

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO,
FISIOLÓGICO Y ECONÓMICO EN POLLOS DE ENGORDE
COBB 500 A DIFERENTES DENSIDADES Y BAJO EL EFECTO
DEL ADITIVO ANTI-HOT® EN CONDICIONES DEL TRÓPICO
HÚMEDO.**

HERADIO TRUJILLO REYES

2 – 728 – 329

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2016

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, FISIOLÓGICO Y ECONÓMICO EN POLLOS DE ENGORDE COBB 500 A DIFERENTES DENSIDADES Y BAJO EL EFECTO DEL ADITIVO ANTI-HOT® EN CONDICIONES DEL TRÓPICO HÚMEDO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL, DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO

PROF. ING. VÍCTOR SÁNCHEZ. M. Sc.	_____
	DIRECTOR
PROF. ING. PEDRO GUERRA M. Sc	_____
	ASESOR
PROF. ING, EDIL ARAUZ. M. Sc	_____
	ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2016

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de tesis primeramente me gustaría dedicarlo a ti Dios por haberme dado sabiduría, salud y la fortaleza para llegar hasta donde he llegado.

A la Universidad Nacional de Panamá, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis familiares que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación y en especial a mi madre: Edelmira Reyes, mis tías: Bellanira Reyes y Tilcia Reyes, mis abuelos: Sebastiana Escobar y Maximino Reyes, a mis hermanos y primos.

También me gustaría agradecer a mis amigos: Héctor Cedeño, Eris Pérez, Kelly Bordones, Katherine Montes, Javier Bethancourt.

A los profesores Magister Víctor Sánchez, Pedro Guerra, Edil Araúz y a los técnicos encargados del proyecto de la sección de avícola de la Facultad de Ciencia Agropecuarias.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Heradio Trujillo Reyes

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre: Edelmira Reyes por creer en mí y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi tía Bellanira Reyes, a quien quiero como una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento, a mi tía Tílcia Reyes por los consejos brindados durante el camino a mi formación profesional. A mis hermanos, tíos, primos, amigos que han formado parte de mi vida.

Heradio Trujillo Reyes

Evaluación del comportamiento productivo, fisiológico y económico en pollos de engorde Cobb 500 a diferentes densidades y bajo el efecto del aditivo anti-hot® en condiciones del trópico húmedo. Trujillo, H. R. 2016.

Resumen

Esta investigación se realizó en las infraestructuras de la sección del Programa Avícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, ubicada en el Corregimiento de Chiriquí, Distrito de David, Provincia de Chiriquí. El objetivo principal fue determinar el comportamiento de los parámetros productivos, fisiológicos y económicos en diferentes densidades de producción bajo el efecto del aditivo comercial Anti-Hot®, indicado para contrarrestar los problemas causados por el estrés térmico. La fase experimental presentó una duración de 44 días y se utilizaron 120 pollos de engorde de la línea Cobb-500, distribuidos en cuatro tratamientos con tres replicas cada tratamiento y 10 aves por replica. En la galera se determinaron las condiciones ambientales de interés como: Temperatura ambiental de bulbo seco, la Humedad Relativa y el Índice de Bienestar Térmico. La temperatura ambiental de bulbo seco presentó variaciones en el período diurno, desde 24.5 a 33.01 °C. Sobrepasando la zona de bienestar térmico del ave (22 °C) en horas del mediodía y la mayor parte de la tarde. La Humedad relativa presentó un comportamiento inverso a la temperatura ambiental variando de 92.8 % a primeras horas de la mañana hasta 53.02 % en horas del mediodía. En conjunto estas variables indicaron que el índice de bienestar térmico (ITH>102), al que estuvieron sometidas las aves durante el período diurno produjo estrés calórico agudo. El comportamiento de la temperatura rectal, frecuencia cardiaca y respiratoria, bajo el efecto del aditivo Anti-Hot® en pollos de engorde, a partir de las edades de 30, 37 y 44 días, indicó que su alteración estuvo influenciada por la afectación de estrés calórico producido por las condiciones micro climáticas dentro de la galera. A estos parámetros se le encontró diferencia estadística significativa entre las edades estudiadas ($P<0.05$). Siendo más alteradas a los 30 y 37 días que a los 44 días. Indicando que pudo haber una posible adaptación al calor. El comportamiento de la alteración diurna de la carga calórica corporal indicó que las aves sufrieron estrés calórico durante la fase de crecimiento y engorde. Los parámetros productivos evaluados fueron el consumo de alimento, la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la mortalidad. Los cuales no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P>0.05$). A excepción del rendimiento en canal que fue significativo ($P<0.05$). El análisis económico fue determinado por la utilidad, la rentabilidad y la relación Costo-Beneficio. Al concluir

esta investigación podemos indicar que el aditivo Anti-Hot® bajo condiciones micro ambientales superiores a 32°C no reduce el comportamiento alterado del índice respiratorio, cardíaco y térmico corporal, afectando el rendimiento del peso final del ave.

Palabras claves: Estrés calórico, período diurno, Anti-Hot®, temperatura ambiental del bulbo seco, humedad relativa, índice de temperatura y humedad, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, capacidad calórica, sobrecarga calórica, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso, rendimiento en canal, mortalidad, utilidad, rentabilidad.

The Influence of the Additive Anti-Hot® On the Physiological and Bio-Economical Behavior of Chicken Meat 500 Cobb at Different Densities under Heat Stress in the Humid Tropic. Trujillo, H.R.2016.

Summary

This investigation took place in the facilities of the Poultry Program Section of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Panamá, located in the small town of Chiriquí, District of David, Province of Chiriquí.

The main objective was to determine the behavior of the productive, physiological and economical parameters on different production densities under the effect of the commercial additive “Anti-Hot”, prescribed to minimize the problems caused by thermal stress.

The experimental phase took 44 days and used 120 Cobb-500 weigh-gaining-chickens, distributed in four treatments with three replicas each treatment and 10 chickens per replica.

In the galley, the attention-grabbing environmental conditions determined were: the Environmental Conditions of the Dry Bulb, the Relative Humidity and the Thermal Comfort Rate.

The Environmental Dry Bulb Temperature varied during the day, from 24.4°C to 32.98°C. Surpassing the comfort zone of the chicken (22°C) during midday and most of the afternoon.

The Relative Humidity showed an inverse behavior of that of the environmental temperature, varying from 92.8% during the first hours of the day to 53.02 during midday.

Altogether, these variables indicated that the Thermal Comfort Rate (TCR>102° %), that these chickens were exposed to, during the day, produced on them a high-pitched heat stress.

The behavior of the Rectal Temperature, Heart Rate, and Respiratory Rate, on weigh-gaining-chickens under the influence of the additive “Anti-Hot”, starting at 30, 37, 44 days old chickens, indicated that the alteration was influenced by the effect of the heat stress produced by the microclimatic conditions inside the galley.

Significant statistical differences were found on these parameters among the studied ages ($P<0.05$). Being more altered at age 30 and 37 days, than at age 44 days. Indicating that there was a possible adaptation to heat.

The behavior of the diurnal change in the body heat, indicated that the chickens suffered heat stress during the growing phase and the weigh-gaining phase. The productive parameters evaluated were food consumption, nourishing conversion, weigh gaining, dressed carcass efficiency, and death rate.

These did not show significant statistical differences among treatments ($P>0.05$).

The economic analysis was determined by the utility, profitability, and the relationship Cost-Benefit.

Concluding this investigation we could indicate that the additive Anti-Hot under micro-environmental conditions over 32°C does not reduce the altered behavior of the respiratory rate, heart rate, body thermal rate, affecting the efficiency of the final weight of the chicken.

Keywords: Heat Stress, Diurnal Period, Anti-Hot, Dry Bulb Environmental Temperature, Relative Humidity, Temperature Rate and Humidity Rate, Heart Rate, Respiratory Rate, Rectal Temperature, Thermal Capacity, Thermal Overload, Food Consumption, Nourishing Conversion, Weight Gaining, Dressed Carcass Efficiency, Death Rate, Utility, Profitability.

INDICE DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACION	ii	
AGRADECIMIENTO	iii	
DEDICATORIA	iv	
RESUMEN	v	
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix	
ÍNDICE DE CUADROS	xv	
INDICE DE GRAFICAS	xviii	
ÍNDICE DE FIGURAS	xx	
I	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Planteamiento del Problema a Investigar.....	4
1.2	Antecedentes.....	5
1.3	Justificación.....	7
1.4	Objetivos.....	8
1.4.1	General.....	8
1.4.2	Específicos.....	8
1.5	Hipótesis.....	9
1.6	Alcances y limitaciones.....	10
II	Revisión de literatura.....	11
2.1	Historia de la avicultura	11
2.2	Estrés calórico en pollos de engorde.....	12
2.3	Adaptación de las aves.....	14
2.3.1	Adaptación a la temperatura.....	14
2.3.2	Clasificación de los animales de acuerdo a su temperatura corporal	15

2.3.2.1	Homeotermos.....	15
2.3.2.2	Poiquilotermos.....	15
2.3.3	Integración termo activa en el homeotermo.....	18
2.3.3.1	Control nervioso de la termorregulación.....	18
2.3.3.2	Receptores térmicos.....	19
2.3.3.3	Comportamiento hepático y hormonal.....	19
2.3.4	Termorregulación del ave.....	20
2.3.4.1	Radiación.....	21
2.3.4.2	Conducción.....	21
2.3.4.3	Convección.....	22
2.3.4.4	Evaporación del agua del tracto respiratorio.....	23
2.3.5	Respuesta fisiológica del ave al calor.....	23
2.3.5.1	Conducta física.....	24
2.3.5.2	Consumo de alimento.....	24
2.3.5.3	Consumo de agua.....	25
2.3.5.4	Comportamiento físico del ave.....	25
2.3.6	Constantes fisiológicas.....	26
2.3.6.1	Frecuencia cardíaca.....	26
2.3.6.2	Frecuencia respiratoria.....	27
2.3.6.3	Temperatura rectal y tegumentaria.....	27
2.4	Aditivo comercial Anti-Hot.....	27
2.4.1	Composición química.....	28
2.4.2	Mecanismo de acción.....	28

2.4.3	Administración y dosis.....	29
2.5	Funciones biológica del ácido acetilsalicílico.....	30
2.5.1	Mecanismo de acción.....	30
2.5.2	Farmacocinética.....	31
2.5.2.1	Absorción.....	31
2.5.2.2	Distribución.....	31
2.5.2.3	Metabolismo.....	32
2.5.2.4	Excreción.....	32
2.5.2.5	Efectos secundarios.....	33
2.5.2.5.1	Trastornos gastrointestinales.....	33
2.5.2.5.2	Trastornos hepatobiliares.....	33
2.5.2.5.3	Trastornos renales.....	33
2.5.2.5.4	Trastornos de la sangre y sistema linfático.....	33
2.6	Línea Cobb 500.....	34
2.7	Infraestructuras para una explotación avícola de ambiente natural	35
2.7.1	Galera.....	35
2.7.2	Cama y su Manejo.....	35
2.7.3	Sistemas de Comederos.....	36
2.7.3.1	Comederos tubulares.....	36
2.7.3.2	Comederos automáticos.....	37
2.7.4	Sistemas de Bebederos.....	37
2.7.4.1	Bebederos cerrados.....	37
2.7.4.2	Bebederos abiertos.....	38

2.8	Manejo Nutricional.....	38
2.8.1	Proteína.....	39
2.8.2	Aminoácidos.....	40
2.8.3	Energía.....	41
2.8.4	Minerales.....	41
2.8.5	Vitaminas.....	42
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1	Materiales.....	43
3.1.1	Localización del estudio.....	43
3.1.2	Condiciones climáticas.....	44
3.1.3	Duración y periodo de trabajo.....	44
3.1.4	Descripción de las Infraestructuras.....	44
3.1.5	Alojamiento.....	45
3.1.6	Equipos.....	45
3.1.7	Plan Sanitario.....	47
3.2	Plan de manejo.....	48
3.2.1	Manejo general del galpón y los pollos.....	48
3.2.2	Iluminación.....	50
3.2.3	Línea comercial cobb-500.....	50
3.2.4	Distribución de los animales.....	50
3.2.4	Sistema de alimentación.....	50
3.2.6	Tratamientos.....	51
3.3	Variables a evaluar.....	52

3.2.1	Parámetros ambientales.....	52
3.3.2	Parámetros fisiológicos.....	54
3.3.3	Capacidad calórica.....	55
3.3.4	Parámetros productivos.....	55
3.3.5	Análisis de costo-beneficio.....	57
3.4	Diseño experimental.....	58
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1	Características microambientales.....	60
4.1.1	Temperatura ambiental.....	60
4.1.2	Humedad relativa.....	63
4.1.3	Índice de temperatura y humedad.....	65
4.2	Parámetros fisiológicos.....	66
4.2.1	Frecuencia cardiaca.....	67
4.2.2	Frecuencia respiratoria.....	73
4.2.3	Temperatura rectal.....	80
4.3	Alteración diurna de la carga calórica corporal.....	86
4.3.1	Capacidad calórica.....	86
4.3.2	Sobrecarga calórica.....	87
4.4	Parámetros productivos.....	92
4.4.1	Consumo de alimento.....	92
4.4.2	Conversión alimenticia.....	95
4.4.3	Ganancia de peso.....	97
4.4.4.	Rendimiento en canal.....	99

4.4.5	Mortalidad.....	102
4.5	Análisis económico.....	104
4.5.1	Utilidad.....	108
4.5.2	Rentabilidad.....	109
4.5.3	Relación beneficio-costos.....	110
V	CONCLUSIONES.....	111
VI	RECOMENDACIONES.....	114
VII	BIBLIOGRAFIA.....	115

INDICE DE CUADROS

No.	TITULO	Pág.
I	TEMPERATURAS LETALES PARA LOS POLLOS.	14
II	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE POLLOS DE ENGORDE EN DIFERENTES ETAPAS.	39
III	CLASIFICACION NUTRICIONAL DE LOS AMINOÁCIDOS.	40
IV	CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS INORGÁNICOS (MINERALES) ESENCIALES NUTRICIONALMENTE SEGÚN SU FUNCIÓN.	42
V	MANEJO SANITARIO QUE SE APLICÓ DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL DEL ESTUDIO.	48
VI	TABLA DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS RACIONES.	51
VII	PARÁMETROS Y FORMULAS PARA DETERMINAR LA RENTABILIDAD.	57
VIII	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA TEMPERATURA AMBIENTAL.	61
IX	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA HUMEDAD RELATIVA (HR) DENTRO DE LA GALERA.	63
X	VALORES DE ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HÚMEDA (ITH) OBTENIDOS POR DIA DURANTE EL EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.	65
XI	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA.	68
XII	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA POR EDAD.	68
XIII	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA POR TRATAMIENTO.	69
XIV	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA POR PERIODO DIURNO.	69

XV	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA FRECUENCIA RESPIRATORIA.	74
XVI	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA POR EDAD	75
XVII	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA POR TRATAMIENTOS.	75
XVIII	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA POR PERIODO DIURNO.	76
XIX	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EVALUAR LA TEMPERATURA RECTAL.	81
XX	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA RECTAL POR EDAD.	82
XXI	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA RECTAL POR TRATAMIENTO.	82
XXII	COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA RECTAL POR PERIODO DIURNO.	83
XXIII	MEDIAS DE LOS INDICADORES DEL ESTADO BIOTÉRMICO EN POLLOS DE ENGORDE DE 30, 37 Y 44 DÍAS DE EDAD BAJO ESTRÉS CALÓRICO.	88
XXIV	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO.	93
XXV	MEDIAS DE CONSUMO DE ALIMENTO.	94
XXVI	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CONVERCION DE ALIMENTO.	95
XXVII	MEDIAS DE CONVERSION DE ALIMENTO.	96
XXVIII	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA GANACIA DE PESO.	98
XXIX	MEDIAS DE GANACIA DE PESO.	98
XXX	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO EN CANAL.	99
XXXI	RENDIMIENTO EN CANAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO.	100
XXXII	ÍNDICE DE MORTALIDAD POR TRATAMIENTO.	102

XXXIII	COSTOS DE ALIMENTACIÓN POR TRATAMIENTO.	104
XXXIV	COSTO DE LA CAMA POR TRATAMIENTO.	104
XXXV	COSTOS DE INSUMOS POR TRATAMIENTO.	105
XXXVI	COSTOS DE OTROS INSUMOS PARA EL ESTUDIO.	106
XXXVII	COSTO TOTAL POR TRATAMIENTO.	106
XXXVIII	INGRESO OBTENIDO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.	107
XXXIX	UTILIDAD, RENTABILIDAD Y RELACIÓN BENEFICIO-COSTO.	108

INDICE DE GRÁFICAS

No.	TITULO	Pág.
I	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS MEDIAS DE TEMPERATURA AMBIENTAL.	62
II	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS MEDIAS DE HUMEDAD RELATIVA.	64
III	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA PORA EL TRATAMIENTO UNO.	70
IV	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA PORA EL TRATAMIENTO DOS.	71
V	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA PORA EL TRATAMIENTO TRES.	71
VI	COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA PORA EL TRATAMIENTO CUATRO.	72
VII	TENDENCIA DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA PARA EL TRATAMIENTO UNO.	77
VIII	TENDENCIA DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA PARA EL TRATAMIENTO DOS.	78
IX	TENDENCIA DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA PARA EL TRATAMIENTO TRES.	79
X	TENDENCIA DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA PARA EL TRATAMIENTO CUATRO.	79
XI	TENDENCIA DE LA TEMPERATURA RECTAL PARA EL TRATAMIENTO UNO.	83
XII	TENDENCIA DE LA TEMPERATURA RECTAL PARA EL TRATAMIENTO DOS.	84
XIII	TENDENCIA DE LA TEMPERATURA RECTAL PARA EL TRATAMIENTO TRES.	84
XIV	TENDENCIA DE LA TEMPERATURA RECTAL PARA EL TRATAMIENTO CUATRO.	85

XV	SOBRECARGA CALÓRICA (SSC) Y CAPACIDAD CALÓRICA (CCT) EN POLLOS DE ENGORDE DE 30 DIAS DE EDAD BAJO ESTRÉS CALÓRICO.	89
XVI	SOBRECARGA CALÓRICA (SCC) Y CAPACIDAD CALÓRICA (CCT) EN POLLOS DE ENGORDE DE 37 DIAS DE EDAD BAJO ESTRÉS CALÓRICO.	90
XVII	SOBRECARGA CALÓRICA (SCC) Y CAPACIDAD CALÓRICA (CCT) EN POLLOS DE ENGORDE DE 44 DIAS DE EDAD BAJO ESTRÉS CALÓRICO.	91
XVIII	RENDIMIENTO EN CANAL OBTENIDO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.	101
XIX	REPRESENTACION GRAFICA DE LA MORTALIDAD POR TRATAMIENTO.	103
XX	REPRESENTACION GRAFICA DE LA UTILIDA OBTENIDA POR TRATAMIENTO.	108
XXI	REPRESENTACION GRAFICA DE LA RENTABILIDAD.	109

INDICE DE FIGURAS

No.	TITULO	Pág.
1	Representación esquemática de los cambios de temperatura profunda de lo homeotermos y poiquilotermos.	17
2	Línea de pollo cobb-500.	34
3	Mapa aéreo de la ubicación de programa avícola.	43
4	Infraestructuras utilizadas para la ejecución de la investigación.	44
5	Comederos: a. comedero tipo bandeja, b. comederos tubulares de llenado manual.	45
6	Bebedores: a. bebederos automático tipo campana, b. bebederos manuales.	46
7	Sistema de calefacción utilizado durante la fase experimental de estudio.	47
8	Limpieza y desinfección de los comederos tubulares.	49
9	Distribución de los tratamientos en la sala experimental.	52
10	Termohigrómetro digital para realizar las lecturas de las variables ambientales.	53
11	Estetoscopio y termómetro digital para realizar las lecturas de las variables fisiológicas.	54
12	Pesaje del alimento residuo., b. pesaje de las aves.	56

I. INTRODUCCIÓN

La producción avícola en Panamá es una actividad pecuaria que en los últimos años ha presentado un creciente desarrollo, no solo por el aumento demográfico del país sino por ser un rubro con retornos a corto plazo y por sus bondades en la alimentación humana.

Por estas razones y también los bajos costo de adquisición al consumidor, en comparación con otras carnes, ha hecho que la industria avícola innove tecnología y hagan más eficiente la producción.

Para adquirir aves de excelente calidad y a bajos costos de producción es necesario controlar diferentes factores que constituyen el sistema de producción avícola, entre ellos: la genética, el manejo, la alimentación, la nutrición, el plan sanitario, el ambiente y las infraestructuras.

Panamá por ser un país de clima tropical húmedo, el factor ambiente es uno de los puntos críticos que afecta la producción. Las variadas temperaturas, la humedad relativa, la velocidad del viento, causan un estrés en las aves, disminuyendo el potencial productivo de la genética establecida.

Los pollos de engorde son animales homeotermos, es decir, regulan su temperatura corporal, sin embargo estudios han demostrado que esta varía con el clima. Para que sus órganos vitales funcionen normalmente, deben mantener su temperatura corporal (TC) interna cerca de los 41 grados centígrados. (Requena y col., 2006).

Corona (2012), indica que las condiciones más favorables para el crecimiento de los pollos de engorde en la etapa de terminación (21-42 días) ocurren a temperaturas ambientales entre los 20 y 25 grados centígrados, con pocas variaciones no muy pronunciadas si la temperatura aumenta hasta 28 grados centígrados, considerando que esas temperaturas constituyen el límite crítico superior de la zona de termoneutralidad.

La termorregulación en los pollos de engorde funciona a partir de la edad de ocho a diez días y permite una producción de calor o termogénesis igual a la pérdida del calor o termólisis. Cuando van más allá de su zona de termoneutralidad, para luchar contra el calor, el organismo aumenta su termólisis y disminuye su termogénesis.

Echevarría y Miazzi (2002), citado por Lorenzo (2007, P.2), indica que si el ambiente no se encuentra enteramente dentro de la zona de bienestar, los ajustes serán considerables y se dice que el animal se encuentra entonces bajo estrés térmico o por calor. Afectando el crecimiento, la salud y la producción.

En la actualidad, los pollos de engorde están modificados genéticamente para producir una mayor ganancia de peso, en un menor tiempo, lo que hace que estos sean menos resistentes al entorno.

La mayoría de las explotaciones avícolas en Panamá se desarrollan en ambiente natural, por consiguiente las elevadas temperaturas y la sobrepoblación por el confinamiento de las aves ocasionan un choque de calor, este choque genera un proceso de estrés que conlleva a cambios en la productividad de las aves e incluso puede ocasionar la muerte.

Esta investigación incluye los parámetros fisiológicos en pollos de engorde y el comportamiento productivo utilizando el aditivo comercial Anti-Hot®. Para la reducción del estrés calórico, ocasionado por las variadas temperaturas que se presentan en el programa avícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en Chiriquí.

1.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

Por el incremento del calentamiento global, las fincas productoras de pollo de engorde en ambiente natural confinado, han disminuido su producción por la influencia del estrés calórico que afecta a las aves, causando una ineficiente conversión alimenticia, mortalidades elevadas en las etapas finales del ciclo productivo, rendimientos de la canal muy bajos, que conllevan a pérdidas económicas en esta actividad.

Esta alteración ambiental necesita ser mitigada incorporando métodos físicos, químicos o biológicos al proceso productivo de una manera práctica, y que haga más eficiente la producción.

En esta investigación se utilizó el aditivo comercial Anti-Hot[®], como un método químico para la reducción del estrés calórico aplicado a diferentes densidades de producción.

1.2- ANTECEDENTES

Para el control del estrés calórico, ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en el país, se han utilizado dos estrategias: una de estas es mitigar la intensidad del estrés ambiental, que se puede hacer desde el punto de vista técnico, es factible y muy fácil de implementar, pero muy costosa, hablamos de la utilización de instalaciones con ambiente controlado. La otra alternativa es la selección genética para adaptar las aves a estas condiciones, hasta ahora no ha sido posible, porque si aumentamos la resistencia al calor, reducimos su capacidad de crecimiento. (De Basilio, 2006).

Las aves son una especie animal muy susceptible al estrés calórico y esto es muy difícil cambiarlo, al menos a corto plazo. Lo que si tenemos que intentar es mitigar el estrés que sufre el ave, tanto con el manejo como con infraestructuras; así como con tratamientos químicos en el agua de bebida.

Una sola medida no va a solucionar el problema, por lo tanto tenemos que combinar mejoras de manejo, mejoras de instalación, medidas aplicadas a la dieta y tratamientos químicos en el agua de bebida.

El tratamiento químico en el agua de bebida es importante por ser más efectivo que el tratamiento en el concentrado, ya que cuando la temperatura aumenta las aves disminuyen el consumo de concentrado para reducir la producción de calor endógeno. (Marcuello, 2011).

El rango de confort térmico para las aves adultas oscila entre los 10 y los 23 grados centígrados; así que para mantener la temperatura corporal, cuando hay elevada

temperatura ambiental es a través de la evaporación pulmonar, aparte de esto la cresta y el plumaje tienen un papel importante en la termorregulación.

Pero cuando la temperatura ambiental es muy alta, las aves no pueden evaporar toda el agua que necesitan para mantener la temperatura corporal, provocando el estrés térmico o el denominado golpe de calor. (Barroeta y Col. 2011)

Se establece que para las etapas de crecimiento y terminación (21- 42 días de edad) de los pollos de engorde, las condiciones más favorables ocurren a temperatura ambiente entre los 20 y 25 grados centígrados, con pocas variaciones no muy pronunciadas si la temperatura aumenta hasta 28 grados centígrados. (Corona, 2012).

De Basilio y col. (2002), citado por Corona (2012) indica que las condiciones climáticas tienen una serie de efectos negativos sobre las variables productivas de pollo de engorde. El estrés calórico puede afectar a los pollos de dos formas: crónica o aguda.

En la forma crónica, provocada por temperatura ambiental superior a 32 grados centígrados, el consumo de agua se duplica disminuyendo el consumo de alimento concentrado de uno a uno punto cinco por ciento por cada un grado centígrado de aumento de temperatura, afectando la ganancia diaria de peso. Mientras la forma aguda, la temperatura ambiental está entre 38 a 40 grados centígrados y humedad relativa entre 50 y 55 por ciento, la combinación de la temperatura y la humedad relativa puede provocar la muerte por golpe de calor o estrés agudo.

1.3- JUSTIFICACIÓN

La producción de carne de pollo en Panamá es muy importante porque es está la más consumida por la población, siendo el consumo per cápita de 83 libras en el 2012 (Montenegro, 2012). Por esta razón es necesario que los productores y las industrias avícolas sean cada día más eficiente. Para lograr una adecuada producción de pollo de engorde es necesario controlar los factores como el manejo, la genética, la alimentación, la nutrición, mitigar el efecto del impacto ambiental y llevar un adecuado plan sanitario. Uno de los factores que afecta mucho a las explotaciones de pollo de engorde son las elevadas temperaturas que se presentan. Esto en explotaciones de ambiente natural causa muchas pérdidas por el bajo consumo de alimento que provoca una baja ganancia de peso diaria en las aves de engorde y la elevada tasa de mortalidad en la etapa final de ciclo de producción. Para disminuir estas pérdidas se utilizó el aditivo comercial Anti-Hot[®], indicado para reducir el estrés calórico en aves de engorde, por su composición química contrarresta los efectos causados por las elevadas temperaturas.

