

Universidad Central de Venezuela

Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias

Postgrado de Producción Animal



**TRABAJO DE GRADO**

**EFFECTO DEL TIEMPO DE RESTRICCIÓN DE ALIMENTO EN POLLOS DE  
ENGORDE COMERCIALES EN CONDICIONES TROPICALES**

Leidis A. González M.

Tutor: Vasco de Basilio

Asesores: Rosmar Marcano M.

Charly Farfán

Maracay, Marzo 2017

**EFFECTO DEL TIEMPO DE RESTRICCIÓN DE ALIMENTO EN POLLOS DE  
ENGORDE COMERCIALES EN CONDICIONES TROPICALES**

Ing. Agr. LEIDIS ANGELINA GONZALEZ MARCHAN

Trabajo de grado sometido a la consideración de las Comisiones de estudios para Graduados de las Facultades de Agronomía y Veterinaria como requisito para optar al grado de:

***Magister Scientiarum en Producción Animal***

Universidad Central de Venezuela

Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias

Postgrado de Producción Animal

Maracay, Marzo 2017

## Verdicto

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, porque nos ha dado el don de la perseverancia.

A mis padres e hijos por apoyarme y alentarme a cumplir este reto.

Y especialmente a Danilo Alambarrio por ser motor propulsor de esta travesía.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor Vasco De Basilio, por su valiosa ayuda, apoyo y dedicación.

Al postgrado de Producción Animal de las Facultades de Agronomía y Veterinaria.

A los profesores asesores Rosmar Marcano y Charly Farfán por haber dedicado parte de su tiempo a que este trabajo tenga una mejor calidad.

Al profesor Tony Chacón por su colaboración para la recolección y procesamiento de datos fisiológicos a nivel de campo.

A Jesús, Freddy, Danilo y los trabajadores de las granjas que ayudaron en las mediciones y recolección de datos.

# EFFECTO DEL TIEMPO DE RESTRICCIÓN DE ALIMENTO EN POLLOS DE ENGORDE COMERCIALES EN CONDICIONES TROPICALES

Leidis A. González M.; Tutor: Vasco De Basilio

Maracay, Marzo. 2017. — 52 p., 8 figuras, 28 cuadros.

Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. UCV. Trabajo de Grado para optar al grado de Magister Scientiarum en Producción Animal, Mención Sistema de Producción No Rumiantes

## Resumen:

Se realizó un estudio para determinar cambios en variables productivas tales como consumo de alimento (Cons), peso vivo (PV), ganancia de peso (GP), conversión de alimento (CA) y mortalidad (M), variables fisiológicas como temperatura corporal (TC), nivel de hiperventilación (NH), frecuencia cardiaca (FC) y gastos cardiaco (GC) y variables administrativas con índice de eficiencia europeo (IEE), costos por consumo de alimento e ingresos por venta, en pollos de engorde con diferentes tiempos de restricción. Se realizaron dos experimentos uno en cercos dentro del galpón y el otro en galpones comerciales completos. En exp 1 se trabajó con 480 pollos Cobb en un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 3 tiempos de restricción (0 horas, 4 horas y 6 horas) x 2 sexo (macho y hembra); obteniendo T1: NRM (0 h de restricción en machos), T2: NRH (0 h de restricción en hembras), T3: R4hM (4 h (10 am a 2 pm) de restricción machos), T4: R4hH (4 h (10 am a 2 pm) de restricción en hembras), T5: R6hM (6 h (10 am a 4 pm) de restricción en machos) y T6: R6hH (6 h (10 am a 4 pm) de restricción en hembras). De 0 a 27 días se criaron los pollos bajo las mismas condiciones comerciales, se evaluaron los parámetros los días 28, 35 y 44 días de edad. Se obtuvo temperaturas ambientales (TA) promedio de  $31,5 \pm 0,4$  °C y humedad relativa (HR) de  $59 \pm 2$  % dentro de los galpones. Las variables PV, GP, TC, NH y GC no presentaron diferencias significativas en ninguno de los factores; mientras que las variables Cons. CA y FC presentaron valores de  $P = 0,50$  que generaron tendencias a la significancia de estas variables en relación a la interacción de los factores tipo de restricción y sexo, el factor sexo y el factor tipo de restricción respectivamente. La M fue 5,83% más alta en los tratamientos NR en comparación a los R. El tratamiento de restricción de alimento por 4 horas en machos presento los mejores resultados en cuanto a las variables administrativas teniendo el valor de IEE más alto (365,96), costos por consumo de alimento más bajo (136,02 Bs/Kg GP) e ingresos por venta más alto (1,470 Bs/Kg PV). En el experimento 2 se realizaron los mismos tiempos de restricción cada uno en un galpón comercial completo con 17.500 animales cada uno, la M más alta fue en R6h (1,91%), en las estimaciones de Cons se produjo ahorro de hasta 12% de R6h con respecto a los NR, en PV todos los tratamientos estuvieron por encima de 2 kg/ave con diferencias en promedio de 0,140 kg/ave de los NR con respecto a los R.

Palabras claves: restricción de alimento, pollos de engorde, estrés calórico.

# EFFECT OF THE TIME ON THE FOOD RESTRICTION OF POULTRY IN TROPICAL CONDITIONS

Leidis A. González M.; Tutor: Vasco De Basilio

Maracay, March. 2017. — 52 p., 8 figures, 28 pictures.

Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. UCV. Trabajo de Grado para optar al grado de Magister Scientiarum en Producción Animal, Mención Sistema de Producción No Rumiantes

## Abstract

A study was realized to determine changes in such productive variables as food consumption (Cons), alive weight (PV), profit of weight (GP), food conversion (CA) and mortality (M), physiological variables like corporal temperature (TC), level of hyperventilation (NH), cardiac frequency (FC) and expenses cardiac (GC) and variable administrative officers with European index of efficiency (IEE), costs for consumption of food and income for sale, in chickens of put on weight with different times of restriction. Two experiments fulfilled one in fences inside the shed and other one in commercial complete sheds. In exp one worked 1 with 480 chickens Cobb in a design completely randomized with arrangement factorial 3 times of restriction (0 hours, 4 hours and 6 hours) x 2 sex (macho and female); obtaining T1: NRM (0 h of restriction in males), T2: NRH (0 h of restriction in females), T3: R4hM (4 h (10 am to 2 pm) of restriction males), T4: R4hH (4 h (10 am to 2 pm) of restriction in females), T5: R6hM (6 h (10 am to 4 pm) of restriction in males) and T6: R6hH (6 h (10 am to 4 pm) of restriction in females). From 0 to 27 days the chickens grew up under the same commercial conditions, the parameters were evaluated the 28th, 35 and 44 days of age. There were obtained environmental temperatures average (TA) of  $31,5 \pm 0,4$  °C and relative dampness (HR) of  $59 \pm 2$  % inside the sheds. The variables PV, GP, TC, NH and GC did not present significant differences in any of the factors; whereas the variables Cons. CA and FC presented values of  $P = 0,50$  that generated trends to the significant of these variables in relation to the interaction of the factors type of restriction and sex, the factor sex and the factor type of restriction respectively. The M was 5,83 % higher in the treatments NR in comparison to the R. The treatment of food restriction for 4 hours in males I present the best results as for the administrative variables taking the IEE's highest value (365,96), costs as a consumption of lower food (136,02 Bs/Kg GP) and income for sale higher (1,470 Bs/Kg PV). In the experiment 2 carried out the same times of restriction each one in a commercial complete shed with 17.500 animals each one, her M higher was in R6h (1,91 %), in Cons's estimations saving took place of up to 12 % of R6h with regard to the NR, in PV all the treatments were over 2 kg / bird with differences in average of 0,140 kg / bird of the NR with regard to the R.

Key words: food restriction, chickens of put on weight, caloric stress.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
PORTADA . . . . .	i
DEDICATORIA . . . . .	iv
AGRADECIMIENTOS . . . . .	v
RESUMEN . . . . .	vi
I.    INTRODUCCIÓN . . . . .	1
II.   REVISIÓN DE LITERATURA . . . . .	2
1. Estrés calórico . . . . .	2
2. Incidencias del estrés calórico en los indicadores productivos . . . . .	4
3. Incidencias del estrés calórico en los indicadores fisiológicos . . . . .	5
4. Estrategias para combatir el estrés calórico . . . . .	6
5. Restricción de alimento . . . . .	7
6. Objetivo general . . . . .	8
7. Objetivos específicos . . . . .	8
III.  MATERIALES Y MÉTODOS . . . . .	9
1. Ubicación . . . . .	9
2. Experimento 1: Evaluación en cercos en ambiente comercial . . . . .	9
2.1 Diseño Experimental . . . . .	9
2.2 Animales y Manejo . . . . .	10
2.3 Instalaciones y equipos . . . . .	12
2.4 Alimento . . . . .	13
2.5 Variables evaluadas en la fase experimental . . . . .	14
2.5.1 Calidad de pollito . . . . .	14
2.5.2 Variables ambientales . . . . .	14
2.5.3 Variables productivas. . . . .	15
2.5.4 Variables fisiológicas . . . . .	15
2.5.5 Variables financieras . . . . .	17

2.6	Procesamiento de datos	.	.	.	.	.	.	18
3.	Experimento 2: Evaluación completamente comercial	.	.	.	.	.	.	19
3.1	Muestreo	.	.	.	.	.	.	19
3.2	Animales y manejo	.	.	.	.	.	.	21
3.3	Instalaciones y equipos	.	.	.	.	.	.	21
3.4	Alimento	.	.	.	.	.	.	22
3.5	Variables evaluadas en la fase experimental.	.	.	.	.	.	.	22
3.5.1	Calidad de pollito	.	.	.	.	.	.	22
3.5.2	Variables ambientales	.	.	.	.	.	.	22
3.5.3	Variables productivas.	.	.	.	.	.	.	23
3.6	Procesamiento de datos	.	.	.	.	.	.	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.	.	.	.	.	.	23
	Experimento 1							
1.	Calidad de pollito	.	.	.	.	.	.	23
2.	Variables ambientales	.	.	.	.	.	.	25
3.	Variables productivas							
	✓ Consumo de alimento	.	.	.	.	.	.	26
	✓ Peso vivo	.	.	.	.	.	.	28
	✓ Ganancia de peso	.	.	.	.	.	.	29
	✓ Conversión de alimento	.	.	.	.	.	.	30
	✓ Mortalidad	.	.	.	.	.	.	32
	✓ Índice de eficiencia económica	.	.	.	.	.	.	33
4.	Variables fisiológicas							
	✓ Temperatura corporal	.	.	.	.	.	.	34
	✓ Nivel de hiperventilación	.	.	.	.	.	.	35
	✓ Frecuencia y gasto cardiaco	.	.	.	.	.	.	36
5.	Variables financieras							
	✓ Costos por consumo de alimento.	.	.	.	.	.	.	38
	✓ Ingresos por venta	.	.	.	.	.	.	39
	Experimento 2							
1.	Calidad de pollito	.	.	.	.	.	.	40

2.	VARIABLES AMBIENTALES	.	.	.	.	.	.	41
3.	VARIABLES PRODUCTIVAS							
✓	Consumo de alimento	.	.	.	.	.	.	43
✓	Peso vivo	.	.	.	.	.	.	44
✓	Ganancia de peso	.	.	.	.	.	.	45
✓	Conversión de alimento	.	.	.	.	.	.	46
✓	Mortalidad	.	.	.	.	.	.	46
✓	Consumo de agua	.	.	.	.	.	.	47
✓	Índice de eficiencia económica	.	.	.	.	.	.	48
V.	CONCLUSIONES	.	.	.	.	.	.	50
VI.	RECOMENDACIONES	.	.	.	.	.	.	51
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	.	.	.	.	.	.	51

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
1	Análisis bromatológico de alimento Exp 1 . . . . .	13
2	Análisis bromatológico de alimento Exp 2 . . . . .	22
3	Calidad de pollito Exp 1 . . . . .	24
4	Aislamiento y antibiograma Exp 1 . . . . .	24
5	Temperatura ambiental y humedad relativa Exp 1 . . . . .	25
6	THI referenciales . . . . .	25
7	Consumo de alimento Exp 1 . . . . .	27
8	Peso vivo Exp 1 . . . . .	28
9	Ganancia de peso Exp 1 . . . . .	29
10	Conversión de alimento Exp 1 . . . . .	31
11	Mortalidad Exp 1 . . . . .	32
12	Índice económico económica Exp 1 . . . . .	33
13	Temperatura corporal Exp 1 . . . . .	34
14	Nivel de hiperventilación Exp 1 . . . . .	35
15	Frecuencia y gastos cardiaco Exp 1 . . . . .	36
16	Estimaciones de costo por consumo de alimento y tratamiento Exp 1 . . . . .	38
17	Estimaciones de precio de venta por tratamiento . . . . .	39
18	Resumen de variables Exp 1 . . . . .	40

19	Calidad de pollito Exp 2 . . . . .	40
20	Aislamiento y antibiograma Exp 2 . . . . .	41
21	Temperatura ambiental (°C) dentro de los galpones Exp 2 . . . . .	41
22	Humedad relativa (%) dentro de los galpones Exp 2 . . . . .	42
23	Estimación de consumo de alimento Exp 2 . . . . .	43
24	Variable peso vivo (PV) y ganancia de peso (GP) Exp 2 . . . . .	44
25	Estimación de conversión de alimento Exp 2 . . . . .	46
26	Mortalidad Exp 2 . . . . .	46
27	Consumo de agua Exp 2 . . . . .	47
28	Relación TA y tasa de consumo agua : alimento . . . . .	48
29	Estimación de índice de eficiencia económica Exp 2 . . . . .	49

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
1	Ubicación de los cercos dentro del galpón . . . . .	11
2	Elaboración de cercos y disposición en el galpón . . . . .	12
3	Identificación de las aves . . . . .	14
4	Medidas de TC a las aves en los cercos en la Exp 1 . . . . .	16
5	Medidas de FC y GC a las aves en los cercos en la Exp 1 . . . . .	17
6	Consumo de alimento en los diferentes experimentos . . . . .	44
7	Peso vivo en los diferentes experimentos . . . . .	45
8	Ganancia de peso en los diferentes experimentos . . . . .	45
9	Porcentaje de mortalidad en los diferentes experimentos . . . . .	47

## I. INTRODUCCIÓN

La producción avícola es la fuente de proteína más económica, fácil y rápida de obtener por lo que el consumo per cápita a nivel mundial según la FAO (2011-2013) está por el orden de los 11,4 kg/pers/año; mientras que FENAVI (2014) estima que el consumo en Venezuela es de aproximadamente de 43,7 kg/pers/año.

En los sistemas de producción avícola durante los meses más calurosos del año, la producción se ve afectada por las altas temperaturas ambientales por lo que la mortalidad tiende a incrementarse como consecuencia de las olas de calor, especialmente en los países tropicales y sub tropicales (Maldonado *et al.*, 2002). Las granjas avícolas comerciales se encuentran en Venezuela principalmente en los estados Aragua, Miranda, Carabobo y Zulia. (De Basilio, 2002), con una temperatura promedio en las zonas alcanza los 30°C (INAMEH 2011).

Las altas temperaturas ambientales en los sistemas de producción avícola, tienden a producir grandes pérdidas económicas a los productores, si éstas no son controladas adecuadamente. Pudiendo existir un aumento de la mortalidad de los pollos al final del ciclo cuando se han consumido gran parte del alimento, alcanzando valores de hasta un 20% de la mortalidad total de las aves en el ciclo de producción, lo cual acarrea pérdidas económicas importantes. (Oliveros, 2000; Lozano, 2007).

