializaci%C3%B3n-avicola-jun-2020-190820.pdf>
31. Ning H, Cui Y, Song X, Chen L, Yin Z, Hua L, Ren F, Suo Y, Wang X, Zhang H, Hu D, Ge Y. 2019. iTRAQ-based proteomic analysis reveals key proteins affecting cardiac function in broilers that died of sudden death syndrome. *Poultry Science* 98:6472–6482 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez532>.
32. Özkan S, Takma C, Yahav S, Sögüt B, Türkmüt L, Erturun H, Cahaner A. 2010. The effects of feed restriction and ambient temperature on growth and ascites mortality of broilers reared at high altitude. *Poultry Science* 89 :974-985. doi: 10.3382/ps.2009-00293.
33. Peñaloza y Arias. 2011. Corazón y circulación pulmonar en grandes alturas: nativos normales y mal de montaña crónico. *Revista Peruana de Cardiología* 37(1):38-56.
34. Petracci M, Bianchi M, Cavani C, Gaspari P, Lavazza A. 2006. Preslaughter Mortality in Broiler Chickens, Turkeys, and Spent Hens Under Commercial Slaughtering. *Poultry Science* 85:1660–1664.
35. Poller W, Kuhl U, Tschoepe C, Pauschinger M. 2005. Genome-environment interactions in the molecular pathogenesis of dilated cardiomyopathy. *J. Mol. Med.* 83:579–586.
36. Poller W, Kuhl U, Tschoepe C, Pauschinger M. 2005. Genome-environment interactions in the molecular pathogenesis of dilated cardiomyopathy. *J. Mol. Med.* 83:579–586.

37. Quintana M. 2017. Reemplazo del aceite de soya por manteca de cerdo en las dietas de crecimiento y acabado del pavo de engorde. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 100pp.
38. Rathgeber BM, MacIsaac JL, MacKenzie ME. 2007. Feeding Turkeys a Highly Digestible Supplement During Preslaughter Feed Withdrawal. *Poultry Science* 86:2029–2033.
39. Roy RD, Edens FW, Parkhurst CR, Qureshi MA, Havenstein GB. Influence of a Propionic Acid Feed Additive on Performance of Turkey Poults with Experimentally Induced Poult Enteritis and Mortality Syndrome. *Poultry Science* 81:951–957.
40. Scanes CG, Hurst K, Thaxton Y, Archer GS, Johnson A. 2020. Effect of transportation and shackling on plasma concentrations of corticosterone and heterophil to lymphocyte ratios in market weight male turkeys in a commercial operation. *Poultry Science* 99:546–554 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez485>.
41. Singh AK, Tiwari UP, Berrocoso JD, Dersjant-Li Y, Awati A, Jha R. 2019. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. *Poultry Science* 98:5571–5581 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez310>.
42. Terry VK, Figueroa E, Fuentes NE, Ayón M, Guzmán J, Carcelén F. 2012. Peso corporal, índices cardíacos, hematocrito y hemoglobina en dos líneas comerciales de pavos. *Rev Inv Vet Perú* 23(4): 510-515.
43. Vasdal G, Marchewka J, Moe RO. 2021. Associations between animal-based measures at 11 wk and slaughter data at 20 wk in turkey toms (*Meleagris gallopavo*). *Poultry Science* 100:412–419. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.010>.
44. Vecerek V, Vecerkova L, Voslarova E. 2019. Comparison of the frequency of patho-anatomic findings in laying hens with findings in broiler chickens and turkeys detected during post-mortem veterinary inspection. *Poultry Science* 98:5385-5391. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez364>.
45. Velleman S, Clark DL, Tonniges JR. 2019. The effect of nutrient restriction on the proliferation and differentiation of turkey pectoralis major satellite cells differing in age and growth rate. *Poultry Science* 98:1893–1902. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey509>.