En esta investigación se buscó un equilibrio entre la densidad de producción y el uso del aditivo Anti-Hot, para la reducción del estrés sufrido en las aves de interés para el área zotécnica. La cual beneficiara a productores que presenten esta problemática, disminuyendo el tiempo de crecimiento y engorda de la aves.

1.4- OBJETIVOS

1.4.1- General

Determinar el comportamiento productivo, fisiológico y económico de los pollos de engorde bajo efectos del producto Anti-Hot[®], a diferentes densidades e influenciado por el estrés calórico presentado en condiciones del ambiente trópico húmedo.

1.4.2- Específicos

- ✓ Evaluar el comportamiento microambiental en la sala experimental a través de la temperatura ambiental, y la humedad relativa.
- ✓ Determinar el grado de estrés calórico al cual fueron sometida las aves.
- ✓ Determinar el comportamiento del Índice de Bienestar Térmico (ITH) durante la ejecución de estudio.
- ✓ Evaluar el comportamiento de la frecuencia cardiorrespiratoria y la temperatura rectal en las diferentes densidades de producción.
- ✓ Determinar si las aves presentaron sobrecarga calórica durante la ejecución de estudio.
- ✓ Determinar el comportamiento de los parámetros productivos a diferentes densidades de producción.
- ✓ Evaluar el rendimiento en canal bajo las diferentes densidades estudiadas y determinar la rentabilidad del estudio.

1.5- HIPÓTESIS

A: Microambiente y Bienestar

Hipótesis Alternativa: (Ha)

- ✓ Existe diferencia estadística en el comportamiento microambiental de la sala experimental y se produce estrés calórico.

Hipótesis Nula: (Ho)

- ✓ No existe diferencia estadística en el comportamiento microambiental de la sala experimental y no se produce estrés calórico.

B: Comportamiento fisiológico de los pollos de carne Cobb-500

Hipótesis Alternativa: (Ha)

- ✓ El comportamiento fisiológico, el peso corporal, el rendimiento en canal y los indicadores de rentabilidad son afectados por la edad de los pollos, la densidad poblacional y los tratamientos dietéticos con el aditivo Anti-Hot® bajo estrés calórico.

Hipótesis Nula: (Ho)

- ✓ El comportamiento fisiológico, el peso corporal, el rendimiento en canal y los indicadores de rentabilidad no son afectados por la edad de los pollos, la densidad poblacional y los tratamientos dietéticos con el aditivo Anti-Hot bajo estrés calórico.

1.6- ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Alcances

Este estudio tenía como alcance conocer el comportamiento productivo, fisiológico y económico de los sistemas de producción avícola, que se desarrollan en ambiente natural, influenciados por estrés calórico, y determinar posibles alternativas para contrarrestar el efecto del estrés utilizando diferentes densidades de producción.

Limitaciones

Las condiciones ambientales pueden variar según la época del año, esto imposibilita la aplicación del estudio para determinar si utilizando diferentes densidades de producción y el aditivo Anti-Hot[®] reduce el estrés calórico en condiciones naturales sin control de los efectos del impacto ambiental en el trópico húmedo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1- Historia de la Avicultura en Panamá.

La avicultura en Panamá empieza su desarrollo en 1939, en donde se establece la primera explotación avícola, fundada por el Sr. Earle Fidanque, comenzando la explotación con aves ponedoras, para luego comercializar huevos. (Gallardo, 2005).

Luego en 1948 se establece en el Instituto Nacional de Agricultura (INA) una granja experimental donde se instalan incubadoras con el fin de realizar estudios y proporcionar pollitos a los productores más cercanos al área. (Gallardo, 2005).

Para los años 1950 a 1960 comienzan a aparecer nuevas explotaciones avícolas como Hacienda la Istmeña. S.A., Estancia las Margaritas, Granja Panamá, Avipecuaria Industrial. Esta última ubicada en la provincia de Chiriquí, propiedad del Sr. Henne. La cual se desarrolló por los aportes realizados por el Instituto de Fomento Económico. (IFE). (Botello, 1967).

A inicio de los años 60, aparece avícola Melo y para 1961 existían a nivel nacional 83,345 explotaciones avícolas con un total de 2489,129 aves de todos los tipos (pollos, gallos, pollas y gallinas) lo que determinaba un promedio de 30 aves por explotación. (Botello, 1967).

En la década de los 80 y 90 aparecen nuevas explotaciones avícolas como Avícola Atenas y Avícola Grecia. (Gallardo, 2005).

2.2- Estrés calórico en pollos de engorde.

El estrés es la respuesta e intento de adaptación a un estímulo, en que dicho estímulo recibe el nombre de factor estresante y la respuesta al estímulo como estrés. Este estímulo tiene la característica de desviar el estado normal de homeostasis: puede variar en grado que va desde un estímulo mínimo y corto a un intenso que puede llegar a provocar la muerte del individuo. (Marín, 2005).

En general, el estrés lo podemos considerar como la situación que impide el mantenimiento de la homeostasis corporal (Lorenzo, 2007). Así como todas aquellas condiciones que exige de los animales un proceso de adaptación con el fin de mantener los procesos vitales.

Escorcía (1996), citado por Marín (2005) describe el estrés en tres niveles, los cuales denomina síndrome general de adaptación.

Nivel 1: Reacción de Alarma: el cuerpo reconoce la alteración térmica o estrés y se prepara para la acción, ya sea de agresión o de fuga. Las glándulas endocrinas liberan hormonas que aumentan los latidos del corazón y el ritmo respiratorio, eleva el niveles de azúcar en la sangre, incrementa la transpiración, dilata las pupilas y hace más lenta la digestión (Escorcía, 1996).

Nivel 2: Resistencia: el animal busca adaptarse y puede llegar a superar el estrés. Sin embargo, si el estrés continúa, el cuerpo permanece alerta y no puede reparar los daños (Escorcía, 1996).

Nivel 3: El Agotamiento: cuya consecuencia puede ser una alteración producida por el estrés. La exposición prolongada al estrés agota las reservas de energía del cuerpo y puede llevar en situaciones muy extremas incluso a la muerte (Escorcía, 1996).

El estrés térmico o por calor es un estado de tensión en el pollo ocasionado por condiciones de temperatura y humedad altas, que constituye una condición peligrosa debido a que las aves presentan incapacidad para mantener las funciones normales de su organismo desencadenando un choque nervioso que puede originar la muerte por falla respiratoria y paro cardíaco. Banda (2003) citado por Marín (2005).

Los pollos de engorde de más de 1.8 kilogramos de peso pueden morir a causa del estrés por calor a temperaturas mayores de 35 grados centígrados. A temperaturas más altas los pollos de seis semanas de edad, consumirán agua a razón de más de un galón por hora por cada 100 pollos, este consumo es el doble que a temperaturas de 24 grados centígrados, por lo tanto es necesario mantener siempre el agua del bebedero fresca durante los periodos de calor intenso (Gualoto, 2013).

2.3- Adaptación de las Aves

2.3.1- Adaptación a la temperatura.

La temperatura interna de las aves es más alta que la de los mamíferos, por consiguiente la temperatura en las partes más profundas del cuerpo de las aves varían entre 41.2 grados y 42.2 grados centígrados, en contraste con 36.4 grados hasta 39 grados centígrados en los mamíferos. (Hafez 1973). Un pollito recién nacido presenta una temperatura corporal de 2.5 grados centígrados más baja que la de un ave adulta y no es hasta los seis días después que alcanza el nivel. (Hafez 1973). La temperatura en las aves varía con salida de las plumas, con el aumento de la actividad metabólica, con el tamaño de la raza y sexo. Whittow (1965) citado por Hafez (1973).

El siguiente cuadro indica los rangos de temperatura que toleran las aves, indicando la temperatura letal superior, la inferior y el margen de neutralidad. (Hafez 1973).

Cuadro I. Temperaturas letales para los pollos

Temperatura Corporal Profunda			
Edad	Temperatura letal superior	Temperatura neutral	Temperatura letal inferior
0-7	47°C	34- 36 °C	15°C
8-21	47°C	30- 34 °C	20°C
Adulto	47°C	18- 24°C	≥17°C hembras, machos

Fuente: Adaptado de Hafez (1973).

2.3.2- Clasificación de los animales de acuerdo a su temperatura corporal.

Los animales se clasifican en dos grandes grupos de acuerdo a la regulación de su temperatura corporal, estos grupos son homeotermos y poiquilotermos, también conocidos como endotermos y ectotermos respectivamente (Marín, 2005).

2.3.2.1- Homeotermos o Endotermos.

La homeotermia, es la capacidad de ciertos organismos, llamados endotérmicos, para regular su temperatura corporal y mantenerla en un valor aproximadamente constante Marín (2005). Bianca (1973) indica que los animales homeotermos son los que tienen la capacidad de controlar dentro de un estrecho margen la temperatura del cuerpo en un medio cuya temperatura puede cambiar dentro de un amplio margen, en este grupo se incluyen los mamíferos y las aves, en las aves de corral la temperatura interna varía de 40-41.5°C, en los bovinos de 38.3- 39.3°C, en los cerdos de 38.1-39 °C y en los equinos de 37.9- 38.5°C (Arauz, 2012). Se llaman animales endotermos aquellos que presentan una baja conductividad térmica. Lo que significa que su temperatura corporal depende de su propia actividad oxidativa. (Pérez 2009)

Los animales homeotermos responden a los cambios de temperatura del interior de su cuerpo, modificando adecuadamente la producción metabólica de calor y la pérdida del mismo por la superficie (Marín, 2005).

Para mantener una temperatura corporal estable, en una serie de entornos, requiere dos condiciones fundamentales. En primer lugar, un sistema efector eficiente es decir, una elevada producción de calor por vía metabólica y medios para influenciar

su pérdida por la superficie del cuerpo. En segundo término, la producción y pérdida de calor deben ser capaces de asegurar una rápida adaptación respecto a los cambios de temperatura, tanto del cuerpo como del ambiente y deben existir medios sensitivos de integración de los mecanismos efectores de termorregulación (Marín, 2005).

2.3.2.2- Poiquiloterms o Ectoterms

Los animales poiquiloterms son aquellos cuya temperatura del cuerpo varía según la temperatura del medio. Entonces decimos que los poiquiloterms son ajustadores de la temperatura (Bianca, 1973). Los poiquiloterms pueden absorber calor del sol o del medio circundante o el suelo y, de esa manera, pueden regular su temperatura mediante el comportamiento.

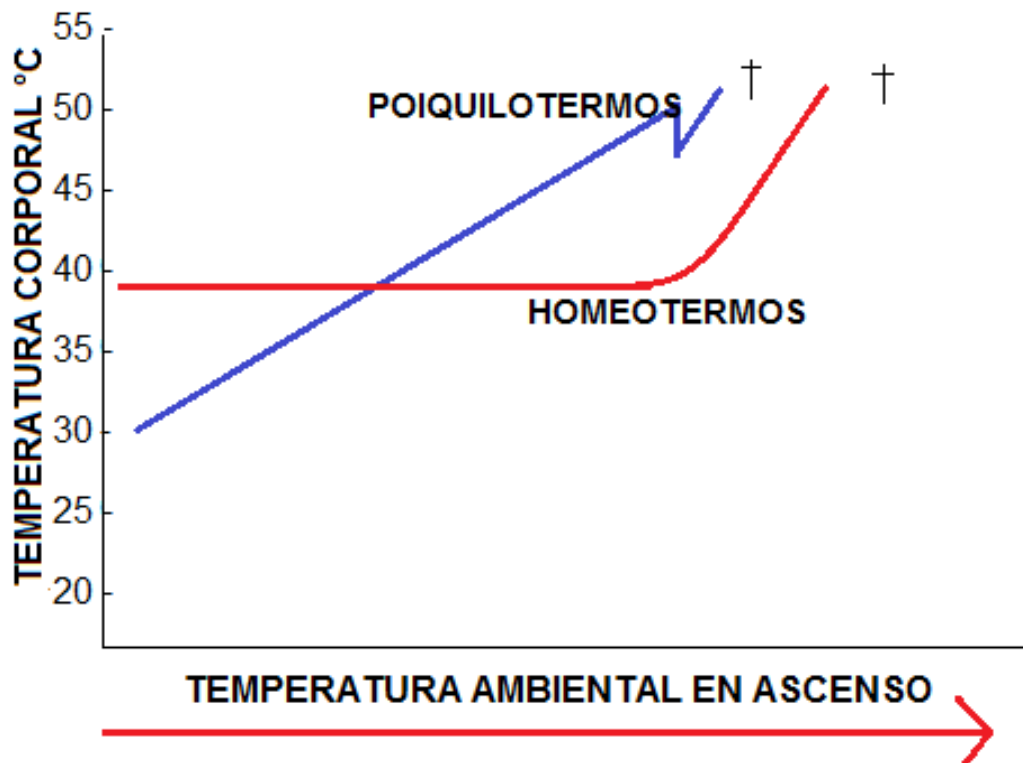
Los animales ectoterms permanecen, en mayor o menor medida, cautivos del medio, pues su actividad y su supervivencia están en todo momento en función de la temperatura ambiente, de tal modo que tratan de mantener su temperatura conforme a la del ambiente, es decir tratan de aproximar de algún modo su temperatura corporal a la de su medio externo (Marín, 2005).

A la vez los poiquiloterms se dividen en otros subgrupos que son los poiquiloterms acuáticos y los terrestres y estos en vertebrados e invertebrados Hardy (1976) citado por Marín (2005).

La siguiente figura (1) nos ilustra el comportamiento diferencial de los cambios de temperatura profunda del cuerpo de los homeotermos y poiquilotermos, en respuesta al ascenso de la temperatura ambiental.

A medida que incrementa la temperatura del medio, se eleva también la del animal poiquilotermo. La temperatura del cuerpo de los homeotermos se mantiene normal dentro de un amplio margen de estrés térmico; pero si éste rebasa un punto crítico, la homeotermia desaparece y le sigue la muerte. (Bianca, 1973).

Figura 1. Representación esquemática de los cambios de temperatura profunda de los homeotermos y poiquilotermos.



Fuente: Adaptada de Hafez, (1973).

2.3.3- Integración termo activa en el homeotermo

Las aves, es su estructura orgánica presentan componentes que actúan de manera individual o en conjunto y comunican al organismo de alguna alteración riesgosa. Estos componentes son: el cerebro que procesa la información emitida de los receptores periféricos, el sistema nervioso, los receptores nerviosos, los niveles de células sanguínea, que activan los mecanismos de ajustes que reducen los riesgos de trastornos en el organismo (Lorenzo, 2007)

2.3.3.1 Control nervioso de la termorregulación

El mantenimiento de una temperatura orgánica que varía muy poco a pesar de las grandes variaciones en la actividad y la temperatura ambiental, requiere de un exacto sistema de control (Estrada y Márquez, 2005). Este sistema debe regular la producción y la pérdida de calor y en las aves está conformada por las células nerviosas y el hipotálamo. Las aves inducen un aumento de calor a causa del enfriamiento directo del cerebro o por estimulación de los receptores del frío, lo que indica que se produce un reflejo nervioso. Las lesiones bilaterales del hipotálamo previenen el jadeo en la aves, al igual que afecta la respuesta y su comportamiento frente al calor (Estrada y Márquez, 2005).

2.3.3.2 Receptores térmicos

Los receptores nerviosos del calor corporal se encuentran en el cerebro, conectados con el hipotálamo y los receptores térmicos periféricos están distribuidos en la piel, en la boca, la faringe, el esófago y el recto, en el musculo esquelético, la medula espinal, la región inferior del tronco encefálico y en el propio hipotálamo, que son estimulados por cambios en la temperatura corporal y ambiental (Pérez 2009). En las aves se encuentran ubicados en la lengua y la piel, los cuales envían la información al hipotálamo (Lorenzo, 2007).

2.3.3.3 Comportamiento hormonal

Las temperaturas elevadas también reducen el metabolismo de algunas hormonas asociadas a la regulación térmica corporal. Las hormonas tiroideas, tiroxina y triiodotironina, están involucradas en el control de la tasa metabólica. La concentración de triiodotironina circulante esta positivamente correlacionada con el consumo de oxígeno en pollos de engorde y es la principal hormona estimulante metabólica, además está relacionada con la regulación de la temperatura y es un importante promotor del crecimiento en pollos, por lo que pueda estar comprometida en la modificación de la tasa de crecimiento en respuesta a la temperatura ambiental (Requena y col. 2006).

Sandoval et al (2000) citado por Requena, (2006) señalan que durante un estrés crónico se puede llegar a producir un aumento de los glucocorticoides, sustancias

que aceleran la degradación proteica de músculos y tejidos linfoides y conjuntivos, inhibiendo la captación de aminoácidos y la síntesis de proteínas en tejidos extrahepáticos. Además son inmunosupresores provocando mermas en los eosinófilos circulantes (con elevación de neutrófilos, eritrocitos y plaquetas) y excreción de ácido úrico y de agua libre, entre otros efectos catabólicos.

2.3.4 Termorregulación del ave

Las aves con respecto a otros animales, presentan una gran diferencia en la regulación de la temperatura, y es que estas no poseen glándulas sudoríparas con las cuales muchos animales regulan la temperatura corporal (Gualoto, 2013).

De tal manera que para la disipación del calor del cuerpo de las aves utiliza cuatro sistemas termorreguladores que son: Radiación, Conducción, Convección y Evaporación de agua del tracto respiratorio (Pérez, 2009).

Los pollos de engorde producen calor constante mediante los procesos metabólicos y la actividad física. La pérdida de calor debe ser igual a la producida ya que de lo contrario la temperatura corporal profunda aumentaría (Gualoto, 2013). Lorenzo (2007) indica que para mantener la temperatura corporal constante, el calor metabólico y muscular más el calor exógeno debe igualar al calor perdido, sin embargo Arauz (2005) citado por Lorenzo (2007), manifiesta que esto solo ocurre cuando el animal se encuentra en condiciones de termoneutralidad y donde la actividad muscular es baja.

2.3.4.1 Termorregulación por radiación

La pérdida de calor por radiación se da en forma de rayos infrarrojos que son ondas electromagnéticas que se desplazan entre el cuerpo y el medio, siempre y cuando la temperatura de la superficie del ave sea mayor que la del aire adyacente (Pérez, 2009). Bianca (1973). Dice que el flujo de calor por radiación no depende de la temperatura ni del desplazamiento del aire ambiental, sino solamente de la temperatura y naturaleza de la superficie corporal radiante. El animal radia hacia los objetos más fríos y recibe calor radiante de los objetos más calientes que él. La radiación es la vía de mayor importancia porque puede disipar hasta un 60 por ciento del calor corporal (Pérez 2009).

2.3.4.2 Termorregulación por conducción

En las aves esta tiene lugar cuando un cuerpo caliente entra en contacto físico con otro frío (Estrada y Márquez, 2005). Esta se produce a través de la patas y el musculo pectoral cuando los pollos están tumbados, y se puede observar como escarban, se bañan en la cama o buscan zonas bajo los bebederos que están más húmedos para refrescarse. La conducción permite una pérdida de calor corporal de hasta un 30 por ciento (Pérez, 2009).

2.3.4.3 Termorregulación por convección

Cuando el aire se calienta al contacto con los pollos, se expande y asciende, arrastrando calorías (Gualoto, 2013). Esta pérdida de calor ocurre cuando el aire que entra en contacto con los pollos se calienta y se eleva, permitiendo que el aire más frío descienda y se caliente a su vez. Se puede distinguir entre convección natural, originada por el gradiente térmico entre animal y el aire que lo rodea y convección forzada, originada por la fuerza del viento o artificialmente, a través de ventiladores (Estrada y Márquez, 2005). La convección puede suponer una pérdida de hasta un 12 por ciento de calor corporal (Pérez, 2009).

Cuando la temperatura ambiental está entre los 28 y 35 grados centígrados estos tres mecanismos en conjunto (radiación, conducción y convección) son suficientes para mantener la temperatura corporal del ave, ellos se ven favorecidos por un mecanismo de vasodilatación a nivel superficial así como a nivel de las barbillas y la cresta (Gualoto, 2013).

2.3.4.4 Evaporación del agua del tracto respiratorio

Es la pérdida de calor por evaporación de agua. A medida que la temperatura ambiental se va acercando a la temperatura del ave los tres mecanismos citados anteriormente (radiación, conducción y convección) se muestran ineficientes para regular la temperatura corporal, por lo que entra en marcha este cuarto mecanismo.

La temperatura elevada provoca en el ave un aumento de la tasa respiratoria y el flujo sanguíneo para aumentar el enfriamiento por evaporación (Gualoto, 2013).

La termorregulación por evaporación de agua puede alcanzar algo más de un 20 por ciento del calor corporal (Pérez, 2009).

Estrada y Márquez, (2005). Indica que por cada gramo de agua que se evapora se disipan 540 calorías de energía.

2.3.5- Respuesta fisiológica del ave al calor

La respuesta del ave al estrés por calor, cuyo objeto básico es reducir la elevada temperatura corporal, son diversas según el grado de estrés, los medios de lucha puestos en funcionamiento accionan los dos platillos de la balanza: disminución de la termogénesis y aumento de la termólisis. (Bellés, 2005).

2.3.5.1 Conducta física

Los cambios comportamentales de las aves expuestas a altas temperaturas, se manifiesta de manera que el ave se priva de la ingesta de alimento, aumentando el consumo de agua (Lorenzo, 2007). Cuando la temperatura ambiental aumenta a más de 35 grados centígrados el consumo de agua aumenta a razón de más de un galón por hora por cada 100 pollos, este consumo es el doble que a temperaturas de 24 grados centígrados (Gualoto, 2013). Al elevarse la temperatura los pollos están casi inmóvil postrándose sobre el suelo en posición costal completa con el apoyo del ala y la extremidad del mismo lado y su cabeza, ligeramente levantada con el cuello estirado para facilitar la conducción del aire vía inspiratoria y espiratoria; facilitando la respiración forzada y el jadeo (Lorenzo, 2007).

2.3.5.2. Consumo de alimento

Cuando la temperatura aumenta de 22 a 32 grados centígrados, el consumo de alimento disminuye en un 36 por ciento (Estrada y Márquez, 2005), el pH sanguíneo cambia a causa del estrés que sufren los pollos, y en consecuencia ocasiona un bajo consumo voluntario que conlleva a un bajo crecimiento, disminuyendo los rendimientos productivos y elevando la mortalidad al igual que los costos de producción (Lorenzo, 2007). Yousef, (1985) citado por Lorenzo (2007) dice que el estrés calórico contribuye a incrementar la temperatura corporal y consecuente a esto la temperatura de la sangre aumenta, actuando de este modo como un inhibidor del centro del hambre.

2.3.5.3 Consumo de agua

Dentro del cuerpo, el agua constituye el medio básico para el transporte de nutrientes, eliminación de productos de desechos y para el mantenimiento de la temperatura corporal, de tal manera que cuando se da un aumento en la temperatura ambiental fuera del rango de neutralidad el consumo de agua se duplica aumentando hasta un 6 por ciento por cada grado centígrado de incremento (Flores y col. 2003). El consumo de agua se incrementa por dos motivos, uno es para aprovechar el efecto refrescante de la misma, ya que las aves mojan su cresta y barbilla mientras beben y la otra es para compensar las pérdidas de agua producidas durante el jadeo (Lorenzo, 2007).

Se ha comprobado que cuando más alto sea la temperatura, más líquido consumen las aves; entre los 30 y 35 grados centígrados de temperatura ambiental, las aves empiezan a beber menos, hasta tal punto que a los 40 grados centígrados las aves no la beberían hasta estar muy sedientos, a los 45 grados centígrados estos se rehúsan totalmente al consumo de agua; reflejando un retraso y la detención del crecimiento. (Torrijos, 1976)

2.3.5.4- Comportamiento del ave

Cuando se incrementa la temperatura y sobrepasa los límites máximos de tolerancia el comportamiento más común de los pollos es postrarse sobre la cama, buscando el área donde haya mayor humedad y se aíslan de los demás. Este comportamiento ayuda a que el ave pierda mucho más calor corporal por medio del mecanismo de conducción en comparación con la posición normal de pie (Siegel, 1973).

2.3.6- Constantes fisiológicas

El control del balance calórico, está ubicado en el hipotálamo, el cual regula el mantenimiento de la temperatura corporal. Cuando el ave se expone a un aumento de temperatura ambiental, se activa una serie de mecanismos que promueven la disipación de calor, destacándose entre ellos la frecuencia cardiaca o vasodilatación periférica y la frecuencia respiratoria (Chacón y col. 2010).

2.3.6.1- Frecuencia cardiaca

Definimos frecuencia cardiaca como las veces que el corazón realiza el ciclo completo de llenado y vaciado de sus cámaras es un determinado tiempo (Rojas y col., 2008). En pollos de engorde, cuando la zona de bienestar es neutra la frecuencia cardiaca varía de 130 y 165 pulsaciones por minuto (Lorenzo 2007).

Las altas temperaturas producen disminución del gasto cardiaco y de la presión sanguínea y aumento en la resistencia periférica total. A temperaturas de 28 a 36 grados centígrados se produce una expansión del volumen sanguíneo y disminución de la viscosidad sanguínea en pollos de engorde. También causa dilatación de los vasos sanguíneos, incrementando la frecuencia cardiaca a más de 300 pulsaciones por minuto (Rojas y col., 2008).

2.3.6.2- Frecuencia respiratoria

Cuando la temperatura ambiental aumenta, sobrepasando los niveles de termoneutralidad, la frecuencia respiratoria se aumenta en las aves evaporando agua para la eliminación de calor. Siegel (1973) indica que la frecuencia respiratoria puede estar entre 140 y 170 veces por minuto a una temperatura corporal de 44 grados centígrados. Cuando las aves estas dentro de los niveles de termoneutralidad la frecuencia respiratoria varía entre 14 y 36 veces por minuto. (Borba y col. 2011).

2.3.6.3- Temperatura rectal y tegumentaria

Las aves presentan una temperatura corporal de 40.5 a 41.6 grados centígrados (Díaz, 2009). Esta temperatura se incrementa a medida que la temperatura ambiente aumenta sobrepasando los límites de bienestar del ave. Estudios indican que durante la fase diurna las aves tienden a aumentar la temperatura interna por la radiación solar que durante la fase nocturna. Se ha indicado que si se presenta un incremento de la temperatura corporal a 47 grados centígrados será letal, pero si el inicio del estrés por calor es repentino a 45 grados centígrado es mortal (Quintana, 1999 citado por Lorenzo, 2007).