Siendo relevante el costo del alimento balanceado en la actividad avícola que representa entre un 80 y 85 % del total, de los costos de producción según resultados obtenidos en granjas propias, se hace imperativo la optimización del uso de este recurso, y si reduciendo su oferta se logra también reducir la mortalidad al final del ciclo, se puede tener también reducción de costos. Ante la alta dependencia de las importaciones de materia prima (Soya, Maíz, Sorgo, vitaminas, entre otros), por la ausencia de producción nacional y la marcada tendencia al aumento de precios en el mercado internacional, aunado a la falta de divisas extranjeras para su adquisición ante la coyuntura económica actual para el caso Venezolano, es aún más importante generar tecnologías de ahorro de alimento.

Dentro de las estrategias adoptadas por los productores avícolas para aumentar los ingresos, han elevado las densidades de aves por instalación avícola (galpón) a los fines de optimizar el uso de las instalaciones, esto ha aumentado las mortalidades de aves ante la

imposibilidad de incorporar tecnología que tienda a disminuir las temperaturas internas de las instalaciones avícolas (ambientes controlados, ventiladores, nebulizadores, entre otros), por sus altos costos y los problemas de repuestos poco disponibles en el país. Se ha tenido que recurrir a otras alternativas, como es la restricción del suministro de alimento, a las aves en horas pico de calor (De Basilio *et al.*, 2010), que no se han cuantificado adecuadamente su eficiencia (en granjas comerciales) en el aumento de ingresos a nivel del productor, sobre todo si no se presentan los golpes de calor que justificarían la restricción de alimento para reducir la mortalidad.

Esta restricción o ayuno es puesto en práctica en formas diversas por los productores y en algunos casos ayunos muy prolongados generan pérdidas de peso y aumento en la conversión (Angulo, 1991). Si el ayuno es muy corto no genera ningún efecto sobre la mortalidad. Además si el ayuno se da en periodos calurosos o de poco riesgo de mortalidad por calor, o muy prolongados en el proceso de realimentación se puede generar muertes por aplastamiento de las aves en el comedero (Lozano *et al.*, 2006). Además la restricción de alimento es utilizado para disminuir problemas metabólicos y mejorar la conversión alimenticia (Sahraei, 2012).

Disminuyendo las posibilidades de aumento de la temperatura del animal al restringir el alimento por 4 o 6 horas en los momentos más calientes del día, se hace un mejor aprovechamiento del alimento así como de los elementos presentes en él y se coadyuva a que el animal responda mejor a temperaturas no acordes para su desarrollo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1. Estrés calórico**

Las aves son muy sensibles a las olas de calor, y no pueden soportar temperaturas extremas por mucho tiempo, afectando con esto los resultados zootécnicos como el aumento de la mortalidad (González, 2012)

Debido a los avances de la genética se tiene que los pollos que llegan a las granjas poseen ciertas características que lo definen como un animal de alta productividad y pero con requerimientos ambientales especiales con baja resistencia a cambios en el ambiente (Pronavícola, 2005).

En los sistemas de producción avícola durante los meses más calurosos del año, la producción se ve afectada por las altas temperaturas ambientales por lo que la mortalidad tiende a incrementarse como consecuencia de las olas de calor, especialmente en los países tropicales y sub tropicales (Maldonado *et al.*, 2002). En Venezuela las granjas avícolas comerciales se encuentran principalmente en los estados Aragua, Carabobo y Zulia donde se presentan temperaturas promedio a los 30°C (De Basilio, 2002).

La combinación de altas temperaturas con la humedad relativa, puede ser mortal. Dicha combinación (suma) no debe pasar 106,7 (temperatura en °C y humedad relativa en %); por ejemplo si la temperatura esta en 26,7°C y la humedad relativa en 80%, las dos suman 106,7 y allí comienza el estrés calórico (Aviagen, 2009).

Estrés calórico es comúnmente usado para describir la respuesta del ave a las altas temperaturas ambientales y variación de humedad relativa, donde es incrementada la disipación de calor por medio de la evaporación observándose el aumento de la tasa respiratoria (Ojano-Dirain y Waldroup, 2002). El estrés se debe a situaciones que afectan al animal, ya que es la reacción del ave a lo que percibe, como amenaza o desafío (North y Bell 1993, citados por Colina 2007). En la producción avícola cuando el calor excede la habilidad del ave para disipar calor, los animales se enfrentan a estrés calórico (Villalpando, 2000).

Para De Basilio *et al.* (2001) en las aves se distinguen dos tipos de estrés calórico: el estrés calórico crónico, que afecta significativamente las funciones fisiológicas de las aves, altera la producción y el comportamiento de las mismas y el estrés calórico agudo conocido como “golpe de calor” que ocasiona disminución de los valores productivos e incluso la muerte súbita de las aves, llevando los índices de mortalidad en condiciones de campo hasta el 20% de la población total.

Por otra parte Díaz (2011) en condiciones medio ambientales normales las aves mantienen su equilibrio con el medio ambiente, sin embargo, al variar la temperatura las aves tendrán que compensar dichas variaciones por arriba o por debajo de su zona de confort térmico y el estrés por calor comienza cuando la temperatura ambiental sube de 26.7°C y se hace muy aparente por encima de 29.4°C. Freire (1991), señala que la temperatura ambiental afecta varios

parámetros del sistema del animal en crecimiento, de manera significativa y en diversos grados de intensidad.

Como las aves no pueden sudar, (Lozano 2007, Holik 2009, Díaz 2011), comparten que las pérdidas de calor corporal son efectuadas a través de vía sensible o insensible, esta última se realiza principalmente por evaporación de agua de los pulmones lograda por el jadeo (hiperventilación) y en menor medida por la piel. La vía sensible tiene varios mecanismos tales como:

- Radiación: cuando la temperatura en la superficie del ave es mayor a la temperatura de los objetos y de su medio ambiente, la pérdida de calor es por medio de la radiación y cesa cuando la temperatura de alrededor sube o el área superficial del ave reduce.
- Conducción: transferencia de calor por contacto directo a través de un medio sólido, el ave traslada el calor corporal de su cuerpo a las superficies.
- Convección: cuando el aire frío en contacto con la superficie del ave, este aire se calienta y se expande, desplazando el calor cuando la corriente de convección sigue su movimiento.

## **2. Incidencia del estrés calórico en los indicadores productivos**

El estrés calórico en los pollos de engorde afectan negativamente los índices productivos, generando disminución en el consumo del alimento, reducción en la ganancia de peso y por ende en la eficiencia de la conversión alimenticia. Pereira (1987) y Lozano, (2007). Según Elliot (2010), el estrés calórico induce a un rápido incremento de la frecuencia respiratoria, tornándose jadeante, obligando a las aves a incrementar el consumo de agua en 2 o 3 veces, y disminuyendo en 1,5% el consumo de alimento por cada 0,5°C de incremento entre temperaturas de 25-30°C y por encima de 32°C, la disminución en el consumo de alimento por cada 0,5°C, es de 4,6%.

Para Oliveros (2000), el crecimiento de los pollos de engorde, se ve afectado adversamente por la exposición de ambientes cálidos. Las aves más pesadas son más susceptibles a sufrir estrés por calor.

En su trabajo de investigación Pérez (2003), comprobó que un aumento de la temperatura corporal promedio de  $41,76 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$  a  $41,93 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$  deprime el consumo de alimento en los

pollos y la ganancia de peso en aproximadamente 70 gramos, lo que provoca un aumento en el índice de conversión alimenticia en alrededor de 0,30 puntos. La temperatura ambiental por encima de 25°C tiene un efecto negativo sobre el rendimiento en los pollos de engorde a partir de los 28 días de edad y más aún en los meses de verano, aumentando con ello los costos de producción (Abdur-Rahman, 2007).

Cuando las aves son sometidas a variaciones de temperatura ambiente por periodos cortos, el ave no anticipa los incrementos de la temperatura ambiental, pero cuando la temperatura corporal sube deja de comer. En el clima caluroso el consumo promedio disminuye para compensar el estrés y el calor metabólico (Ordoñez, 2013).

Además de las variables ya mencionadas en el estrés calórico también se generan pérdidas por alta mortalidad por sofocamiento hasta un 20% de la producción total. (Oliveros, 2000; De Basilio *et al.*, 2001).

En general, se señala que las aves sometidas a altas temperaturas, disminuyen significativamente el consumo de alimento en un 7 a 20%, como respuesta al aumento del calor ocasionado por la digestión, metabolismo y absorción de nutrientes (Swissagro, 2012).

### **3. Incidencia del estrés calórico en los indicadores fisiológicos**

La temperatura corporal de las aves se haya regulada por un complejo modelo, en el que participan el sistema nervioso, el hormonal, el circulatorio y otros. (Chacón *et al.*, 2010). Se ha demostrado que ante el estrés calórico disminuye la presión sanguínea y se manifiesta hipertermia, cuando el termómetro sube hasta 41°C, incrementando el gasto cardiaco (Ordoñez, 2013).

El ritmo respiratorio elevado debido a altas temperaturas y por periodos prolongados cambia los niveles de intercambio gaseoso, pasando de excesivos a insuficientes, ya que el aire inspirado es expulsado antes de que sea intercambiado en los pulmones, la hipoxia se instala y se suma a la alcalosis respiratoria provocando paro respiratorio (Valancony, 1997).

Al inicio del estrés, se produce una alcalosis respiratoria leve, pero al aumentar se ven afectadas fundamentalmente las células más sensibles, en particular las cardíacas y nerviosas, lo cual puede conllevar a un evidente fallo cardíaco (Hugues, 1997). Para De Basilio *et al.*, (2010),

los aumentos de temperatura ambiental promedios o diarios son capaces de incrementar significativamente, tanto la temperatura corporal como el nivel de hiperventilación.

La ingestión, digestión, absorción intestinal y la energía metabolizable del alimento, son también generadoras de calor endodérmico. Dependiendo de la composición nutricional del alimento, la termogénesis alimenticia varía y el calor extra producido representa de 15 a 30% de la energía consumida por las aves de corral (Farfán *et al.*, 2010).

Para Corona (2012), una exposición prolongada a una temperatura elevada en las aves, sobre todo en los pollos en la fase de terminación, implica la caída de 1% a 1,5% del consumo de alimento, reducción de 100 a 200 gramos de peso corporal, y una acumulación del 3% del peso de la canal en grasa abdominal intramuscular y especialmente subcutánea,. Además, la síntesis proteica muscular se reduce fuertemente con el calor, siendo la causa principal del declive del depósito proteico.

#### **4. Estrategias para combatir el estrés calórico**

Dentro de las estrategias más comunes y fáciles de adoptar para la disminución del estrés por calor en las granjas avícolas se tienen recubrimiento o enterramiento de tuberías de agua, pintar y/o humedecer el techo, instalación de equipos como ventiladores y nebulizadores, siembra de árboles alrededor (de baja capacidad de desarrollar nidos) (De Basilio *et al.*, 2001 y Díaz, 2011).

El manejo de densidad representa la estrategia más utilizada a nivel mundial, el cual consiste en ajustar el número de aves por metro cuadrado según sean las condiciones ambientales, sobre todo la temperatura ambiental (De Basilio, 2002).

Además se han implementado estrategias en el manejo nutrición para ayudar al pollo de engorde a mejorar su respuesta ante el estrés generado por altas temperaturas. Pérez (2010) concluye en su investigación que es posible la aplicación de la suplementación mineral con 240mEq/kg de dieta, para lograr disminuir la temperatura corporal en condiciones de estrés agudo (temperatura ambiente mayor a 30°C) en pollos de engorde y Farfán *et al* (2010), comprobó que la adición de minerales en el agua mejoró el desempeño fisiológico de los pollos de engorde, logrando disminuir la temperatura corporal y el nivel de hiperventilación durante las

condiciones de estrés calórico crónico, reduciendo la mortalidad hasta un 22% en condiciones de estrés calórico agudo.

## 5. Restricción de alimento

Los programas de restricción alimenticia como instrumento para disminuir los problemas de metabolismos, pueden mejorar la eficiencia de conversión alimenticia, además de ayudar a disminuir los costos de producción por lo que es una estrategia de utilidad para las granjas productoras de pollos de engorde (Sahraei, 2012).

Para Jabib *et al.*, (2012), la restricción del tiempo de acceso al alimento puede ser una alternativa para disminuir costos de producción en pollos de engorde en los sistemas de producción del trópico, ya que a través de ellas se puede disminuir el consumo de alimento, sin tener gran efecto sobre variables productivas como lo son: ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad. Mientras De Basilio *et al.*, (2010), concluyen en su investigación que los pollos de engorde machos son más sensibles a la exposición al calor agudo que las hembras, pudiendo la restricción de alimento reducir la mortalidad en ambos sexos pero en 10% más a las hembras respecto a los machos.

La restricción de alimento a pollos de engorde en condiciones de clima tropical durante las horas más calurosas del día criados en cercos a nivel de granja comercial, resulto ser una estrategia de manejo que permite algunas ventajas a las aves para sobrevivir, como la reducción en un 3,33% de mortalidad en la etapa final del ciclo productivo, además de que no hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión y rendimiento de la canal con relación a la alimentación *ad libitum* (Lovera, 2004). Sin embargo, para Lozano (2003), concluye que la restricción de alimento durante las horas más calurosa del día (9:00 a 16:00 h), reduce la temperatura corporal en 0,38°C y 0,40°C para los días 35 y 42 de vida respectivamente, pero con efectos negativos en la producción de pollos de engorde, ya que la ganancia de peso al aplicar la restricción se reduce en 176,8 g con respecto a las aves alimentadas *ad libitum*; no obstante durante la época de calor los resultados en peso fueron similares tanto para los pollos alimentados *ad libitum* y los que estuvieron bajo restricción alimenticia.

Por otro lado, Romero (2008), concluye que la restricción de alimento ocasiona que se triplique la presencia de pollos en el comedero en el momento de la realimentación, reduce el consumo de alimento y mejora la conversión alimenticia en 0,17 unidades, además de que no se presenta diferencia significativa entre la alimentación *ad libitum* y la restricción de 7 horas en cuanto a la ganancia de peso.

Jaramillo (2012), al realizar pruebas de alimentación controlada en pollos machos obtuvo animales con menores pesos vivos, por ende menores pesos al sacrificio; sin embargo no se generó diferencia estadísticas en el consumo de alimento, rendimiento en canal y mortalidad de los animales con alimentación controlada en comparación a alimentación libre.

Para Butzen *et al* (2013), se puede aplicar restricción de alimento por un periodo de 8 horas tanto en pollos hembras como machos generando una disminución en el peso vivo, pero dichos animales fueron capaces de alcanzar el mismo peso de los animales sin restricción de alimento a los 42 días de edad; siendo esta recuperación más rápida en las hembras con relación a los machos. Por lo que la restricción puede utilizarse como método para controlar índice de crecimiento sin dañar las variables productivas y calidad de la carne.

La combinación de programas de restricción cuantitativa y cualitativa, reducen la mortalidad y la incidencia de síndrome ascítico, mejorando los costos de producción en comparación con un esquema de alimentación *ad libitum* con el 100 % de nutrientes (Paguay *et al*; 2015).