46. Vermette C, Schwean-Lardner K, Gomis S, Crowe TG, Classen HL. 2016. The impact of graded levels of daylength on turkey productivity to eighteen weeks of age. *Poultry Science* 95:985–996.
47. Vizcarra FR, Verghese M, Vizcarra JA. 2018. Effect of short- and long-term feed restriction on ghrelin concentrations in turkeys. *Poultry Science* 97:2183–2188. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey039>.
48. Wideman RF. 2000. Cardio-pulmonary hemodynamics and ascites in broiler chickens. *Avian Poult. Biol. Rev.* 11:24-43.
49. Yahav S, Straschnow A, Plavnik I, Hurwitz S. 1997. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poult. Sci.* 76:627-633.
50. Zepeda EA, Kooyman DL. 2002. Breeding trial based on RAPD analysis of turkey spontaneous cardiomyopathy. *Plant, Anim., Microbe Genomes X Conf.*, San Diego, CA. Scherago Int. Inc., Jersey City, NJ.
51. Zhao Y, Shepherd TA, Li H, Xin H. 2015. Environmental assessment of three egg production systems—Part I: Monitoring system and indoor air quality. *Poult. Sci.* 94: 518–533.

## ANEXOS

### Anexo 1. Registro de pesos iniciales (kg)- 10 semanas de edad.

N° Animal	C/ALFALFA				S/ALFALFA			
	RESTRING		S/RESTRIG		RESTRING		S/RESTRIG	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	6.7	5.15	7.3	6.4	6.35	5	6.9	6.4
2	6.75	5.25	6.5	5.4	6.95	4.25	6.95	4.7
3	5.85	5.8	6.1	5.85	6	6.35	6.6	4.85
4	7.05	5.4	6.2	5.6	6.3	5.2	6.4	5.9
5	7.6	5.55	7.05	6.05	6.65	5.25	7	6.3
6	7.4	5.95	6	5.1	6.65	4.45	6.7	5.7
7	6.35	5.7	7.05	5.1	8.15	5.8	6.8	5.7
8	5.95	5.45	7	5.25	7.6	5.9	6.6	5.6
SUMATORIA	53.650	44.250	53.200	44.750	54.650	42.200	53.950	45.150
PROMEDIO	6.706	5.531	6.650	5.594	6.831	5.275	6.744	5.644
DESVEST	0.636	0.274	0.509	0.473	0.719	0.721	0.206	0.609
C.V	9.485	4.950	7.657	8.459	10.519	13.661	3.055	10.793

### Anexo 2. Registro de pesos (kg) a las 11 semanas de edad.

N° Animal	C/ALFALFA				S/ALFALFA			
	RESTRING		S/RESTRIC		RESTRING		S/RESTRIC	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	7	6.2	8.45	5	7.3	5.35	6.8	6.2
2	7.7	6	7.2	6.05	7	6.35	7.75	5
3	8	6.3	8.6	6.4	8.95	5.9	8.25	6.25
4	9.05	6.4	7.35	6.1	9.75	6.1	8.15	6.7
5	7.25	6.8	8.15	6.55	8.05	6.5	9.55	6.3
6	8.6	6.35	7.3	7.1	8	6.35	7.85	6.65
7	8.1	7.05	7.7	7.1	8.4	6.9	8	5.9
8	7.1	6.6	8.25	7.05	7.5	7.05	7.45	6.45
SUMATORIA	62.800	51.700	63.000	51.350	64.950	50.500	63.800	49.450
PROMEDIO	7.850	6.463	7.875	6.419	8.119	6.313	7.975	6.181
DESVEST	0.732	0.339	0.556	0.717	0.907	0.544	0.785	0.542
C.V	9.330	5.243	7.062	11.164	11.168	8.612	9.839	8.765