2.4- Aditivo Comercial Anti-Hot®

Anti-Hot es una fórmula establecida para contrarrestar los efectos producidos por el estrés por calor, aun con problemas de absorción por agua de mala calidad, que provocan síntomas como: fiebre, incremento del metabolismo, reducción del consumo de alimento, postración, y otros (Zúñiga, 2013).

2.4.1- Composición química

El Anti-Hot está compuesto de la siguiente forma:

- Ácido Acetil Salicílico 12.5 %
- Ácido Ascórbico 2.0%
- Metamizol 2.5 %
- Excipientes c.s.p 83.0 %

- ✓ Formula química del Ácido Acetil Salicílico.

C₉H₈O₄

- ✓ Formula química del Ácido Ascórbico.

C₆H₈O₆

- ✓ Formula química del Metamizol

C₁₃H₁₆N₃O₄Na

2.4.2- Mecanismo de Acción

➤ Ácido Acetil Salicílico

Interfiere con la síntesis de prostaglandinas inhibiendo así la presentación de los signos de los procesos inflamatorios, reduciendo el dolor y la hinchazón, posee también efectos analgésicos y antipiréticos. Los efectos analgésicos son efectos indirectos sobre el sistema nervioso central, al disminuir la síntesis de prostaglandinas, se reduce la percepción del dolor. Los efectos antipiréticos son el resultado de la inhibición de la síntesis de prostaglandinas (Zúñiga, 2013).

Otra acción del ácido acetil salicílico es incrementar la tasa de sudoración al aumentar la dilatación vascular epidérmica o tegumentaria, lo cual beneficia la pérdida de calor (Arauz, 2012).

➤ **Ácido Ascórbico**

Actúa bloqueando los radicales libres, refuerza las respuestas inmunológicas y captura metales pesados de aguas duras (Zúñiga, 2013). Es un contribuyente de la estabilidad iónica en el plasma, actúa como un dilatador mejorando el intercambio entre la fluidez extracelular y la intracelular y beneficia el pH ácido sanguíneo frente al perfil excesivo de dióxido de carbono (CO₂) sanguíneo por la hipertensión (Arauz, 2012).

➤ **Metamizol**

Actúa sobre el dolor y la fiebre reduciendo la síntesis de prostaglandinas pro inflamatoria. No produce efectos gastrolesivos significativos (Zúñiga, 2013).

2.4.3- Administración y Dosis

Mezclar uno a tres gramos por cada litro de agua de bebida, durante la primera mitad del día a partir de los 30 días de edad de las aves.

2.5- Funciones biológicas del Ácido Acetilsalicílico

El ácido Acetilsalicílico o AAS ($C_9H_8O_4$), conocido popularmente como aspirina; es un fármaco de la familia de los salicilatos, usando frecuentemente como antiinflamatorio, antipirético (para reducir la fiebre), analgésico (para el alivio del dolor leve y moderado), y antiagregante plaquetario (indicado para evitar riesgo de formación de trombos sanguíneos). Dentro del grupo de los antiinflamatorios no esteroideos derivados del ácido carboxílico se puede mencionar: los salicilatos como el ácido Acetilsalicílico; los ácidos propiónicos como el ibuprofeno (Gualoto, 2013). Estas propiedades les ofrecen un beneficio circulatorio y termorregulador auxiliar a los animales homeotermos sometidos al estrés calórico en general, ya que facilita la termólisis pasiva (hidrodifusión tegumentaria fisiológica) y la activa (sudoración y evaporación (Arauz, 2012).

2.5.1- Mecanismo de acción

Los mecanismos biológicos para la producción de la inflamación, dolor o fiebre son muy similares. En ellos interviene una serie de sustancias que tienen un final común. En la zona de lesión se genera unas sustancias conocidas con el nombre de prostaglandinas. A esta se les podría llamar también "Mensajeros del dolor". Estas sustancias informan al sistema nervioso central de la agresión y se pone en marcha los mecanismos biológicos de la inflamación, el dolor o la fiebre (Ruiz, 2006).

En 1971 el farmacólogo británico John Robert Vane demostró que el ácido acetilsalicílico actúa interrumpiendo estos mecanismos de producción de prostaglandina y tromboxanos. Así gracias a la utilización de la aspirina, se restablece la temperatura del organismo y se alivia el dolor. La capacidad de la aspirina de suprimir la producción de prostaglandina y tromboxanos se debe a la inactivación irreversible de la ciclooxigenasa (COX), enzima necesaria para la síntesis de esas moléculas proinflamatorias. La acción de la aspirina produce una acetilación (es decir, añade un grupo acetilo) en un residuo de serina del sitio activo de la ciclooxigenasa (Gualoto, 2013).

2.5.2- Farmacocinética

2.5.2.1- Absorción

La absorción del ácido acetilsalicílico es generalmente rápida y completa tras la administración oral. Se absorbe rápidamente por trato gastrointestinal, si bien las concentraciones intragástricas y el pH del jugo gástrico afectan su absorción, la concentración plasmática máxima se alcanza generalmente, al cabo de dos horas con dosis única (Gualoto, 2013).

2.5.2.2- Distribución

Tanto la aspirina como el ácido salicílico se unen parcialmente a proteínas plasmáticas (principalmente a la albumina). El valor normal de la unión de ácido salicílico a proteína es del 80 al 90 por ciento. Así el ácido acetilsalicílico y el ácido salicílico se distribuyen en el fluido sinovial, el sistema nervioso central y la saliva.

El ácido salicílico atraviesa fácilmente la placenta y a dosis elevadas se excreta por la leche (Gualoto, 2013).

2.5.2.3- Metabolismo

El ácido acetilsalicílico se hidroliza rápidamente en ácido salicílico a través del hígado, con una vida media de 15 - 20 minutos. Además el ácido salicílico se excreta parcialmente inalterado, y se metaboliza parcialmente en conjugación con la glicina y ácido glucurónico, y por oxidación. También es hidrolizada a ácido acético y salicilato por esterasas en los tejidos y la sangre. La vida media de ácido salicílico depende de la dosis. La aspirina pasa por el hígado, siendo después absorbida por el torrente sanguíneo ayudando así a calmar el dolor y malestar general (Gualoto, 2013).

2.5.2.4- Excreción

El ácido Acetilsalicílico se elimina principalmente por la metabolización hepática, los metabolitos incluyen ácido aslicilúrico, ácido gentisico, y ácido gentisurico. Por ello, la vida media de eliminación varía desde dos a tres horas abaja dosis hasta aproximadamente las 15 hora con altas dosis. El ácido salicílico se excreta principalmente por vía renal (Gualoto, 2013).

2.5.2.5- Efectos secundarios

Role, 2008 citado por Gualato 2005. Indica que las reacciones adversas al ácido acetilsalicílico son trastornos gastrointestinales, hepatobiliares, renales y trastornos de la sangre y sistema linfático.

2.5.2.5.1 Trastornos gastrointestinales

Trastornos frecuentes del tracto gastrointestinal bajo y alto, así como signos y síntomas de dispepsia (trastorno de la secreción y motilidad gastrointestinal), dolor gastrointestinal, raramente trastornos como ser: inflamación gastrointestinal, úlcera gastrointestinal que puede evolucionar muy raramente a una úlcera gastrointestinal sangrante y perforante (Role, 2008).

2.5.2.5.2 Trastornos hepatobiliares

Se han reportado casos aislados y transitorios de alteraciones de la función hepática, como el incremento de las transaminasas (Role, 2008).

2.5.2.5.3 Trastornos renales

Se han reportado casos de alteración de la función renal e insuficiencia renal aguda (Role, 2008).

2.5.2.5.4 Trastornos de la sangre y sistema linfático.

Debido al efecto inhibitorio sobre la agregación plaquetaria, el ácido acetilsalicílico puede ser asociado con un riesgo aumentado de sangrados. Se han observado sangrados, como ser hemorragias en hematomas, epistaxis. Se han informado episodios raros a muy raros de sangrados severos, como ser hemorragia del tracto gastrointestinal (Role, 2008).

2.6- Característica de la Línea Cobb 500

La línea Cobb 500 inicia su desarrollo en el año 1947 cuando una línea de aves blancas llamada White Rocks se cruza con el macho Vantress, línea conocida como el varón cárnico blanco dominante, proporcionando la fundación de la línea de pedigrís Cobb 500. (Gallardo, 2005). Según Vargas (2009), la línea de pollos de engorde Cobb 500 es un pollo el cual tiene una eficiente conversión alimenticia excelente tasa de crecimiento. La línea Cobb 500 brinda:

- Producción de carne a un menor costo
- Rendimientos superiores
- Es más eficiente en cuanto a conversión alimenticia
- Presente un alto nivel de uniformidad
- Tiene un rendimiento reproductivo competitivo.
- Habilidad de crecimiento utilizando dietas de menor costo.

FIGURA 2. LINEA DE POLLO DE CARNE COBB-500.



Fuente: google, 2015.

2.7- Infraestructuras para una explotación avícola de ambiente natural

2.7.1- Galera o galpón

El galpón debe estar situado siguiendo el sentido del sol y para disminuir el sobrecalentamiento del techo se podrían sembrar árboles frondosos alrededor del galpón, también se debe proteger de las corrientes de aire, para esto se utiliza cortinas en polietileno, tanto dentro como fuera del galpón, las cortinas deben ser instaladas de manera que abran de arriba hacia abajo, con, el fin de, regular la acumulación de amonio u otros gases dentro del galpón. (Alvarado, 2010). Existen diferentes sistemas de producción a nivel mundial y el diseño de la galera está dado por las condiciones del clima en la región, podemos decir que existen tres climas principales para los cuales han sido diseñados:

- Climas cálidos húmedos: se recomienda galeras abiertas o natural.
- Climas cálidos secos: galeras de ambiente controlado con sistema de enfriamiento.
- Climas templados: galeras de ambiente controlado. (Gallardo, 2005).

2.7.2- La Cama y su manejo

El material de la cama debe estar distribuido homogéneamente a una profundidad de ocho a diez cm de altura, se debe buscar un material de fácil manejo y adquisición, preferiblemente se debe utilizar cascarilla de arroz. También se puede utilizar aserrín, cascarilla de café, pero son materiales pequeños pudiendo haber consumo por parte de los pollos, traduciendo en una disminución en consumo por ave por día de concentrado. (Alvarado, 2010).

2.7.2.1 Funciones de la Cama

Las funciones de la cama son las siguientes:

- Absorción de humedad
- Dilución del material fecal
- Minimiza el contacto de las aves con las excretas
- Provee aislación entre el piso y las aves. (Athanasiadis, 2013).

2.7.3- Sistemas de Comederos

El espacio para alimentar a las aves es absolutamente crítico, si este es insuficiente, la tasa de crecimiento se reduce y la uniformidad se verá seriamente afectada. La distribución del alimento y la proximidad de los comederos a las aves son claves para lograr la tasa programada de consumo de alimento. Todos los sistemas de comederos deben ser calibrados para permitir suficiente volumen de alimento con el mínimo desperdicio. (Alvarado, 2010).

2.7.3.1- Comederos Colgantes

Generalmente se recomiendan comederos de platón, ya que permiten el movimiento libre de las aves dentro del galpón, inciden menos en el derrame de alimento y mejora la conversión alimenticia. Además los comederos de platón se llenan simultáneamente, minimizando la competencia de las aves cuando las líneas de alimento están siendo cargadas (Alvarado, 2010).

2.7.3.2- Comederos Automáticos

- ✓ Estos deben permitir un espacio mínimo de 2.5 cm por ave.
- ✓ El borde de la bandeja de alimento debe estar al nivel del lomo de las aves
- ✓ El movimiento de las aves dentro del galpón se puede restringir, si la altura no se ajusta adecuadamente
- ✓ La profundidad del alimento se controla por medio de tapas corredizas en las tolvas y debe ser monitoreadas muy de cerca para evitar su desperdicio. (Alvarado, 2010).

2.7.4- Sistemas de Bebederos

El suministro de agua fresca y limpia, es fundamental para una buena producción avícola, sin una buena ingestión de agua, se disminuye el consumo de alimento y se ve comprometido el desempeño del ave. (Alvarado, 2010).

2.7.4.1- Bebederos Cerrados (sistemas de Niple)

Los bebederos de niples deben tener una presión uniformemente distribuida, optimizada para la salida del agua sin producir goteo excesivo.

Se deben ajustar de acuerdo a la altura de los pollitos y los requerimientos de presión de agua. Los pollitos deben siempre escasamente llegar a ellos y nunca agacharse para alcanzar el resorte de descarga. Mientras estén bebiendo, sus patas deben estar siempre firme sobre el piso. Se recomiendan nueve aves por niple y cada niple debe estar a 35 cm entre niple para un desempeño óptimo del pollo de engorde. (Alvarado, 2010).

2.7.4.2- Bebederos Abiertos o de Campana

Los bebederos de campana deben ser suspendidos para asegurar que el nivel del borde del bebedero sea igual a la altura del lomo del ave cuando esta parada normalmente, la altura debe ser ajustada a medida que las aves crecen para minimizar la contaminación, los bebederos de campana deben proveer un espacio por ave para beber, de por lo menos 0.6 cm. El agua debe estar a 0.5 cm del borde del bebedero al día de nacido los pollitos y gradualmente aumentar a una profundidad de 1.25 cm después de los siete días de edad. (Alvarado, 2010).

2.8- Manejo Nutricional

La nutrición es el proceso que facilita a las células de las aves, la porción necesaria de nutrientes para el funcionamiento óptimo del metabolismo para su mantenimiento, crecimiento, trabajo, producción y reproducción. La nutrición comprende la ingestión, digestión, absorción de los elementos químicos que componen los alimentos. (Scott, 1973).

Cuadro II. Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en diferentes etapas.

Edad en días	1 - 7	8 – 21	22 - 33	34 - 42	43 - 46
Nutrientes					
Proteína %	22	20	19	17.8	17
Energía Met.(Kcal/kg)	2925	2980	3050	3100	3150
Calcio (Ca) %	0.920	0.860	0.750	0.650	0.582
Fosforo(P)% disponible	0.470	0.384	0.335	0.290	0.260
Lisina (Lis)% digestible	1.304	1.141	1.045	0.969	0.891
Metionina (Met) % disp.	0.509	0.445	0.418	0.388	0.356

Fuente: Rostagno y col. (2011)

2. 8.1- Proteína

Las proteínas forman una importante parte estructural de los tejidos blandos del organismo de las aves, tales como músculos, tejidos conjuntivos, piel, plumas, uñas, y parte cornea del pico. Las proteínas en la nutrición de las aves están dadas por los niveles alimentarios y disponibilidad biológica de cada aminoácido esencial, junto con un nivel alimentario suficiente de nitrógeno de aminoácidos no esenciales para suministrar a las aves, a nivel celular, todos los elementos necesarios para sintetizar eficiente y económicamente toda sus proteínas orgánicas. (Scott y Col. 1973).

2.8.2- Aminoácidos

Los aminoácidos son la base fundamental de las proteínas, de todos los aminoácidos conocidos, los pollos no pueden formar intraorgánicamente diez, por lo que debe ser suministrado en las raciones que pongamos a su disposición. Estos aminoácidos que los pollos no pueden sintetizar se le conocen como esenciales y los que pueden formar en su organismo se le conoce como no esenciales o secundarios. (Torrijos, 1976).

Cuadro III. Clasificación nutricional de los aminoácidos

Sintetizados por las aves (no esenciales)	No sintetizados por la aves (esenciales)	Sintetizados de sustratos limitados
Alanina	Arginina	Tirosina
Ácido Aspartico	Lisina	Cistina
Asparagina	Histidina	Hidroxilisina
Acido Glutámico	Leucina	
Glutamina	Isoleucina	
Hidroxiprolina	Valina	
Glicina	Metionina	
Serina	Treonina	
Prolina	Triptófano	
	Fenilalanina	

Fuente: Scott y col. 1973

2.8.3- Energía

La energía requerida por las aves para el crecimiento de los tejidos orgánicos, producción de huevos, realización de actividades físicas y mantenimiento de la temperatura normal del organismo, se derivan de hidratos de los carbonos, grasa y proteínas de la ración. (Scott y Col. 1973).

La energía consumida puede utilizarse en tres formas distintas:

- Convertirse en calor.
- Almacenarse como tejido orgánico.
- Utilizarla para el trabajo.

2.8.4- Minerales

Las aves como todos animales, tienen requerimientos de minerales que están determinados por la especie, raza, línea, edad, estado de producción, etc. Estos son requeridos para la formación de estructuras óseas del organismo, para el funcionamiento de la homeostasis y algún forman parte de hormas o enzimas. (Scott. y Col. 1973).

Cuadro IV. Clasificación de los elementos inorgánicos (minerales) esenciales nutricionalmente según su función.

Elementos estructurales	Elementos homeostáticos	Elementos vestigiales
Calcio	Sodio	Magnesio
Fosforo	Potasio	Manganeso
	Cloro	Zinc
		Cobre
		Selenio
		yodo

Fuente: Scott y col. 1973.

2.8.5- Vitaminas

Las aves son particularmente susceptibles a las carencias vitamínicas y tienen grandes necesidades de estas ya que son la puesta en marcha de las reacciones metabólicas vitales del organismo. (Scott. y Col. 1973).

Las vitaminas son suministradas rutinariamente en la mayoría de los alimentos avícolas y pueden clasificarse en:

- Solubles en agua: incluye las vitaminas del complejo B
- Solubles en grasa: incluye la vitamina A, D, E, K.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Localización del Estudio

El estudio fue ejecutado y desarrollado en las instalaciones de producción avícola del Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí (CEIACHI) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Panamá, ubicada en el corregimiento de Chiriquí, distrito de David, Provincia de Chiriquí. A una altitud de 26 metros sobre el nivel del mar (msnm) correspondida entre los 8°23'17.86" latitud norte y los 82°19'50.80" longitud oeste.

FIGURA 3. MAPA AÉREO DE LA UBICACIÓN DE PROGRAMA AVÍCOLA.



Fuente: Google Earth. 2014

3.1.2 Condiciones Climáticas

La temperatura promedio anual es de 27.3 °C con variaciones que oscilan entre los 23°C y 36°C, con una humedad relativa que fluctúa entre 53 y 90 %.

3.1.3 Duración y Periodo de Trabajo

La fase experimentas presentó una duración de 44 días, extendiéndose desde el 29 de Julio al 9 de septiembre de 2014, correspondiendo a seis semanas y media.

3.1.4 Descripción de las Infraestructuras

Las condiciones físicas de infraestructuras presentaron paredes de cemento, techado de zinc, cercado de alambre ciclón, unidades de ventilación, luz eléctrica, disponibilidad de agua, bodega de almacenamiento de concentrado y medicamentos.

FIGURA 4. INFRAESTRUCTURA UTILIZADAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.



3.1.5 Alojamiento

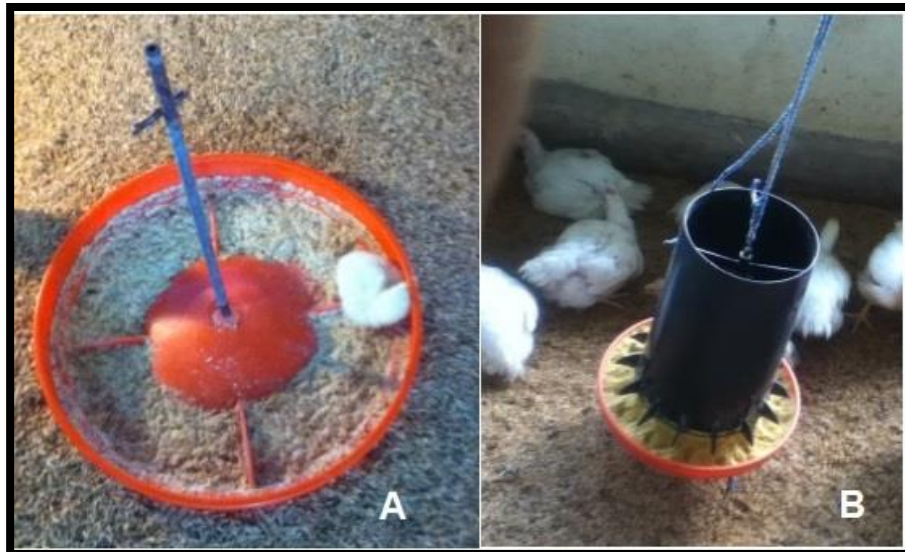
Las aves estuvieron distribuidas en 12 corrales dentro del galpón con 10 aves en cada uno de ellos.

3.1.6 Equipos

Comederos

Los comederos se colocaron uno por sección o corral. Para los primeros 14 días se dispuso de comederos tipo bandeja para los pollos pequeños, que fueron posteriormente sustituidos por comederos tipos tubulares de llenado manual con capacidad de 8 kg.

FIGURA 5. COMEDEROS: A. COMEDERO TIPO BANDEJA, B.COMEDEROS TUBULARES DE LLENADO MANUAL.



Bebederos

Para el suministro de agua durante las tres primeras semanas se utilizó bebederos manuales de un galón cada uno y se colocó uno por cada sección o corral, para posteriormente reemplazarlos por bebederos automáticos tipo campana.

FIGURA 6. BEBDEROS: A. BEBEDEROS AUTOMATICO TIPO CAMPANA, B. BEBEDEROS MANUALES.



Calefacción

Para proporcionar una temperatura adecuada durante los primeros días de vida de los pollos se utilizaron bombillos fluorescentes de 60W. En cada sección se colocó un bombillo desde la recepción de las aves. Durante la primera semana se dejaron prendido los bombillos las 24 horas, luego la segunda semana se prendían solo en la noche hasta los 21 días cuando se retira la calefacción.

FIGURA 7. SISTEMA DE CALEFACCIÓN UTILIZADO DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL DE ESTUDIO.



3.1.7 Plan Sanitario.

El factor más importante en una explotación avícola es mantener una buena higiene, una alimentación adecuada, un manejo correcto y un alojamiento adecuado. En el siguiente cuadro se explica el plan de manejo sanitario que se aplicó durante la fase experimental de este estudio, esta detallado por día, describe la actividad que se realizó y en qué etapa fue ejecutada.

CUADRO V. MANEJO SANITARIO QUE SE APLICÓ DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL DEL ESTUDIO.

Días	Etapa	Descripción
1	Pre-Inicio	Agua y azúcar por dos horas
2-5	Pre-Inicio	Antibiótico y Vitaminas
6-7	Pre-Inicio	Antibiótico en el agua de bebida.
8	Inicio	Vacuna contra el Gumboro.
9-13	Inicio	Solo agua
14	Inicio	Segunda dosis de Vacuna contra el Gumboro.
17-20	Inicio	Vacuna contra la Viruela
30-32	Crecimiento	Suministro del producto Anti-Hot.
36-43	Engorde	Suministro del producto Anti-Hot.

Fuente: Programa Avícola CEIACHI.

3.2 PLAN DE MANEJO.

3.2.1. Manejo general del galpón y los pollos

Inicialmente se sacó la gallinaza del galpón de la parvada anterior, luego se continuó con los siguientes pasos:

- 1- Distribución de detergente
- 2- Lavado de las paredes.
- 3- Desinfección de la galera.
- 4- Lavado de las cortinas
- 5- Lavados de los equipos (comederos y bebederos)

El detergente (0.45 kg) se diluyó en 20 litros de agua y posteriormente se le aplicó a las paredes que rodean la sala experimental, luego se limpió y se retiró con agua. Después de este paso se aplicó desinfectante con propiedades bactericidas, viricidas y fungicidas (Baladine 3.5 % yodo). En la aplicación del desinfectante se utilizó 50 ml por cada 20 litros de agua. Los equipos fueron lavados y desinfectados para su posterior uso a medida que se desarrollaba el experimento.

FIGURA 8. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LOS COMEDEROS TUBULARES.



Con respecto al manejo de los pollos, estos se vacunaron contra Gumboro, ocho días después de la llegada a la sala experimental. Esta vacunación se realizó por medio del agua de bebida, diluyendo una dosis para 1000 pollos en 200 litros de agua. Posteriormente se suspendió el suministro líquido por dos horas para luego proporcionarles el agua con la vacuna e incitar el consumo de la misma. Se utilizó un sobre de complejo vitamínico y lifloxacina líquida como antibiótico, en conjunto fueron suministrados en el agua de bebida por cinco días desde la llegada de las aves, luego solo se les aplicó lifloxacina en el agua de bebida por dos días.

Al cumplir las aves 30 días de ingresar a la sala experimental se le suministró el aditivo Anti-Hot® indicado para reducir el estrés calórico. Se aplicó en el agua de

bebida a razón de tres gramos por litro de agua (3g/L), brindado durante las primeras horas de la mañana, luego se les cambiaba a agua libre sin el aditivo.

3.2.2 Iluminación

El programa de iluminación, en la primera semana se utilizó luz artificial las 24 horas, luego en las siguientes semanas la luz artificial se utilizaba en horas nocturnas, siendo la luz natural utilizada en las horas diurnas. Las aves se pesaron al momento del ingreso y luego cada siete días durante el periodo del experimento hasta cumplir 44 días.

3.2.3. Línea comercial de pollo utilizada

Para ejecutar este estudio se utilizó 120 pollos de la línea Cobb 500 sin sexar.

3.2.4. Distribución de los animales

La distribución de los pollitos se realizó completamente al azar en cada uno de los cuatro tratamientos y dentro de las réplicas de cada tratamiento. Cada replica contaba con diez pollos.

3.2.5. Sistema de alimentación

El alimento se les suministró a voluntad, debido a que las aves consumen el alimento durante todo el día lo que favorece su desarrollo y crecimiento.

Las etapas de alimentación fueron las siguientes:

Pre-inicio: del día 1 hasta el 7.

Inicio: del día 8 hasta el 21.

Crecimiento: del día 22 hasta el 35.

Finalización: del día 36 hasta el 44.

CUADRO VI. TABLA DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN LAS RACIONES

INGREDIENTES	1 a 7 días	8 a 21 días	22 a 35 días	36 a 44 días
	%	%	%	%
Maíz Quebrado	51.00	54.75	56.00	58.10
Harina De Soya	32.00	28.00	23.30	21.00
Harina De Carne	5.00	5.00	5.00	4.75
Polidura De Arroz	8.95	9.18	11.50	12.00
Lysina	0.25	0.25	0.25	-
Methionina	0.25	0.25	0.25	-
Premezcla Pollo	0.25	0.25	0.25	0.25
Sal Cruda	0.35	0.35	0.40	0.35
Levadura	0.25	0.25	0.25	0.25
Caliza	0.90	0.80	0.75	0.45
Biofos	0.50	0.40	0.25	0.10
Coccidiostatos	0.05	0.05	0.05	-
Cap. De Micotox	0.25	0.25	0.25	0.25
Antibiótico Premix	-	0.22	0.25	-
Grasa Animal	-	-	1.25	2.50
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Programa Avícola CEIACHI.

3.2.6. Tratamientos

Se utilizaron diferentes densidades de producción para cada tratamiento. Estos tratamientos se distribuyeron según el modelo de bloque completamente al azar.

