

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**

**E.A.P. DE MEDICINA VETERINARIA**

**Influencia de la edad de la reproductora sobre el  
rendimiento productivo de dos lotes de pollos de  
engorde**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

**AUTOR**

**Ana Lucía Mercado Polanco**

**ASESOR**

Eliana Icochea

Lima - Perú

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
*Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA*

## *Facultad de Medicina Veterinaria*

ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

*Trabajo sustentado y aprobado ante el Jurado designado por la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria mediante Resolución Directoral N° 163-EAPMV/FMV-2015*

PRESIDENTE :

LUIS CORONADO SEMINARIO

MIEMBROS :

ELIANA ICOCHEA D'ARRIGO

Asesora de la Tesis

NELLY CRIBILLERO CHUQUIHUACCHA

EDGARDO FIGUEROA TERRY

San Borja, 10 de diciembre de 2015

V° B°

.....  
MV. Mg. HERMELINDA RIVERA GERONIMO  
Directora de la Escuela Académico Profesional de  
Medicina Veterinaria





## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el auditorio principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día **jueves 10 de diciembre de 2015**, a las **12:00** horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° **163-EAPMV/FMV-2015**, integrado por los siguientes profesores:

<b>LUIS CORONADO SEMINARIO</b>	Presidente del Jurado
<b>ELIANA ICOCHEA D'ARRIGO</b>	Asesora de la Tesis
<b>NELLY CRIBILLERO CHUQUIHUACCHA</b>	Miembro del Jurado
<b>EDGARDO FIGUEROA TERRY</b>	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, la Bachiller Doña: **MERCADO POLANCO, ANA LUCÍA**, para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

### "INFLUENCIA DE LA EDAD DE LA REPRODUCTORA SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE DOS LOTES DE POLLOS DE ENGORDE"

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECIOCHO ( 18 )**.

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **13:00 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

Luis Coronado Seminario: MSc. Prof. Principal, D.E.

Eliana Icochea D'arrigo: Mg. Prof. Principal, T.C.

Edgardo Figueroa Terry: MV. Prof. Principal, D.E.

Nelly Cribillero ChuquiHuaccha: MV. Prof. Asociado, D.E.



*A Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida y poder disfrutar de este logro con mi familia y seres queridos.*

*A mis queridos padres, Carolina y Orlando, por todo el amor que me brindan y los valores que me han forjado, por la confianza y apoyo constante en la realización de mis metas y proyectos. Gracias por todo, los amo.*

*A mi hermana, Carolina por ser esa segunda madre y amiga, gracias por brindarme tu amor y apoyo incondicional. Te amo Ma'. A mi bebe precioso, te amo Matheo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por su apoyo incondicional, por su esfuerzo y sacrificio que han realizado por mí, para que este sueño se haya podido hacer realidad. Gracias Totales.

A mi Hermana por sus palabras de apoyo y consejos en mi carrera. Por la gran confianza que me tiene.

A mi gran familia Mercado-Polanco por ser ese gran respaldo, por enseñarme la unión familiar, que tenemos que tener ante todo.

A Theresa por ser parte importante y especial en mi vida, gracias por acompañarme y apoyarme en todos estos años de carrera, y ayudarme en la realización de este trabajo.

A mis amigos (Maribel, Cindy, Gaby, Janina, Giovanna y Luulf) que me acompañaron compartiendo alegrías y tristezas, dándonos apoyo mutuamente para poder lograr nuestras metas.

A mi Asesora Eliana Icochea, por su confianza, apoyo y paciencia en la realización de este trabajo. Y por todo el conocimiento brindado.

Al equipo de Patología Aviar: Dr. Jhon, Dra. Giovanna, Dra. Viviana por el apoyo y enseñanza brindada.

A mi Facultad y a toda su plana docente por toda la enseñanza brindada, por el apoyo y confianza.

## ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....	3
2.1. Situación actual de la avicultura peruana .....	3
2.2. Perspectivas de la avicultura en el mundo.....	5
2.3. Mejoras Genéticas en el Pollo de engorde.....	6
2.4. Factores que afectan el rendimiento productivo en Pollos de engorde.....	11
2.4.1. Alimentación y nutrición de las aves.....	12
2.4.1.1. Programas de alimentación.....	13
2.4.1.2. Promotores de crecimiento y aditivos.....	15
2.4.2. El consumo y calidad de agua .....	16
2.4.3. Factores ambientales.....	17
2.4.3.1. Temperatura.....	18
2.4.3.2. Humedad relativa.....	19
2.4.3.3. Ventilación (calidad del aire).....	20
2.4.3.4. Manejo de la cama .....	21
2.4.3.5. Programas de iluminación .....	21
2.4.4. Estrés fisiológico de la producción.....	22
2.4.5. Calidad del pollito BB .....	22
2.4.6. Manejo en Planta de incubación .....	23
2.4.7. Edad de las reproductoras.....	24
2.5. Limitantes del rápido crecimiento de los pollos de engorde .....	26
2.6. Indicadores del rendimiento productivo de pollos de engorde .....	29
2.6.1. Uniformidad del lote.....	30
2.6.2. Peso corporal y ganancia de peso .....	32

2.6.3.	Conversión alimenticia (CA).....	32
2.6.4.	Consumo de Alimento.....	33
2.6.5.	Mortalidad (M %)......	33
2.6.6.	Viabilidad (V %)......	33
2.6.7.	Eficiencia Europea o Índice de Eficiencia Productiva (EE) .....	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
3.1.	Lugar de estudio .....	35
3.2.	Materiales .....	35
3.2.1.	Animales .....	35
3.2.2.	Alimento .....	36
3.2.3.	Suplementos vitamínicos.....	36
3.2.4.	Vacunas comerciales .....	36
3.2.5.	Equipos .....	36
3.3.	Metodología.....	37
3.3.1.	Tamaño muestral .....	37
3.3.2.	Diseño experimental .....	37
3.3.3.	Metodología de trabajo .....	38
3.3.3.1.	Manejo de los pollos.....	38
3.3.3.2.	Manejo de la alimentación.....	39
3.3.3.3.	Manejo del agua.....	39
3.3.3.4.	Manejo de la sanidad .....	39
3.3.3.5.	Procesamiento de los datos.....	40
3.4.	Variables de análisis .....	40
3.4.1.	Uniformidad (U%).....	40
3.4.2.	Peso corporal y ganancia de peso .....	40
3.4.3.	Consumo de alimento .....	41
3.4.4.	Índice de Conversión alimenticia (ICA).....	41

3.4.5. Mortalidad y Viabilidad.....	41
3.4.6. Porcentaje de Descarte.....	41
3.4.7. Índice de Eficiencia Productiva Europeo (IEPE) .....	42
3.5. Análisis de la información:.....	42
IV. RESULTADOS.....	43
4.1. Peso corporal y ganancia de peso .....	43
4.2. Uniformidad .....	44
4.3. Consumo de alimento .....	45
4.4. Conversión alimenticia.....	46
4.5. Mortalidad y Viabilidad.....	46
4.6. Porcentaje de Descartes.....	47
4.7. Índice de Eficiencia Productiva.....	47
V. DISCUSIÓN .....	48
VI. CONCLUSIONES .....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
VIII. ANEXOS .....	64

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Peso corporal promedio (gramos de las aves hasta los 40 días de edad.....	43
Cuadro 2. Ganancia diaria de peso (gramos) hasta los 40 días de edad .....	44
Cuadro 3. Ganancia de peso semanal (gramos) hasta los 40 días de edad .....	44
Cuadro 4. Ganancia de peso acumulado por semana (gramos) hasta los 40 días de edad.....	44
Cuadro 5. Valores promedio para los resultados de uniformidad (%) hasta los 40 días de edad.....	45
Cuadro 6. Consumo semanal de alimento (gramos) hasta la culminación del .....	45
Cuadro 7. Consumo acumulado de alimento (gramos) hasta la culminación.....	45
Cuadro 8. Conversión alimenticia acumulada hasta la culminación del .....	46
Cuadro 9. Principales causas de mortalidad hasta los 40 días de .....	46
Cuadro 10. Índice de Eficiencia Productiva Europeo.....	47

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1.	
Dietas alimenticias utilizadas en el presente estudio de acuerdo a los requerimientos de la línea Cobb500 .....	65
ANEXO 1.1	
Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500.....	66
ANEXO 2.	
Diseño experimental y distribución de las unidades de investigación.....	67
ANEXO 3.	
Control de temperatura durante la crianza experimental de los pollos de engorde.....	68
ANEXO 4.	
Programa de manejo ambiental e iluminación.....	69
ANEXO 5	
Suplemento del rendimiento productivo y parámetros de la línea Cobb 500.....	70

## I. INTRODUCCIÓN

La carne de aves es una de las principales fuentes de proteína para consumo humano a nivel mundial. En veinte años, desde 1987 a 2007 la producción global de carne registró un incremento desde 136.7 a 285.7 millones de toneladas métricas (Avendaño, 2009).