**Anexo 3. Registro de pesos (kg) a las 12 semanas de edad.**

N° Animal	C/C/ALFALFA				S/ALFALFA			
	RESTRING		S/RESTRIC		RESTRING		S/RESTRIC	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	8.65	7.25	10.35	7.25	10.2	6.5	9.4	5.6
2	10.2	8.15	8.9	8.35	11.6	6.8	9.85	6.85
3	9.55	7.65	8.55	6.9	9.4	7.4	9.45	7.85
4	9	6.85	9.3	7.65	8.7	6.9	9.35	7.25
5	10.5	7.75	8.4	8.3	10.35	7.1	9.5	7.05
6	8.35	7.35	10	7.6	9.45	7.35	9.05	6.5
7	8.85	7.4	8.5	7.35	8.6	8.1	9.35	7.45
8	9.7	7.85	9.6	7.05	8.1	8	9.15	8.2
SUMATORIA	74.800	60.250	73.600	60.450	76.400	58.150	75.100	56.750
PROMEDIO	9.350	7.531	9.200	7.556	9.550	7.269	9.388	7.094
DESVEST	0.763	0.404	0.734	0.537	1.135	0.564	0.240	0.810
C.V	8.155	5.358	7.982	7.104	11.890	7.756	2.558	11.418

**Anexo 4. Registro de pesos (kg) a las 13 semanas de edad.**

N° Animal	C/C/ALFALFA				S/ALFALFA			
	RESTRING		S/RESTRIC		RESTRING		S/RESTRIC	
	M	H	M	H	M	H	M	H
1	10.45	7.7	9.65	8.5	10.9	7.65	9.85	7.5
2	11.2	7.75	11.25	8.35	11.05	7.6	11.5	8.25
3	12.2	8.75	12.15	6.15	12.05	8	12.65	8.15
4	11.15	8.4	9.8	8.25	10.25	8.8	10.15	7.4
5	10.55	8.5	10.5	7.95	13.3	8.5	9.9	7.7
6	10.05	9.05	11.15	8.3	11.25	9.15	10.75	8.4
7	9.7	7.75	10.65	9.65	9.15	8.45	10.95	9.15
8	11.9	9.1	10	8.65	9.7	8.4	10.15	7.8
SUMATORIA	87.200	67.000	85.150	65.800	87.650	66.550	85.900	64.350
PROMEDIO	10.900	8.375	10.644	8.225	10.956	8.319	10.738	8.044
DESVEST	0.873	0.582	0.847	0.978	1.316	0.540	0.961	0.572
C.V	8.005	6.955	7.962	11.886	12.013	6.497	8.949	7.114

**Anexo 5. Ganancias de peso de los pavos sin considerar sexo durante la fase experimental**

alfalfa/restringido		alfalfa / ad libitum		0% alfalfa/restringido		0% alfalfa/ad libitum	
2.85	1.75	2.35	2.1	2.75	1.3	2.85	2.1
3.8	1.95	4.2	2.3	3.45	1.7	4.55	1.95
5.15	3.05	5.1	0.3	5.1	2.2	5.75	2.25
4.4	2.85	2.8	2.65	3.6	3.55	3.35	2.7
3.85	3.05	4	2.55	6.65	3.3	3.2	2
3.7	3.65	4.95	3.05	4.9	4.15	4.15	2.8
3.75	2.5	4.55	4.55	2.85	4	4.35	4.3
6.05	3.95	4	3.55	3.7	4.15	3.75	3.1

**Anexo 6. Cálculo de consumo de alimento concentrado por tratamientos**

SEMANA 11	C/ ALFALFA		S /ALFALFA	
	RESTRING	S/RESTR.	RESTRING.	S/RESTRIN
SEM TOTAL	47	43.2	50.6	41.776
SEM/ AVE	2.9375	2.7	3.1625	2.611
DIA/AVE	0.420	0.386	0.452	0.373

SEMANA 12	C/ ALFALFA		S /ALFALFA	
	RESTRING	S/RESTR.	RESTRING.	S/RESTRIN
SEM TOTAL	51.1	52.4	53.5	47.392
SEM/ AVE	3.19375	3.275	3.34375	2.962
DIA/AVE	0.456	0.468	0.478	0.42314286

SEMANA 13	C/ ALFALFA		S /ALFALFA	
	RESTRING	S/RESTR.	RESTRING.	S/RESTRIN
SEM TOTAL	56.5	56.7	55.5	53.904
SEM/ AVE	3.53125	3.54375	3.46875	3.369
DIA/AVE	0.504	0.506	0.496	0.48128571