El área utilizada por cada tratamiento se describe a continuación:

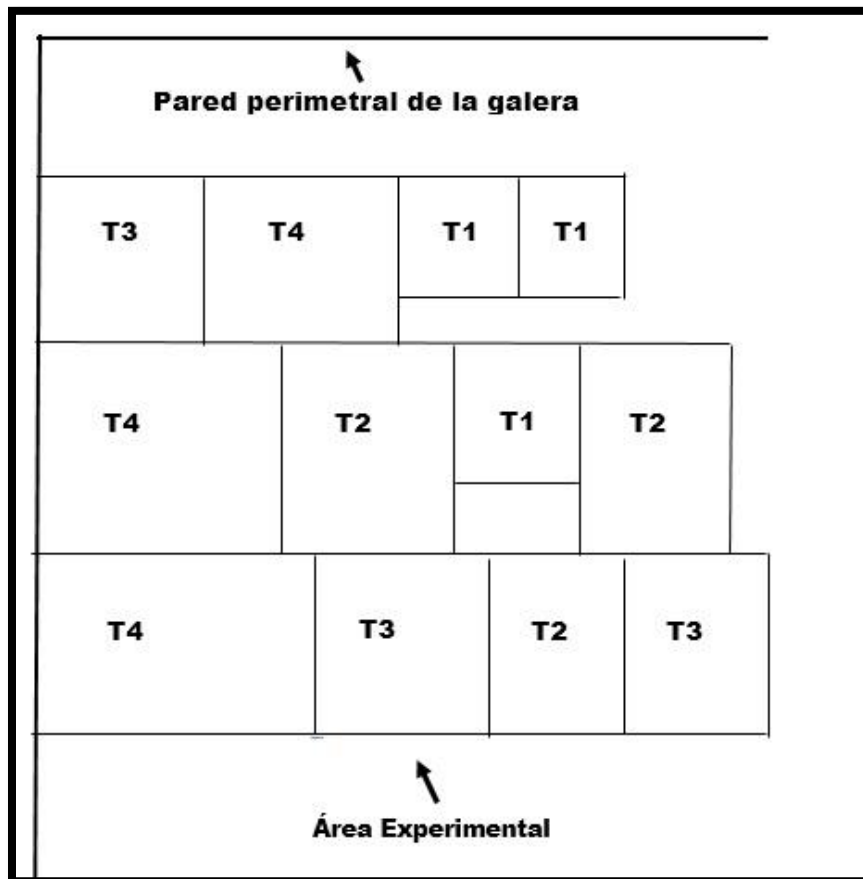
T1= 1 pie cuadrados por ave

T2= 1.5 pie cuadrados por ave

T3= 2.0 pie cuadrados por ave

T4= 2.5 pie cuadrados por ave

FIGURA 9. DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN LA SALA EXPERIMENTAL.

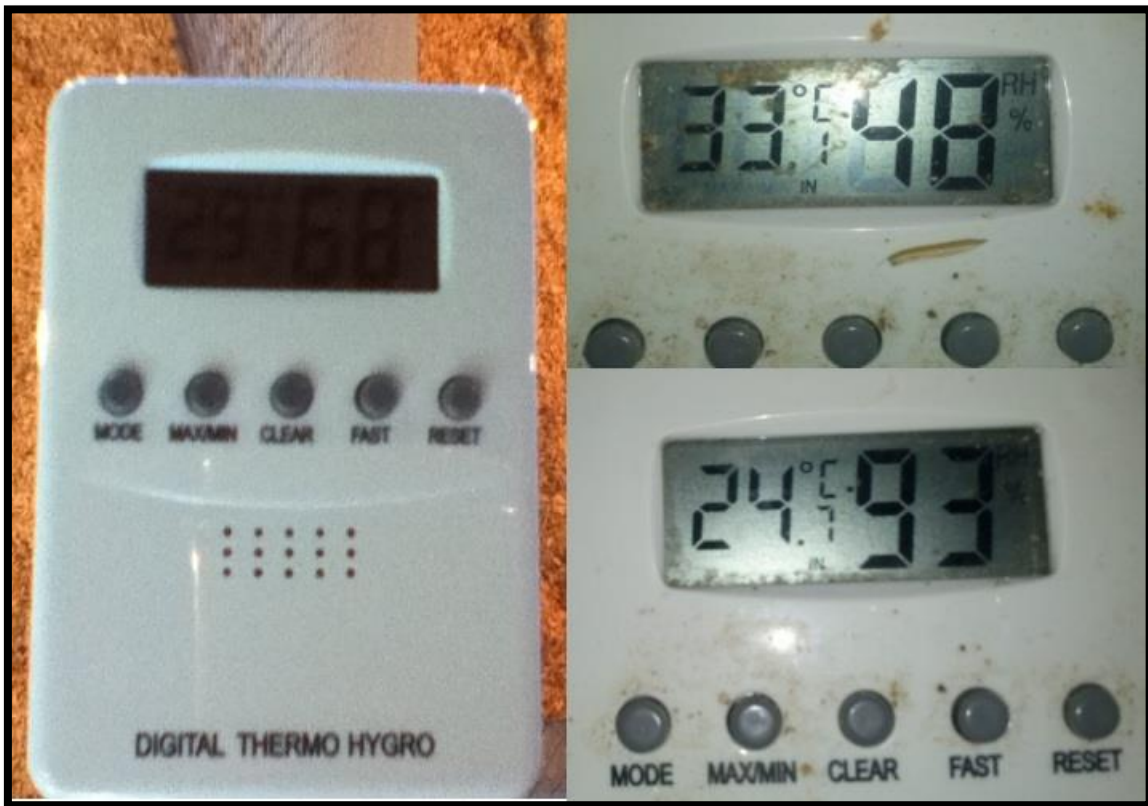


3.3- VARIABLES A EVALUAR

3.3.1- Parámetros Ambientales o Climáticos.

Los parámetros ambientales que se recolectaron durante la fase del experimento fueron la temperatura ambiental del bulbo seco (T_{abs}) y la humedad relativa (HR) los cuales fueron registrados en intervalos de cinco horas a partir de las siete de la mañana (7:00 am, 12:00 md, 5:00 pm). Para la lectura de estas variables se utilizó un termohigrómetro digital realizando las lecturas en el momento.

FIGURA 10. TERMOHIGROMETRO DIGITAL PARA REALIZAR LAS LECTURAS DE LAS VARIABLES AMBIENTALES.



El índice de temperatura y humedad (ITH) se calculó utilizando la temperatura ambiental del bulbo seco (T_{abs}) y la humedad relativa (HR) (Arauz, 2012). El mismo es el resultado de la suma de la temperatura y la humedad. Este se evaluó dentro del galpón.

La fórmula utilizada para determinar el ITH, fue la siguiente.

$$ITH = T_{abs} + HR.$$

Dónde: ITH= Índice de Temperatura y Humedad.

T_{abs} = temperatura ambiental del bulbo seco.

HR= humedad Relativa.

3.3.2- Parámetros fisiológicos

La evaluación del comportamiento fisiológico de los pollos se realizó cuando los pollos tenían 30, 37 y 44 días de edad, ya que a partir de esta fecha fue que se le suministro el producto Anti-Hot®. Las lecturas de la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal se realizaron en intervalos de tres horas desde las seis de la mañana hasta la nueve de la noche, por tratamiento se seleccionaban cinco pollos los cuales se les tomaba la lectura de las variables en el momento. Para la frecuencia cardiaca se utilizó un estetoscopio el cual se cronometro por 20 segundos y se multiplicó por tres para conocer la lectura por minuto. La frecuencia respiratoria se determinó por auscultación por cronometría en 20 segundos, la cual se multiplicó por tres para conocer la lectura por minuto. Para determinar la temperatura rectal se utilizó un termómetro digital el cual se colocó en el recto del ave por un minuto para luego hacer la lectura en grados centígrados (°C)

Figura 11. Estetoscopio, termómetro digital y pistola laser para realizar las lecturas de las variables fisiológicas.



Fuente: Araúz, 2014.

3.3.3- Capacidad Calórica

La capacidad calórica de los animales se estimó, utilizando la composición corporal (contenido de agua corporal 70% y materia seca 30 %) multiplicado por el calor específico del agua (1.0 Kcal/Kg) y de la materia seca (0.4 Kcal /kg°C) (Araúz, 2010).

Para determinar estos parámetros se utilizaron las siguientes formulas:

Capacidad Calórica Total

$CC = [(Agua\ Kg)(1.0\ Kcal/Kg^{\circ}C)] + [(Materia\ seca\ Kg)(0.4\ Kcal/Kg^{\circ}C)];$ Arauz, 2010.

Sobrecarga Calórica

$SSC = (T. Rectal\ alterada\ ^{\circ}C - T. ideal\ ^{\circ}C) (CCT\ Kca/^{\circ}C)$ Arauz, 2010.

3.3.4- Parámetros productivos

Los parámetros productivos evaluados fueron el consumo de alimento, la conversión alimenticia, la ganancia de peso, el porcentaje de mortalidad y rendimiento en canal, tal como se describen a continuación:

- **Consumo de Alimento:** el consumo de alimento se determinó por la diferencia entre lo que se ofreció al pollo y el alimento que quedó como residuo en el comedero al momento de hacer la evaluación, esta variable se evaluó diariamente durante el ciclo productivo del pollo.
- **Conversión Alimenticia:** la conversión alimenticia resultó de la relación del consumo de alimento entre la ganancia de peso, realizándose el ajuste por mortalidad. Este parámetro se realizó por semana durante el ciclo productivo del ave.

- **Ganancia de Peso:** las aves fueron pesadas semanalmente durante seis semanas que duró el ciclo productivo. Para realizar el pesaje se utilizó una báscula digital en gramos. La ganancia de peso se determinó utilizando la relación de peso total de las aves entre el número de aves vivas en cada tratamiento.
- **Mortalidad:** el porcentaje de mortalidad se determinó, tomando en cuenta el número de aves muertas por tratamientos al final del ciclo productivo divididas entre la cantidad de aves que ingreso a la sala experimental al inicio, multiplicado por cien.
- **Rendimiento de la Canal:** se obtuvo en porcentaje logrado al dividir el peso de la canal caliente después de eviscerado por el peso vivo del ave en ayuna.

FIGURA 12. A. PESAJE DEL ALIMENTO RESIDUO., B. PESAJE DE LAS AVES.



3.3.5. Análisis de Costo-Beneficio.

La rentabilidad de los tratamientos se evaluó al final del periodo del experimento. Para determinar la rentabilidad, se tomaron en cuenta los costos de alimentación, el consumo por fase de desarrollo, el costo del alimento, el costo de los insumos, el costo de los pollos, el costo por kilogramo de pollo en pie, rendimiento en canal. Posteriormente se obtuvo la utilidad, la rentabilidad y la relación beneficio-costos por tratamiento.

Los parámetros y fórmulas utilizadas para determinar la rentabilidad se muestran a continuación en el cuadro VII.

CUADRO VII. PARÁMETROS Y FORMULAS PARA DETERMINAR LA RENTABILIDAD.

PARÁMETROS	FORMULA
-Costos Totales O egresos	= Costos de Alimentación + Costos de Insumos + Costos de otros Insumos.
-Ingreso Totales	= (Peso de la Canal) (Precio Unitario por kilogramo)
-Utilidad	= Ingreso Total – Costos Totales o Egresos.
-Rentabilidad	= (Utilidad /Costos Total) (100)
-R. Benéfico-Costo	= Ingresos Totales/Costos Totales

3.4- Diseño experimental

En este experimento se utilizaron diferentes diseños experimentales siendo adaptados a las condiciones de los parámetros evaluados. Para la evaluación de la temperatura ambiental y la humedad relativa se utilizó un diseño en bloque completamente al azar. (DBCA).

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$\text{Modelo matemático: } Y_{ij} = U + T_i + D_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Temperatura ambiental del bulbo seco (T_{Abs}) y Humedad Relativa (HR).

U= Efecto de las media general.

T_i = Efecto de las lecturas en el tiempo.

D_j = Efecto de los días estudiados.

e_{ij} = Error aleatorio o experimental.

Para evaluar los parámetros fisiológicos como frecuencia cardiaca, respiratoria y temperatura rectal se utilizó un diseño factorial con tres factores cuantitativos. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$\text{Modelo matemático: } Y_{ijkl} = U + B_i + T_j + B_i * T_j + P_k + P_k * B_i + T_j * P_k + T_j * B_i * P_k + e_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = Frecuencia cardiaca, Frecuencia respiratoria y Temperatura rectal.

U= Efecto de las media general.

B_i = Efecto de las Edades

T_j = Efecto de los Tratamientos.

$B_i * T_j$ = Interacción de las edades por tratamientos.

P_k =Efecto del periodo diurno.

$P_k * B_i$ = Interacción del periodo diurno por tratamiento.

$T_j * P_k$ = Interacción de los tratamientos por el periodo diurno.

$T_j * B_i * P_k$ = Interacción de los tratamientos por la edad por los periodos diurnos

e_{ijkl} = Error aleatorio o experimental.

Para los parámetros productivos como consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento se utilizó un diseño de bloque completamente al azar (DBCA)

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$\text{Modelo matemático: } Y_{ij} = U + T_i + S_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} =Consumo de alimento, Ganancia de peso, Conversión alimenticia, Rendimiento en canal

U = Efecto de las media general.

T_i = Efecto de los tratamientos.

S_j = Efecto de las semanas.

e_{ij} = Error aleatorio o experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de producción pecuaria actúan bajo el concepto de sistemas abiertos, de tal manera que conforman una unidad natural compuesta por factores bióticos y abióticos (Estrada y Márquez, 2005). Así que en los sistemas de producción una de las interacciones que mayor influencia causa, es la relación entre el entorno y el animal. Donde el entorno está compuesto principalmente por los elementos ambientales o climáticos.

4.1 Características microambientales determinadas en el programa avícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Las condiciones del entorno microambiental al que fueron sometidas las aves se explican a continuación con las variables de temperatura ambiental del bulbo seco (T_{abs} °C) y la humedad relativa (HR%), estas en conjunto proporcionan el índice de temperatura y humedad (ITH) que indica el grado de estrés calórico presentado durante el estudio.

4.1.1 Temperatura ambiental del bulbo seco (T_{abs})

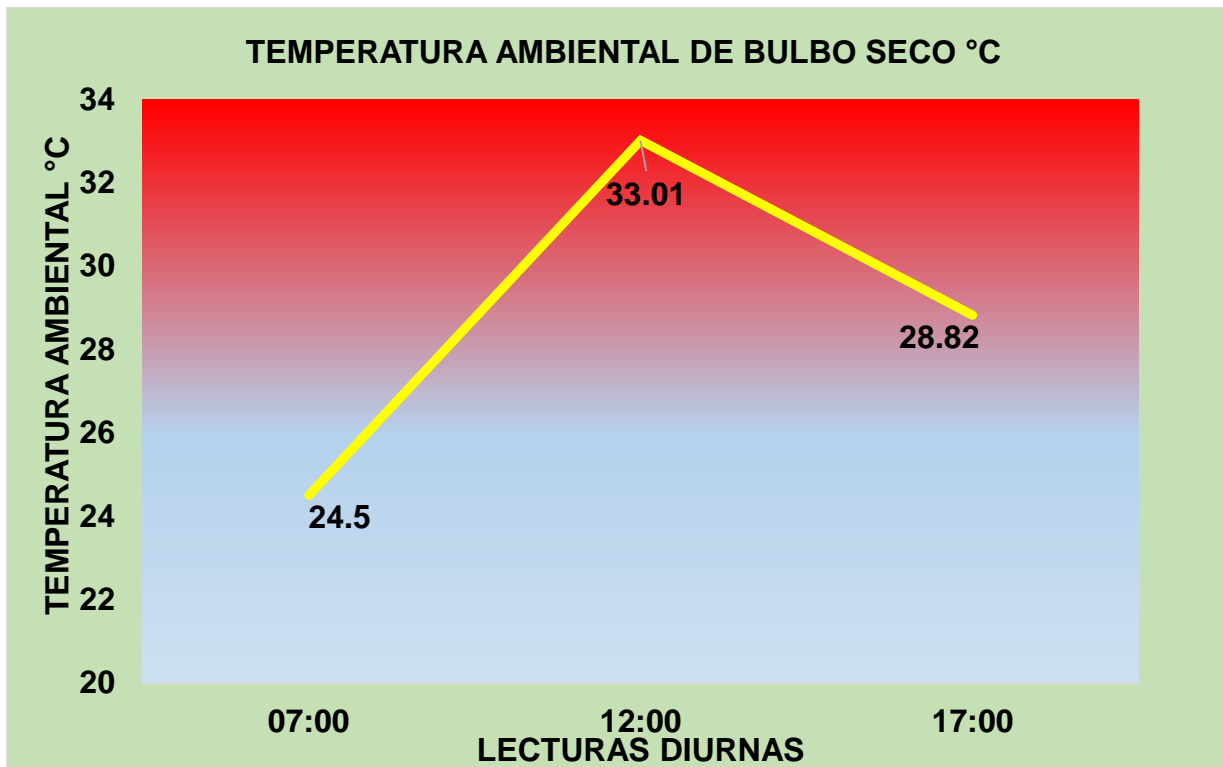
De todos los elementos ambientales, la temperatura es uno de los que posee una participación significativa en los procesos fisiológicos, productivos, y de comportamiento de las aves. Por consiguiente la temperatura fue evaluada en horas diurnas y el análisis de varianza (cuadro VIII) muestra que la temperatura ambiental de bulbo seco dentro de la galera fue altamente significativa ($P < 0.001$). Cada lectura presentó un intervalo de cinco horas; iniciando a partir de las 7:00 am hasta las 05:00 pm.

Cuadro VIII. Análisis de varianza para evaluar la temperatura ambiental.

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de Cuadrado	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Modelo	44	1785.753864	40.585315	12.68	<.0001
	R cuadrado	Coef. Var.	Root MSE	media Tabs	
	0.865112	6.219699	1.788964	28.76288	
Fuente	gl	Suma de Cuadrado	Media Cuadrática	valor F	Pr > F
Lecturas	2	1593.867424	796.933712	249.01	<.0001
Días	42	191.886439	4.568725	1.43	0.0823
Error	87	278.434242	3.200394		
Total	131	2064.188106			
CV= 6.22 %	(p>0.05): no es significativo al 5%	(p<0.05): es significativo al 5%			
R ² =0.86	(p<0.01): es significativo al 1%	(p<0.001): es significativo al 0.1%			

De acuerdo a las medias observadas en la gráfica I, se tiene que la temperatura ambiental aumentó desde las 7:00 de la mañana hasta el máximo registrado entre las 12:00 del mediodía y 3:00 pm de la tarde; siendo de 24.5 a 33.0 ° C; al mismo tiempo se observó que su magnitud se mantuvo en las horas restantes evidenciando un ligero descenso a eso de las 5:00 pm. Lorenzo, (2007), al estudiar el comportamiento térmico corporal en pollo de engorde bajo las mismas condiciones climáticas, manifiesto que la temperatura ambiental presentó un comportamiento creciente a partir de las seis (6 am) de la mañana con 25.55 °C y que al mediodía (12 m.d.) había llegado a 36.25 °C. Prolongándose hasta las seis (6:00 pm) de la tarde horas que inicia el descenso secuencial. Esto condujo a que la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria de las aves se incrementaran por los ajustes metabólicos y fisiológicos, afectando a las aves de mayor peso, ya que sufrieron los mayores cambios o incrementos en la temperatura.

Grafica I. Representación gráfica de la temperatura ambiental dentro de la galera.



El comportamiento de la temperatura dentro de la galera fue menor en horas de la mañana, mientras que para el resto del día su incremento presentó una mayor concentración de energía calórica en el aire (Lorenzo, 2007). Esto indica que durante el periodo diurno la contribución de la radiación solar incremento la presión calórica provocando estrés, afectando el desempeño productivo de las aves.

4.1.2 Humedad Relativa (HR %)

El vapor de agua que se forma a causa de la evaporación del agua presente en la naturaleza, es absorbido por el aire en cantidades que dependen de las condiciones ambientales, provocando un aumento del contenido de humedad del aire denominado humedad relativa (HR) (Estrada y Márquez, 2005). La cantidad de vapor de agua contenida en el aire es expresada en porcentaje (%) de la humedad de saturación (Tolentino y col., 2008). El análisis de varianza en el cuadro IX, indica que el comportamiento de la humedad relativa por lectura fue altamente significativa ($P < 0.001$). Y significativa ($P < 0.05$) para los días estudiados.

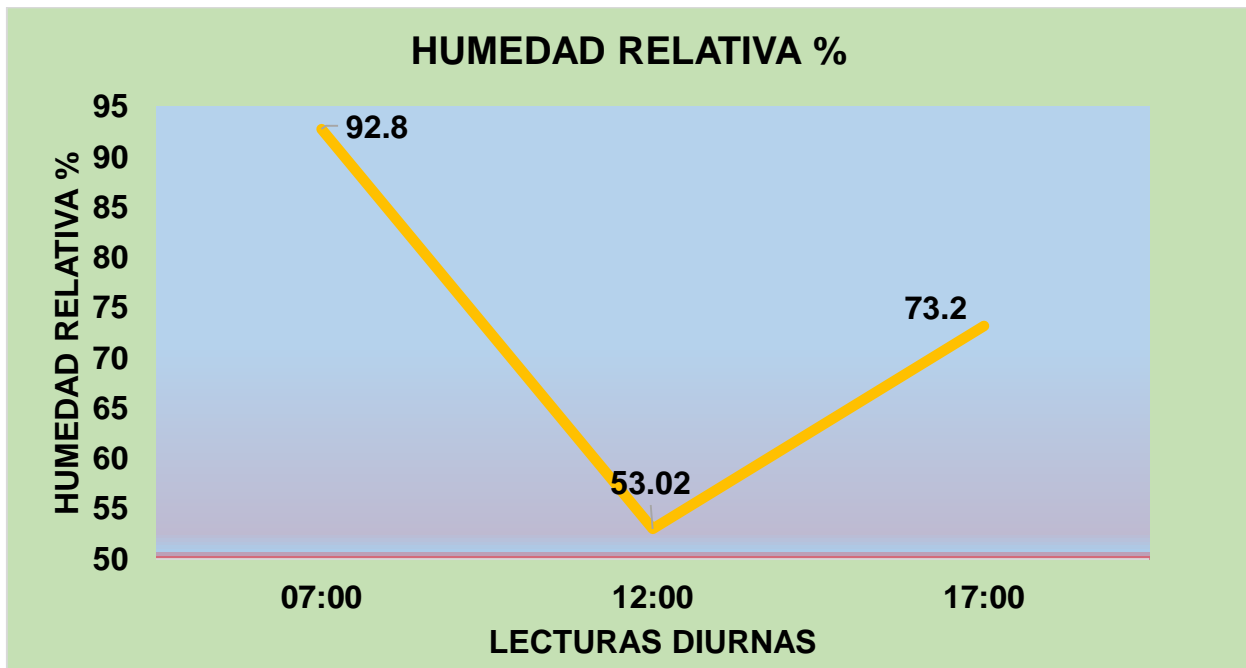
Cuadro IX. Análisis de varianza para evaluar la humedad relativa (HR) dentro de la galera.

ANOVA						
Fuente	gl	Suma de Cuadrado	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F	
Modelo	44	40973.25000	931.21023	10.06	<.0001	
	R cuadrado	Coef. Var.	Root MSE	media HR		
	0.835762	13.17703	9.620227	73.00758		
Fuente	gl	Suma de cuadrado	Media cuadrática	Valor F	Pr > F	
Lectura	2	34842.92424	17421.46212	188.24	<.0001	
Días	42	6130.32576	145.96014	1.58	0.0377	
Error	87	8051.74242	92.54876			
Total	131	49024.99242				

CV= 13.2 % ($p > 0.05$): no es significativo al 5% ($p < 0.05$): es significativo al 5%
 $R^2 = 0.84$ ($p < 0.01$): es significativo al 1% ($p < 0.001$): es significativo al 0.1%

La humedad relativa es otra de las variables ambientales que causa efecto en el desarrollo y comportamiento de los pollos de engorde, debido a que, cuando el aire circundante tiene elevada humedad relativa, los plumones no pueden absorberla y el ave se ve obligada a aumentar el jadeo (Oliveros, 2003).

Grafica II. Tendencia de la humedad relativa (HR%) dentro de la galera.



En la gráfica II se observa que la humedad relativa presentó un comportamiento variado de 92.8% a las 7:00 de la mañana, hasta 53 % a las 12:00 del mediodía y se incrementó a 73.2 % al final del periodo diurno (5:00 pm). Siendo este comportamiento inverso a la temperatura del bulbo seco. Aun así se mantiene un alto contenido de agua en el aire como característica del medio trópico húmedo. Los mejores resultados productivos se obtienen a temperatura de 21 a 24°C y humedad relativa en el rango de 50 a 60 %. (Farfán y col., 2009) Esto se debe a que para liberar el calor corporal, las aves emplean su aparato respiratorio y cuando se incrementa la humedad se reduce la pérdida de calor por esta vía.

4.1.3 Índice de confort térmico para aves (ITH-aves)

El entorno microambiental para aves está determinado en base al Índice de Temperatura y Humedad, que nos permite determinar el nivel de bienestar en que se encuentran los pollos en un periodo y lugar determinado.

En el siguiente cuadro se muestra el comportamiento del ITH para aves durante 44 días de estudio.

Cuadro X. Índice de temperatura y húmeda (ITH) por días estudios

Días	ITH aves	Días	ITH aves
1	89.40	23	91.87
2	91.03	24	95.70
3	93.70	25	100.90
4	99.43	26	100.63
5	107.50	27	102.87
6	95.10	28	108.00
7	101.60	29	107.83
8	95.50	30	110.67
9	100.67	31	109.43
10	109.17	32	101.70
11	95.80	33	107.03
12	99.97	34	91.47
13	102.47	35	104.07
14	105.10	36	114.20
15	101.63	37	98.47
16	101.83	38	103.70
17	95.17	39	100.97
18	102.40	40	105.73
19	103.00	41	98.73
20	107.03	42	100.40
21	108.50	43	107.20
22	98.77	44	111.57

Según Estrada y Márquez (2005), Farfán y col. (2009) indican que para desarrollar un proyecto avícola se requiere de temperaturas que oscilen entre 21 y 24°C con una humedad relativa de 60 a 70%, estas condiciones ambientales proporcionan un

ITH para aves de 102 como máximo y 81 como mínimo. Cuando el ITH para aves sobrepasa estos valores, la condición microambiental física determina un grado de estrés calórico y por ende se modifica las funciones vitales del ave, se comprometen los procesos relacionados con el crecimiento y la salud y se reduce la habilidad de conversión y la eficiencia nutricional; además de desviar la conducta animal dado el comportamiento de su bienestar general. Los datos proporcionados en este estudio, indican que hubieron días que el ITH fue de 114 sobrepasamos el margen máximo de bienestar térmico.