## **6. Objetivo General**

Evaluar el efecto del tiempo de restricción de alimento en pollos de engorde comerciales separados por sexo en condiciones tropicales.

## **7. Objetivos Específicos**

- 1.- Evaluar las condiciones ambientales de humedad y temperatura de los galpones, para confirmar problemas de estrés calórico.
- 2.- Determinar los posibles cambios de las variables productivas: calidad de pollito, peso del animal, consumo de alimento, ganancia de peso, consumo de agua, conversión alimenticia,

mortalidad e índice de eficiencia europeo según los diferentes tiempos de restricción de alimento y sexos evaluados.

3.- Determinar los posibles cambios de las variables fisiológicas: nivel de hiperventilación, frecuencia y gasto cardíaco, temperatura corporal según los diferentes tiempos de restricción de alimento y sexo evaluados.

4.- Constatar si la restricción alimenticia puede implementarse como practica de manejo rentable en granjas comerciales a través de las variables administrativas: costos por consumo de alimento e ingresos por venta de pollo.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

Se realizaron dos experimentos en dos granjas comerciales, en el estado Carabobo. En el experimento 1 se aplicaron 3 tiempos de restricción de alimento en semi cercos dispuestos dentro de un galpón comercial y separados por sexo; mientras que el experimento 2 se aplicaron los mismos tiempos de restricción pero en galpones comerciales completos, a fin de constatar si el comportamiento de las variables son similares.

#### **1. Ubicación**

Experimento 1: Evaluación en cercos en ambiente comercial, se realizó en la Granja Tres Arroyo, ubicada en el municipio Bejuma en coordenadas 10°09'37,64" N y 68°16'51,07" O a 667 msnm, con una temperatura media de 28 °C y una humedad relativa de 90 % (INAMEH 2011).

Experimento 2: Evaluación completamente comercial, se realizó en la Granja El Triángulo, ubicada en el municipio Montalbán en coordenadas 10°14' N y 68°16' O a 700 msnm, con una temperatura media de 28 °C y una humedad relativa de 90 % (INAMEH, 2011).

#### **2. Experimento 1: Evaluación en cercos en ambiente comercial**

##### **2.1 Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 3 x 2, correspondiente a los tres tiempos de restricción (0 horas, 4 horas (10 am a 2 pm) y 6 horas (10

am a 4pm) y dos es la diferenciación por sexo (macho y hembra), con ambos factoriales de efecto fijo con 4 repeticiones o replicas por tratamiento.

Cada tratamiento se generó de la combinación de los niveles de cada factor; donde cada réplica tenía 20 pollos (480 total), siendo cada semi cerco (24) una unidad experimental.

Tratamientos:

T1 (NRM): 0 horas de restricción ó alimentación *ad libitum* en machos

T2 (NRH): 0 horas de restricción ó alimentación *ad libitum* en hembras

T3 (R4hM): 4 horas (10 am a 2 pm) de restricción machos

T4 (R4hH): 4 horas (10 am a 2 pm) de restricción en hembras

T5 (R6hM): 6 horas (10 am a 4 pm) de restricción en machos

T6 (R6hH): 6 horas (10 am a 4 pm) de restricción en hembras

## **2.2 Animales y Manejo**

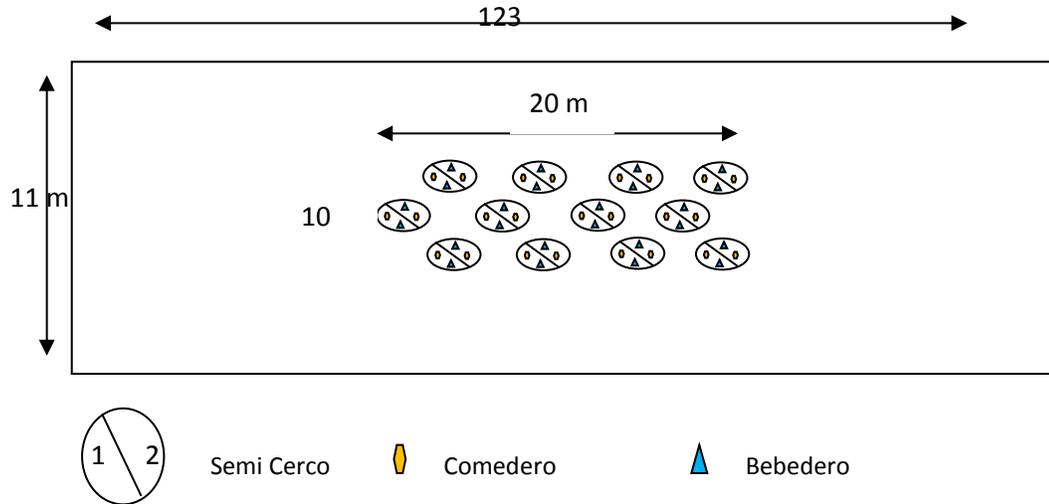
Se recibieron pollitos del híbrido Cobb, de los cuales se llevaron 20 a un laboratorio comercial, para que realizaran análisis de calidad de pollito, bacteriológico y micológico además de antibiograma para saber las condiciones de salud con las cuales se recibían los animales.

A momento de llegada se recibieron los pollitos con alimento iniciador y un hidratante, luego entre los días seis y ocho se les suministro Yodo 500 cm<sup>3</sup> por cada 1.000 L de agua de manera continua según recomendaciones de empresa integradora, a fin de contrarrestar la presencia de los microorganismos encontrados según los análisis de laboratorio.

El plan de vacunación aplicado fue spray a los 12 días para Newcastle y a los 18 días para Newcastle más Gumboro, con tomas de tilosina 30 mg/kgPV, lo que equivale a 0,5 kg/1.000 L al día siguiente de cada vacunación. Suministro de cloro a partir del día 21 con frecuencia de cada cinco días de 100 g en 1.000 L de agua, lo que equivale aproximadamente a 20 mg/L al día.

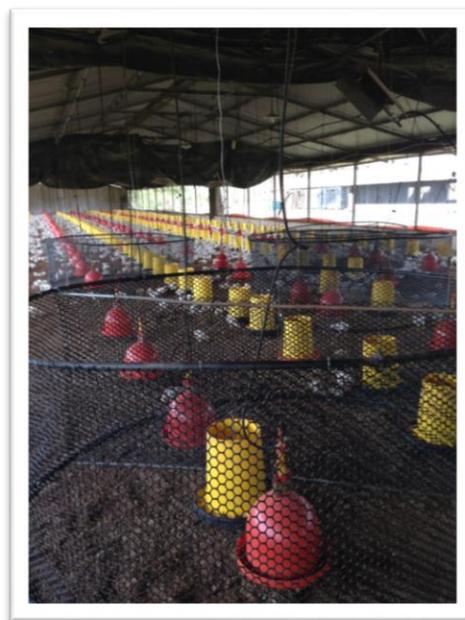
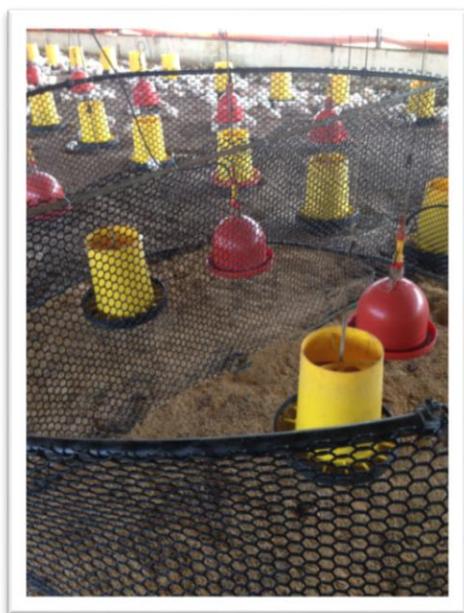
A los 21 días de edad de los pollos se seleccionaron 480 animales, donde 240 eran hembras y 240 eran machos, de los cuales se colocaron 20 en cada semi cerco y los tratamientos con sus repeticiones fueron seleccionados de manera aleatoria para cada semi cerco.

Los semi cercos mantuvieron la misma densidad del resto del galpón (10 aves/m<sup>2</sup>) y constaban con un bebedero y un comedero, como se observa en la Figura 1. Las aves permanecieron 1 semana en acostumbramiento y al día 28 se dio inicio al experimento.



**Figura 1. Ubicación de los cercos dentro del galpón.**

Los cercos se realizaron con malla trical tipo gallinero (de plástico), en forma circular con 2,4 m de diámetro con una altura de 1 m (Figura 2). La escogencia de este material para los cercos obedece a que los pollos no queden aislados del resto de los animales del galpón y haya el mismo flujo de aire y temperatura. Dichos cercos se colocaron en el centro del galpón ya que es el área más crítica de calor.



**Figura 2. Elaboración de cercos y disposición en el galpón.**

### **2.3 Instalaciones y equipos**

La unidad de producción Granja Tres Arroyo cuenta con un total de 05 galpones y para el experimento se utilizó el galpón N° 05. Presentando las siguientes características en cuanto a construcción y equipos:

Galpón: presenta una longitud de 123 m y 11 m de ancho, la altura de caballete central es de 5 m y altura solera de 2,40 m, el techo es de aluminio con pendiente de 20 %, una pared lateral de 0,60 m de alto y el resto hasta completar la altura de la solera, la cual está compuesta con malla plástica tipo trical en laterales y en los frentes se tiene pared de bloque, el piso es de concreto, con altura de cama de 6cm en concha de arroz. La distancia entre galpones es de 20 m y cada galpón tiene: un tanque de pvc de 1.000 L a una altura de 5 m, un silo tipo tolva de 20.000 kg, 12 criadoras a gas de 1.500 BTU a una altura de 1 m sobre la cama además de 4 puertas laterales.

Equipos: en los galpones se cuenta con: sistema de iluminación contentivo de 27 bombillos de 160 wattios ubicados en la línea central a una altura de 3 m y distribuidos a lo largo del galpón, sistema de comederos de tipo manuales colgantes, dispuestos en 4 hileras a lo largo del eje principal del galpón, distanciados entre ellos a 2,5 m para un total de 492 comederos y sistema de bebederos: automáticos tipo Plasson, dispuestos en 3 hileras a lo largo del eje principal del galpón, distanciados entre ellos a un metro para un total de 279 bebederos; además de presentar medidores de temperatura y humedad.

## 2.4 Alimento

Los pollos se alimentaron desde su llegada hasta el día 18 con alimento iniciador y a partir del día 19 se les comenzó a suministrar alimento de engorde comercial. Análisis en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, reportaron la bromatología en dichos alimentos (Cuadro 1). En la semana de acostumbramiento los animales tenían disponibilidad libre de alimento.

**Cuadro 1. Análisis bromatológico del alimento**

Tipo de alimento	% MS	% HUM	% PC	% EE	% FC	% Ceniza	% ELN
<b>Iniciador</b>	91,54	8,46	24,72	8,45	3,27	6,08	57,48
<b>Engorde</b>	90,39	9,61	19,34	11,10	3,09	5,46	61,01

MS materia seca; HUM humedad; PC proteína cruda; EE extracto etéreo; FC fibra cruda; ELN extracto libre de nitrógeno

## 2.5 Variables evaluadas en la fase experimental

En el proceso de medición de variables se identificó un animal por cada semi cerco marcándolo con un color en la cabeza para así tener la mayor cantidad de datos en el mismo animal durante toda la fase experimental (Figura 3). Los comederos se subieron a las 10:00 am en todos los casos donde había restricción y las mediciones se comenzaron a la 1:00 pm, iniciando con el nivel de hiperventilación (NH), luego se tomaba la Temperatura Corporal (TC) y la Frecuencia Cardíaca (FC) del animal identificado en cada semi cerco, para luego tomar el Peso Vivo (PV) del mismo animal y posteriormente a todos los animales del semi cerco.



**Figura 3. Identificación de las aves.**

### 2.5.1 Calidad de pollito

Realizada por un laboratorio comercial el cual se basó en prueba de Cervantes, donde se evalúa estado físico y condición microbiológica (presencia de hongos y /o bacterias) del pollito; realizada al momento de llegada de los pollitos a la granja.

### 2.5.2 Variables ambientales

Temperatura Ambiental (TA) y Humedad Relativa (HR) dentro del galpón fueron tomadas con termo higrómetros digitales colocados a una altura aproximada de 80 cm del suelo con un equipo Digital Series HTC-1

### 2.5.3 Variables productivas

- **Peso vivo del animal (PV):** se tomaron los pesos vivos de los animales identificados y de todos los animales presentes en cada semi cerco, en los días 28, 35 y 44 de edad: El pesaje de los animales se realizó grupos de 10 pollos en horas pico de calor entre 1:00 – 2:00 pm, con una balanza electrónica marca Salter Brecknell modelo Electro Samson con capacidad de 25 kg y precisión de 0,04 kg.
- **Ganancia de peso (GP):** se determinó mediante la diferencia del peso vivo de una semana a otra.
- **Consumo de alimento:** el día 28 se coloca una cantidad específica para luego hacer mediciones inter diarias del residuo y lo ofrecido hasta el día 44. Donde el alimento era pesado con una balanza electrónica Salter Brecknell modelo Electro Samson con capacidad de 25 kg y precisión de 0,04 kg.
- **Conversión Alimenticia (CA):** fue por la relación de kg de alimento consumido entre kg de peso vivo de los días 28, 35 y 44.
- **Mortalidad (M):** se realizó recorrido todos los días de duración del experimento a fin de verificar el número de aves muertas en cada semi cerco, las cuales fueron contabilizadas en los registros los días 28, 35 y 44.
- **Índice de Eficiencia Económica (IEE):** en este índice se representan variables como peso, mortalidad y conversión alimenticia que son inherentes en la producción de pollos de engorde y se calculó al finalizar el experimento para así tener cuantificar de la eficiencia por tratamiento.

$$IEE= \frac{\text{Peso promedio} \times \text{Viabilidad} \times 100}{\text{Conversión alimenticia} \times \text{Edad (días)}}$$

### 2.5.4 Variables fisiológicas

- **Nivel de hiperventilación (NH):** fue realizada mediante la observación del ave marcada y posterior al inicio del jadeo que se identifica mediante la apertura del pico, se midió con un cronómetro, luego de 15 inspiraciones se detuvo el cronometro y se determinó el tiempo en segundos que luego fue llevado a minutos y de allí al dividir las 15

inspiraciones entre los minutos se obtiene el nivel de hiperventilación. En esta variable se tomaron dos medidas para cada ave marcada a fin de tener mayor cantidad de datos, ya que había aves las cuales no presentaron jadeo en la primera medición.

- **Temperatura corporal (TC):** se midió de forma individual en el animal identificado en cada semi cerco los días 28 y 35, mediante un termómetro de inmersión/penetración marca Testo® 110 con precisión de 0,1 °C y una amplitud de hasta 60 °C, el cual fue introducido 4 o 5 cm a nivel del colón terminal como se observa en la figura 4.