### Anexo 7. Cálculo de consumo de alfalfa por tratamientos

SEMANA 11		C/ ALFALFA
	RESTRING	S/RESTR.
SEM TOTAL	7.42	7.42
SEM/ AVE	0.46375	0.46375
DIA/AVE	0.066	0.066
SEMANA 12		C/ ALFALFA
	RESTRING	S/RESTR.
SEM TOTAL	8.61	8.58
SEM/ AVE	0.538125	0.53625
DIA/AVE	0.077	0.077
SEMANA 13		C/ ALFALFA
	RESTRING	S/RESTR.
SEM TOTAL	9.8	9.6
SEM/ AVE	0.6125	0.6
DIA/AVE	0.088	0.086

### Anexo 8. Rendimiento de carcasa según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	86.5	84.9	86.3	85.5	85.9	83.5	84.8	84.5
2	86.9	84.3	86.1	86.3	85.6	83.5	85.5	85.2
3	86.5	84.6	87.1	87.4	85.9	84.2	87.4	86.1
4	86.4	84.8	87.1	86.1	85.9	83.4	85.3	84.7
5	87.3	84.5	85.5	86.2	87.8	84.7	85.7	85.4
6	87.1	84.9	87.5	86.1	85.9	84.3	85.1	85.6
7	86.3	84.4	86.5	87.2	85.4	83.8	85.3	84.9
8	85.9	84.5	85.8	85.9	83.9	83.4	85.4	85.9
PROMEDIO	86.61	84.61	86.49	86.34	85.79	83.85	85.56	85.29
DESVEST	0.458	0.230	0.698	0.644	1.059	0.493	0.789	0.569
C.V	0.529	0.271	0.807	0.745	1.234	0.588	0.922	0.668

### Anexo 9. Peso relativo de grasa según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	1.12	0.97	0.86	0.77	1.25	1.07	1.14	1.36
2	1.02	0.85	0.94	0.65	1.05	1.27	1.27	1.16
3	1.13	0.73	1.02	0.92	1.07	1.14	1.01	1.21
4	1.01	0.89	0.92	0.85	1.12	1.16	1.06	1.32
5	1.08	0.85	1.01	0.77	1.17	1.21	1.16	1.25
6	1.06	0.81	0.83	0.68	1.13	1.18	1.18	1.19
7	1.16	0.78	1.07	0.89	1.18	1.12	1.05	1.4
8	1.14	0.92	0.95	0.63	0.99	1.29	1.25	1.27
PROMEDIO	1.09	0.85	0.95	0.77	1.12	1.18	1.14	1.27
DESVEST	0.056	0.077	0.081	0.110	0.082	0.074	0.094	0.085
C.V	5.167	9.091	8.570	14.345	7.347	6.309	8.282	6.655

### Anexo 10. Peso relativo de molleja según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	1.43	1.71	1.39	1.69	1.85	1.84	2.15	2.23
2	1.65	1.51	1.63	1.82	1.86	1.92	2.36	2.36
3	1.48	1.65	1.46	1.58	1.81	1.77	2.23	2.14
4	1.51	1.6	1.55	1.75	1.74	1.88	2.27	2.28
5	1.59	1.63	1.6	1.71	1.93	1.78	2.32	2.18
6	1.62	1.47	1.42	1.62	1.82	1.76	2.19	2.32
7	1.45	1.68	1.66	1.79	1.87	1.91	2.39	2.1
8	1.67	1.47	1.53	1.56	1.84	1.86	2.25	2.23
PROMEDIO	1.55	1.59	1.53	1.69	1.84	1.84	2.27	2.23
DESVEST	0.094	0.095	0.099	0.096	0.055	0.063	0.083	0.089
C.V	6.062	5.967	6.480	5.693	2.963	3.450	3.640	3.975