4.2 Características y comportamiento de los parámetros fisiológicos.

El comportamiento fisiológico de los pollos de engorde en el trópico húmedo, fué evaluado mediante la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal. Que son constantes fisiológicas utilizadas para determinar la influencia del ambiente sobre el comportamiento y desempeño del animal, determinando si este se encuentra en un estado fisiológico normal o alterado (Lorenzo, 2007).

Podemos mencionar que las condiciones ambientales, en especial la temperatura ambiental máxima registrada entre las nueve (9:00 am) y tres (3:00 pm) durante los días 30, 37 y 44 fueron de 32.9, 34.2 y 33°C. Conociendo estos datos podemos entender con mayor claridad los parámetros que a continuación se describen como indicadores del comportamiento fisiológico.

4.2.1 Frecuencia Cardiaca (FC)

Cuando las condiciones ambientales sobrepasan el margen de termoneutralidad y la temperatura ambiental asciende, el rendimiento cardiaco se incrementa en las aves con el fin de mejorar la irrigación periférica y facilitar la pérdida de calor (Chavarría, 2007). No obstante la influencia microambiental afecta la tasa cardiaca; evidenciando que al aumentar la temperatura ambiental, la frecuencia cardiaca se incrementa; es decir que el estado de hipertermia aguda conduce a una taquicardia. El análisis de varianza observado en el cuadro XI indica que la frecuencia cardiaca fué altamente significativa en las diferentes edades estudiadas ($P < 0.0001$); de igual manera la interacción presentada entre las edades estudiadas por los tratamientos fue significativo ($P < 0.05$); y altamente significativo ($P < 0.0001$) en la interacción de edad por periodo diurno y para la triple interacción entre edades, tratamientos y periodos diurnos. Esto debido al aumento de la temperatura propia de medio trópico húmedo, incrementando el ritmo cardiaco como parte de los mecanismos de ajustes necesario para la vectorización térmica mediante el movimiento de la sangre; orientando el calor corporal hacia la periferia corporal y hacia la superficie respiratoria (Lorenzo, 2007).

Cuadro XI. Análisis de varianza para evaluar el comportamiento de la frecuencia cardiaca.

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de cuadrado	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Modelo	71	442292.7750	6229.4757	11.93	<.0001
		R-Cuadrado	Coefficiente Var	Root MSE	Media FC
		0.746249	10.17861	22.85182	224.5083
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Edad (A)	2	223252.4667	111626.2333	67.41	<.0001
Tratamientos (B)	3	4637.6306	1545.8769	0.93	0.4804
Periodo diurno (C)	5	33413.9583	6682.7917	0.69	0.6414
A*B	6	9935.8444	1655.9741	3.17	0.0050
A*C	10	96637.5000	9663.7500	18.51	<.0001
B*C	15	23484.9194	1565.6613	0.92	0.5510
A*B*C	30	50930.4556	1697.6819	3.25	<.0001
Error	288	150395.2000	522.2056		
Total	359	592687.9750			

CV= 10.17% (p>0.05): no es significativo al 5% (p<0.05): es significativo al 5%
R²=0.74 (p<0.01): es significativo al 1% (p<0.001): es significativo al 0.1%

Cuando los pollos de engorde se encuentran en la etapa final del ciclo productivo, se caracterizan por tener una alta tasa de crecimiento y alto metabolismo, lo cual crea un déficit de oxígeno en los pollos de engorde y con ello se produce el incremento en el gasto cardiaco (Chacón y col., 2010).

Cuadro XII. Comportamiento de la frecuencia cardiaca por edad.

Edad (días)	Frecuencia Cardiaca (latidos/minutos)
30	259.14 ±3.71 a
37	212.72 ±3.71 b
44	201.65 ±3.71 c

• Medias con igual letra no difieren entre sí. P>0.05.

La frecuencia cardiaca no es más que las veces que el corazón realiza el ciclo completo de llenado y vaciado de sus cámaras en un determinado tiempo (Rojas y col., 2008). En pollos de engorde, cuando la zona de bienestar es neutra la frecuencia cardiaca varía de 130 y 165 latidos por minuto (Lorenzo 2007). Sin embargo en el cuadro XII, podemos observar el comportamiento de las medias de la frecuencia cardiaca a los 30, 37 y 44 días, confirmando que los animales experimentales estuvieron bajo la influencia del estrés calórico agudo.

Cuadro XIII. Comportamiento de la frecuencia cardiaca por tratamiento.

Tratamientos	Frecuencia Cardiaca (latidos/minutos)
1	222.41 ± 4.28 a
2	219.76 ± 4.28 a
3	228.72 ± 4.28 a
4	227.13 ± 4.28 a

• Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

Para los tratamientos estudiados, observamos en el cuadro XIII en orden descendente el comportamiento de la frecuencia cardiaca indicando una mayor alteración en el tratamiento tres con 228.7 latidos por minuto y la menor alteración cardiaca fue presentada por el tratamiento dos con 219.7 latidos por minuto.

Cuadro XIV. Comportamiento de la frecuencia cardiaca por periodo.

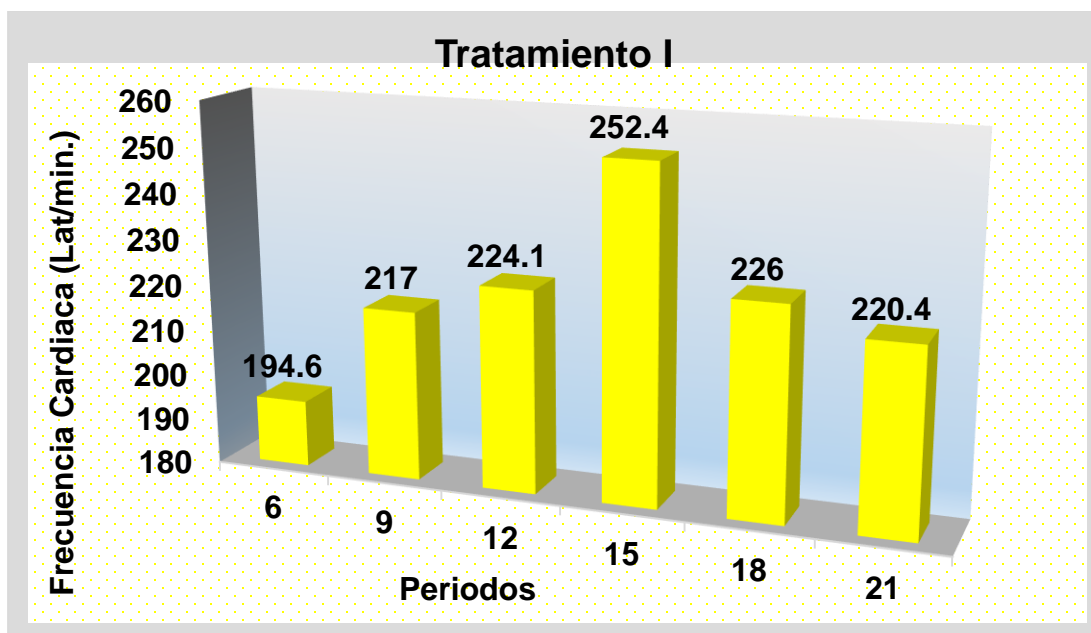
Periodo	Frecuencia Cardiaca (latidos/minutos)
6:00 am	209.8 ± 12.7 a
9:00 am	224.5 ± 12.7 b
12:00 md	224.1 ± 12.7 b
3:00 pm	240.0 ± 12.7 c
6:00 pm	231.4 ± 12.7 c
9:00 pm	217.1 ± 12.7 a

• Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

El comportamiento de la frecuencia cardiaca durante el periodo diurno, indicado en el cuadro XIV. Señala que entre las 3:00 pm y 6:00 pm se manifestaron la mayor alteración cardiaca estando estas entre 230 y 240 latidos/min. La menor alteración cardiaca se dio a las 6:00 am con 209 latidos/min, y a las 9:00 pm con 217.1 latidos/min.

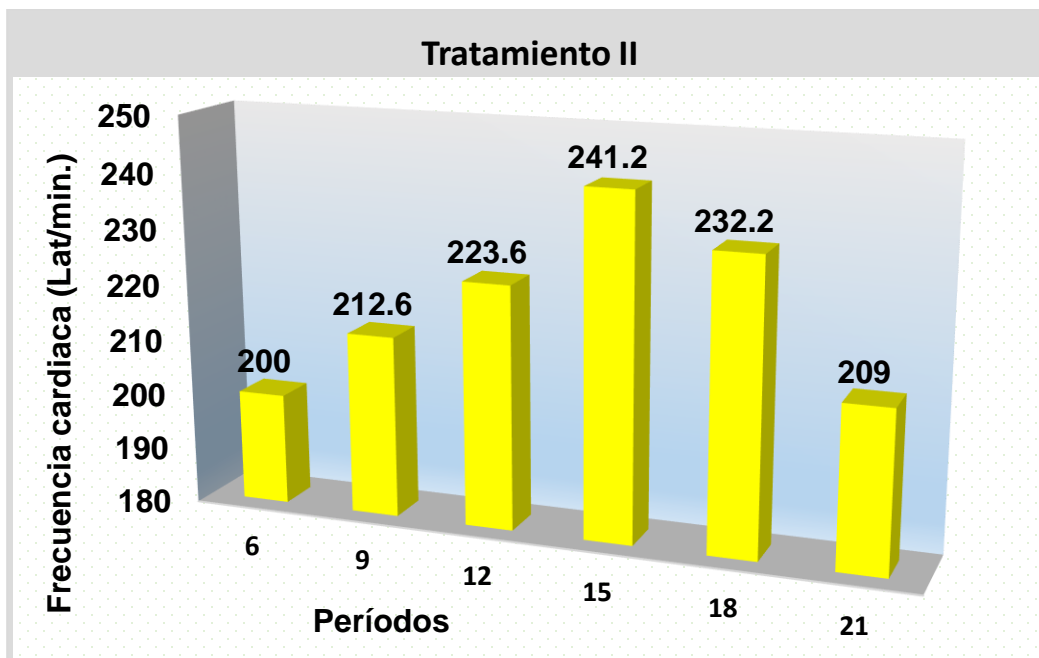
A continuación se presenta en las siguientes graficas (III, IV, V, VI) el comportamiento de la frecuencia cardiaca por tratamientos. Indicando la trayectoria seguida durante los periodos estudiados.

Grafica III. Comportamiento de la frecuencia cardiaca en los períodos para el tratamiento uno.



Densidad aplicada: 2kg/1 pie²

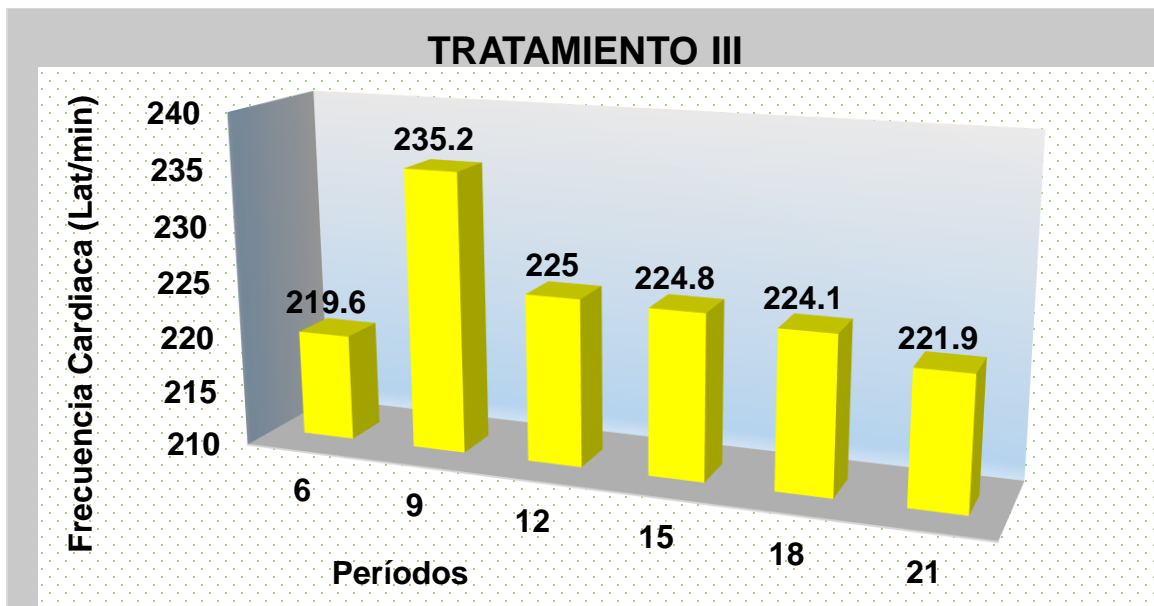
Grafica IV. Comportamiento de la frecuencia cardiaca en los períodos para el tratamiento dos.



Densidad aplicada: 1.3 kg/ pie²

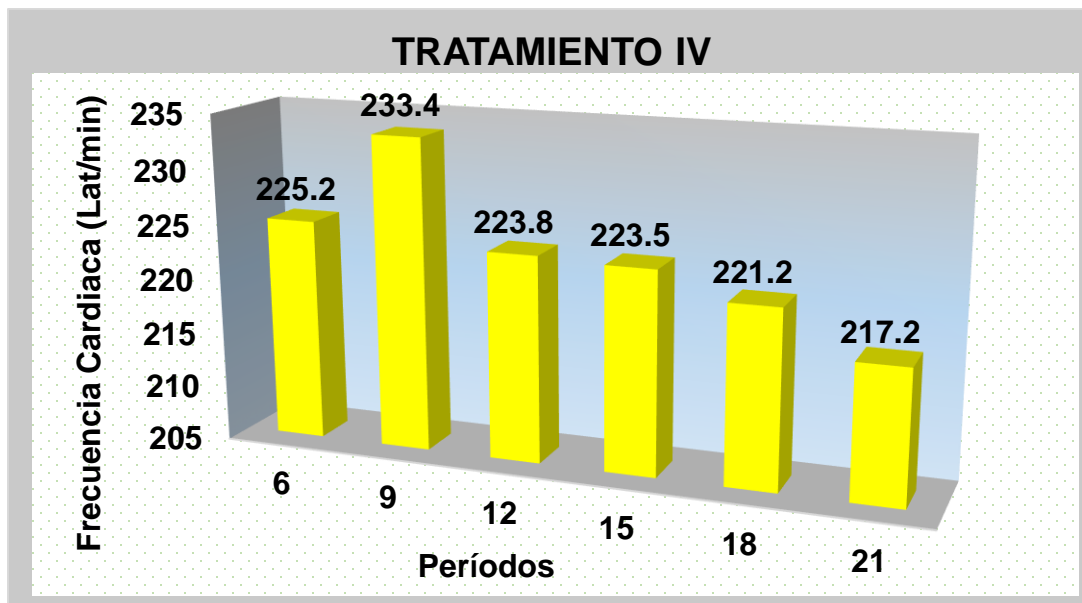
El comportamiento de la frecuencia cardiaca en las aves tanto para el tratamiento uno y dos (grafica II y III) presentan similitud, ambos tratamientos muestra una creciente durante la mayor parte del periodo diurno, esto lo podemos atribuir en gran parte a la densidad poblacional ya que esta era de 2kg/pie² para el primer tratamiento y de 1.3 kg/pie² para el segundo. La falta de espacio o la superpoblación impide que los procesos de regulación térmica por parte del ave se realicen de manera eficiente, comprometiendo la posibilidad de perder calor. Por otra parte las condiciones microambientales como la temperatura ambiental y la humedad relativa al sobrepasar los niveles de bienestar en las aves ocasiona un aumento de la frecuencia cardiaca como medida de adaptación al estrés calórico.

Grafica V. Comportamiento de la frecuencia cardiaca en los períodos para el tratamiento tres.



Densidad aplicada: 1kg/ pie²

Grafica VI. Comportamiento de la frecuencia cardiaca en los períodos para el tratamiento cuatro.



Densidad aplicada: 0.8 kg/ pie²

Si observamos las gráficas V y VI, vemos que discrepan del comportamiento de las gráficas III y IV. Estas diferencias en comportamiento, las podemos atribuir a las condiciones de densidad poblacional, ya que todos estos tratamientos estuvieron bajo las mismas condiciones microambientales. Los tratamientos tres y cuatro tenían una densidad poblacional de 1 kg/pie² y 0.8 kg/pie², proporcionando mayor espacio disponible para que las aves realizaran los procesos de termorregulación de manera más eficiente.

4.2.2 Frecuencia Respiratoria

La adquisición de oxígeno por el sistema respiratorio permite que el aire pase desde el exterior hacia las pequeñas divisiones de los alveolos en el pulmón. Este proceso se conoce como respiración externa, la cual depende de los movimientos del aire que entra y sale de los pulmones. Cuando el oxígeno llega a los alveolos, estos poseen una pared tenue y junto con la pared de los vasos capilares, facilitan el movimiento del oxígeno hacia la sangre y del dióxido de carbono a la cavidad alveolar y de allí hacia el exterior (Urroz, 2000). El comportamiento de la frecuencia respiratoria es más activa en el periodo diurno, evidenciado por el incremento de la temperatura ambiental, presentándose una mayor concentración de energía calórica en el aire, por la radiación solar sobre el entorno atmosférico (Lorenzo, 2007). En el análisis de varianza observado en el cuadro XV, indica que la frecuencia respiratoria fue significativa ($P < 0.05$) para las diferentes edades estudiadas y que durante el transcurso del periodo diurno también hubo significancia ($P < 0.05$). Esto en conjunto indica que las interacciones de edad por tratamiento y de edad por periodo diurno fueron significativas ($P < 0.05$).

Cuadro XV. Análisis de varianza para evaluar el comportamiento la frecuencia respiratoria.

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de cuadrado	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Modelo	71	85252.3750	1200.7377	3.70	<.0001
		R-Cuadrado	Coefficiente Var	Root MSE	Media FC
		0.477239	26.49059	18.00698	67.97500
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Edad (A)	2	12905.71667	6452.85833	5.94	0.0378
Tratamientos (B)	3	4924.09722	1641.36574	1.51	0.3046
Periodo diurno (C)	5	29082.15833	5816.43167	3.79	0.0347
A*B	6	6516.32778	1086.05463	3.35	0.0033
A*C	10	15349.95000	1534.99500	4.73	<.0001
B*C	15	5965.45278	397.69685	1.23	0.2506
A*B*C	30	10508.67222	350.28907	1.14	0.3698
Error	288	93384.4000	324.2514		
Total	359	178636.7750			

CV= 26.5% (p>0.05): no es significativo al 5% (p<0.05): es significativo al 5%
R²= 0.47 (p<0.01): es significativo al 1% (p<0.001): es significativo al 0.1%

A medida que los pollos crecen, las condiciones óptimas (temperatura ambiental °C, humedad relativa %) varían, siendo estas en la etapa de finalización de 20 a 24°C y de 50 a 60 % de HR. (Farfán, 2008). Cuando los pollos son adultos su metabolismo genera mayor cantidad de calor que debe ser expulsado al exterior, pero en los periodos diurnos, cuando las condiciones ambientales son alteradas este calor no puede ser liberado eficientemente comprometiendo al animal a utilizar otros mecanismo de termorregulación alterando así el ritmo normal de respiración. Esto explica porque la interacción entre la edad y el periodo diurno fue significativo (P<0.05).

Cuadro XVI: Comparación de las medias de frecuencia respiratoria por edad.

Edad (días)	Frecuencia respiratoria (resp/min)
30	62.80 ±3 a
37	76.36 ±3 b
44	64.75 ±3 a

• Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

Durante la fase de crecimiento de los pollos se dan cambios en el desarrollo físico, pasando de no estar totalmente emplumados y siendo susceptibles al estrés por frío a estar totalmente emplumados y disponer de un buen aislamiento, pero les hace más sensibles al estrés por calor, esto aplicado al cuadro XVI, señala que durante la edad de 37 días se produjo este cambio físico comprometiendo los procesos de termorregulación del ave, aumentando los niveles de frecuencia respiratoria. Chacón y col (2010) indican que si las aves están bajo la influencia de altas temperaturas ambientales durante tres días consecutivos, desarrollan un incremento de resistencia al estrés calórico, observándose un nivel protector de adaptación, este caso lo podemos corroborar en el comportamiento de la frecuencia respiratoria a la edad de 44 días donde se observa una disminución significativa.

Cuadro XVII. Comparación de las medias de frecuencia respiratoria por tratamientos.

Tratamientos	Frecuencia respiratoria (resp/min)
1	62.33 ± 3.6 a
2	67.73 ± 3.6 a
3	69.25 ± 3.6 a
4	72.57 ± 3.6 a

• Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

El comportamiento de la frecuencia respiratoria observada en el cuadro XVII, muestra que durante el estudio, el tratamiento que mayor incremento presentó fue el número cuatro con 72.57 respiraciones por minuto, seguido del tratamiento tres con 69.25, el tratamiento dos con 67.7 y por último el tratamiento uno con 62.3 respiraciones por minuto, para este parámetro las condiciones de densidad poblacional no ejercieron ningún efecto en el comportamiento de los diferentes tratamientos. Con los datos obtenidos vemos que las aves estuvieron sometidas a periodos de estrés calórico, ya que en condiciones de bienestar, la frecuencia respiratoria varía entre 25 y 45 respiraciones por minutos. Sin embargo estudios realizados por Borba y col., (2011). Señalan que la influencia de niveles elevados de temperatura sobre parámetros fisiológicos, por 24 horas, produjo que la frecuencia respiratoria de las aves permaneciera elevada (FR >104 resp/min) durante toda la fase de calor, indicando (Macari *et al.* 2004. citado por Borba y col., 2011) que el aumento de la frecuencia respiratoria es una respuesta del organismo con efectos sobre el metabolismo, que tiene el propósito de estimular la pérdida de calor mediante jadeo para mantener el equilibrio térmico corporal.

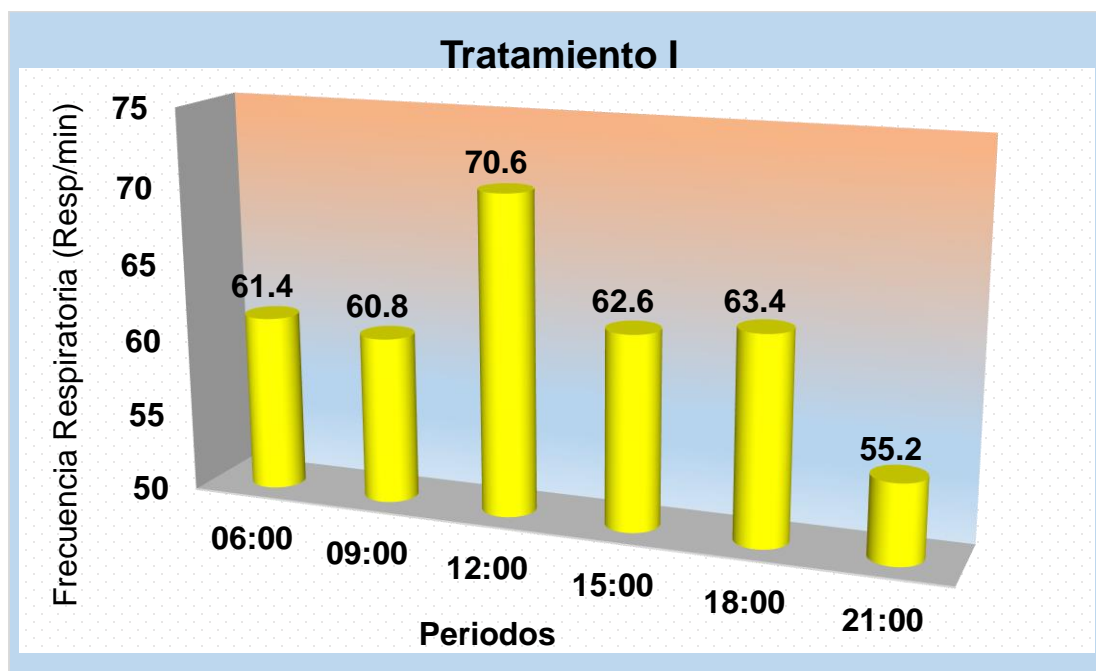
Cuadro XVIII: Comparación de las media de frecuencia respiratoria por periodos.

Periodos (Horas)	Frecuencia respiratoria (respiraciones/minutos)
6:00 am	64.75 ± 5.1 a
9:00 am	74.70 ± 5.1 b
12:00 md	83.91 ± 5.1 c
3:00 pm	66.15 ± 5.1 ad
6:00 pm	62.03 ± 5.1 a c
9:00 pm	56.30 ± 5.1 a c

- Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

En el cuadro XVIII se muestra el comportamiento de la frecuencia respiratoria de manera descendente y notamos que todas sobrepasan los niveles normal (25 y 45 respiraciones por minutos), están influenciados por las condiciones microambientales siendo afectados por el estrés calórico. Las horas de mayor crisis estuvieron entre las 9:00 am y 3:00 pm. Esto indica que cuando la temperatura rebasa la zona de termoneutralidad, las aves se someten a una condición de estrés, lo que hace que su organismo reaccione de manera compensatoria en un intento por aumentar la disipación de calor y mantener un equilibrio térmico corporal, esta compensación implica un aumento en la frecuencia de los movimientos respiratorios ya que es el mecanismo termorregulador más eficiente para disipar calor (Borba y col., 2011).

Grafica VII. Tendencia de la frecuencia respiratoria en función de los períodos para el tratamiento uno.

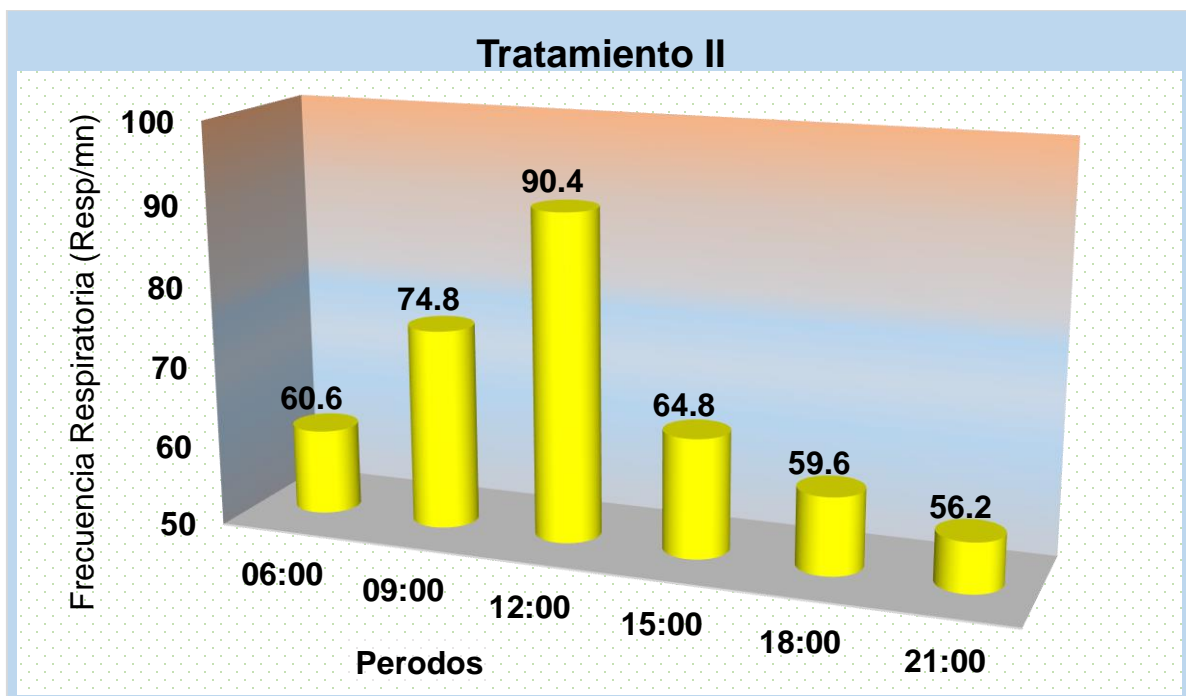


Densidad aplicada: 2 kg/ pie²

La frecuencia respiratoria del tratamiento uno observado en la gráfica VII. Indica que los pollos a las 12 del día pasaban por la mayor influencia del estrés calórico, llegando a realizar 70.6 respiraciones por minutos, esta logró disminuir para final del periodo diurno cuando las condiciones ambientales habían cambiado.