La producción avícola, que incluye la producción de pollos, gallinas, pavos y patos, llegó a registrar 1'202,614 TM durante el año 2013, 2.7% más respecto del año 2012, según estadísticas del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri). La especie pollo representa un poco más del 90% de la población de estas aves (Diario Gestión, 2014).

El sector avícola, en la actualidad, es la actividad más importante del sector pecuario en nuestro país, el sector avícola representa en la actividad agropecuaria el 57% del PBI pecuario. Además, aporta cerca del 70% de proteína animal consumida por la población nacional, en la forma de carne y huevos (MINAG, 2012).

La producción de carne de ave en nuestro país ha seguido una tendencia creciente en los últimos años, debido a su mayor oferta, facilidad de preparación y menor costo comparado con las carnes rojas de vacuno y ovino; y la poca oferta de otras alternativas que puedan reemplazar a la carne de pollo como la principal fuente de proteína animal par los peruanos (MINAG, 2012), logrando que el consumo per cápita de carne de ave en el Perú que el consumo per cápita del país es de 42 kg de carne de pollo, mientras que la de Lima es de 70 kg, casi el doble de lo que era hace 10 años, en provincias es de 42 kg.

Debido a esta intensificación de la producción y la selección genética, las tasas de crecimiento de los pollos de engorde se han incrementado de 25 gramos al día a 100 gramos al día, lo que supone un aumento del 300 % (FAO, 2012).

Diversos estudios realizados en nuestro país en la nutrición de pollos donde se evaluó parámetros productivos han mostrado una ganancia de peso mayor al estándar, como es el caso del estudio de Osorio *et al.* (2010) añadiendo probióticos logró un peso de 2871 g a los 42 días y un índice de conversión alimenticia de 1.75. Gonzales *et al.* (2011) evaluaron la adición de ácidos orgánicos al alimento logrando obtener 2892 g a los 42 días y un índice de conversión alimenticia de 1.73. Sin embargo, otros estudios y resultados de campo han obtenido resultados inferiores a los anteriormente descritos. Pizarro *et al.* (2009) trabajando con aluminosilicatos en cama obtuvo valores de peso corporal a los 42 días de 2596 g y un índice de conversión alimenticia de 1.79. Lucas *et al.* (2011) evaluando el uso del sachá inchi obtuvo valores de 2653 g para el peso corporal y 1.73 para la conversión alimenticia.

Estas diferencias entre los parámetros productivos pueden estar asociadas a diferentes factores, calidad del pollito BB, calidad de insumos y alimento, sistemas de manejo, edad de las reproductoras, etc. Sin embargo, los resultados técnicos obtenidos en campo sugieren que uno de los principales factores que influye en el pollo de engorde es la edad de las reproductoras, dado que otros factores se encuentran estandarizados (Rosero *et al.*, 2012; Rodríguez, 2007).

Diferencias que se expresan en efectos adversos en el incremento de aves de descarte por problemas metabólicos y una alta mortalidad de los mismos. El rápido crecimiento particularmente asociado con aves de estructura esquelética débil ha sido señalados como las causantes de enfermedades musculoesqueléticas, cardiovasculares y metabólicas en aves de corral que conllevan a un aumento de la mortalidad, retraso del crecimiento y conversiones alimenticias pobres (Julian, 1993; Caamaño, 2000).

El presente estudio tiene por objetivo determinar los parámetros productivos de dos lotes de pollo de engorde provenientes de reproductoras de diferentes edades criados bajo condiciones semicontroladas evaluando su potencial genético capaz de superar los estándares de la línea utilizada.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Situación actual de la avicultura peruana**

El sector avícola, en la actualidad, es la actividad más importante del sector pecuario en nuestro país; representa en la actividad agropecuaria el 57% del PBI pecuario. Además, aporta cerca del 70% de proteína animal consumida por la población nacional, principalmente en la forma de carne de pollo y huevos (Fuentes y Valero, 2012; MINAG, 2012).