**Figura 4. Medidas de TC a las aves en los cercos en la experiencia 1.**

- **Frecuencia cardiaca (FC) y gasto cardiaco (GC):** Se pudo realizar la medida al día 44, en paralelo con las medidas de TC a los mismos pollos. Para medir esta variable se utilizó un equipo de ultrasonido modelo Logic Book XP GE® con transductor micro-convex de 4 a 10 MHz. Las imágenes fueron obtenidas con una mínima restricción de las aves y en posición de pie, para minimizar el estrés de la restricción (Figura 5). Con una frecuencia de 8 MHz y una profundidad de 5 cm, colocando el transductor del lado izquierdo del animal, a una distancia de 1 a 2 cm dorsal de la línea media ventral, por delante de la articulación de la rodilla. Se utilizara el modo B para focalizar la imagen y el modo M para realizar mediciones entre sístole y sístole, tomando dos ciclos cardiacos para calcular la frecuencia cardiaca, la cual se expresará en latidos por minuto (lat/min)

(Chacón *et al*, 2010). El gasto cardiaco se presenta en función de la frecuencia cardiaca y de los volúmenes sistólico y diastólico, teniendo que:

$$GC = FC \text{ (lat/min)} \times VE \text{ (ml)}$$

$$VE \text{ (ml)} = EDV - ESV$$

VE: volumen de eyección de la sangre

EDV: volumen diastólico final

ESV: volumen sistólico final



**Figura 5. Medidas de FC y GC a las aves en los cercos en la experiencia 1.**

### **2.5.5 Variables financieras**

- **Costos por consumo de alimento:** se determinó mediante la fórmula planteada por Silva *et al*; (2003)

$$Y_i = \frac{P_i \times Q_i}{G_i}$$

$P_i$ : Precio del alimento

$Q_i$ : Cantidad de alimento consumido

$G_i$ : Ganancia total de peso

- **Ingresos por venta de pollo:** se calculó mediante la multiplicación del precio del pollo vivo a puerta de granja por los kilos del animal.

## 2.6 Procesamiento de los datos

Los datos se analizaron mediante programa estadístico Stat View, se realizaron análisis de varianza (ANAVAR) con un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, al cual se le realizaron pruebas de medias de Fisher; además de la aplicación de estadística básica descriptiva para obtener datos sobre medias y desviaciones estándar de los datos, por lo que la forma en que se expresan los resultados en promedios más o menos el error o desviación.

El modelo estadístico en el experimento # 1 es el siguiente:

$$y_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijl}$$

Dónde:

$Y_{ijl}$  = observación l-ésima del i-ésimo tiempo o tipo de alimentación y j-ésimo tipo de sexo.

$\mu$  = media general.

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo tiempo o tipo de alimentación.

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo tipo de sexo.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción del i-ésimo tiempo o tipo de alimentación con el j-ésimo tipo de sexo.

$\varepsilon_{ijl}$  = error experimental.

Teniendo que los factores considerados para las variables son:

Tipo de restricción, sexo y la interacción de tipo de restricción x sexo

Tiempo de restricción, sexo y la interacción de tiempo de restricción x sexo

### 3. Experimento 2: Evaluación completamente comercial

#### 3.1 Muestreo

Se hizo un muestreo para la aplicación de estadística básica. Para comparar los tiempos de restricción (0 horas, 4 horas (10 am a 2 pm) y 6 horas (10 am a 4pm)) alimento. Cada tiempo de restricción de alimento fue asignado al azar para cada galpón siendo, con una población de 17.500 aves por galpón, para una población total de 52.500 aves.

Tratamientos:

T1 (NR): 0 horas de restricción ó alimentación *ad libitum*

T2 (R4h): 4 horas (10 am a 2 pm) de restricción

T3 (R6h): 6 horas (10 am a 4 pm) de restricción

Para la puesta en práctica de la aplicación de los tratamientos, se procedió a realizar un Pre Ensayo para ir probando con anticipación la manera de cómo sería la puesta en marcha del experimento por lo que se comenzó apagando los comederos a las 7 am, a fin de que a la hora de inicio (10 am) ya no hubiese alimento en los mismos; sin embargo no fue así por lo que al siguiente día se apagaron a las 6 am, resultando que a las 10 am no quedaba alimento en los comederos, pero esto genero un problema a la hora de encendido de los comederos debido al amontonamiento de los animales por querer saciar el hambre. Por lo que se decidió apagar los comederos a las 7 am dejando un poco de alimento y llevarlos a una altura que los animales no alcanzaran y así a la hora de bajar los comederos tenían un poco de alimento y no había perturbación por el ruido generado de los motores y el sinfín del sistema y la falta de alimento en los comederos, además de que se garantizaba de que en efecto la disponibilidad de alimento se hiciera a la hora pautada en el tratamiento.

Para realizar las mediciones se procedió a calcular un tamaño de muestra con la técnica de muestreo por estratificado, donde cada galpón representa un estrato y a su vez un tratamiento. Para dicho cálculo se tomó una muestra piloto a fin de poder tener datos de la desviación por estrato.

Muestra Piloto

(Tomados al azar 10 aves/galpón, de los cuales 5 hembras y 5 machos)

	Peso (kg)										Peso promedio	Sh <sup>2</sup>
Galpón 2	0,48	0,58	0,5	0,52	0,42	0,52	0,38	0,58	0,52	0,42	0,492	0,0046
Galpón 3	0,5	0,4	0,56	0,48	0,54	0,46	0,56	0,48	0,5	0,46	0,494	0,0025
Galpón 4	0,42	0,5	0,52	0,54	0,4	0,52	0,4	0,5	0,4	0,52	0,472	0,0035

$$n = \frac{\sum_{h=1}^H \frac{W_h^2 S_h^2}{W_h}}{\frac{e^2}{t^2} + \sum_{h=1}^H \frac{W_h S_h^2}{N}}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

t= nivel de confianza

Wh= peso del estrato

e= error muestral

Sh<sup>2</sup>= desviación del estrato

N= tamaño de la población

Teniendo que el nivel de confianza es de 95% y el error experimental es de 50 gr = 0,05 kg según la experiencia dada en la cría de pollos de engorde.

$$Wh = \frac{\text{población del estrato}}{\text{población total}} \quad Wh = 0,333$$

$$n = \frac{\frac{(0,333^2 * 0,0046) + (0,333^2 * 0,0025) + (0,333^2 * 0,0035)}{0,333}}{\frac{0,05^2}{1,96^2} + \frac{(0,333 * 0,0046) + (0,333 * 0,0025) + (0,333 * 0,0035)}{52.500}}$$

$$n = \frac{0,0035298}{0,0006508390456} \quad n = 5,42 \approx 5$$

Debido a la alta homogeneidad presentada entre y dentro de los galpones la muestra poblacional es pequeña; no obstante se decidió tomar una muestra de 200 animales por galpón.

### **3.2 Animales y Manejo**

Se recibieron pollitos del híbrido Cobb, de los cuales se llevaron 20 a un laboratorio comercial, ya que todos los pollitos llegados a la granja pertenecen a un mismo lote de madres, a los cuales se les realizó análisis de calidad de pollito, bacteriológico y micológico, además de antibiograma para saber las condiciones de salud con las cuales se recibían los animales.

Al momento de llegada se recibieron los pollitos con alimento iniciador e hidratante por tres días, luego entre los días cuatro a siete se les suministró sucoltrim 75 (sulfacloropiridazina sódica 62,5 g, trimetoprim 12,5 g y excipientes 100 g) 30 mg/kgPV lo que equivale a 0,5 kg por cada 1.000 L de agua de manera continua por tres días, a fin de disminuir la presencia de microorganismos según análisis de laboratorio.

El plan de vacunación aplicado fue spray o fumigado a los 10 días para Newcastle y a los 18 días para Newcastle más Gumboro, con tomas de tilosina 30 mg/kgPV al día siguiente de cada vacunación. Y aplicación de cloro a partir del día 21 con una frecuencia de cada cinco días de 200 g en 2.000 L de agua, lo que equivale aproximadamente a 20 mg/L al día.

Se utilizaron 52.500 pollos de engorde de 28 días de edad, dispuestos en cantidades iguales (17.500) por cada galpón, donde en cada uno se pesaban en grupo de 20 animales hasta completar la cantidad de 200 pollos que representarían la muestra.

### **3.3 Instalaciones y equipos**

La unidad de producción Granja el triángulo cuenta con un total de 04 galpones y para el experimento se utilizaron los galpones N° 02, 03 y 04, ya que fueron los que presentaron condiciones más homogéneas entre ellos. Presentando las siguientes características en cuanto a construcción y equipos:

Galpón: presenta una longitud de 160 m y 12 m de ancho, la altura de caballete central es de 5,5 m y altura solera de 3 m, el techo es de aluminio con pendiente de 20 %, una pared lateral de 0,40 m de alto y el resto hasta completar la altura de la solera está compuesta con malla plástica tipo Trical en laterales y frente, el piso es de tierra, con altura de cama de 6cm en concha de arroz. La distancia entre galpones es de 20 m y cada galpón tiene: un tanque de pvc de 2.000 L a

una altura de 5,5 m, un silo tipo tolva de 18.000 kg, 20 criadoras a gas de 2.000 BTU a una altura de 1 m sobre la cama además de 6 puertas laterales.

Equipos: en los galpones se cuenta con: sistema de iluminación contentivo de 35 bombillos de 100 wattios ubicados en la línea central a una altura de 3 m y distribuidos a lo largo del galpón, sistema de comederos automáticos , dispuestos en 2 hileras a lo largo del eje principal del galpón, distanciados entre ellos a 40 cm, para un total de 484 comederos y sistema de bebederos: automáticos tipo niple, dispuestos en 4 hileras a lo largo del eje principal del galpón, distanciados entre ellos a 15cm para un total de 3.180 bebederos; además de presentar medidores de temperatura y humedad.

### 3.4 Alimento

Los pollos se alimentaron desde su llegada hasta el día 21 con alimento iniciador y a partir del día 22 se les comenzó a suministrar alimento de engorde comercial. Análisis realizado en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela como se muestra en el Cuadro 2 donde se reporta la bromatología en dichos alimentos.

**Cuadro 2. Análisis bromatológico del alimento**

Tipo de alimento	% MS	% HUM	% PC	% EE	% FC	% Ceniza	% ELN
<b>Iniciador</b>	91,54	8,46	24,72	8,45	3,27	6,08	57,48
<b>Engorde</b>	90,39	9,61	19,34	11,10	3,09	5,46	61,01

MS materia seca; HUM humedad; PC proteína cruda; EE extracto etéreo; FC fibra cruda; ELN extracto libre de nitrógeno

### 3.5 Variables evaluadas en la fase experimental

#### 3.5.1 Calidad de pollito evaluación similar al experimento 1

#### 3.5.2 Variables ambientales

Temperatura Ambiental (TA) y Humedad Relativa (HR) dentro del galpón fueron tomadas dentro de cada galpón a las 10:00 am, 1:00 pm y 3:00 pm, con termo higrómetros digitales colocados a una altura aproximada de 50 cm del suelo con un equipo Digital Series HTC-1

### 3.5.3 Variables productivas

Se evalúan las siguientes variables ganancia de peso, conversión de alimenticia, mortalidad, índice de eficiencia europea, similar al experimento 1.

De igual manera se evalúa:

- **Peso vivo del animal (PV):** donde se pesaron 200 animales en grupos de 20 tomados al azar, haciendo un recorrido interno en forma de zig zag a lo largo y ancho del galpón, a los días 28, 35 y 40.
- **Consumo de alimento (Cons.):** se estimó mediante la cantidad inicial menos la cantidad final en silos.
- **Consumo de agua:** se calculó mediante la diferencia de consumo de una semana a otra a través de medidores de agua que se encuentran instalados en los galpones.

### 3.6 Procesamiento de los datos

Se hizo mediante programa estadístico Stat View, con lo cual se realizaron análisis de estadística básica, expresando los resultados como promedios más o menos el error o desviación.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### Experimento 1: Evaluación en cercos en ambiente comercial.

#### 1. Calidad del pollito

Se han dado a lugar diversas metodologías, una de ellas es la prueba de Cervantes, el cual toma en cuenta dos puntos principales en la valoración individual de 10 pollitos: estado físico (promedio de peso, libres de deformidades y adecuada hidratación) y condición microbiológica (libres de bacterias y hongos patógenos), así como la evaluación (opcional) de la condición serológica, que permite calificar en una escala de 100 a 0 la calidad de pollito desde “excelente” a “inaceptable”, dado que: Excelente 100, Muy buena 95 – 99, Buena 90 – 94, Regular 80 – 89, Deficiente 70 – 79 e Inaceptable < 70. (Bastidas *et al*; 2015).

Se puede indicar que el valor de 86,48 como se observa en el Cuadro 3 califica a los pollitos de esta experiencia en la categoría de “Regulares”; de ahí que pudiese haber afectado los resultados productivos como el PV, GP, y Cons., ya que al comparar los NR con los estándares establecidos para línea Cobb se tiene que los pollos de la experiencia estuvieron alejados del óptimo recomendado por la línea.

**Cuadro 3. Calidad del pollito**

Lote	Evaluación física	Evaluación microbiológica	Total	Resultado
2-2015	92,95	80	86,48	Regular

Siendo los valores de PV Cobb 3,043 kg/ave, NR 1,777 kg/ave; GP Cobb 0,692 kg/ave, NR 0,583 kg/ave y Cons. Cobb 0,222 kg/ave, NR 0,099 kg/ave ambos al finalizar los 44 días evidenciando la diferencia significativa entre los resultados obtenidos y el estándar de la línea.

Según la condición microbiológica reflejada en el Cuadro 4 se puede encontrar bacterias y hongos, que al resultar positivo alguna de ellas se especifica cómo reacciona dicho microorganismo a los antibióticos pudiendo ser sensible o resistente.

**Cuadro 4. Aislamiento y antibiograma**

	Tipo	Respuesta al antibiótico		
		Sensible	Intermedio	Resistente
<b>Bacterias</b>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Norfloxacina	Sulfa trimetropin, Eritromicina	Ampicilina, Amoxicilina
	<i>E. coli</i>	Amoxicilina		Ampicilina, Norfloxacina, Tetraciclina, Sulfa trimetropin
	<i>Salmonella</i>	AUSENTE (hígado, corazón, bazo, vitelo, ciego y buche)		
<b>Hongos</b>	NEGATIVO			

## 2. Variables ambientales

Las cuales fueron recolectadas a lo interno del galpón presentando temperaturas mayor a los 30°C como se señala en el Cuadro 5, por lo que se podría decir tomando en cuenta solo la temperatura ambiental que los animales se encontraban en un estrés crónico ( $TA > 25\text{ °C} < 34\text{ °C}$ ) según lo señalado por De Basilio *et al* (2001) ó estrés aparente ( $TA \geq 29,4\text{ °C}$ ) de acuerdo a lo planteado por Díaz (2011). Sin embargo a pesar de que la temperatura no estaba dentro de los parámetros establecidos para el confort de los animales no se evidencio un estrés aparente, posiblemente debido a que hay una correlación de varios factores para que pueda declararse el estrés; no obstante se observaron animales que presentaron hiperventilación.

Se estimaron los valores del índice agroclimático de temperatura y humedad (THI), mediante la fórmula expresada por Thom (1959)

$$THI = (1,8 * TA) + (0,55 * HR) + 31,45$$

**Cuadro 5. Temperatura ambiental y humedad relativa**

Días	TA (°C)	HR (%)	THI
28	31,9	59	121,32
35	31,1	61	120,98
44	31,7	57	119,86

TA temperatura ambiental; HR humedad relativa; THI índice temperatura humedad

El THI es un índice es usado como herramienta de manejo en sistemas de producción animal partiendo de que si los valores son superiores a 70 es un indicativo de inicio de un proceso de estrés térmico según lo establecido por la World Meteorological Organization (1989) (Cuadro 6).