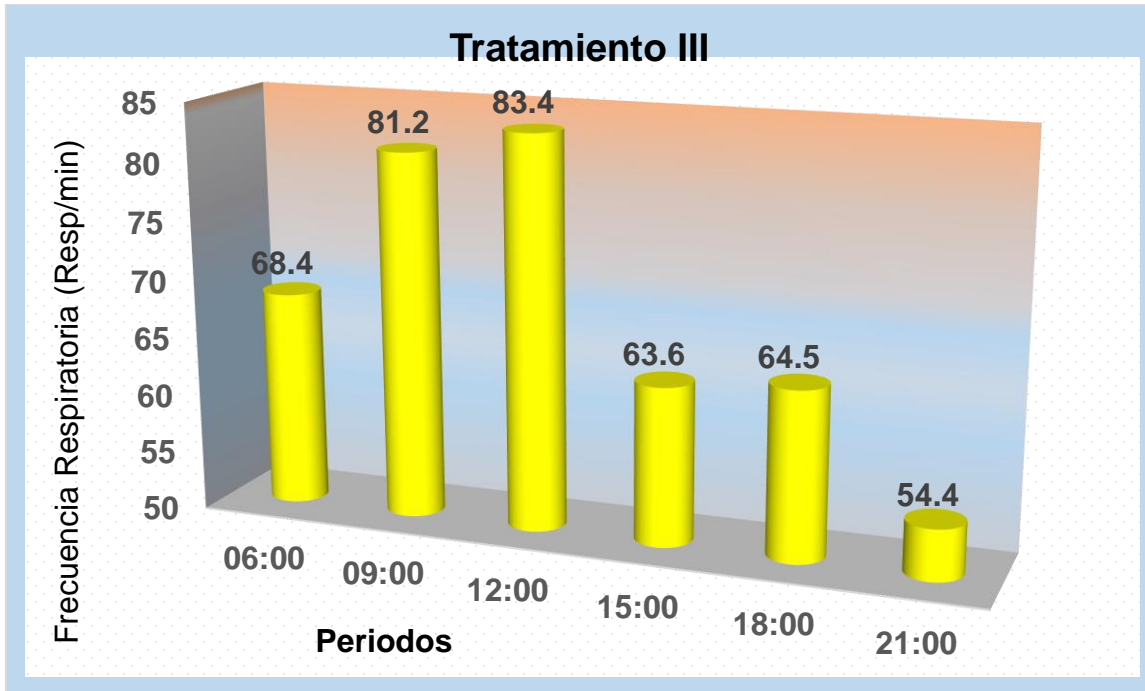
De manera general podemos mencionar que a medida que transcurre el día y aumenta la temperatura ambiental, se incrementa la frecuencia respiratoria, como mecanismo para disipar el calor excedente.

Grafica VIII. Tendencia de la frecuencia respiratoria en función de los períodos para el tratamiento dos.



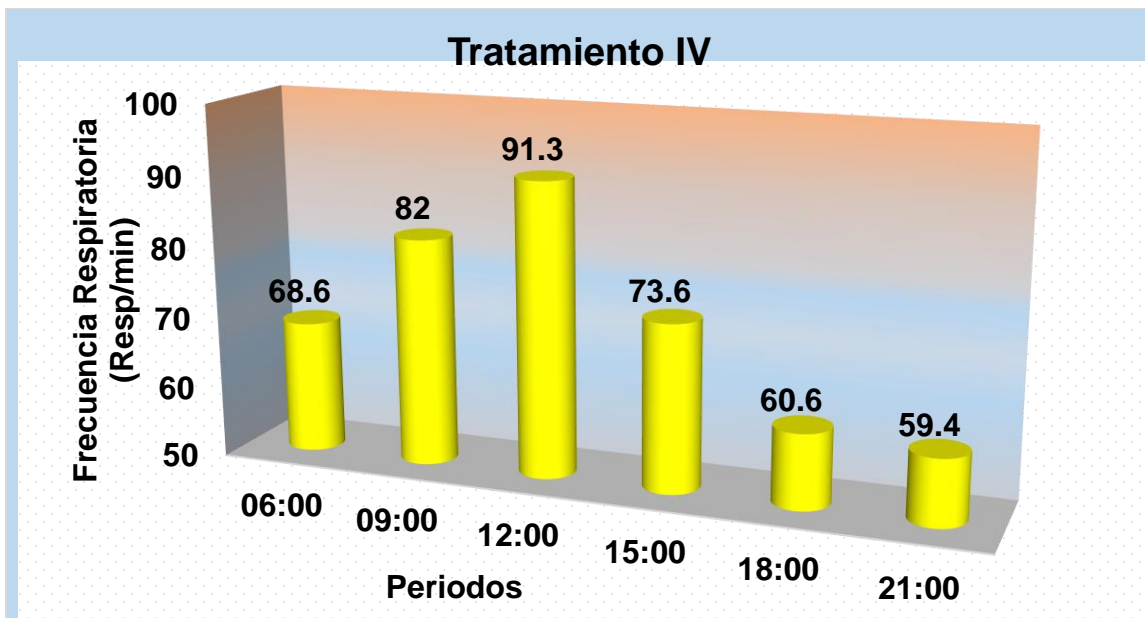
Densidad aplicada: 1.3 kg/ pie²

Grafica IX: Tendencia de la frecuencia respiratoria en función los períodos para el tratamiento tres.



Densidad aplicada: 1 kg/ pie²

Grafica X: Tendencia de la frecuencia respiratoria en función de los períodos para el tratamiento cuatro.



Densidad aplicada: 0.8 kg/ pie²

El comportamiento observado de la frecuencia respiratoria dentro de cada uno de los tratamientos presenta la misma tendencia donde a primeras hora de la mañana comienzan un ascenso hasta las 12 del día donde se manifiesta el punto máximo de alteración respiratoria, luego descienden para final el periodo diurno. Este comportamiento se da cuando las condiciones ambientales sobrepasan los límites de bienestar de las aves. La frecuencia respiratoria evidenció medias de más de 70 respiraciones por minutos en el periodo diurno, aun sin valorar el jadeo que también era relevante durante el día. Los diferentes autores consultados no muestran parámetros estables; pues en cada investigación revisada se encontraban valores diferentes comenzando por 14 respiraciones por minuto en condiciones termoneutrales; hasta 205 respiraciones por minutos en caso donde la temperatura somática profunda llego hasta 44°C (Siegel, 1973).

4.2.3 Temperatura Rectal

Cuando la temperatura ambiental rebasa los niveles del bienestar térmico de las aves ($T^{\circ}\text{C} > 24$), la temperatura corporal aumenta, producto de una mayor vehiculización térmica sanguínea. Esta alteración provoca un incremento en la temperatura tegumentaria, en los órganos y tejido relacionados con una tasa de aumento de la actividad metabólica, incrementando la perfusión sanguínea local, según el grado de vascularización y distancia con respecto al núcleo térmico corporal (Arauz, 2010). Por consiguiente la temperatura rectal es una forma de medir la carga calórica en el animal (Araúz, 2010).

El análisis de comportamiento de la temperatura rectal en las aves se muestra en el cuadro XIX indicando que hubo diferencia significativa para las edades estudiadas ($P < 0.05$); también hubo diferencia significativa entre tratamiento y a lo largo del periodo diurno ($P < 0.05$). Todo esto fue dado por la alteración ambiental, estando las aves bajo el efecto del estrés calórico. Debemos destacar que en el periodo diurno, la temperatura rectal es alterada por diversas actividades como: mayor actividad alimentaria, el incremento de la temperatura ambiental, una mayor actividad social orientada por el estrés calórico en pro de aumentar la capacidad disipativa (Lorenzo, 2007).

Cuadro XIX. Análisis de varianza para evaluar el comportamiento la temperatura rectal

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de cuadrado	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Modelo	71	109.9728889	1.5489139	11.77	<.0001
		R-Cuadrado	Coeficiente Var	Root MSE	Media FC
		0.743638	0.864362	0.362821	41.97556
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Edad (A)	2	7.14038889	3.57019444	7.33	0.0245
Tratamientos (B)	3	10.60511111	3.53503704	7.26	0.0202
Periodo diurno (C)	5	63.22588889	12.64517778	15.03	0.0002
A*B	6	2.92138889	0.48689815	3.70	0.0015
A*C	10	8.41061111	0.84106111	6.39	<.0001
B*C	15	8.37922222	0.55861481	1.80	0.0825
A*B*C	30	9.29027778	0.30967593	2.35	0.0002
Error	288	37.9120000	0.1316389		
Total	359	147.8848889			
CV= 0.86%		(P>0.05): no es significativo al 5%		(P<0.05): es significativo al 5%	
R ² = 0.74		(P<0.01): es significativo al 1%		(P<0.001): es significativo al 0.1%	

Las aves muestran la mayor variabilidad en la temperatura somática profunda, porque no hay una temperatura absoluta. En las aves adultas la variabilidad térmica corporal está entre 40.6 y 42 grados centígrados y va a depender de la edad, el

genotipo, el sexo, la actividad física, la ingesta de alimento, y la temperatura ambiental (Requena y col., 2006; Estrada y Márquez, 2005).

Cuadro XX: Comparación de las medias de temperatura rectal por edad

Edad (Días)	Temperatura rectal TR°C
30	41.93 ±0.06 a
37	42.16 ±0.06 b
44	41.82 ±0.06 c

- Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

Cuando vemos el cuadro XX, encontramos que en el día 37 la temperatura rectal fue superior al resto de los otros días, este valor está ligado a que las condiciones ambientales de mayor crisis fueron en este día; expresando la mayor consecuencia del estrés calórico. Este valor sobrepasa los límites establecidos por Requena y col., 2006; Estrada y Márquez, 2005; en donde mencionan que las aves pueden presentar temperatura somática profunda entre 40.6 y 42 °C.

Cuadro XXI: Comparación de las medias de temperatura rectal por tratamientos.

Tratamientos	Temperatura rectal TR°C
4	42.20 ±0.07 a
2	42.08 ±0.07 b
3	41.84 ±0.07 c
1	41.78 ±0.07 d

- Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

Estas medias (Cuadro XXI) son indicativas de que las aves que mayor alteración presentaron en cuanto a la temperatura rectal, fueron las del tratamiento dos y el cuatro, siendo estos valores mayores a los establecidos por Requena y col., 2006. En general en todos los grupos de aves, la temperatura rectal aumento a medida que transcurría el periodo diurno.

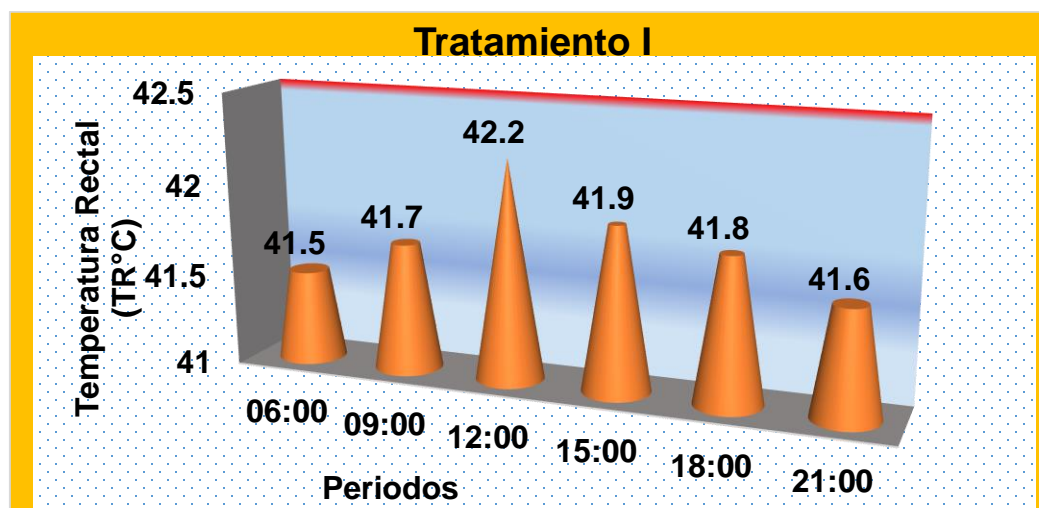
Cuadro XXII: Comparación de las medias de temperatura rectal por los periodos.

Periodos (Horas)	Temperatura rectal TR °C
6:00 am	41.49 ±0.12a
9:00 am	42.02 ±0.12b
12:00 md	42.73 ±0.12b
3:00 pm	42.23 ±0.12b
6:00 pm	41.69 ±0.12a
9:00 pm	41.67 ±0.12a

• Medias con igual letra no difieren entre sí. $p > 0.05$.

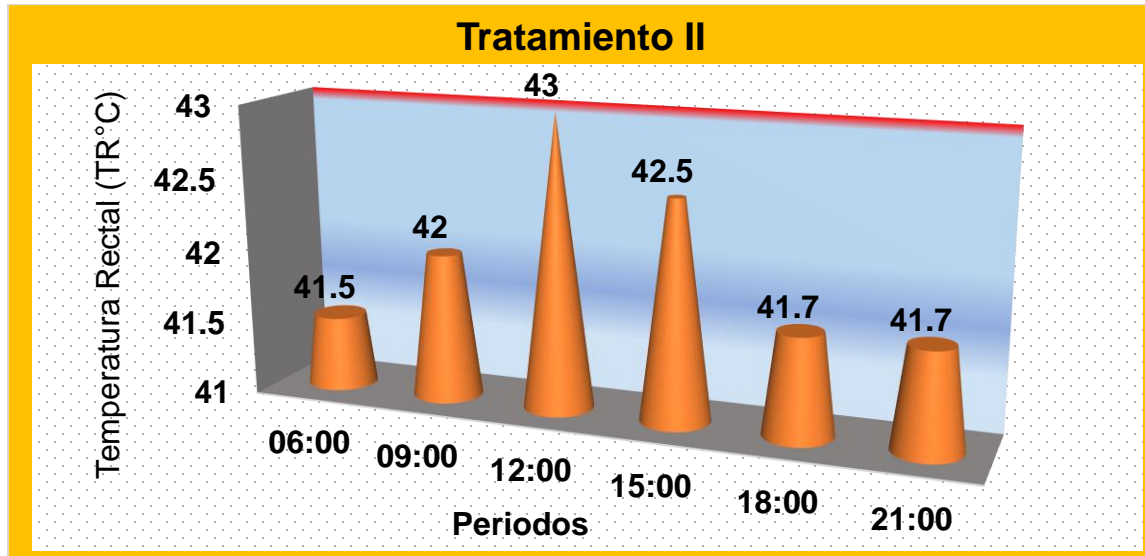
La trayectoria de la temperatura rectal muestra irregularidad a través de los periodos diurnos estudiados, como se indica en el cuadro XXII. las medias están organizadas en orden descendente y observamos que los periodos más críticas estuvieron entre las 9:00 am y 3:00 pm del día, siendo estos valores superiores a 42 °C. Que es el rango máximo normal. Las condiciones del entorno microambiental durante el día evidenció que el mayor problema lo constituyó la temperatura ambiental. En las gráficas (XI, XII, XIII, XIV) que a continuación se muestran vemos cual fue la trayectoria de la temperatura rectal por tratamiento, durante todo el periodo diurno.

Grafica XI: Temperatura rectal en función de los períodos para el tratamiento uno.



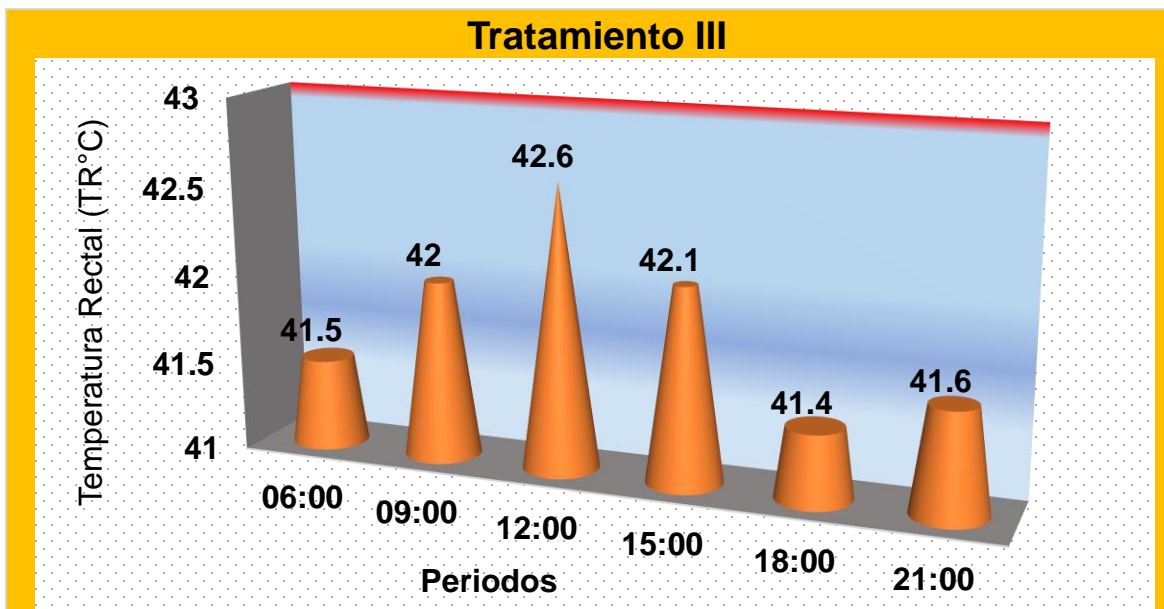
Densidad aplicada: 2 kg/ pie²

Grafica XII. Temperatura rectal en función de los períodos para el tratamiento dos.



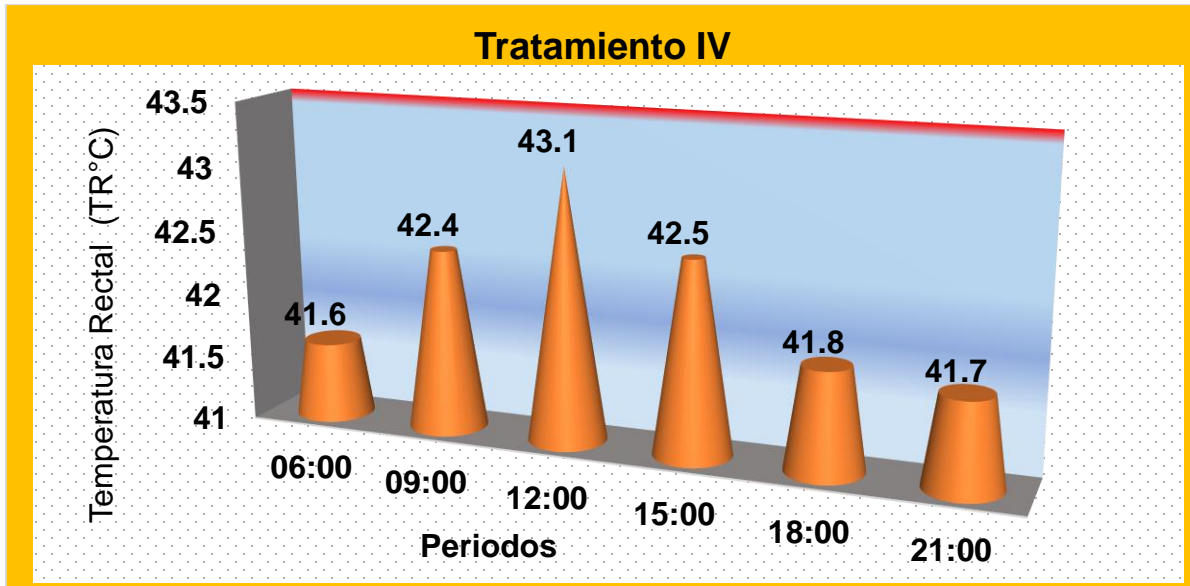
Densidad aplicada: 1.3 kg/ pie²

Grafica XIII: Temperatura rectal en función de los períodos para el tratamiento tres.



Densidad aplicada: 1 kg/ pie²

Grafica XIV: Temperatura rectal en función de los períodos para el tratamiento cuatro.



Densidad aplicada: 0.8 kg/ pie²

El comportamiento fisiológico de los pollos bajo estrés calórico, durante los días estudiados, presentan irregularidades según las condiciones microambientales, en primer lugar, el entorno microambiental durante el día evidenció temperaturas elevadas de entre 32 y 34 °C, provocando problemas y alterando el funcionamiento normal de los procesos de termogénesis y termólisis.

4.3. Alteración diurna de la carga calórica corporal en pollos de engorde bajo estrés calórico

La temperatura corporal corresponde con la cantidad de energía calórica dispersa o acumulada en un cuerpo, en este caso en el cuerpo del ave como homeoterma con una de las mayores cargas calóricas entre los animales de interés zootécnico (Fraser et al., 1993). La temperatura corporal también se le reconoce como carga calórica corporal bajo la premisa de que el calor corporal se encuentra distribuida en función de la masa corporal y debido a la ubicación de los centros termogénicos se define la heterotermia corporal (Araúz, 2010).

La carga calórica corporal puede indicarse en base a la temperatura corporal y cantidad de energía calórica corporal; por lo cual la alteración del contenido de calor en el cuerpo de un homeotermo también se puede expresar como el excedente de la temperatura rectal (°C), la sobrecarga calórica total en función de la capacidad calórica y la alteración térmica expresada en kilocalorías (Kcal), kilojulios (KJ) u otras unidades para medir la energía calórica (Araúz, 2015).

4.3.1. Capacidad calórica

La capacidad calórica corporal de los animales homeotermos, en este caso las aves, podemos definirla como la cantidad de energía calórica que puede mantenerse sin ocasionar cambios en el funcionamiento vital, el equilibrio homeostático y la conducta, manteniendo las potencialidades biológica y la producción (Arauz, 2010). La temperatura corporal en aves mayores de 28 días está entre 40.6 y 42 °C. (Estrada y Márquez, 2005; Requena y col., 2006). Dado por los procesos

metabólicos, digestivos y de mantenimiento. La compensación termolítica asociada con las pérdidas calóricas pasiva y activa que se producen en las condiciones de termoneutralidad y sus alteraciones determinan el balance calórico, el cual se caracteriza por la elevación de la temperatura en el cuerpo (Araúz, 2010).

4.3.2. Sobrecarga Calórica

La sobrecarga calórica es la alteración de la temperatura corporal; producto de la alteración metabólica y del diferencial en el balance calórico ajustado por pérdidas calóricas pasivas y activas. Estos mecanismos de pérdida pasiva y activa en conjunto con las condiciones del medio (temperaturas elevadas), no permiten un intercambio adecuado de flujo calórico hacia el exterior, provocando un desbalance en la temperatura corporal fisiológica (Araúz, 2010).

Cuadro XXIII. Medias de los indicadores del estado biotérmico en pollos de engorde de 30, 37 y 44 días de edad bajo estrés calórico.

Tratamientos (Densidades) (Kg/pie ²)	TRmin °C	TRmax °C	SCT °C	Masa Corporal (Kg)	CCE Kcal/°C	SCC Kcal.
Indicadores Térmicos y Calóricos a los 30 días.						
T1= 2.0	41.5	42.3	+ 0.8	1.042	0.854	0.683
T2= 1.3	41.3	43.4	+ 2.1	1.077	0.883	1.854
T3= 1.0	41.0	42.6	+ 1.6	1.052	0.862	1.379
T4= 0.8	41.4	42.9	+ 1.5	1.044	0.856	1.284
Indicadores Térmicos y Calóricos a los 37 días						
T1= 2.0	41.4	42.2	+ 0.8	1.55	1.27	1.01
T2= 1.3	41.8	43.6	+1.8	1.54	1.25	2.25
T3= 1.0	41.6	42.8	+1.2	1.55	1.27	1.52
T4= 0.8	41.9	43.7	+1.8	1.56	1.28	2.30
Indicadores Térmicos y Calóricos a los 44 días						
T1= 2.0	41.6	42.0	+0.4	2.0	1.64	0.66
T2= 1.3	41.3	42.0	+0.7	1.88	1.54	1.20
T3= 1.0	41.3	42.4	+1.1	1.99	1.63	1.79
T4= 0.8	41.4	42.7	+1.3	1.87	1.31	1.99

TR_{min} (°C) = Temperatura Rectal Mínima

TR_{max} (°C) = Temperatura Rectal Máxima

SCT (°C) = Sobrecarga Calórica Total

MC (Kg)= Masa Corporal en kilogramos

(TR_{max} – TR_{min})

(CCE Kcal/°C)= capacidad calórica estándar

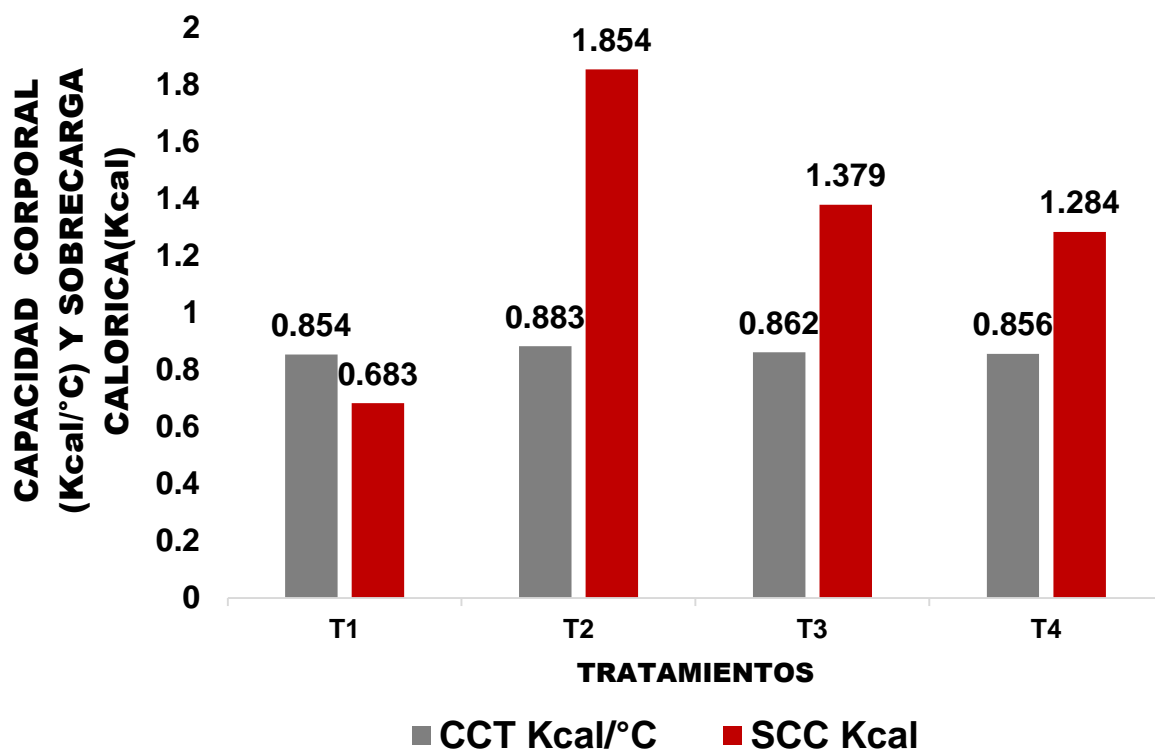
SCC (Kcal)= sobrecarga calórica

SCT (°C) * CCE (Kcal/°C)

La carga calórica fue consistente dentro de cada tratamiento, indicando que el entorno microambiental diurno fue lo suficiente ténvico para afectar de manera homogénea la carga calórica corporal e incrementar la temperatura rectal.