En nuestro país el sector avícola ha tomado impulso y se ha lanzado hacia un crecimiento constante, constituyéndose en el sector pecuario más importante debido a su nivel de desarrollo tecnológico, con continuos avances y mejoras en los indicadores productivos (genética, equipos y alimentación) cuya tarea es cubrir la gran demanda nacional de carne aviar (Fuentes y Valero, 2012; MINAG, 2012), logrando que el consumo per cápita de carne de ave en el Perú subiera a 35 kilos en el 2010, significando un incremento de 73% respecto del año 2000 cuando se reportó un consumo de 20.2 kilos por persona (MINAG, 2011).

Los sistemas de producción avícola en el Perú trabajan bajo el concepto de sistema de galpones abiertos, de tal manera que conforman una unidad natural compuesta por factores bióticos y abióticos, donde existe entre ellos un gran intercambio de materia y energía. Además de los componentes bióticos, cuentan con un conjunto de prácticas que incluyen la tecnología y los recursos humanos, mediante los cuales se lleva a cabo la producción agropecuaria (Estrada y Márquez, 2005; Bustamante 2009).

El sistema avícola en nuestro país, cuenta con alta tecnología, excelentes programas de nutrición y de alimentación, con animales mejorados genéticamente, los cuales son más sensibles a cualquier cambio en su entorno que genera una mayor exigencia para los sistemas de control ambiental en los galpones (Bustamante, 2009, Fuentes y Valero, 2012).

Hoy en día, los sistemas avícolas en nuestro país, por su gran tecnología y especialización, son manejados con niveles altos de integración vertical y horizontal (principalmente en las explotaciones de pollo de engorde, ya que en ponedoras este cambio apenas comienza), donde los subsistemas interactúan entre sí, llevando a cabo seguimientos de los rendimientos de cada elemento que integra el sistema de producción avícola; estos niveles de integración en la avicultura han generado economías de escala, lo cual la posiciona estratégicamente sobre otras actividades económicas (MINAG, 2012).

Los avances en la producción avícola, que se evidencian en mejores crecimientos, mejores índices de conversión y mejores conformaciones, entre otros, se ven perjudicadas año tras año por factores ambientales en nuestro país (altas temperaturas y humedades relativas), cuyos efectos son económicamente significativos, viéndose afectados todos los parámetros productivos.

En el Perú, existe gran variedad de pisos térmicos, en la mayoría de los cuales se explota el pollo de engorde, generalmente en galpones convencionales o abiertos sin ningún tipo de control ambiental (MINAG, 2012). Estos pisos térmicos (principalmente en los pisos templados y cálidos) están comprendidos entre los 250 y 2500 msnm con temperaturas que oscilan entre los 18 y 30°C, con una humedad relativa de 65 a 75%; estas condiciones ambientales coinciden con las recomendadas por las principales casa genéticas. A pesar de que en las regiones donde se explota el pollo de engorde tienen la temperatura recomendada, las variaciones de esta son mayores a 5°C en un lapso de 24 horas, lo cual puede afectar el rendimiento del animal (Fuentes y Valero, 2012).

El aumento en la demanda de carne de pollo está influenciado por el crecimiento de la población y por el precio accesible de su carne. Los productos avícolas representan un 70% del consumo global de proteína animal y tienen la tasa de crecimiento anual más alta en consumo, de un 10.6%. Este incremento en la demanda se ve reflejado en grandes volúmenes de producción y eficiencia por ave atribuible al continuo desarrollo genético y nutricional realizado

por científicos y productores con el fin de conseguir un mejor resultado al sacrificio (Bustamante, 2009).

Las explotaciones avícolas buscan la mayor eficiencia posible. Para lograrlo es importante la integración de todos los factores productivos en especial la alimentación, que constituye el mayor costo de producción en pollos de engorde y puede llegar a representar hasta un 80% de los costos totales. Las características nutricionales de una dieta dependen directamente de una buena formulación (Bustamante, 2009; Fuentes y Valero, 2012).