**Cuadro 6. THI referenciales**

THI	Condición
< 70	Normal
71 – 79	Alerta
80 - 83	Peligro
> 84	Emergencia

THI: índice de temperatura y humedad

Teniendo que los resultados arrojados entran en la condición de emergencia, lo cual indica estrés calórico en los animales, por lo que se recomienda realizar las actividades a primeras horas de la mañana y luego minimizar las mismas. Por su parte Oliveros *et al*; (2008) reporta un estudio en granja comercial en periodo seco donde alcanzó valores de 91 en un rango desde las 10:00 am hasta las 2:30 pm, coincidiendo con la condición generada de THI. Mientras que Olivares *et al*; (2013) obtuvo valores de THI máximos de 81,8 estando en la condición de peligro en los meses secos en el lapso de 8:00 am y 2:00 pm. Y Aviagen (2009) recomienda que los valores de THI no debe superar 106,7 puntos.

De acuerdo a Aviagen (2009) la humedad relativa óptima para la cría de pollos de engorde debe estar en un rango entre 60 – 70 % y  $TA \leq 21^{\circ}C$ , no obstante una relación normal entre HR y TA es que a mayor HR menor TA o viceversa, situación reflejada en el presente estudio.

Los valores ambientales de TA, HR y THI indican que los pollos fueron sometidos a un estrés calórico crónico; presentando mayor incidencia las altas temperaturas ambientales.

### **3. Variables productivas**

#### **– Consumo de alimento**

En el Cuadro 7, se presentan los resultados del consumo de alimento, existiendo una tendencia de diferencias significativas de acuerdo a que los valores van de  $P = 0,059$  en el periodo 28 -35 días y  $P = 0,050$  en el periodo 35 – 44 días en la interacción de tipo de restricción y el sexo, con promedios de consumo total NRM 1,540 kg/ave, NRH 1,370 kg/ave, RM 1,420 kg/ave y RH 1, 230 kg/ave, observándose que los pollos R tuvieron 8,90 % menos de consumo de alimento con relación a los NR, sin llegar a ser significativa las diferencias debido a la alta desviación o variabilidad de los promedios. Para el factor tiempo de restricción y su interacción con el sexo no hay diferencias estadísticas.

**Cuadro 7. Variable consumo de alimento**

Tratamiento	Cons. (kg/ave)		
	28 - 35d	35 - 44d	28 - 44d
NRM	0,633 ± 0,082	0,909 ± 0,065	1,542 ± 0,128
NRH	0,498 ± 0,017	0,876 ± 0,014	1,374 ± 0,025
R4hM	0,712 ± 0,019	0,734 ± 0,014	1,646 ± 0,025
R4hH	0,651 ± 0,077	0,643 ± 0,033	1,294 ± 0,103
R6hM	0,754 ± 0,078	0,626 ± 0,030	1,380 ± 0,106
R6hH	0,656 ± 0,041	0,513 ± 0,031	1,295 ± 0,062
<b>Valor de P</b>			
Tipo Rest	0,859	1,000	
Sexo	0,754	0,129	
Tipo Rest – Sexo	0,059	0,050	
Tiempo Rest	0,837	1,000	
Sexo	0,895	0,181	
Tiempo Rest – Sexo	0,19	0,171	

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ ) ± el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

De Basilio *et al*; (2010) reportan que los machos consumen entre 266 g y 270 g más alimento que las hembras. Por otra parte también se coincide con los autores en que los tratamientos NR tuvieron mayor consumo de alimento reportando valores desde 197 g hasta 315 g más altos que los tratamientos R con poca significación estadística (P=0,1).

De la misma manera se coincide con Lozano *et al*; (2006) donde reporta que los tratamientos NR presentaron consumos mayores con relación a los R. con diferencias significativas y valores entre 110 g y 168 g en época lluviosa y seca respectivamente.

Al aplicar la prueba de Fisher's con nivel de significancia de 5% para el periodo 28 – 44 días, se obtuvo que el R4hM presentó significancia contra NRH, R4hH, R6hM y R6hH, lo que indica que el R4hM generó consumos estadísticamente diferentes de hasta 21,34 % más lo que equivale 352 g, cuando es comparado con otro tratamiento por separado; es decir R4hM vs NRH, R4hM vs R4hH y así sucesivamente con cada uno de los tratamientos.

Ha de señalarse que en los estándares de la línea Cobb se espera que el consumo de alimento a los 44 días sea de 0,241 kg/ave para los machos y 0,203 kg/ave para las hembras, valores que

están por encima del obtenido en todos los tratamientos, pudiendo atribuirse este bajo consumo además de las restricciones a las altas temperaturas.

– **Peso vivo**

No se generaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos como se puede observar en el Cuadro 8, donde los promedios obtenidos en la última medición (44 d) para los NRM 1,800 kg/ave, NRH 1,755 kg/ave, RM 2,230 kg/ave y RH 1,680 kg/ave, en tanto que en la prueba de Fisher a los 44 d se observaron significancias entre los tratamientos NRM y R4hM de aproximadamente 0,690 kg/ave, otra diferencia entre R4hM y R6hH de aproximadamente 0,930 kg/ave ambas favor de R4hM y diferencias entre R6hM y R6hH de aproximadamente 0,490 kg/ave teniendo un mejor resultado en cuanto a kilogramos por ave el R6hM.

**Cuadro 8. Variable peso vivo**

Tratamiento	PV (kg/ave)		
	28d	35d	44d
NRM	0,845 ± 0,03	1,230 ± 0,07	1,755 ± 0,19
NRH	0,865 ± 0,10	1,180 ± 0,14	1,800 ± 0,17
R4hM	1,140 ± 0,17	1,840 ± 0,10	2,445 ± 0,12
R4hH	0,890 ± 0,04	1,250 ± 0,10	1,830 ± 0,17
R6hM	1,053 ± 0,10	1,560 ± 0,12	2,007 ± 0,21
R6hH	0,850 ± 0,07	1,075 ± 0,11	1,515 ± 0,17
<b>Valor de P</b>			
Tipo Rest	0,282	0,619	0,197
Sexo	0,201	0,844	0,361
Tipo Rest – Sexo	0,265	0,069	0,470
Tiempo Rest	0,217	0,765	0,523
Sexo	0,322	0,985	0,667
Tiempo Rest - Sexo	0,178	0,577	0,376

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ ) ± el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Aún en contra de lo generado estadísticamente, hay que resaltar que los mejores pesos son de los RM y aún más en los R4hM, además que las diferencias entre sexos es mayor en los

tratamientos R que entre los NR. Generándose desigualdad de hasta 0,615 kg/ave entre R4hM y R4hH y de 0,490 kg/ave entre R6hM y R6hH.

Situación que permite indicar que el sexo es un factor determinante para la variable peso vivo, además que el sexo aunado a la restricción pueden favorecer los resultados de la variable para el productor avícola, generándose una disminución en el consumo de alimento y mejor aprovechamiento de este por el animal.

Al comparar con Butzen *et al*; (2013) el cual obtuvo como resultado que los pollos con restricciones tempranas de alimento por 8 horas tenían más bajo peso al final del periodo, además de que las hembras con restricción pueden recuperarse mejor que los machos, observándose una tendencia de que existe una respuesta diferente por sexo similar al presente estudio.

De los valores más altos se tiene que R4hM alcanzo un peso de 2,445 kg/ave en comparación con los estándares de la línea Cobb para PV es de 3,256 kg/ave para los machos en un periodo de 44 días, presentándose una diferencia de peso de 0,811 kg/ave, no obstante hay que resaltar que las aves estuvieron cuatro horas todos los días a partir del día 28 hasta el día 44 (periodo en el cual hay mayor ganancia de peso) con restricción de alimento, en condiciones adversas de temperatura y calidad de pollito deficiente.

– **Ganancia de peso**

En la ganancia de peso (GP) no hay diferencias significativas (Cuadro 9), no obstante el R4hM es el tratamiento con mejor GP de hasta 51 gr más que las hembras con el mismo tiempo de restricción, donde nuevamente el factor sexo es influyente.

**Cuadro 9. Variable ganancia de peso**

Tratamiento	GP (kg/ave)		
	28 - 35d	35 - 44d	28 - 44d
NRM	0,453 ± 0,015	0,579 ± 0,064	1,032 ± 0,050
NRH	0,354 ± 0,023	0,588 ± 0,051	0,943 ± 0,042
R4hM	0,517 ± 0,029	0,648 ± 0,015	1,165 ± 0,044
R4hH	0,497 ± 0,073	0,597 ± 0,082	1,094 ± 0,046
R6hM	0,455 ± 0,016	0,541 ± 0,051	0,995 ± 0,059
R6hH	0,371 ± 0,019	0,513 ± 0,031	0,884 ± 0,041

Valor de P		
Tipo Rest	0,258	0,057
Sexo	0,427	0,055
Tipo Rest – Sexo	0,095	0,066
Tiempo Rest	0,665	0,268
Sexo	0,515	0,076
Tiempo Rest – Sexo	0,124	0,067

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ )  $\pm$  el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Difiriendo de Lozano (2003), el cual indica que hay efectos negativos en la producción de pollo de engorde con restricción de alimento durante las horas más calurosas (9:00 a 16:00 h), ya que la GP se reduce en 176,8 g. De igual manera el investigador Lozano (2006) comenta que hay un deterioro de los parámetros productivos (GP, Consumo y CA), al someterlos a restricción de alimento durante los días 28 y 42 de vida del animal.

Y coincidiendo con De Basilio *et al* (2010), donde reportan que no hay diferencias significativas atribuidas a la restricción de alimento diurno en pollos, siendo los machos en general más pesados que las hembras reportando hasta 96 gr por encima, además de que los no restringidos tuvieron mejor rendimiento que los restringidos.

De igual manera se tiene que al comparar los resultados obtenidos con el estándar de la línea Cobb en cuanto a ganancia diaria promedio para los machos es de 74 g/ave y el R4hM obtuvo ganancias promedios diarias de 72,8 g/ave, siendo este el mejor valor obtenido. Dato que nos permite valorar como positivo el efecto de restricción de alimento por 4 horas a pesar de la incidencia negativa de otras variables anteriormente señaladas.

#### – **Conversión alimenticia**

En cuanto a la variable CA no hubo diferencias significativas en los factores tipo y tiempo de restricción en los periodos 28 -35d y 35 – 44d (Cuadro 10); sin embargo se generó tendencias a la significancia del sexo asociado al tiempo de restricción presentándose promedios de NR 1,56, R4h 1,13 y R6h 1,22.

**Cuadro 10. Variable conversión alimenticia**

Tratamiento	CA		
	28 - 35d	35 - 44d	28 - 44d
NRM	1,407 ± 0,205	1,583 ± 0,090	1,496 ± 0,113
NRH	1,418 ± 0,070	1,530 ± 0,151	1,470 ± 0,088
R4hM	1,770 ± 0,064	1,133 ± 0,032	1,416 ± 0,040
R4hH	1,445 ± 0,334	1,135 ± 0,145	1,190 ± 0,113
R6hM	1,648 ± 0,116	1,185 ± 0,103	1,391 ± 0,092
R6hH	1,773 ± 0,088	1,255 ± 0,124	1,471 ± 0,082
<b>Valor de P</b>			
Tipo Rest	0,286	0,941	
Sexo	0,056	0,051	
Tipo Rest – Sexo	0,060	0,067	
Tiempo Rest	0,247	0,830	
Sexo	0,068	0,050	
Tiempo Rest – Sexo	0,161	0,066	

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ ) ± el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

En general los tratamientos R4h macho y hembra fueron los que mejor aprovecharon el alimento consumido. No obstante al realizar la prueba de Fisher se ratifican las tendencias teniendo que del R4hH es distinto a NRM (0,45), NRH (0,40) y R6hH (0,12), lo que indica que en una restricción de 4 horas las hembras tienen mejor capacidad de transformar lo consumido en carne.

Hidalgo e Hidalgo (2015) comentan que el estrés en pollos ya sea por motivos de vacunación y/o variación en la temperatura durante el día generan pérdidas en las variables zootécnicas (ganancia de peso, consumo de alimento, mortalidad), las cuales pueden ser minimizadas con la suplementación de vitaminas y generar efectos positivos en la conversión de alimento.

Por otra parte se tiene que Riascos y Martínez (2015), al referirse a la conversión alimenticia en animales sometidos a estrés calórico por altas temperaturas no presentaron diferencia significativas.

Si bien es cierto que la mejor CA la presento el tratamiento R4hH con un valor de 1,190 el óptimo para la línea Cobb es de 1,733 para hembras, observándose una diferencia de 0,543 a favor del tratamiento en estudio pero afectando otras variables productivas.

– **Mortalidad**

Al revisar la variable mortalidad (M) no hay diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 11), presentándose mortalidades de NR 10 (12,5%), R4h 4 (6,67%) y R6h 2 (2,5%), donde la mayor mortalidad la tuvo tratamiento NRM con un 7,5%, pero en general los pollos con alimentación libre fueron los que arrojaron mayor número de aves muertas. Es importante señalar que las mortalidades generadas no estuvieron asociadas a enfermedades, agentes perturbadores u otras variables diferentes a la temperatura.

**Cuadro 11. Variable mortalidad**

Tratamiento	Mortalidad			total
	28 d	35d	44d	
NRM	0	2	4	6 (7,5%)
NRH	0	1	3	4 (5%)
R4hM	0	1	1	2 (3,3%)
R4hH	0	1	1	2 (2,5%)
R6hM	0	0	1	1 (1,2%)
R6hH	0	0	1	1 (1,2%)
Desv Estd.	0	0,753	1,329	1,966
Error Estd.	0	0,125	0,222	0,328

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Coincidiendo con Lozano (2007) donde expone que pollos bajo libre alimentación suelen tener mayores mortalidades pudiendo alcanzar hasta 20 %. Otra experiencia de restricción de alimento es la presentada por De Basilio *et al*; (2010) donde los pollos R (23 % de los muertos) contra los NR (77 % de los muertos), y la mayor mortalidad correspondió al tratamiento NRM con 47 % de los muertos. Discrepando de López *et al*; (2013) el cual comenta que en los pollos sin restricción de alimento pueden morir en un 8 % más las hembras que los machos.

Situación con la cual se permiten reafirmar lo planteado por otros autores del efecto beneficioso de la restricción, a través de una reducción de la mortalidad en este caso de 62,5 % de los pollos R contra los NR.

– **Índice eficiencia económica**

En general el IEE refleja buenos resultados, al tener que todos los tratamientos estuvieron por encima de 200 unidades que según Molero *et al;* (2001) será el lote más rendidor, por lo que a medida que el IEE es mayor hay mejor rendimiento. Teniendo que el mejor resultado en la experiencia lo refleja el R4hM como se observa en el Cuadro 12. Esto puesto que dicho tratamiento generó mejores resultados aunque no fueron estadísticamente diferentes a los demás en cuanto a las variables de CA, PV y M.