### Anexo 11. Peso relativo de intestinos según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	4.33	4.13	3.59	4.15	3.71	3.75	3.12	3.72
2	4.47	3.92	3.82	3.91	3.83	3.51	3.35	3.52
3	4.24	4.07	3.67	4.07	3.93	3.68	3.19	3.63
4	4.39	4.02	3.75	3.94	3.78	3.58	3.29	3.64
5	4.3	3.95	3.72	3.95	3.78	3.56	3.32	3.48
6	4.28	4.1	3.79	4.12	3.89	3.71	3.16	3.68
7	4.43	3.88	3.63	3.87	3.75	3.48	3.39	3.59
8	4.2	4.01	3.87	3.99	3.97	3.61	3.26	3.46
PROMEDIO	4.33	4.01	3.73	4	3.83	3.61	3.26	3.59
DESVEST	0.094	0.088	0.096	0.102	0.092	0.096	0.096	0.095
C.V	2.166	2.206	2.583	2.553	2.397	2.665	2.933	2.643

### Anexo 12. Peso relativo de hígado según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	1.34	1.32	1.37	1.3	1.82	0.97	1.42	1.15
2	1.46	1.14	1.36	1.4	1.85	1.14	1.51	1.18
3	1.26	1.29	1.32	1.22	1.89	1.06	1.33	1.22
4	1.42	1.2	1.29	1.35	1.9	1.02	1.47	1.23
5	1.38	1.26	1.25	1.25	1.72	0.99	1.37	1.13
6	1.3	1.17	1.22	1.38	1.73	1.12	1.51	1.1
7	1.46	1.32	1.18	1.2	1.77	0.96	1.33	1.06
8	1.26	1.14	1.17	1.3	1.8	1.14	1.42	1.05
PROMEDIO	1.36	1.23	1.27	1.3	1.81	1.05	1.42	1.14
DESVEST	0.083	0.077	0.077	0.073	0.068	0.076	0.073	0.068
C.V	6.089	6.252	6.099	5.653	3.759	7.217	5.148	5.968

### Anexo 13. Peso relativo de corazón según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	0.43	0.5	0.61	0.54	0.63	0.38	0.57	0.43
2	0.45	0.52	0.7	0.55	0.59	0.35	0.59	0.35
3	0.47	0.55	0.69	0.66	0.56	0.33	0.62	0.33
4	0.51	0.57	0.66	0.64	0.54	0.3	0.65	0.27
5	0.35	0.59	0.57	0.6	0.54	0.46	0.49	0.39
6	0.39	0.61	0.52	0.58	0.52	0.43	0.52	0.47
7	0.41	0.64	0.52	0.69	0.49	0.41	0.55	0.46
8	0.43	0.66	0.61	0.7	0.45	0.38	0.57	0.42
PROMEDIO	0.43	0.58	0.61	0.62	0.54	0.38	0.57	0.39
DESVEST	0.049	0.056	0.071	0.062	0.056	0.053	0.052	0.069
C.V	11.393	9.666	11.559	9.943	10.382	13.925	9.043	17.712

### Anexo 14. Porcentaje de hematocrito según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	38.31	31.78	38.58	34.61	34.98	38.61	35.68	35.57
2	45.63	42.65	31.55	37.65	28.18	40.37	39.68	39.61
3	30.56	41.86	31.77	41.34	36.45	37.24	30.15	30.15
4	42.62	36.79	39.56	41.01	31.37	36.86	37.43	37.43
5	34.53	38.65	34.84	29.73	36.98	34.87	36.25	36.25
6	44.94	29.24	43.83	28.52	40.67	31.56	33.72	34.72
7	32.78	29.73	42.93	33.47	40.23	29.78	40.85	40.35
8	37.11	33.46	37.58	35.19	30.98	29.67	31.68	31.68
PROMEDIO	38.31	35.52	37.58	35.19	34.98	34.87	35.68	35.72
DESVEST	5.638	5.259	4.633	4.711	4.494	4.101	3.714	3.549
C.V	14.716	14.807	12.327	13.387	12.847	11.760	10.408	9.934