En la actualidad los productores de pollos de engorde de nuestro país demandan un crecimiento más rápido y eficiente de las aves que están en explotación, basado en ello se ha hecho una selección de uso de líneas de rápido crecimiento Cobb Vantres y Ross 308, acompañada por mejores prácticas de nutrición y alimentación. Las investigaciones recientes se han concentrado en el conocimiento de las necesidades proteicas y de aminoácidos en las primeras semanas de vida de los pollos de engorde de estas dos líneas, fundamentalmente en los primeros días de vida de los pollitos que son determinantes en el rendimiento final del pollo de engorde (entre el 14 y el 18% del ciclo total de producción (Estrada y Márquez, 2005; Bustamante 2009).

El desafío actual de la industria avícola es desarrollar sistemas de producción de alta rentabilidad. Los factores de producción que se estudian en avicultura como son los del medio ambiente relacionan a la temperatura, ventilación, humedad, iluminación, ruido y otros factores como la alimentación y sanidad; que manejados adecuadamente, son los indicadores del bienestar animal y puedan garantizar altos o bajos rendimientos debido a la ganancia de proteína durante su desempeño productivo (Fuentes y Valero, 2012; MINAG, 2012).

La creciente preocupación del consumidor como del productor avícola por obtener pollos sanos, hace que cada día se mejoren los parámetros de producción en las granjas avícolas, tendiendo a bajar la conversión alimenticia, aumentar el peso final de las aves, y reducir considerablemente los costos de producción (Fuentes y Valero, 2012).

## **2.2. Perspectivas de la avicultura en el mundo**

La carne de pollo es una de las mayores fuentes de proteína para consumo humano a nivel mundial. Entre 1987 a 2007 la producción global de carne registró un incremento desde

136.7 a 285.7 millones de toneladas métricas (MTM). En el mismo período, la carne de aves registró un espectacular crecimiento desde 35.9 a 86.8 MTM, incrementando su cuota en el mercado de carne, de 26.3% a 37.2%.

Este factor de crecimiento de 2.4 veces, constituye el mayor crecimiento con respecto al resto de las carnes, seguida por 1.81 cerdos, 1.61 ovinos y 1.21 vacunos. Proyecciones recientes elaboradas por OECD/FAO (2011) indican que para el 2020, sobre un total de 339,51 MTM producidas globalmente, 37% corresponderán a cerdos, 36% a aves, 22% a vacunos y 5% a ovinos. Según este estudio, en la próxima década hasta el 2020 la carne aviar registrará el mayor crecimiento con respecto a las demás carnes, 27.4% comparado con 19.7% para cerdos, 22.4% para ovinos y 13.2% para vacunos.

El crecimiento en la producción global de carnes en esta década hasta el 2020 estará marcada por una expansión de los países denominados ‘en desarrollo’ los que contribuirán con un 78% del incremento en la producción de carne a nivel mundial. En este contexto, el sector avícola explicará el 27.4% del crecimiento total, de los cuales 19.9% y 7.5% corresponderán a países ‘en desarrollo’ y ‘desarrollados’, respectivamente (OECD/FAO, 2011). De acuerdo con OECD/FAO (2011), el mayor crecimiento proporcional en demanda de carnes a nivel global se registrará en las economías en expansión en Asia/Pacífico con 56% y Latino-América y el Caribe con 18%, seguidas por moderados incrementos de entre 7-8% en América del Norte, Europa y África.

El mercado futuro de carnes estará caracterizado por un sostenido alto valor de las materias primas y las raciones según la OECD/FAO (2011). En términos aún más generales, el sistema global de producción de alimentos experimentará presiones sin precedentes en los próximos 40 años. Por un lado, el crecimiento de la población mundial, actualmente estimada en 7 billones y proyectada a crecer a 9.3 billones en 2050, el incremento de la riqueza creando una demanda por dietas más variadas y de alta calidad, y por otro lado la competición por tierra, agua y energía, en un contexto donde los efectos del cambio climático serán progresivamente más evidentes.

### **2.3. Mejoras Genéticas en el Pollo de engorde**

La selección genética para mejorar el rendimiento del pollo de engorde ha tenido mucho éxito, generando cambios permanentes en el rendimiento de la reproductora y de la progenie

relacionados con la producción y la eficiencia del crecimiento y la producción de carne. Las mejoras en la eficiencia de la alimentación en los pollos de engorde, a su vez, han conllevado mejoras en la reducción de la producción de residuos y de gases que provocan el potencial calentamiento global (Avendaño, 2011; Hardiman, 2011).