**Cuadro 12. Variable de Índice Eficiencia Económica**

<b>Tratamiento</b>	<b>IEE</b>
NRM	360,86 ± 22,90
NRH	249,44 ± 1,97
R4hM	365,96 ± 9,18
R4hH	289,91 ± 16,07
R6hM	357,33 ± 17,38
R6hH	231,17 ± 8,84
Desv Estd.	60,40
Error Estd.	10,07

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ ) ± el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Mientras que para Díaz *et al;* (2007) el índice eficiencia económica en galpones con aves bajo estrés calórico y alimentación libre presentaron valores de 238, siendo más bajo que el obtenido en este estudio. Se puede resaltar que a pesar de haber obtenidos valores de variables productivas alejados al estándar de la línea Cobb, los resultados de IEE son aceptables en comparación con otros trabajos.

#### 4. Variables fisiológicas

##### – Temperatura Corporal

Al evaluar la variable temperatura corporal (TC), se obtuvo que no hay diferencias significativas. No obstante los valores promedios de NR 42,41 °C y los R 42,72 °C para la segunda medición a los 35 d (Cuadro 13).

Para la interacción tipo de restricción y sexo en la primera medición no hay diferencias significativas entre NR y R, en cambio en la segunda medición se manifiesta una disminución drástica presentado valor de  $P = 0,051$ , por lo que los valores promedios de NRM 42,18°C, NRH 42,10°C, RM 41,93°C y RH 42,18°C, lo que indica que con pequeñas diferencias como 0,25°C el sexo puede ser un factor determinante pudiendo alcanzar la significancia, a medida que aumenta la edad y según el sexo pueden presentarse diferentes TC.

**Cuadro 13. Variable temperatura corporal**

Tratamiento	TC (°C)	
	28d	35d
NRM	42,18 ± 0,25	42,40 ± 0,39
NRH	42,10 ± 0,22	42,43 ± 0,27
R4hM	41,93 ± 0,29	42,67 ± 0,27
R4hH	42,25 ± 0,18	42,80 ± 0,14
R6hM	41,93 ± 0,24	42,70 ± 0,20
R6hH	42,10 ± 0,37	42,70 ± 0,20
<b>Valor de P</b>		
Tipo Rest	0,076	0,269
Sexo	0,076	0,055
Tipo Rest – Sexo	0,123	0,051
Tiempo Rest	0,098	0,259
Sexo		0,119
Tiempo Rest – Sexo		0,091

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ ) ± el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Al observar el tiempo de restricción y su interacción con el sexo no hay efecto sobre la respuesta del animal en la primera medición incrementándose en la segunda, lo que obedece a que la respuesta es por la edad del ave.

Se concuerda con Pérez (2003) en cuanto a que la TC aumenta con la edad de los animales y con De Basilio (2010), en cuanto a reducción de TC es más importante en los machos que en las hembras entre 0,17 y 0,09 °C bajo restricción de alimento en el periodo entre 9:00 y 16:00 h. Lozano *et al*; (2006) reportan reducción de TC a nivel de laboratorio entre 0,38 a 0,45 °C con restricción de alimento y Lozano (2007) reporta reducción de TC de 0,25 °C a nivel de granja, con alimentación restringida, pero no hacen diferenciación del sexo. Es importante señalar que la diversidad de resultados en los estudios realizados viene dado por la diferencia entre granjas, pollos, condiciones ambientales, manejo, entre otros.

– **Nivel de hiperventilación**

En el cuadro 14, se puede observar que no hay diferencias significativas en todos los factores. Presentando como valores promedios en la última medición de NR 150,43 insp/min y R 146,30 inp/min.

**Cuadro 14. Variable nivel de hiperventilación**

Tratamiento	NH (insp/min)		
	28d	35d	44d
NRM	111,65 ± 27,18	127,46 ± 8,26	140,27 ± 27,81
NRH	110,21 ± 24,85	127,60 ± 24,42	160,58 ± 6,85
R4hM	98,01 ± 15,34	129,68 ± 6,16	174,70 ± 2,18
R4hH	118,12 ± 6,45	157,25 ± 8,85	157,51 ± 6,50
R6hM	98,97 ± 20,07	128,36 ± 2,84	121,37 ± 30,71
R6hH	114,50 ± 37,74	124,27 ± 12,19	131,63 ± 25,29
<b>Valor de P</b>			
Tipo Rest	0,053	0,091	0,055
Sexo	0,067	0,076	0,072
Tipo Rest – Sexo	0,074	0,075	0,094
Tiempo Rest	0,052	0,215	0,336
Sexo	0,083	0,103	0,057
Tiempo Rest - Sexo	0,064	0,169	0,110

Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ ) ± el error estándar

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Por lo que se concuerda con Lozano (2007) el cual reporta que las aves con restricción alimenticia presentaros mayor NH con relación a los no restringidos y Colina (2007) refleja en su investigación que las hembras obtuvieron mayores valores de NH que los machos, debido a la mayor capacidad de resistencia de las hembras al calor.

A diferencia de De Basilio *et al;* (2010), donde el NH más alto fue para las aves con alimentación *ad libitum* con relación a los restringidos, manteniendo que las hembras presentan una tendencia (P=0,057) a tener mayor NH, sobre todo a 4 horas de restricción y no restringidos.

Syafwan *et al;* (2012), señalan que pollos de engorde con temperaturas ambientales entre 31 y 32 °C generaron diferencias significativas en los niveles de hiperventilación mayor y con diferencia de hasta 42 % en la semana 6 de vida de los animales, con relación a pollos con temperaturas ambientales entre 21 y 31 °C. Mientras que al ofertarle diferentes tipos de dietas (d0 dieta control, d1 alta en proteína y d2 alta en energía) no presentaron diferencias significativas en el nivel de hiperventilación; lo que indica que independientemente del tipo y el tiempo de oferta del alimento el nivel de hiperventilación es aumenta como respuesta a otras adversidades que se le presentan al animal, como la temperatura.

#### – Frecuencia cardiaca y gastos cardiaco

Con relación a la frecuencia cardiaca (FC) hay tendencia a diferencias significativas en el experimento en cuanto al tipo de restricción siendo los promedios NR 415,25 lat/min y los R 417,04 lat/min (Cuadro 15), con relación al tiempo de restricción y sexo no hay diferencias significativas, sin embargo se tiene que a mayor tiempo de restricción aumenta la FC.

**Cuadro 15. Variables frecuencia y gastos cardiaco**

Tratamiento	FC (lat./min)	GC (ml/min)
NRM	409,75	369,02
NRH	420,75	527,42
R4hM	435,67	464,45
R4hH	395,25	554,06
R6hM	422,00	343,69
R6hH	415,25	713,32

Valor de P		
Tipo Rest	0,050	0,118
Tiempo Rest	0,079	0,105
Sexo	0,120	0,783
Valores expresados como la media ( $\bar{X}$ )		

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Se coincide con Chacón *et al*; (2010) ya que no se observaron un efecto de la variable sexo sobre la FC, aunque los machos mostraron una tendencia a una mayor FC. Además concluyen que la FC pudiera ser un indicador sensible para establecer el grado de estrés calórico moderado en pollos de engorde sometidos a TA promedio entre 30 y 32 °C.

Otro trabajo realizado por Rivero (2015) no se encontraron diferencias significativas para FC, donde obtuvo como resultado para restricciones de alimento en gallinas ponedoras desde 10 am hasta 4 pm de 353,6 lat/min y para el testigo el cual contemplaba alimentación a las 8 am 362,6 lat/min. Son valores más bajos que los reportados en este estudio, diferencias que pueden atribuirse a las diferentes condiciones de cada evaluación.

En relación al gasto cardiaco (GC), no hay diferencias significativas en cuanto al sexo, tipo y tiempo de restricción, teniendo como promedios de NR 448,22 ml/min y los R 518,88 ml/min.

Chacón *et al* (2010) se observa que aves de tipo comercial a nivel de laboratorio con ambiente simulado en cálido (25 – 27 °C) presentaron GC de 829,07 ml/min; mientras que a nivel comercial con aves de tipo comercial valga la redundancia y una TA de 31,7 °C a los 44 días se registraron menores índices de GC; por lo que se podría decir que en galpones comerciales se generan menos perturbaciones a los animales.

Mientras que los resultados obtenidos por Rivero (2015) se encontró que no hubo diferencia significativa para el GC, pero se observó disminución de acuerdo a la edad resultando que en promedio NR 814 ml/min y R 752 ml/min.

En general se cree que hay un efecto importante en sexo a pesar de que tienen FC estadísticamente iguales, pero como los machos son más pesados terminan con menos gasto cardíaco respecto a las hembras.

## 5. Variables financieras

### – Costo por consumo de alimento:

Para determinar los costos de alimentación por ganancia de peso (Cuadro 16), se utilizó la fórmula sugerida por Silva *et al*; (2003)  $Y_i = (P_i \times Q_i) / G_i$ ; donde,  $P_i$  es el precio,  $Q_i$  la cantidad total de alimento consumido y  $G_i$  la ganancia total de peso. Teniendo en cuenta que el cálculo de consumo es para el periodo comprendido entre los 28 a 44 días de edad y el costo por kg de alimento para pollo de engorde es 115,00 Bs/kg establecido en la providencia N° 044-2016 por la Superintendencia Nacional para la Defensa de los Derechos Socioeconómicos de Venezuela (Sundde) de fecha 23-05-2016.

**Cuadro 16. Estimaciones de costo por consumo de alimento y tratamiento**

Tratamiento	Pi (Bs/kg alimento)	Qi (kg alimento/ave)	Gi (kg GP/ave)	Yi (Bs/kgGP)
NRM	115,00	1,542	1,032	171,831
NRH	115,00	1,374	0,942	167,739
R4hM	115,00	1,446	1,165	142,738
R4hH	115,00	1,294	1,094	136,024
R6hM	115,00	1,380	0,996	159,337
R6hH	115,00	1,169	0,884	152,076

Pi: precio de alimento; Qi: cantidad de alimento consumido;

Gi: ganancia total de peso; Yi: costo de alimento por ganancia de peso

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Ha de señalarse que al realizar los análisis estadísticos en cuanto a consumo de alimento por tiempo de restricción no se generó significancia, visualizándose en el cuadro 16 una diferencia numérica en cuanto ahorro en bolívares por kilogramo de ganancia de peso. Siendo los tratamientos R4hM y R4hH, los que presentaron menor costo de alimento por ganancia de peso.

– **Ingresos por venta:**

Se realizaron estimaciones en cuanto al precio de venta por peso vivo (Cuadro 17), tomando en cuenta los precios de pollo vivo a puerta de granja, fijado en 601,09 Bs/kg mediante providencia N° 042-2016 por la Superintendencia Nacional para la Defensa de los Derechos Socioeconómicos de Venezuela (Sundde) de fecha 23-05-2016.

**Cuadro 17. Estimaciones de precio de venta por tratamiento**

Tratamiento	PV (kg/ave)	Precio de venta (Bs/kg)	PV por 15.000 aves/galpón	PV (kg) en granja de 5 galpones	Precio de venta (Bs/kg)
NRM	1,755	1.055	26.325	131.625	79.118.471
NRH	1,800	1.082	27.000	135.000	81.147.150
R4hM	2,445	1.470	36.675	183.375	110.224.879
R4hH	1,830	1.100	27.450	137.250	82.499.603
R6hM	2,007	1.206	30.105	150.525	90.479.072
R6hH	1,515	911	22.725	113.625	68.298.851

PV: peso vivo

NRM: no restringido macho; NRH: no restringido hembra; R4hM: restringido 4 horas macho;

R4hH: restringido 4 horas hembra; R6hM: restringido 6 horas macho; R6hH: restringido 6 horas hembra

Observándose claramente la diferencia entre los tipos y tiempos de restricción, generando mejores beneficios económicos al productor con el tratamiento R4hM.

Una vez obtenido el resultado de todas las variables, al efecto de visualizar las tendencias positivas de las mismas se presenta el Cuadro 18, resultando con más puntos a favor el tratamiento R4hM

**Cuadro 18. Resumen de las variables**

Tratamiento	Variables Productivas						Variables fisiológicas				Variables financieras	
	Cons	PV	GP	CA	M	IEE	TC	NH	FC	GC	Costo	Ingresos
NRM												
NRH												
R4hM		√	√	√		√	√				√	√
R4hH								√	√		√	
R6hM					√					√		
R6hH	√				√							

**Experimento 2: Evaluación completamente comercial.**

**1. Calidad de pollito**

Las variables productivas pueden verse afectadas debido a que el pollo que llegó a la granja es de calidad “Deficiente” como se observa en el Cuadro 19, lo que indica que el desarrollo del animal pudiese estar comprometido de alguna forma.

**Cuadro 19. Calidad del pollito**

Lote	Evaluación física	Evaluación microbiológica	Total	Resultado
2-2015	72,30	70	71,15	Deficiente

Excelente 100, Muy Buena 95 -99, Buena 90 – 94, Regular 80 -89, Deficiente 70 – 79, Inaceptable < 70

La clasificación de pollito deficiente, impactará significativamente en forma negativa en los resultados productivos, debido a que el animal no responderá favorablemente a ninguna condición (climática, tratamientos, entre otros) al verse limitado físicamente y biológicamente. Adicionalmente la presencia de bacterias y/o hongos así como la respuesta al antibiótico el cual puede observarse en el Cuadro 20.

**Cuadro 20. Aislamiento y antibiograma**

	Tipo de bacteria	Respuesta al antibiótico		
		Sensible	Intermedio	Resistente
<b>Bacterias</b>	<i>E. coli</i>	Amoxicilina, Norfloxacina		Ampicilina, Tetraciclina, Colistina
	<i>Salmonella</i>	AUSENTE (hígado, corazón, bazo, vitelo, ciego y buche)		
<b>Hongos</b>	NEGATIVO			

En tanto que el pollito es deficiente, la posibilidad de que los valores productivos se vean afectados negativamente con relación al estándar de la línea Cobb son mayores por ejemplo el PV Cobb 2,671 kg/ave y en este estudio el que mejor resultado de peso fue el NR 2,210 kg/ave; CA Cobb es de 1,63 y NR 1,81.

## 2. Variables ambientales

La temperatura ambiental (TA) registrada dentro de los galpones estuvieron hasta en 10 puntos por encima del óptimo recomendado (Cuadro 21) por muchos autores incluso de la Guía de manejo del pollo de engorde Cobb (2012), que plantea para el periodo 28-34 días 21 °C y a partir de los 35 días 19 °C; pudiéndose observar algunos animales con hiperventilación.

**Cuadro 21. Temperatura ambiental (°C) dentro de los galpones 28-40 d**

	0 hr de restricción			4 hr de restricción			6 hr de restricción		
	10:00	01:00	03:00	10:00	01:00	03:00	10:00	01:00	03:00
	a.m.	p.m.	p.m.	a.m.	p.m.	p.m.	a.m.	p.m.	p.m.
Promedio	29,78	30,99	29,52	28,59	29,74	29,01	29,13	30,04	28,80
Max.	33,9	33,1	32,2	32,8	31,6	31,9	33,1	34,1	32
Min.	25,6	29	28,4	24,3	27,2	27,3	24	27,8	26,9

La humedad relativa (HR) estuvo en ocasiones por debajo o por encima de los recomendado por Aviagen (2009) 60 – 70 %, registrándose valores de 26 % min. y 84 máx (Cuadro 22).

**Cuadro 22. Humedad relativa (%) dentro de los galpones 28-40 d**

	0 hr de restricción			4 hr de restricción			6 hr de restricción		
	10:00 a.m.	01:00 p.m.	03:00 p.m.	10:00 a.m.	01:00 p.m.	03:00 p.m.	10:00 a.m.	01:00 p.m.	03:00 p.m.
Promedio	49	45	48	61	55	56	58	56	55
Max.	74	61	59	80	68	65	84	69	70
Min.	26	40	30	47	46	45	44	45	26

Se realizaron cálculos de THI para los episodio con la mayor y menor humedad relativa y temperatura ambiental registradas en los días de las mediciones.