**Anexo 15. (g/dl) de hemoglobina según tratamientos**

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	15.71	15.66	15.86	14.91	15.07	15.07	15.62	15.24
2	15.87	15.74	16.01	14.86	15.17	15.19	15.74	15.27
3	15.62	15.62	15.98	14.83	15.13	15.15	15.62	15.3
4	15.77	15.77	15.89	14.81	15.1	15.13	15.68	15.33
5	15.67	15.56	15.93	14.82	15.05	15.05	15.56	15.15
6	15.83	15.71	15.91	14.78	15.02	15.03	15.71	15.18
7	15.58	15.52	15.83	14.75	14.98	14.99	15.49	15.21
8	15.63	15.54	15.95	14.72	15.04	15.11	15.54	15.24
PROMEDIO	15.71	15.64	15.92	14.81	15.07	15.09	15.62	15.24
DESVEST	0.105	0.095	0.060	0.060	0.061	0.067	0.087	0.060
C.V	0.666	0.608	0.378	0.408	0.408	0.442	0.557	0.394

**Anexo 16. ( $10^3$  / $\mu$ l) de eritrocitos según tratamientos**

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	3313.92	3215.00	3304.00	3184.00	3104.00	3056.00	3116.00	3191.00
2	3312.07	3181.00	3300.00	3187.00	3099.00	3060.00	3108.00	3194.00
3	3308.02	3203.00	3296.00	3191.00	3095.00	3065.00	3126.00	3198.00
4	3303.06	3209.00	3310.00	3196.00	3088.00	3052.00	3115.00	3204.00
5	3325.03	3174.00	3306.00	3172.00	3090.00	3051.00	3116.00	3179.00
6	3321.02	3196.00	3320.00	3177.00	3085.00	3040.00	3123.00	3183.00
7	3316.08	3185.00	3316.00	3181.00	3081.00	3044.00	3128.00	3188.00
8	3312.83	3173.00	3312.00	3184.00	3078.00	3048.00	3112.00	3191.00
PROMEDIO	3314.00	3192.00	3308.00	3184.00	3090.00	3052.00	3118.00	3191.00
DESVEST	6.926	16.080	8.071	7.597	8.912	8.229	6.990	7.964
C.V	0.209	0.504	0.244	0.239	0.288	0.270	0.224	0.250

### Anexo 17. Porcentaje de heterófilos según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	58.6	50.26	50.31	50.2	59.63	52.46	56.63	48.96
2	64.4	61.91	55.23	54.8	61.21	57.63	58.41	54.87
3	51.3	51.66	57.31	57.2	57.65	59.41	54.65	54.64
4	62.6	55.29	53.15	53.4	48.72	55.65	48.71	53.48
5	54.5	55.15	47.11	46.5	51.93	48.72	45.06	46.56
6	52.2	58.24	44.06	44	49.83	45.23	45.83	44.68
7	65.7	60.32	45.13	44.8	54.7	47.83	52.75	43.83
8	59.5	48.37	50.18	50.7	54.81	52.75	51.72	44.82
PROMEDIO	58.6	55.15	50.31	50.2	54.81	52.46	51.72	48.98
DESVEST	5.502	4.841	4.742	4.810	4.511	4.971	4.879	4.708
C.V	9.389	8.778	9.426	9.581	8.231	9.476	9.433	9.612

### Anexo 18. Porcentaje de linfocitos según tratamientos

N° Animal	MACHOS				HEMBRAS			
	12 H		24 H		12 H		24 H	
	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	1%
1	22.82	30.46	38.17	38.72	26.53	32.24	34.41	36.72
2	28.53	37.18	36.72	37.45	17.22	37.37	29.56	37.48
3	16.22	37.44	37.45	42.44	25.64	29.46	37.59	37.44
4	25.64	33.23	41.44	35.35	19.36	33.55	33.71	34.35
5	19.36	35.37	34.35	37.43	23.78	31.34	33.24	35.33
6	28.78	36.28	37.43	38.78	16.56	35.16	35.87	36.28
7	16.57	39.52	36.28	44.52	23.64	27.57	31.28	40.52
8	24.64	35.64	43.52	40.67	21.59	31.23	39.62	35.64
PROMEDIO	22.82	35.64	38.17	39.42	21.79	32.24	34.41	36.72
DESVEST	4.985	2.772	2.943	2.976	3.758	3.115	3.264	1.869
C.V	21.847	7.778	7.711	7.550	17.246	9.662	9.485	5.089