El estado biotérmico promedio diurno de las aves a los 30 días de edad para los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4). Fue de 42.3, 43.4, 42.6 y 42.9 °C. El peso corporal fue 1.042, 1.077, 1.052 y 1.044 kilogramos, la capacidad calórica correspondiente fue 0.854, 0.883, 0.862 y 0.856 Kcal/°C; condición que evolucionó aumentando según la temperatura rectal a partir de 41.5 °C (T1), 41.3°C (T2), 41°C(T3) y 41.4°C (T4). A las 6 de la mañana.

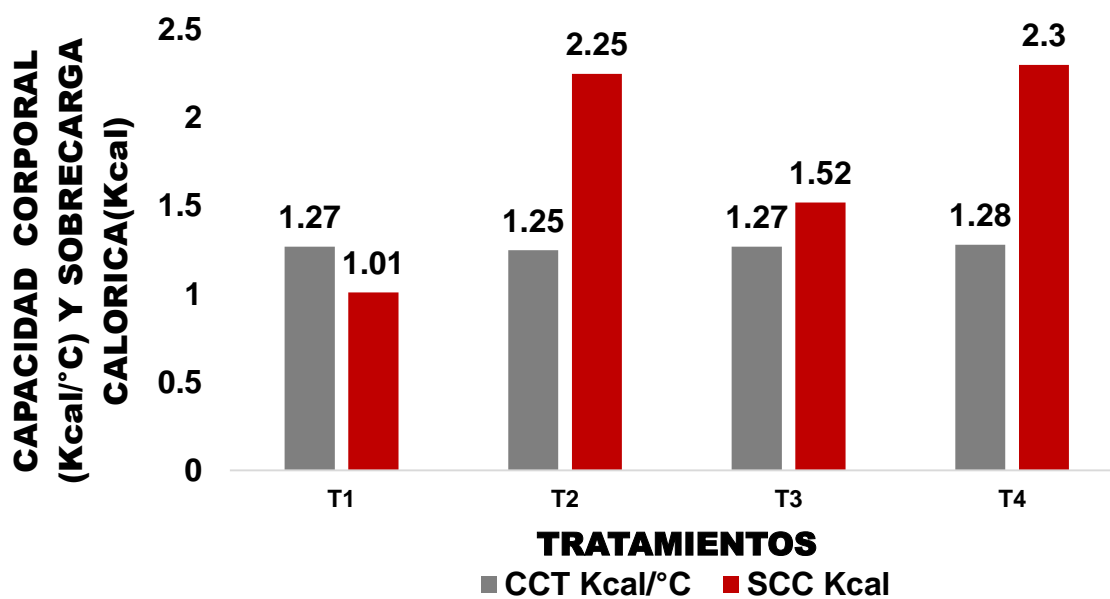
Grafica XV. Sobrecarga calórica (SSC) y capacidad calórica (CCT) en pollos de engorde de 30 días de edad bajo estrés calórico.



De acuerdo a con la temperatura corporal máxima y la temperatura ideal a las 6 de la mañana, las aves de los diferentes tratamientos presentaron una sobrecarga calórica de 0.683 Kcal para el tratamiento uno (T1), 1.854 Kcal para el tratamiento dos (T2), 1.379 Kcal para el tratamiento tres (T3) y 1.284 Kcal para el tratamiento cuatro (T4). El estado calórico corporal en el tratamiento dos (T2) fue el más comprometido, seguido de los tratamientos tres y cuatro (T3 y T4) evidenciando en el aumento de la temperatura rectal.

Para la edad de 37 días las aves presentaron un comportamiento biotérmico de 42.2, 43.6, 42.8 y 43.7 °C. Para los cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4), El peso corporal fue 1.55, 1.54, 1.55 y 1.56 kilogramos, la capacidad calórica correspondiente fue 1.27, 1.25, 1.27 y 1.28 Kcal/°C; condición que evolucionó aumentando según la temperatura rectal a partir de 41.4 °C (T1), 41.8°C (T2), 41.6°C (T3) y 41.9°C (T4). A las 6 de la mañana.

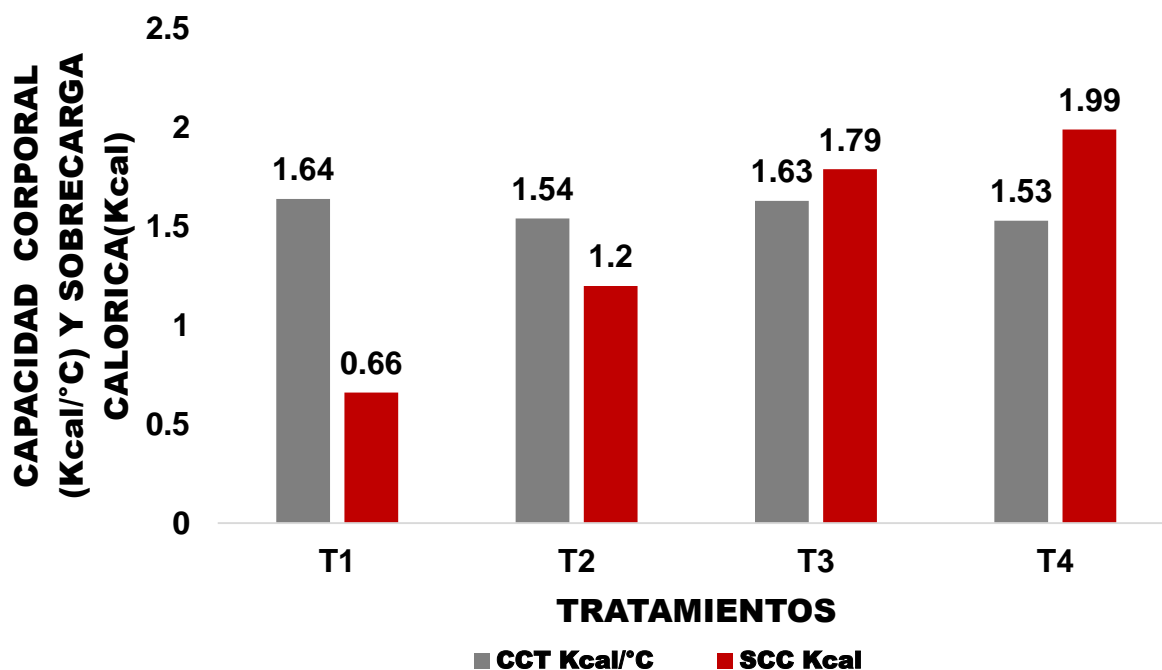
Grafica XVI. Sobrecarga calórica (SCC) y capacidad calórica (CCT) en pollos de engorde de 37 días de edad bajo estrés calórico.



En la gráfica XVI, observamos el comportamiento de la capacidad corporal y sobrecarga calórica a los 37 días de edad, en pollos de engorde donde el tratamiento uno (T1) presentó 1.01 Kcal, el tratamiento dos (T2) con 2.25 Kcal, el tratamiento tres (T3) tubo 1.52 Kcal y el tratamiento cuatro (T4) con 2.3 Kcal.

A esta edad los pollos del tratamiento dos y cuatro (T2 y T4) fueron los que presentaron mayor sobrecarga calórica en comparación con los tratamientos uno y tres (T1 y T3). El comportamiento de la temperatura biotérmica a los 44 días para cada uno de los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) fue de 42.0, 42.08, 42.4, 42.7 °C y su peso corporal de 2.0, 1.88, 1.99, 1.87 kilogramos, la capacidad calórica correspondiente 1.64, 1.54, 1.63, 1.53 Kcal/°C, condiciones que aumentaron al incrementarse la temperatura rectal de 41.6, 41.3, 41.3 y 41.4 a las 6 de la mañana.

Gráfica XVII. Sobrecarga calórica (SCC) y capacidad calórica (CCT) en pollos de engorde de 44 días de edad bajo estrés calórico.



Para la edad de 44 días los pollos presentaron sobrecarga calórica de 0.66, 1.2, 1.79 y 1.99 Kcal para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro (T1, T2, T3 y T4) respectivamente. Observándose que la mayor sobrecarga estuvo en el tratamiento cuatro (T4) seguido del tratamiento tres (T3).

4.4. Característica y comportamiento de los parámetros productivos.

Los parámetros productivos como el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el porcentaje de mortalidad, el rendimiento en canal, son indicadores que definen los sistemas productivos, procesos, eficiencia e impacto, a partir de los cuales se puede hacer ajuste y predecir los resultados en los sistemas de producción avícola (Colmenares y col., 2007).

4.4.1. Consumo de alimento.

La cantidad de alimento balanceado consumido por las aves está relacionada con el desempeño en el crecimiento. Los pollos de engorde necesitan diariamente suplir sus necesidades nutricionales para así expresar su potencial genético, de lo contrario no crecen (Gernat, 2006). La formulación de dietas balanceadas, determina el mantenimiento de una máxima ingestión de alimento, que es el factor más importante para determinar la tasa de crecimiento y la eficiencia de la utilización de los nutrientes. El control de consumo de alimento, es una interacción complicada de muchos factores que involucran la fisiología, los sistemas sensoriales y las

necesidades de nutrientes del ave, para cumplir con la demanda de crecimiento, mantenimiento y resistencia a las enfermedades (Gernat, 2006).

Según el análisis de varianza observado en el cuadro XXIV, indica que no se registró variación significativa en los diferentes tratamientos estudiados ($P > 0.05$), pero si hubo diferencia estadística altamente significativa por semana ($P < 0.0001$). Esto debido al desarrollo fisiológico de las aves y a las necesidades de los requerimientos nutricionales.

Cuadro XXIV. Análisis de varianza para el consumo de alimento.

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Model	8	3965582170	495697771	352.79	<.0001
	R cuadrado	Coef. Var.	Root MSE	media CA	
	0.994713	5.386360	1185.365	22006.79	
Fuente	gl	Suma de cuadrado	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Tratamientos	3	10670080	3556693	2.53	0.0963
Semanas	5	3954912089	790982418	562.94	<.0001
Error	15	21076353	1405090		
Total	23	3986658523			
CV= 5.38% ($p > 0.05$): no es significativo al 5% ($p < 0.05$): es significativo al 5%					
R ² = 0.99 ($p < 0.01$): es significativo al 1% ($p < 0.001$): es significativo al 0.1%					

El consumo de alimento balanceado está influenciado tanto por factores de la dieta como de manejo. Los factores de la dieta pueden ser la calidad del concentrado, composición y balance de los nutrientes. Los factores de manejo que influyen sobre la ingesta son la disponibilidad de agua y alimento, el manejo ambiental, el control de enfermedad y la densidad de animales (Gernat, 2006).

Cuadro XXV. Medias del consumo de alimento por tratamiento

Tratamientos	Consumo de alimento (gramos)
1	21457.91 a
2	21646.58 a
3	23144.75 b
4	21777.92 ab

- Medias con igual letra no difieren entre sí ($P>0.05$).

El consumo de alimento de manera general, lo observamos en el cuadro XXV indicando que el mayor consumo se presentó en el tratamiento tres (T3) con 23144.7 gramos, seguido del tratamiento cuatro (T4), el tratamiento dos (T2) y por último el tratamiento uno (T1) siendo estos valores 21777.9 gramos, 21646.58 gramos y 21457.9 gramos.

Las medias obtenidas indican que no hubo diferencias entre los tratamientos, estando los valores en un rango no mayor de 1700 gramos. Si dividimos el consumo general de cada tratamiento entre la cantidad de pollo obtenemos que en promedio cada pollos consumió entre 678.1 y 715.9 gramos. Sin embargo Pérez (2011) cuando evaluó el consumo de alimento en pollos de engorde utilizando prebiótico obtuvo medias de 628.78 gramos para el tratamiento uno (T1), 671.01 gramos para en tratamiento dos (T2), para el tres y cuatro (T3 y T4) presentó medias de consumos de 612 y 646 gramos. Indicando que no hubo diferencia estadística significativa entre tratamiento, resultados similares a los encontrados en este estudio.

4.4.2. Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia es la relación entre el alimento en kilo o en libras entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que lo consumen. La conversión alimenticia está influenciada por muchos factores, prácticamente todos los elementos que se realizan en las técnicas de manejo, pero en forma marcada la conversión alimenticia está influenciada por las enfermedades que puedan ocurrir, la mortalidad que se presente en el lote y definitivamente por el consumo de alimento el cual es prioritario. Según el análisis de varianza observado en el cuadro XXVI, la conversión alimenticia no presentó diferencia significativa por tratamiento ($P > 0.05$). Esto indica que las aves presentaron similitud en la conversión del alimento. La fuente de variación por semana presentó diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.0001$). Porque, a medida que se desarrolla el pollo consumía mayor cantidad de alimento, por consiguiente la conversión alimenticia variaba por semana.

Cuadro XXVI. Análisis de varianza para la conversión de alimento

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Modelo	8	2.66776667	0.33347083	22.98	<.0001
		R Cuadrado	Coef. Var.	Root MSE	media CVA
		0.924576	5.768990	0.120452	2.087917
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Tratamientos	3	0.04714583	0.01571528	1.08	0.3862
Semanas	5	2.62062083	0.52412417	36.13	<.0001
Error	15	0.21762917	0.01450861		
Total	23	2.88539583			

CV= 5.7% (p>0.05): no es significativo al 5% (p<0.05): es significativo al 5%
R² = 0.92 (p<0.01): es significativo al 1% (p<0.001): es significativo al 0.1%

Otro factor a tener en cuenta es la línea genética, ella impacta mucho en los valores de conversión alimenticia, es posible observar diferencias en la conversión hasta de diferentes líneas de una misma empresa genética. La temperatura ambiental también es un factor clave para la obtención de buenos resultados, cada vez que alejamos a los pollos de su rango de termoneutralidad, los obligamos a producir calor tanto en condiciones frías a través de los temblores musculares o en condiciones de exceso de temperatura debido al aumento de la frecuencia respiratoria para eliminar calor. Este calor producido por el animal que intenta mantener su temperatura corporal es extraído de la energía del alimento que deja de ser usada para producir carne, siendo entonces una explicación de los resultados inferiores de los animales en estas condiciones.

Cuadro XXVII. Medias de conversión alimenticia por tratamiento.

Tratamientos	Conversión alimenticia
1	2.02 ± 0.04 a
2	2.14 ± 0.04 a
3	2.08 ± 0.04 a
4	2.10 ± 0.04 a

- Medias con igual letra no difieren entre sí. P>0.05.

La conversión alimenticia obtenida, durante el estudio muestra que se necesitó dos libras de concentrado para producir una libra de carne. Vemos en el cuadro XVII, que se produjo mayor conversión alimenticia en el tratamiento uno (T1) siendo esta de 1:2,02, luego el tratamiento tres (T3) con 1:2,08 el tratamiento cuatro (T4) con 1:2,10 y por último el tratamiento dos (T2) con 1:2,14. Esto resultados se deben a que durante la ejecución del estudio los pollos estuvieron sometidos a altas temperatura, comprometiendo así la eficiente conversión de alimento, ya que la

energía principalmente del concentrado se utilizaba para mantener la temperatura del cuerpo constante, dejándose de usar para producir carne.

4.4.3. Ganancia de Peso

La ganancia de peso, es un indicador productivo, que muestra cuanto peso en gramos o libra ha aumentado el pollo en un determinado tiempo. Se obtiene determinado el diferencial entre el peso inicial y el peso final de cada periodo de evaluación, dividido por la duración del periodo de evaluación. Esta variable se recomienda medir con una precocidad semanal y expresada como promedio semanal y acumulado. Este parámetro productivo puede verse afectado cuando las aves se encuentra fuera de la zona de termoneutralidad, si las temperaturas son elevadas los animales dejaran de consumir alimento, por tal razón no habrá eficiencia en la conversión de alimento disminuyendo la ganancia de peso del lote en producción.

El análisis de varianza indicado en el cuadro XXVIII, muestra que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$). Entre los cuatro tratamientos, presentando poca variación entre los resultados finales del incremento de peso entre ellos. Por el desarrollo de las aves, el aumento de peso y la edad hubo diferencia estadística significativa ($P < .0001$) en la fuente de variación por semana, mas no así por tratamiento.

Cuadro XXVIII. Análisis de varianza para la ganancia de peso.

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Modelo	8	813412.4331	101676.5541	175.90	<.0001
		R Cuadrado	Coef. Var.	Root MSE	media GP
		0.989453	7.625603	24.04213	315.2817
Fuente	gl	Suma de Cuadrados	Media Cuadrática	Valor F	Pr > F
Tratamientos	3	2368.4156	789.4719	1.37	0.2912
Semanas	5	811044.0174	162208.8035	280.63	<.0001
Error	15	8670.3589	578.0239		
Total	23	822082.7919			

CV= 7.6 % (p>0.05): no es significativo al 5% (p<0.05): es significativo al 5%
R² = 0.98 (p<0.01): es significativo al 1% (p<0.001): es significativo al 0.1%

La no diferencia significativa (P>0.05) encontrada para esta variables pueden estar asociada al consumo de alimento, según Jabib y col. (2012) indican que las aves que consumieron mayor cantidad de alimento (T3 y T4), pudieron generar mayor calor corporal y por lo tanto, en la disipación de este a través del jadeo, se pudo originar una alcalosis en los líquidos corporales, causando una mayor excreción de electrolitos por parte de los riñones, disminuyendo un poco la ganancia de peso para los animales que tuvieron mayor consumo.

Cuadro XXIX. Medias de ganancia de pesos por tratamiento.

Tratamientos	Ganancia de peso (gramos)
1	326.33 ± 9.8 a
2	305.64 ± 9.8 b
3	324.03 ± 9.8 a
4	305.12 ± 9.8 b

- Medias con igual letra no difieren entre sí. P>0.05.

Podemos observar el comportamiento de las medias de ganancia de peso (cuadro XXIX) donde ilustra que no se presentó variación significativa dentro de los tratamientos y que la mayor ganancia de peso fue de 326.33 gramos presentada por el tratamiento uno (T1) luego el tratamiento tres (T3) con 324 gramos seguidos de los tratamientos dos y cuatro (T2 y T4) con 305.64 y 305.12 gramos. Dentro de ellos el margen de variación fue no más de 21.21 gramos.

4.4.4. Rendimiento en Canal

Cuando el ave es llevada a la planta de procesamiento y faenado, es despojada de los órganos internos y las extremidades (patas y cabeza) hablamos del peso final en canal el cual al dividirse entre el peso final vivo multiplicado por cien tenemos entonces el rendimiento en canal, que es expresado en porcentaje. El rendimiento en canal de las aves por tratamiento fue diferente y presentaron diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). Si observamos el cuadro XXX, indica que hubo variación entre los tratamientos.

Cuadro XXX. Análisis de varianza para el rendimiento en canal

ANOVA					
Fuente	gl	Suma de cuadrado	Media Cuadratica	Valor F	Pr > F
Modelo	3	310825.577	103608.526	4.15	0.0079
		R-Cuadrado	Coef de var.	Root MSE	Media PESO
		0.100959	11.73219	157.9112	1345.96
Fuente	gl	Suma de cuadrados	media cuadrática	Valor F	Pr>F
Tratamientos	3	310825.5769	103608.5256	4.15	0.0079
Error	111	2767890.284	24935.949		
Total	114	3078715.861			
CV= 11.73% (p>0.05): no es significativo al 5% (p<0.05): es significativo al 5%					
R ² = 0.10 (p<0.01): es significativo al 1% (p<0.001): es significativo al 0.1%					

Los factores que afectan al rendimiento en canal son: la duración del ayuno, la alimentación (composición y nivel), la duración del transporte, tipo genético, sexo y peso.

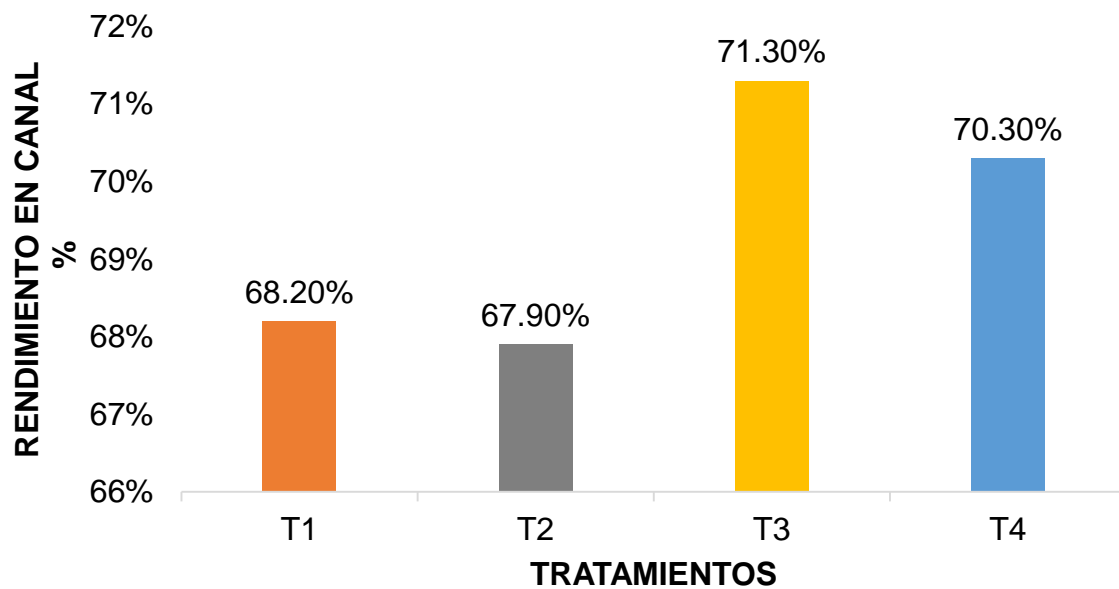
Cuadro XXXI. Rendimiento en canal promedio por tratamiento en pollos de engorde bajo condiciones de estrés calórico.

TRATAMIENTOS	PV (g)	PC (g)	RC %
T1= 2.0 kg	2000.23	1364.12	68.2
T2= 1.3 kg	1876.16	1274.27	67.9
T3= 1.0 kg	1986.30	1416.30	71.3
T4= 0.8 kg	1873.03	1318.27	70.3

PV= peso vivo PC= peso en cana RC= rendimiento en canal

Al culminar la fase experimental, los mejores pesos finales vivos fueron obtenidos por el tratamiento uno (T1) con 2000.23 gramos, seguidos del tratamiento tres (T3) con 1986.30 gramos, siendo los menores los tratamiento dos y cuatro (T2 y T4) con 1876.16 y 1873.03 gramos.

Para el caso del peso de la canal. Observamos que el mayor peso lo obtuvo el tratamiento tres (T3) con 1416.30 gramos, seguido del tratamiento uno (T1) con 1364.12 gramos y los menores pesos fueron encontrados en los tratamientos cuatro y dos (T4 y T2) con 1318.27 y 1274.27 gramos respectivamente.

Grafica XVIII. Rendimiento en canal obtenido de los diferentes tratamientos.

Los rendimientos en canal encontrados en este estudio indican que el tratamiento tres (T3) presentó 71.3 %, seguido del tratamiento cuatro con 70.3%, el tratamiento uno (T1) con 68.2% y por último el tratamiento dos (T2) con 67.9 %

Estos resultados son parecidos a los encontrados por Gil (2013) donde manifestó que obtuvo rendimientos en canal de 70.3% y 69.8% cuando utilizó prebióticos en el desarrollo de productivo de pollos de engorde.

Pérez, (2011) al utilizar prebiótico obtuvo rendimientos en canal de 71.3% y 69.62 % en su estudio.

4.4.5. Mortalidad

La mortalidad es un parámetro importante, que debe registrarse desde la llegada de las aves al establecimiento, esta se calcula dividiendo la cantidad de aves que viven al final del ciclo productivo entre la cantidad de aves inicial multiplicado por cien, ya que esta se expresa en porcentaje.

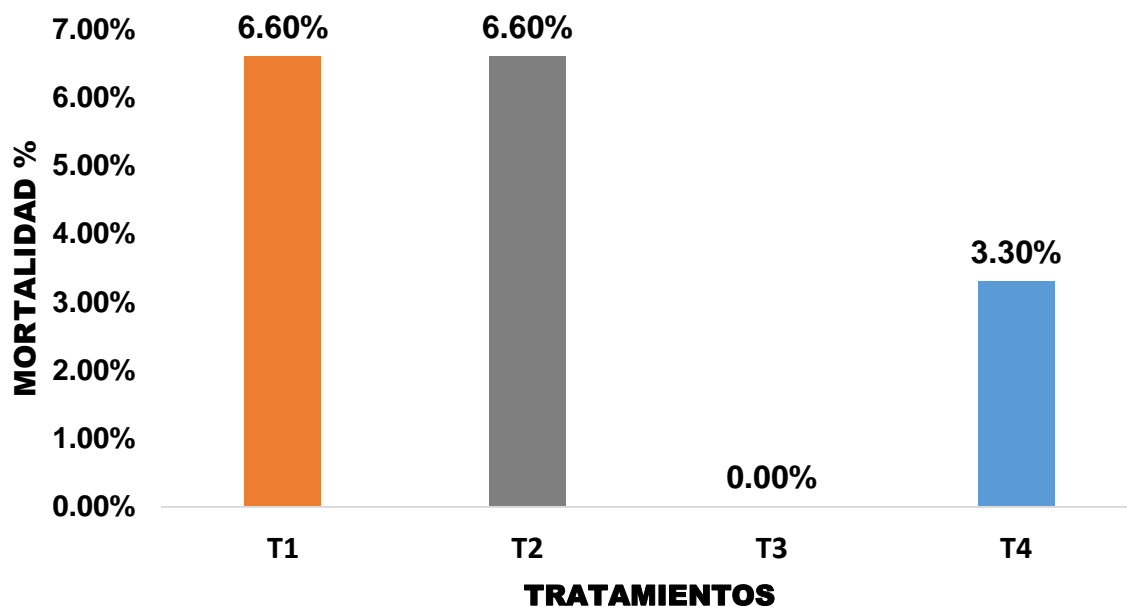
En la actualidad para explotaciones avícola de ambiente natural se habla de un porcentaje de mortalidad de 3 % como ideal, 6 a 10% se considera bueno (Trejos, 2010).