THI (1) del día 30 a 10:00 am, donde TA 24,0 °C y HR 84 %

THI (1) = 120,85

THI (2) del día 34 a 10:00 am, donde TA 33,9 °C y HR 26 %

THI (2) = 106,7

THI (3) del día 34 a la 1:00 pm, donde TA 34,1 °C y HR 52 %

THI (3) = 121,43

De acuerdo a los registros de TA, HR y THI los pollos fueron expuestos a estrés crónico por lo que es considerado condición de emergencia, por lo que se ejecutaron medidas de manejo para disminuir las consecuencias. Coincidiendo con lo planteado por Oliveros *et al*; (2008) donde indican que en horario comprendido de 10:30 am y 4:30 pm el THI presenta índices dentro de la condición de alerta a emergencia.

De igual manera Rivero (2015) señala su estudio realizado en los meses de mayo, junio y julio que se presentaron temperaturas y humedad relativa por encima de la zona de neutralidad térmica para gallinas ponedoras (12 – 24°C).

Al comparar con el experimento 1 se tiene que ambos casos presentaron TA, HR y THI superiores a los rangos óptimos para animal, además de generar valores que se insertan bajo la condición de emergencia. Teniendo una diferencia de TA 3°C en promedio por debajo con

respecto al experimento 1; más sin embargo sigue estando muy por encima de los valores deseados para la línea Cobb.

### 3. Variables productivas

Es importante señalar que las variables consumo de alimento, conversión alimenticia e índice de eficiencia europea son estimaciones.

De acuerdo a las estimaciones realizadas de consumo de alimento (Cuadro 23) según la cantidad recibida en silo menos el remanente del mismo entre la cantidad de animales presentes en cada periodo, se tiene de mayor a menor consumo NR, R4h y R6h; con un ahorro de 6,71% en R4h y 12,35% en R6h pudiendo alcanzar de hasta 0,500 kg/ave, que a su vez se pueden traducir en 8.500 kg/17.000 aves/galpón y en 34.000 kg/granja de 4 galpones.

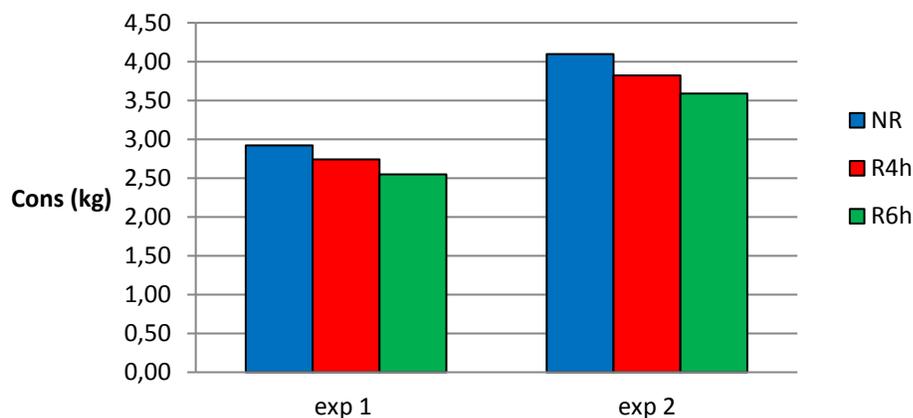
**Cuadro 23. Variable consumo de alimento**

Tratamiento	Cons. (kg/ave)		
	28-35d	35-40d	28-40d
NR	1,005	0,880	1,885
R4h	0,860	0,749	1,609
R6h	0,771	0,588	1,359
Desv. Estd.	0,096	0,114	0,208
Error Estd.	0,055	0,066	0,120

NR: no restringido; R4h: restringido 4 horas; R6h: restringido 6 horas

El valor referencia para la línea Cobb en cuanto a consumo de alimento en 40 días es de 209 g/ave y para el NR es de 157 g/ve, siendo inferior el consumo atribuible a altas temperaturas, calidad de las aves, entre otras.

Al observar los resultados del experimento 1 y 2 (Figura 6), se mantiene la diferencia en cuanto al tipo de restricción; ya que si se presentaran los tratamientos sin tomar en cuenta el sexo los resultados mantienen similar correlación.



**Figura 6. Consumo total de alimento en los diferentes experimentos**

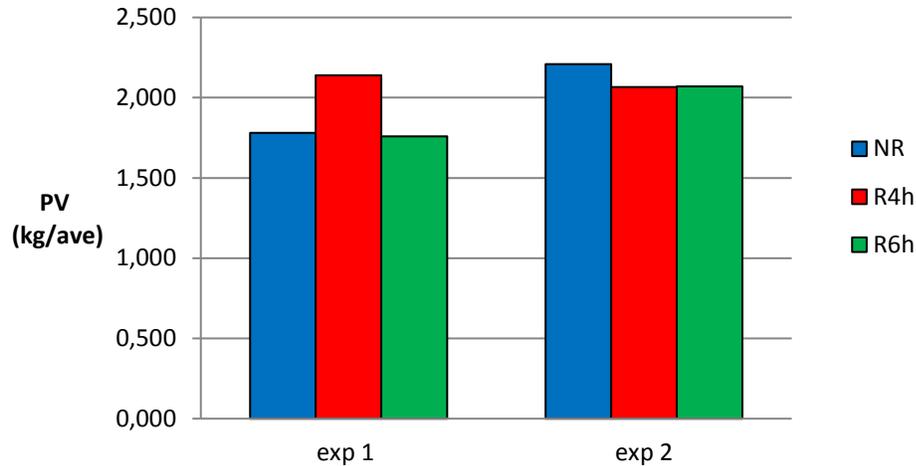
Al analizar el peso vivo el mejor rendimiento lo tuvo NR como se puede observar en el Cuadro 24, no obstante el resto de los tratamientos (R4h y R6h) tuvieron 6,40 % menos de PV, porcentaje que puede ser considerado bajo tomando en cuenta que en el experimento 1 no se presentaron diferencias significativas con respecto al tipo y tiempo de restricción. A demás de no haber cuantificación de machos y hembras en los galpones del experimento 2 (Figura 7).

**Cuadro 24. Variable peso vivo (PV) y ganancia de peso (GP)**

Tratamiento	PV (kg/ave)			GP (kg/ave)		
	28d	35d	40d	28-35d	35-40d	28-40d
NR	1,146	1,724	2,210	0,577	0,486	1,064
R4h	1,177	1,677	2,067	0,500	0,390	0,890
R6h	1,193	1,691	2,070	0,498	0,380	0,877
Desv. Estd.	0,024	0,024	0,082	0,045	0,059	0,104
Error Estd.	0,008	0,008	0,027	0,026	0,034	0,060

NR: no restringido; R4h: restringido 4 horas; R6h: restringido 6 horas

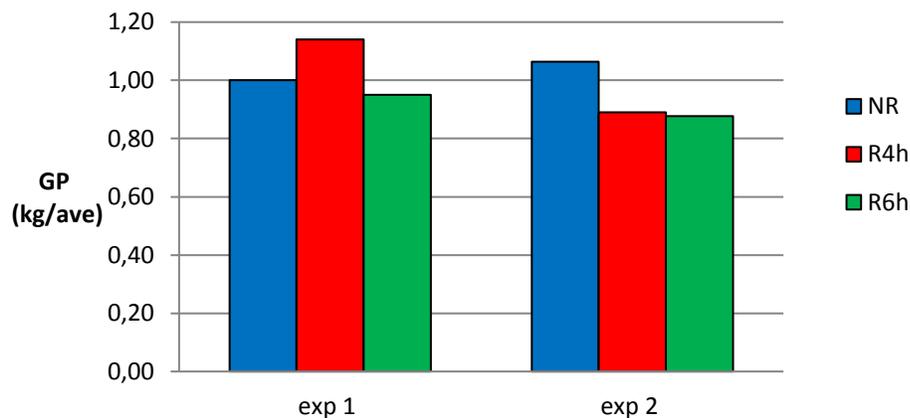
Teniendo como valor referencial de la línea Cobb a los 40 días PV de 2,671 kg/ave obteniendo una variación menor del 17% con el NR, 22,6% R4h y 22,50% R6h.



**Figura 7. Peso vivo en los diferentes experimentos**

De acuerdo a las estimaciones de GP el NR estuvo 0,170 kg/ave y 0,190 kg/ave por encima R4h y R6h respectivamente, lo que representa aproximadamente el 17 %, con una desviación de 0,104 (Cuadro 24).

Al cotejar con el experimento 1 (Figura 8) donde no hubo diferencias significativas, se puede hacer referencia a que el sexo es influyente en la respuesta del animal a las adversidades y/o tratamientos que se le coloquen, por lo que a simple vista se pudiese decir que el galpón NR del experimento 2 posiblemente tuvo proporción equitativa en cuanto a pollos machos y hembras que el resto de los galpones.



**Figura 8. Ganancia de peso en los diferentes experimentos**

En cuanto a la conversión de alimento (CA), es un reflejo de lo consumido y lo transformado en carne, por ende el mejor tratamiento será aquel que consumió menos y transformo más (Cuadro 25); teniendo como promedios en este experimento NR 1,83, R4h 1,84 y R6h 1,66, ya que hay un mejor aprovechamiento del alimento consumido. Al comparar con el experimento 1 donde se generó tendencia a la significancia en la variable sexo, la cantidad de machos y hembras presentes en los galpones completos puede hacer la diferencia.

**Cuadro 25. Variable conversión de alimento**

Tratamiento	CA	
	28-35d	35-40d
NR	1,74	1,81
R4h	1,72	1,92
R6h	1,55	1,55
Desv. Estd.	0,099	0,189
Error Estd.	0,057	0,109

NR: no restringido; R4h: restringido 4 horas; R6h: restringido 6 horas

La mortalidad del R4h y R6h estuvieron 0,25 % y 0,52 % respectivamente por encima del NR (Cuadro 26), con un error de 0,021.

**Cuadro 26. Variable mortalidad**

Tratamiento	M (cant. de aves)			%
	28d	35d	40d	
NR	76	75	86	1,39
R4h	53	146	79	1,64
R6h	65	170	88	1,91
Desv. Estd.	0,041	0,006	0,037	
Error Estd.	0,024	0,003	0,037	

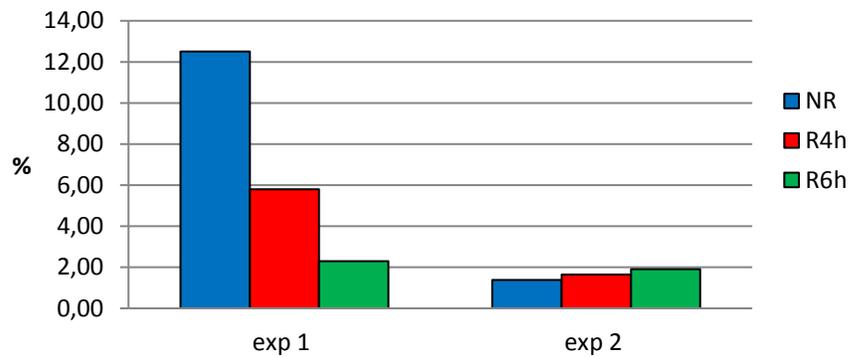
NR: no restringido; R4h: restringido 4 horas; R6h: restringido 6 horas

Estos resultados son opuestos a lo obtenido en el experimento 1 (Figura 8), donde se presentó mayor mortalidad en los animales con 0 horas de restricción y menor mortalidad de animales con 6 horas de restricción. Situación que pudiera atribuirse al sexo, ya que en el

experimento 2 no hubo separación por sexo. Además de la perturbación que se generaba a la hora de la alimentación aunque se trato de minimizar, aunado a las condiciones de TA y HR.

Sin embargo los valores obtenidos en el experimento 2 están dentro del rango tolerable (1 - 6%) para un productor avícola. A de señalarse que este rango porcentual permite cubrir los costos operaciones de la unidad de producción.

No obstante Hidalgo e Hidalgo (2015) reporta mortalidades de 10,41% en aves bajo distintas condiciones de estrés, siendo superiores a las obtenidas.



**Figura 9. Porcentaje de mortalidad en los diferentes experimentos**

El consumo de agua (Cuadro 27) en la primera semana del experimento se tuvo que el tratamiento con NR consumió 1 L más por ave que en el tratamiento R6h; mientras que en la segunda semana correspondiente a los días 35-40 el tratamiento R6h consumió 3,78 L más que en tratamiento NR, generando con esto que el animal genere menos calor metabólico en las horas más calurosas.

**Cuadro 27. Variable consumo de agua**

Tratamiento	Agua (L/ave/día)		
	28-35d	35-40d	28-40d
NR	2,06	2,12	4,18
R6h	1,01	5,90	6,91
Desv. Estd.	0,744	2,675	1,931
Error Estd.	0,526	1,891	1,365

NR: no restringido; R4h: restringido 4 horas; R6h: restringido 6 horas

Es importante resaltar que el hecho de cortar la posibilidad de consumir alimento por varias horas con calor ambiental, aumenta la posibilidad de consumo de agua de las aves que es un factor beneficioso en la lucha contra el calor.

De acuerdo a la Guía de manejo del pollo de engorde Cobb (2012) el consumo de agua debe ser aproximadamente de 1,6 a 2,0 veces más que el consumo de alimento; sin embargo este consumo varía dependiendo de la temperatura ambiental, calidad del alimento y sanidad del lote. Donde normalmente un bajo consumo de agua es el primer indicador de un problema en el galpón. Mientras que Singleton (2004) establece una relación entre la temperatura ambiental y la tasa de consumo de agua y alimento (Cuadro 28).

<b>Cuadro 28. Relación entre TA y tasa de consumo agua:alimento</b>	
Temperatura °C	Tasa de agua : alimento
20	2 :1
26	2,5 : 1
37	5 : 1

Se puede evidenciar que con la restricción de alimento por 6 horas el consumo de agua aumento en 2,81 L/ave/día y una relación de 2:1; observándose que el pollo NR no consumió la cantidad de agua requerida para compensar las variaciones de temperatura ambiental y humedad relativa.

La variable índice de eficiencia económica (Cuadro 29), de acuerdo a las estimaciones realizadas se tiene que los tres tratamientos generan valores positivos ya al pasar los 200 puntos del índice generan buenos resultados económicos para el productor. No obstante se presentó una diferencia de entre 8,19 y 30,19 puntos de NR y R4h respectivamente al compararlos con R6h, situación que podría mejorar si se tuviesen galpones separados por sexo, ya que al compararlos con el experimento 1 todos los tratamientos de los machos arrojaron IEE por encima de los 300 puntos.

**Cuadro 29. Estimación de índice de eficiencia económica**

<b>Tratamiento</b>	<b>IEE</b>
NR	298,26
R4h	276,26
R6h	306,45
Desv. Estd.	15,61
Error Estd.	5,20

NR: no restringido; R4h: restringido 4 horas; R6h: restringido 6 horas

Al comparar con el trabajo presentado por Díaz *et al*; (2007), donde estudian las variables IEE y CA entre otras, a partir de una comparación de galpón con ambiente controlado con ventilación tipo túnel con presión negativa y galpón convencional en dos lotes. Teniendo como resultado que IEE estuvo en los diferentes ambientes por encima de 200, lo que indica que tuvo buen rendimiento económico; sin embargo el mejor comportamiento lo genero el galpón convencional 2 con menor CA y mayor IEE.