**Anexo 19. Información calculada por el sistema de análisis estadístico según variables**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rdto. carcasa</b>	<b>Grasa abd.</b>	<b>Molleja</b>	<b>Intest</b>	<b>Hígado</b>	<b>Coraz</b>	<b>Vt</b>	<b>Vd</b>	<b>vd/vt</b>	<b>GB</b>	<b>Het.</b>	<b>Linf.</b>	<b>H/L</b>	<b>Hem.</b>	<b>Hgb.</b>	<b>Erit.</b>
M x 12 h/d x 0%	86.61	1.09	1.55	4.33	1.36	0.43	0.3589	0.0940	0.2619	43.63	58.6	22.82	2.57	38.31	15.71	3314.00
M x 12 h/d x 1%	84.61	0.85	1.59	4.01	1.23	0.58	0.3335	0.0700	0.2100	38.44	55.15	35.64	1.55	35.52	15.64	3192.00
M x 24 h/d x 0%	86.49	0.95	1.53	3.73	1.27	0.61	0.3415	0.0860	0.2519	37.18	50.31	38.17	1.32	37.58	15.92	3308.00
M x 24 h/d x 1%	86.34	0.77	1.69	4	1.3	0.62	0.3011	0.0710	0.2358	31.71	50.2	39.42	1.27	35.19	14.81	3184.00
H x 12 h/d x 0%	85.79	1.12	1.84	3.83	1.81	0.54	0.2337	0.0444	0.1900	39.66	54.81	21.79	2.52	34.98	15.07	3090.00
H x 12 h/d x 1%	83.85	1.18	1.84	3.61	1.05	0.38	0.2419	0.0435	0.1800	32.37	52.46	32.24	1.63	34.87	15.09	3052.00
H x 24 h/d x 0%	85.56	1.14	2.27	3.26	1.42	0.57	0.2263	0.0520	0.2300	31.9	51.72	34.41	1.50	35.68	15.62	3118.00
H x 24 h/d x 1%	85.29	1.27	2.23	3.59	1.14	0.39	0.2244	0.0490	0.2183	28.42	48.98	36.72	1.33	35.72	15.24	3191.00
Desv. standar	0.966	0.172	0.292	0.326	0.229	0.099	0.0571	0.0194	0.0285	5.100	3.208	6.757	0.527	1.266	0.387	94.822
SEM	0.341	0.061	0.103	0.115	0.081	0.035	0.0202	0.0069	0.0101	1.803	1.134	2.389	0.186	0.447	0.137	33.525
Macho	86.01	0.92	1.59	4.02	1.29	0.56	0.3337	0.0803	0.2399	37.74	53.57	34.01	1.68	36.65	15.52	3249.50
Hembra	85.12	1.18	2.05	3.57	1.36	0.47	0.2316	0.0472	0.2046	33.09	51.99	31.29	1.74	35.31	15.26	3112.75
12h	85.22	1.06	1.71	3.95	1.36	0.48	0.2920	0.0630	0.2105	38.53	55.26	28.12	2.06	35.92	15.38	3162.00
24h	85.92	1.03	1.93	3.65	1.28	0.55	0.2733	0.0645	0.2340	32.30	50.30	37.18	1.36	36.04	15.40	3200.25
0%	86.11	1.08	1.80	3.79	1.47	0.54	0.2901	0.0691	0.2334	38.09	53.86	29.30	1.98	36.64	15.58	3207.50
1%	85.02	1.02	1.84	3.80	1.18	0.49	0.2752	0.0584	0.2110	32.74	51.70	36.01	1.45	35.33	15.20	3154.75

## Anexo 20. Imágenes del periodo de crianza y etapa experimental



### Acondicionamiento y recepción del pavo bebé



### Aplicación de la primera vacuna



**Productos utilizados por medidas sanitarias**



**Inicio de la etapa experimental**



**Suministro del pienso, de la alfalfa y agua limpia**



**Peso control del alimento y aves**



**Sacrificio de las aves**



**Recolectando muestras de sangre**



**Rendimiento de carcas**