Cuadro XXXII. Índice de mortalidad por tratamiento

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	TOTAL
N° muertos final	2	2	0	1	5
N° vivos inicial	30	30	30	30	120
% Mortalidad	6.6	6.6	0	3.3	4.16

El porcentaje de mortalidad es un indicador que puede ser alterado por diversos factores como la calidad y tipo de alimento, la calidad del agua de bebida, el nivel de calefacción, el manejo de la cama, el plan sanitario. (Buitrago, 2006).

Grafica XIX. Representación gráfica de la mortalidad por tratamiento.



En la gráfica XIX, observamos el comportamiento de la mortalidad para todo el ciclo experimental, la mayor mortalidad la presentó los tratamientos uno y dos (T1 y T2) con 6.6 %, y la más baja la obtuvo el tratamiento cuatro (T4) con 3.3 %, el tratamiento tres (T3) no presentó mortalidad durante la ejecución del experimento. La causa principal de la mortalidad dentro de los tratamientos fue provocada por el estrés calórico sufrido en la etapa final o de engorda.

4.5. Análisis Económico

Mediante este análisis económico se pretende estudiar la evolución de los resultados de la investigación basándose en los gastos, los ingresos y la utilidad, la rentabilidad y la relación beneficio-costos del capital utilizado.

El análisis económico se realizó a cada tratamiento para determinar la relación costo-beneficio.

A continuación se describen los gastos presentados por la investigación.

Cuadro XXXIII. Costos de alimentación por tratamiento

TMT		ALIMENTACION (LIBRAS)				CANTIDAD LBS
		PRE-INICIO	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE	
CANTIDAD	T1	10.91	62.18	118.64	91.84	283.57
	T2	11.14	62.13	119.86	92.96	286.09
	T3	10.38	64.62	125.26	105.6	305.86
	T4	8.68	58.12	121.74	96.4	284.94
	PRECIO UNIT	B/. 24.67	B/. 24.79	B/. 24.60	B/. 23.13	COSTO TOTAL
COSTO	T1	B/. 2.69	B/. 15.41	B/. 29.19	B/. 21.24	B/. 68.53
	T2	B/. 2.75	B/. 15.40	B/. 29.49	B/. 21.50	B/. 69.14
	T3	B/. 2.56	B/. 16.02	B/. 30.81	B/. 24.43	B/. 73.82
	T4	B/. 2.14	B/. 14.41	B/. 29.95	B/. 22.30	B/. 68.79

Cuadro XXXIV. Costo de la cama por tratamiento.

INSUMOS	T1	T2	T3	T4
Cascarilla de Arroz (sacos)	6	10	15	20
Precio Unitario	B/. 0.50	B/. 0.50	B/. 0.50	B/. 0.50
TOTAL	B/. 3.00	B/. 5.00	B/. 7.50	B/. 10.00

Los costos de alimentación se determinan al registrar cuanto consume en promedio cada animal por día, en cada tratamiento, el registro de esta variable a lo largo del tiempo permite calcular cuánto fue el consumo total de cada ave dentro de los diferentes tratamientos durante todo el ciclo productivo. En este experimento la variable consumo de alimento se registró diariamente por 44 días, permitiendo determinar los costos de alimentación.

Cuadro XXXV. Costos de insumos por tratamiento.

ISUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNIT	TOTAL
Pollos	120	B/. 0.75	B/. 90.00
Vitaminas (Sobre)	1	B/. 2.25	B/. 2.25
Antibióticos (L)	0.17	B/. 25.00	B/. 4.25
V. Gumboro (Fco.)	2	B/. 7.00	B/. 14.00
Anti-Hot (kg)	1.3	B/. 4.50	B/. 5.85
TOTAL			B/. 116.35

Dentro de la producción avícola se utilizan insumos de salud los cuales previenen incrementos de pérdidas por motivos de enfermedades, estos insumos son descritos en el cuadro XXXV, señalando que se utilizaron a nivel global, correspondiendo a una cuarta parte cada tratamiento.

Cuadro XXXVI. Costos de otros insumos para el estudio.

INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNIT	TOTAL
Cable Eléctrico (Pie)	55	B/. 0.31	B/. 17.05
Bombillos	12	B/. 0.60	B/. 7.20
Rosetas	12	B/. 1.00	B/. 12.00
Cinta PVC	2	B/. 1.50	B/. 3.00
Alambre Dulce	3	B/. 0.75	B/. 2.25
Detergente	1	B/. 1.40	B/. 1.40
Yodo	1	B/. 8.00	B/. 8.00
Tuvo PVC	4	B/. 3.00	B/. 12.00
Codo PVC	4	B/. 0.20	B/. 0.80
Pegamento PVC	1	B/. 2.95	B/. 2.95
Luz Eléctrica	1	B/. 7.00	B/. 7.00
TOTAL			B/. 73.65

La otra parte de los insumos corresponde a materiales y equipos que no están relacionados directamente con las aves, pero que aportan al bienestar animal para el desarrollo completo de los ciclos de producción durante la fase experimental.

Cuadro XXXVII. Costo total por tratamiento

Detalles	T1	T2	T3	T4
Costos De Alimentación	B/. 68.53	B/. 69.14	B/. 73.82	B/. 68.79
Costos De Insumos	B/. 32.08	B/. 34.08	B/. 36.58	B/. 39.08
Otros Costos	B/. 18.41	B/. 18.41	B/. 18.41	B/. 18.41
TOTAL	B/. 119.02	B/. 121.63	B/. 128.81	B/. 126.28

En el cuadro XXXVII. Observamos el comportamiento de los costos totales dentro de cada tratamiento, indicando que el tratamiento de menor costo fue el tratamiento uno (T1) con B/. 119.02 y el de mayor costo fue el tratamiento tres (T3) con B/. 128.81. El tratamiento cuatro (T4) presento B/. 126.28 de costo y el tratamiento dos (T2) tuvo un costo de B/. 121.63.

Cuadro XXXVIII. Ingreso obtenido en los diferentes tratamientos

Detalles	T1	T2	T3	T4
Peso En Canal (Lb)	84.31	78.86	93.59	84.18
Precio Unitario	B/. 1.70	B/. 1.70	B/. 1.70	B/. 1.70
TOTAL	B/. 143.33	B/. 134.06	B/. 159.10	B/. 143.11

La producción total en canal de cada tratamiento se comercializó, dando los resultados que observamos en el cuadro XXXVIII. El ingreso obtenido por la venta de la carne en canal para el tratamiento tres (T3) fue de B/. 159.10, correspondiendo al tratamiento que rindió más ingreso. Seguido el tratamiento uno (T1) que genero B/. 143.33, el tratamiento cuatro (T4) con B/.143.11 y por último el tratamiento dos (T2) con B/. 134.06.

Cuadro XXXIV. Utilidad, rentabilidad y relación beneficio-coste obtenida en los diferentes tratamientos.

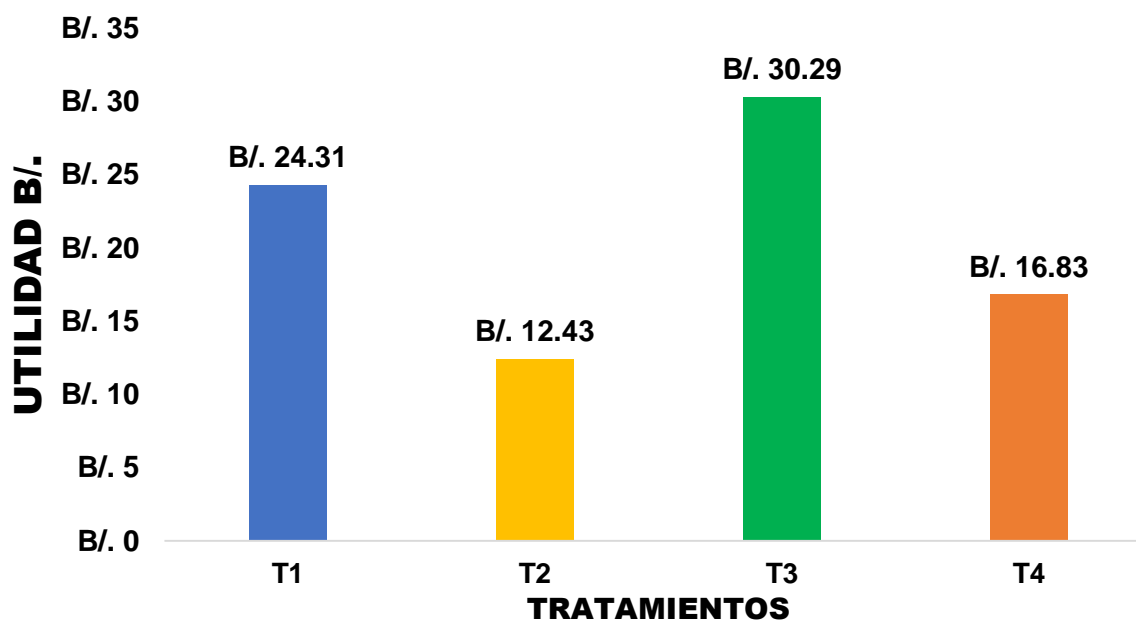
Descripción	T1	T2	T3	T4
Ingresos	B/. 143.33	B/. 134.06	B/. 159.10	B/. 143.11
Egresos	B/. 119.02	B/. 121.63	B/. 128.81	B/. 126.28
Utilidad	B/. 24.31	B/. 12.43	B/. 30.29	B/. 16.83
Rentabilidad %	16.96	9.27	19.04	11.76
R. Beneficio/Costo	1.20	1.10	1.24	1.13

Para determinar cuál fue el comportamiento de la utilidad, la rentabilidad y la relación beneficio-coste, se determinó por cada tratamiento los ingresos, y egresos.

4.5.1. Utilidad

Definimos utilidad como el valor útil que se obtiene de una acción, en este caso es la ganancia obtenida del diferencial entre el ingreso y el egreso por parte de la comercialización de los pollos.

Grafica XX. Representación gráfica de la utilidad obtenida por tratamiento.

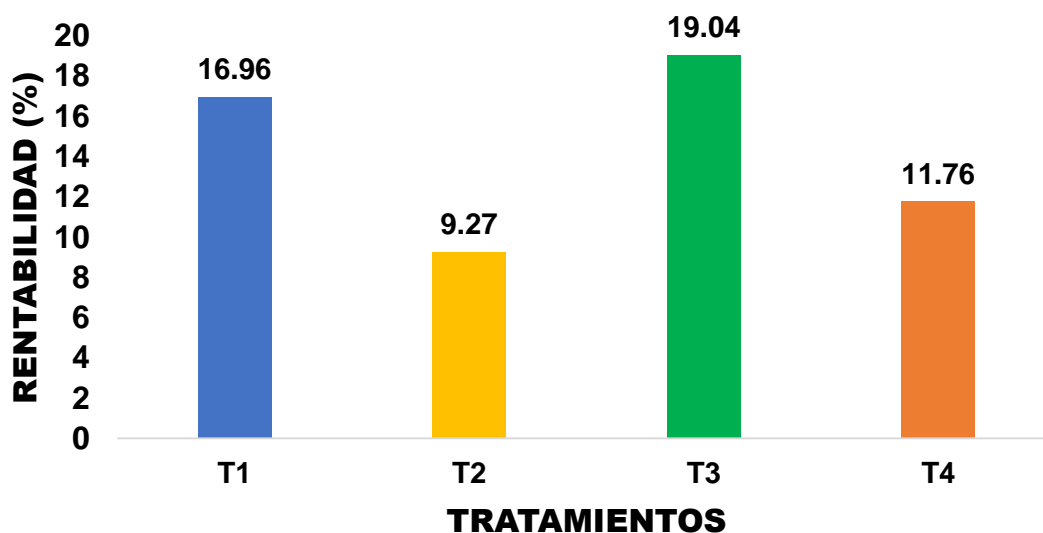


Lo ingreso y los egresos permite analizar y determinar el comportamiento de la utilidad, indicando que entre los cuatro tratamiento la mayor utilidad (B/.) La presentó el tratamiento tres (T3) con una ganancia de B/. 30.29, luego sigue el tratamiento uno (T1) con B/. 24.31, el tratamiento dos y cuatro (T2 y T4) presentaron una utilidad menor, pero positiva manteniendo ganancias para el tratamiento cuatro (T4) de B/. 16.83 y para el tratamiento dos (T2) de B/. 12.43. Presentando todos los tratamientos una utilidad positiva.

4.5.2. Rentabilidad

La rentabilidad es una medida por la cual se determina los rendimientos de la empresa, respecto a las ventas de sus activos en un determinado tiempo. Se dice que para que una empresa permanezca en el tiempo, necesita producir utilidades, y la rentabilidad está relacionada con el riesgo. En otras palabras si una empresa u operación quiere aumentar su rentabilidad también debe incrementar sus riesgos.

Grafica XXII. Representación gráfica de la rentabilidad del estudio por tratamiento.



La rentabilidad obtenida dentro los diferentes tratamientos se observa en la gráfica XXVIII, donde muestra que para el tratamiento tres (T3) la rentabilidad fue de 19.04 %, siendo esta la más alta obtenida entre los cuatro tratamiento, seguido tenemos el tratamiento uno (T1) con 16.96%, el tratamiento cuatro (T4) con 11.76% y el tratamiento dos (T2) con 9.27% siendo esta la rentabilidad más baja.

4.5.3. Relación Beneficio-Costo

Mediante la relación beneficio-costo se determina la viabilidad de un proyecto. Si el valor de la relación beneficio-costo es mayor o igual que uno (1) aceptamos el proyecto y decimos que es viable, si el valor es menor que uno (<1), quiere decir que el proyecto o la actividad no es rentable. Cuando el valor es mayor que uno indica que se ha recuperado la inversión en un tiempo determinado y se obtuvo una ganancia extra.

Si trasladamos estos conceptos al estudio realizado, podemos decir que la viabilidad de los diferentes tratamientos fue positiva. Y que presentaron una relación beneficio-costo superior a uno (>1). De manera específica podemos indicar que el tratamiento que mayor relación presentó fue el tratamiento tres (T3) con 1.24, seguido del tratamiento uno (T1) con 1.20, el tratamiento cuatro con 1.13 y por último el tratamiento dos (T2) con 1.10, siendo este el valor más bajo del estudio.

V. CONCLUSIONES

- El entorno micro ambiental durante la ejecución del estudio indicó que se presentaron condiciones físicas adversas al bienestar requerido por las aves para un óptimo desarrollo, tanto la temperatura ambiental como la humedad relativa fueron lo suficientemente desfavorable para generar el estrés calórico propiamente.
- Las condiciones ambientales presentadas en la sala experimental corresponde a una alteración combinada de la temperatura ambiental y la humedad relativa durante la fase diurna ,valores obtenidos al calcular el índice de temperatura y humedad (ITH), los cuales demostraron haber influencia de estrés calórico agudo, demostrados por la alteración de la frecuencia cardiaca, respiratoria y la conducta de los animales.
- La frecuencia cardiorrespiratoria y la temperatura rectal estuvieron alterada durante la fase de crecimiento y engorda de las aves, evidenciando que durante el día el incremento y ajustes metabólicos y fisiológicos presentaron la mayor presión calórica.

- El incremento del contenido calórico estuvo relacionado con la alteración del entorno ambiental donde se desarrollaban los pollos de engorde, al sobrepasar los niveles de temperatura de bienestar de las aves, se alteró la temperatura rectal y se produjo una sobrecarga calórica durante el periodo diurno.
- Las aves de edades entre 30 y 37 días presentaron la mayor alteración de los parámetros fisiológicos, debido al proceso de adaptación para resistir las altas temperatura.
- Los parámetros productivos como el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos, y se obtuvieron valores muy similares en cada uno de ellos.
- El rendimiento en canal se redujo entre 28 y 31 % en los diferentes tratamientos, asociados a la influencia del estrés calórico. Provocando reducción en la rentabilidad y productividad de dicha actividad.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios posteriores con la utilización del Ácido Acetil Salicílico para la reducción del estrés calórico en pollos de engorde, utilizando diferentes concentraciones en el agua de bebida.
- Modificar las instalaciones del Programa Avícola, para mejorar las condiciones físicas para el desarrollo de las aves, esto implica correctivos para minimizar la influencia del estrés calórico y sus efectos negativos sobre la producción.
- Garantizar que las aves reciban una adecuada nutrición, con raciones balanceadas en cuanto a proteína, energía, minerales durante todas las etapas.
- Realizar estudios para conocer la utilidad en la utilización de galeras de ambiente natural abiertas versus galeras de ambiente controlado.
- En lugares donde las condiciones ambientales y las instalaciones no puedan ser modificadas, utilizar animales que hayan sido sometidos a una aclimatación precoz, para reducir las pérdidas por estrés calórico.

VII. Bibliografía

Alvarado, M. 2010. Manual Práctico de Pollo de Engorde. (en línea). Trascerros Nueva Frontera Santa Bárbara Honduras C.A. Consultado el 18 de Junio de 2014.

Disponible en:

http://api.ning.com/files/AqRzrbFDjnFHCypCAnFHib1nI9MJkgsNyoLDbQk56j-RE9Zp-6EnhVOt0VwEnuc*q54qR3WM8xBcNI-pE5fuuxoPNusED663/MANUALPRCTICODELPOLLODEENGORDE.pdf

Arauz, E.E. 2010. Alteración Diurna de la Carga Calórica Corporal e Interrelación de las Temperaturas Rectal y Láctea en Vacas Cruzadas (6/8 Bos taurus X 2/8 Bos indicus), Pardo Suizo Y Holstein Bajo Estrés Calórico Diurno Durante La Época Seca en el Clima Tropical Húmedo. Revista Electrónica de Veterinaria 11: 9-21p.

Arauz, E. E. 2015. La temperatura corporal como un indicador de la cantidad de energía calórica corporal en los homeotermos domésticos. Consulta personal sobre los índices fisiológicos, la temperatura corporal y la carga calórica del homeotermo de interés zootécnico. Profesor de Fisiología de la Adaptación, Estrés y Bienestar Animal. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Panamá.

Arauz, E. E. 2012. Indicadores fisiológicos en las aves domésticas de interés zootécnico bajo condiciones microambientales tropicales. Fisiología de la adaptación y producción animal. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Panamá.

Athanasiadis, A., 2013. Manejo sobre Pollos de Engorde. (Diapositivas).

Chiriquí, CR.44 diapositivas.

Aviagen, 2010. Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross. (en línea)

Investigadores del INIA. Consultado el 17 de Septiembre de 2014. Disponible en:

http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf

Barroeta, C., Izquierdo, D., Pérez, J., 2011. Manual de Avicultura. (en línea).

Consultado el 20 de Junio de 2014. Disponible en:

http://www.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA_castella.pdf

Bianca, W. 1973. Adaptación de los Animales Domésticos. España. Editorial Labor, S.A. 135P.

Borba, H. 2011. Influencia del Estrés Térmico sobre las Condiciones Fisiológicas del Pollo de Engorde a los 21 y 35 días de Edad. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Estatal Paulista, Sao Paulo. Brasil.

Botello, R., 1967. La Producción Avícola en Panamá. Panamá.

Chacón, T. y col. 2010. Frecuencia Cardíaca como Indicador de Estrés Calórico en Pollos de Engorde. Revista Zootecnia Tropical. Artículo Científico. N°28:93-100p.

Colmenares, O. 2007. Indicadores Productivos y Reproductivos en Fincas Ganaderas en los Llanos Centrales. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. Venezuela.

Corona, J. 2012. Impacto del Estrés Calórico en la Producción de Pollos de Engorde de Venezuela. Revista Electrónica de Veterinaria. V 13. N°6: 2-7p.

De Basilio, V. 2007. Estrés Calórico En Aves. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

De Basilio, V. y col. 2010. Restricción de Alimento Diurno Reduce Muerte por Calor en Granjas Avícolas Comerciales. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Venezuela. V.20, N°1:42-52p.

Estada, M. y Márquez, G. 2005. Interacción de los Factores Ambientales con la Respuesta del Comportamiento Productivo en Pollos de Engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. N° 18: 246-257p.

Estada, M. y Márquez, G. 2007. Efecto de la Temperatura y la Humedad Relativa en los Parámetros Productivos y la Transferencia de Calor en Pollos de Engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. N° 20: 288-303p.

Farfán, C. y col. 2008. Variables Ambientales Internas y Externas en una Unidad de Cría de Pollos de Engorde. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

Flores, J. y col. 2003. Evaluación de los Parámetros Productivos de Tres Líneas de pollos de engorde. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de el Salvador.

Fraser, M. C., J. A. Bergeron, A. Mays A. y S. E. Ajello, 1993. Algunos valores fisiológicos. En: Manual Merck de Veterinaria. Merck & Co., Inc. Rahway, NJ, USA, Pag. 1113

Gallardo, R., 2005. Evaluación de Dos Líneas de Pollos de Engorde Ross vs Cobb en el Área de Aguadulce, Provincia de Coclé. Tesis Lic. Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Panamá.

Gernat, A. 2006. Consumo de Alimento de Pollos de Engorde. Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano), Honduras.

Gualoto, L. 2013. Efecto del Uso de Ácido Acetilsalicílico, Suministrado en el Balanceado, Para Evitar Muertes por Estrés Calórico, en la Producción de Pollos Broiler. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Hafez, E.S.E 1973. Adaptación de los Animales Domésticos. España. Editorial Labor, S.A. 563p.

Jabib, L. y col. 2012. Efecto de la Restricción de Alimento sobre Variables Productivas en Pollos de Engorde. Revista Colombiana de Ciencia Animal. V4. N°1:24-34p.

Lim, M. 2001. Evaluación de la Tasa de Crecimiento de Pollo de Engorde de la Raza Redbro en Condiciones de Pastoreo Rotacional con Jaulas Movable con Diferentes Densidades. Tesis Lic. Ing. Agr. Panamá, Universidad Nacional de Panamá.

López, S. y col. 2007. Parámetros Productivos y Química Sanguínea en Pollos de Engorde Alimentados con Tres Niveles Dietéticos de Harina de Granos de Frijol Durante la Fase de Crecimiento. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Venezuela. V.17, N°2:150-160p.

Lorenzo, A. 2007. Comportamiento térmico corporal y cardiorrespiratorio circadiano en pollos de carne de la línea Cobb Cobb bajo estrés calórico durante la época seca. . Tesis Lic. Ing. Agr. Panamá, Universidad Nacional de Panamá.

Marcuello, E. 2011. Tratamiento del Estrés Calórico en el Agua de Bebida. (En línea). Departamento Técnico de INVESA. Consultada el 22 de marzo. 2014. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/agua-aves-t3715/124-p0.htm>

Marín, R. 2005. Estrés Calórico en la Gallina de Postura y Pollo de Engorda. División Regional de Ciencia Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Montenegro, D. 2012. Precio del Pollo en Aumento. (En línea). Panamá América. Consultado el 22 de Julio de 2014. Disponible: <http://www.iica.int/Esp/regiones/central/panama/Lists/Noticias%20IICA%20Panama/Attachments/309/Precios%20del%20pollo%20en%20aumento.pdf>

Moreno, F. y Chinchilla, M. 2007. Fisiología, Etiología y Bienestar Animal. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. N° 20:566-568p.

Olivares, B. y col. 2013. Aplicación del Índice de Confort Térmico como Estimador del Estrés Calórico en la Producción Pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. Revista Zootecnia Tropical. Artículo Científico. N°31:209-223p.

Oliveros, I. 2003. El Clima: Factor Determinante en la Producción Avícola. Revista Digital del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria de Venezuela. N°1:2-3p.

Oliveros, Y. y col. 2008. Aplicación del Índice de Confort Térmico como Estimador de Periodos Critico en Cría de Pollos de Engorde. Revista Zootecnia Tropical, Artículo Científico. V. 26. N°4: 531-537p.

Pérez, H. 2009. Fisiología Animal II. Departamento de Veterinaria, Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.

Requena, F. y col. 2004. La Aclimatación Precoz de Pollos de Engorde: Una Técnica Promisoria en el Clima Tropical. Revista Digital del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria de Venezuela. N°6: 2-5p.

Requena, F. y col. 2006. Efecto del Calor en la Producción Avícola en el Trópico. Revista Digital del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria de Venezuela. N°12: 3-13p.

Rojas, J. y col. 2008. Efecto de la Adición de Minerales en el Agua o Alimento sobre la Frecuencia Cardíaca, en Pollos de Engorde Sometidos a Estrés Calórico Crónico y Agudo. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Venezuela. V.49, N°2:2-15p.

Rondón, E. 2009. Aspectos Nutricionales que Influyen sobre la Incidencia de Problemas de Patas en Pollos de Engorde. Departamento de Ciencias Avícolas, Universidad Estatal Carolina del Norte.

Rostagno, H. S. 2011. Tablas Brasileiras para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. Brasil. Revisado el 8 de junio del 2014. Universidad Federal de Viçosa. Pág. 124.

Ruiz, E. 2006. Antiagregantes Plaquetarios. Revista Peruana de Cardiología. Facultad de Medicina, Universidad de San Martín de Porres.

Scott, M., Nesheim, M., Young, R. (1973). Alimentación de las Aves. España. Barcelona: Editorial Pedrell S.A.

Siegel, H. 1973. Adaptación de los Animales Domésticos. España. Editorial Labor, S.A. 395P.

Tolentino, C. 2014. Influencia de la Temperatura y la Humedad Ambiental del Verano e Invierno sobre Parámetros Productivos de Pollos de Carne Criados en la Ciudad de Lima. Revista de Investigación Veterinaria de Perú. N° 19: 9-14p.

Torrijos, J. 1976. Cría del Pollo de Carne Broilers (2da ed.). España, Barcelona: Editorial Aedos, S.A.

Vargas, J. 2009. Evaluación de la Línea de Pollo de Engorde Ross 308 y Cobb 500 en Operación de Cargill en Nicaragua. Zamorano. Honduras.