<b>Galpón</b>	<b>CA</b>	<b>IEE</b>
Túnel 1	1,81	301
Túnel 2	1,92	265
Convencional 1	2,02	238
Convencional 2	1,77	313

CA: conversión alimenticia; IEE: índice eficiencia europea

Efectivamente la restricción de alimento genera buenos resultados económicos para el granjero, más aún cuando se puede tener una separación por sexo, es decir galpones solo con hembras o machos. Siendo los resultados obtenidos muy similares a los presentados por Díaz *et al* (2007) no existiendo mayores discrepancias en los valores de IEE y CA.

## **V. CONCLUSIONES**

De acuerdo a las condiciones del estudio realizado se concluye:

1. Las condiciones ambientales presentes en la zona en estudio, donde las temperaturas cada día se hacen más altas, generándose microclimas (THI en promedio de 120) dentro de los galpones avícolas los cuales están fuera de la zona de confort para el animal, pudiéndose generar estrés crónico para los pollos.
2. El sexo es un factor influyente en las variables como TC, Cons, GP y CA, generándose diferencias entre machos y hembras, generando cambios en el PV de hasta 0,620 kg/ave entre R4hM y R4hH.
3. Hay un aumento de dos latidos por minuto de la frecuencia cardiaca de los pollos sometidos a restricción de alimento con respecto a los no restringidos generándose tendencia a la significancia; además a medida que aumentan las horas de restricción aumenta la FC en 3 lat/min entre los R4h y R6h.
4. Si se puede poner en práctica la restricción de alimento por 4 horas en el horario comprendido desde las 10:00 am hasta las 2:00 pm en galpones completos, sin menoscabar las variables productivas.
5. La restricción de alimento es viable a los efectos de disminuir el consumo, sin afectar las variables de producción como practica en granjas comerciales.
6. Los resultados obtenidos en el experimento 1 mediante los cercos dentro del galpón comercial fueron similares a los resultados obtenidos en el experimento 2 en galpones comerciales completos.
7. Con los tratamientos de restricción por 4 horas se produjo un ahorro de 18% por costos de consumo de alimento y a su vez un ingreso de 17% más que los tratamientos NR y R6h.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar nuevos ensayos con aves de mejor calidad, para comparar los resultados obtenidos.

2. Realizar análisis de calidad de pollito al comienzo de cada ciclo productivo de las granjas avícolas.
3. Rediseñar las estrategias de producción que vayan acorde a las condiciones propias de cada zona.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdur-Rahman, A. y Z. H. M. Abu-Dieyeh. 2007. Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan. *International Journal of Poultry Science* 6 (1): 64-70.
- Angulo, I. 1991. Manejo Nutricional de Aves Bajo Condiciones de Estrés Térmicos. FONAIAP DIVULGA N° 37 Julio – Septiembre.
- Aviagen. 2009. Manual de manejo de pollo de engorde ross. Disponible en: [www.es.aviagen.com/assets/tech-enter/BB\\_Foreign\\_LanguageDocs/Spanish\\_Tech](http://www.es.aviagen.com/assets/tech-enter/BB_Foreign_LanguageDocs/Spanish_Tech) (consultado: 11-04-2014).
- Bastidas, M., Camacho, S., Castilleti, J., Milano, L., Navas, Y. y Yanes, V. 2015. Correlación entre calidad de pollito de un día y mortalidad en la primera semana. Laboratorio de Diagnostico Protinal – Proagro Venezuela. XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Guayaquil, Ecuador.
- Butzen, F., Ribeiro, A., Vieira, M., Kessier, A., Dadalt, J. y Della, M. 2013. Early feed restriction in broilers. I-Performance body fraction weights, and meat quality. *J. Appl Poult Res* 22(2): 251- 259.
- Chacon, T., Comerma, S., Colina, Y., Rojas, J., Rossini, M., Zerpa, H., Oliveros, Y., Farfán, Ch., y De Basilio, V. 2010. Frecuencia cardiaca como indicador de estrés calórico en pollos de engorde. *Zootecnia Tropical*. Vol 28 n° 1.

- Colina, Y., 2007. Evaluación del proceso de hiperventilación como indicador del estrés térmico de pollos de engorde en condiciones de laboratorio y comerciales. Tesis Magister. Facultad de Agronomía y Veterinaria, UCV. Aragua, Venezuela.
- Corona, J. 2012. Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde en Venezuela. Revista Electrónica de Veterinaria. 2012, vol 13 N° 6
- De Basilio, V., Vilariño, M., Leon, A., Picard, M., 2001. Efecto de la aclimatación precoz sobre la termotolerancia en pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de clima tropical. Rev Cient FCV-LUZ, 11 60-68.
- De Basilio, Vasco. 2002. Estrés calórico en aves. Universidad central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de producción Animal. XI Congreso Venezolano de producción Animal 2002. Disponible en: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/stress-calorico.pdf>, (consultada: 11-04-2014).
- De Basilio, V., Lovera M., Tepper E., Becerra A., Bastianelli D. y Rojas J. 2010. Restricción de alimento diurno reduce muerte por calor en granjas avícolas comerciales. Revista Científica, FCV\_LUZ / Vol. XX, N° 1, 42-52.
- Díaz, D., Rivero, D., Collante, J. y González, D. 2007. Evaluación productiva (IOR) en una granja de pollos de engorde del estado Trujillo de Venezuela con dos sistemas de producción (estudio de casos). Agricultura Andina, 2007, vol 12 Enero – Junio, p.55-65.
- Díaz, G. 2011. Estrés calórico en aves. Universidad Nacional de Colombia. Biomix S. A. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/22891450/estrés-calórico-en-aves-memorias>. (consultado: 04/04/2013).
- Elliot, M. 2010. El stress calórico en ponedoras comerciales. Dekalb Poultry Research Illinois EUA. Disponible en: [http://www.produccion.com.ar/96mar\\_11.htm](http://www.produccion.com.ar/96mar_11.htm). (consultado: 11-04-2014).

- FAO. 201. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Disponible en: [www.fao.org/publications/sofa/2013/es](http://www.fao.org/publications/sofa/2013/es). (consultado 21-05-2016).
- Farfán, C., Oliveros, Y., De Basilio, V., 2010. Efecto de la adición de minerales en agua o en alimento sobre variables productivas y fisiológicas en pollos de engorde bajo estrés calórico. Zootecnia tropical, 2010, vol 28 n° 3.
- FENAVI. 2014. Estadísticas sobre consumo de pollo a nivel nacional. Disponible en: [www.fenavi.com.ve](http://www.fenavi.com.ve) (consultado: 21-05-2016)
- Freire, E. 1991. Influencia de la temperatura ambiente en la respuesta de algunos parámetros biofísicos del broiler en desarrollo. Avances de Ciencias Veterinarias. Vol. 6, N° 1. Disponible en: [www.avancesveterinaria.uchile.cl](http://www.avancesveterinaria.uchile.cl). (consultado: 09-04-2014).
- González, H. 2012. Estrategias para disminuir el estrés por calor en el Pollo de Engorda. Disponible en: [www.avis.org.ve/2012/06/estrategias-para-disminuir-el-estres-por-calor-en-el-pollo-de-engorda/](http://www.avis.org.ve/2012/06/estrategias-para-disminuir-el-estres-por-calor-en-el-pollo-de-engorda/) (consultado: 15-07-2014)
- Guía de manejo del pollo de engorde. 2012. Cobb – Vantress.com (consultado: 11-08-2015)
- Hidalgo, M., Hidalgo H. 2015. Efecto de la adición de vitaminas en el agua en el rendimiento de aves bajo distintas condiciones de estrés. XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Guayaquil - Ecuador 2015.
- Holik V. 2009. Management of laying hens to minimize heat stress. Lohmann information. Vol. 44 (1), April 2009. Tanzania. Disponible en: [www.lohmann-information.com/contenet/l\\_i\\_44\\_artikel3.pdf](http://www.lohmann-information.com/contenet/l_i_44_artikel3.pdf). (consultado: 09-04-2014).
- Hugues, V. 1997. Les moyes de lutte contre le coup de chaleur. Deuxièmes Journées de la Recherche Avicole. 153-160. Tours 8-10 Abril.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). 2011. Reporte Climatológico. Disponible en [http://www.inameh.gob.ve/mensual/info\\_climatologica\\_reporte](http://www.inameh.gob.ve/mensual/info_climatologica_reporte). (consultado: 13-04-2014).

- Jabib L., Otero B. O., Robles F. y Vergara O. 2012. Efecto de la restricción de alimento sobre variables productivas en pollos de engorde. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 4(1):24-34.
- Jaramillo, A. 2012. Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. *Rev. Colombiana Cien. Anim.* Vol. 5, N° 1.
- Lovera. M. 2004. Efecto de la restricción de alimento sobre la productividad de pollos de engorde durante la etapa de finalización en una granja comercial. Tesis de grado. Facultad de Agronomía UCV. Aragua. Venezuela.
- Lozano, C. 2003. Efecto de la inclusión de maíz grano y restricción de alimento en los periodos calurosos del día sobre la capacidad productiva de los pollos de engorde en clima tropical. Tesis de grado. Facultad de Agronomía UCV. Aragua. Venezuela.
- Lozano, C., De Basilio Vasco, Oliveros Ingrid, Álvarez Ramón, Colina Irina, Bastianelli Denis, Yahav Shlomo y Picard Michel. 2006. Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the negative effects of a tropical climate in finishing broilers? *Anim. Res.* 55: 71–76.
- Lozano, C. 2007. Evaluación del suministro de maíz molido y restricción del consumo de alimento en el periodo caluroso del día para aliviar los efectos del estrés calórico agudo de los pollos de engorde en condiciones comerciales. Tesis Magister. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UCV. Aragua, Venezuela.
- López, N., Yngrid Oliveros, Vasco de Basilio, Isamery Machado y Jorge Marquina. 2013. Condiciones ambientales y respuesta productiva en pollos de engorde en unidad de ambiente semicontrolado. *Revista Científica, FCV – LUZ / Vol. XXIII, N° 2, 120–125.*
- Maldonado, B., Álvarez R., Oliveros, I. y Machado W. 2002. Efecto de dos tipos de cobertura de galpones sobre el estrés calórico en pollos de engorde durante la época seca. *Revista Científica Vol. XXI-Suplemento 2, 491-493.* Disponible en: [http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdfs/articulo\\_27.pdf](http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdfs/articulo_27.pdf). (consultada: 11-04-2014).

- Molero, C., Rincón, I. y Perozo, F. 2001. Factores de confort en galpones controlados. Informe de Postgrado. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Venezuela.
- Olivares, B., Guevara, E., Oliveros, Y. y López, L. 2013. Aplicación del índice de confort térmico como estimador del estrés calórico en la producción pecuaria de la Mesa de Guanipa, Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 31 (3): 209 – 223.
- Oliveros, Y. 2000. Evaluación de los elementos climáticos sobre el comportamiento productivo y social de pollos de engorde en etapa de finalización en una granja comercial bajo condiciones tropicales. Tesis Magister. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UCV. Aragua, Venezuela.
- Oliveros, Y., Requena, F., León A., Ostos, M., Parra, R., Marquina, J. y Bastianelli, D. 2008. Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde. *Zootecnia Tropical* 26 (4): 531-537.
- Ordoñez, C. 2013. Enfermedades en aves – Control de estrés calórico. México. LAVET Disponible en: [www.enfermedades en aves – Control de estrés calórico.htm](http://www.enfermedadesenaves.com/control-de-estr%C3%A9s-cal%C3%B3rico.htm); (consultado: 05-04-2013).
- Ojano-Dirain C. y P. W. Waldroup. 2002. Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A Review. *International Journal of Poultry Science* 1 (4):40-46.
- Paguay, C., Parra, C., Rodríguez, D., Torres, C. y Astudillo, F. 2015. Universidad de Cuenca – Ecuador. XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura, Guayaquil, Ecuador.
- Pererira, N. 1987. Fisioclimatología de los animales domésticos aplicada la producción animal en el trópico americano. Editorial América. Caracas. 1 edición. pág. 296.
- Pérez, M. 2003. Algunos indicadores de nivel de estrés térmico en pollos de engorde en granjas comerciales del estado Aragua. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, UCV. Aragua, Venezuela.

- Pérez, M., 2010. Efecto de la adición de electrolitos sobre parámetros productivos y fisiológicos en pollos de engorde sometidos a estrés calórico. Tesis Magister. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UCV. Aragua, Venezuela.
- Pronavicola. 2005. Manual de manejo de pollo de engorde cobb. Disponible en: [www.pronavicola.com/contenido/manual-cobb](http://www.pronavicola.com/contenido/manual-cobb). (consultada: 30-03-2014).
- Providencia Administrativa N° 042-2016 de la Superintendencia Nacional para la Defensa de los Derechos Socioeconómicos de Venezuela (Sundde). Adecuación de precios justos – pollo.
- Providencia Administrativa N° 044-2016 de la Superintendencia Nacional para la Defensa de los Derechos Socioeconómicos de Venezuela (Sundde). Adecuación de precios justos – alimentos balanceados para animales (ABA).
- Riascos, A. y Martínez, J. 2015. Efecto de la aclimatación precoz para el control del estrés calórico sobre indicadores productivos en pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*). XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Guayaquil - Ecuador 2015.
- Rivero, A. 2015. Efectos del cambio de hora de alimentación y adición de enzimas sobre variables productivas, fisiológicas y calidad de huevo en gallinas bajo condiciones calurosas. Tesis Magister. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UCV. Aragua, Venezuela.
- Romero, W. 2008. Restricción de la oferta diurna para disminuir los efectos del calor en pollos de engorde bajo condiciones comerciales. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, UCV. Aragua, Venezuela.
- Sahraei, M. 2012. Feed restriction in broiler chickens production. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 28 (2), 333-352.
- Silva C. Pinheiro J, Fonseca N, Cabrera L, Hoshi E, et al. 2003. Grao de girasol na alimentacao de suínos em crescimento e terminacao: sigestibilidade, desempenho e efeitos na qualidade de carcaca. *Rev Cien Agr Londrina*. 24:93-102.

- Singleton, R. 2004. September issue. Hot Weather broiler and breeder management. In Asian Poultry Magazine, p 26-29
- Syafwan, S. Wermink, G. Kwakkel, P. y Vestegen, M. 2012. Dietary self-selection by broilers at normal and high temperature changes feed intake behavior, nutrient intake and performance. Poultry Science 91:537-549.
- Swissagro. 2012. Estrés calórico en aves. Disponible en:  
[www.swissagro.com/publicaciones.html](http://www.swissagro.com/publicaciones.html). (consultada: 30-03-2013).
- Thom, E. C. 1959. The discomfort index. Weatherwise, 12: 57 – 59.
- Valancony, H. 1997. Les moyens de lutte cvontre le coup de chaleur. Journées de la Recherche Avicole. 2, 153-160. Tours 08-10 Abril.
- Villalpando, C. 2000. Factores de riesgos en climatización de pabellones avícolas. Avicultura Profesional Vol 18 n° 9.
- World Meteorological Organization. 1989. Animal healt and production at extremes of weather. Technical Note N° 191. Ginebra. Suiza.