La industria avícola constituye una de las actividades pecuarias más importantes a nivel mundial, se ha desarrollado tanto, que en la actualidad se encuentran líneas de pollos de engorde de rápido crecimiento (Cobb, Ross) altamente eficientes en la conversión de alimento y la ganancia de peso (Reyes y Cedeño, 2010).

Durante muchos años la industria avícola ha desarrollado más de 300 líneas de pollos de engorde resultantes de mezclas de dos o más razas puras. Esto ha sido un éxito para los productores de pollos de engorde debido a que han logrado obtener una mejor productividad y rendimientos basados en parámetros productivos como ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia y mejores características de la canal, y de esta manera optimizar los insumos con mejores rendimientos de carne (Reyes y Cedeño, 2010; Avendaño, 2011; Hardiman, 2011).

Se ha demostrado que en los EE.UU, se ha mejorado la viabilidad en los pollos de engorde, mientras que se han reducido, al mismo tiempo, el número de aves de descarte y/o eliminadas. Se han utilizado diferentes estrategias en los programas de mejora de las reproductoras pesadas para hacer mejoras genéticas en características individuales, incluyendo la reproducción, la tasa de crecimiento, la eficiencia alimenticia, el rendimiento, la calidad de la carne y el estrés por calor, así como para ayudar a reducir los trastornos metabólicos y óseos (Francia *et al.*, 2009).

La mejora genética originada en las poblaciones de pedigrí tarda entre 4 y 5 años en expresarse a nivel del pollo comercial, es decir, las decisiones de selección tomadas en 2011 tendrán un efecto a nivel comercial en 2015, o lo que es lo mismo, la performance del pollo de engorde en 2011 es el producto de la selección ocurrida en 2007 (Reyes y Cedeño, 2010; Avendaño, 2011; Hardiman, 2011).

La industria dedicada a la selección de aves y la genética están ayudando a conseguir a nivel mundial incrementos permanentes en los resultados productivos y el bienestar de las reproductoras, así como en el de su progenie. Por ejemplo, las mejoras genéticas en Cobb en los

últimos 30 años, han supuesto un aumento del 10% en la producción de huevos, un 10% de aumento de rendimiento en canal, un aumento del 11% en carne de pechuga sobre porcentaje de peso vivo y una reducción de 0,60 en el índice de conversión, y por lo tanto, a producir pollos de carne que requieren un 25% menos de alimento por unidad de peso ganado (Hardiman, 2011).

Los programas de selección realizados por las compañías comerciales de líneas de carne han tenido mucho éxito en la mejora de las reproductoras pesadas y en el rendimiento de los pollos. Entre 1980 y 2010 en EE.UU. los pesos de pollos Cobb a las 6 semanas de edad aumentaron de 2,5 libras (1,13kg) a 5,5 libras (2,50kg), el rendimiento cárnico mejoró del 64% al 74% del peso vivo, la mejora del rendimiento de pechuga sobre peso vivo pasó del 12% al 23%, mientras que los índices de conversión del alimento se redujo aproximadamente de 2,40 a 1,80.

Además, se han añadido o ampliado una serie de rasgos relacionados con la selección de pollos de engorde, como el bienestar y el medio ambiente, incluyendo la salud de las patas y del esqueleto, enfermedades metabólicas, la viabilidad del pollo y la conversión alimenticia (Reyes y Cedeño, 2010; Avendaño, 2011; Hardiman, 2011).

A lo largo de los años 90, en el nuevo milenio, Cobb añadió características adicionales relacionadas con la selección para el bienestar del pollo, incluyendo medidas más sofisticadas de la salud de las patas (por ejemplo, discondroplasia tibial (TD) y la necrosis de la cabeza de fémur (FHN), la capacidad de caminar, la gimnasia cardiovascular (ascitis), condición de la piel (pododermatitis) y resistencia a enfermedades. (Avendaño, 2011; Hardiman, 2011).

Estas medidas son ahora parte rutinaria de los programas de selección de pollos de engorde Cobb, e incluyen pruebas como la utilización de rayos X para la evaluación de TD y FHN, la evaluación del paso o forma de caminar, la medición de oxígeno en sangre para el control de la ascitis y la clasificación del grado de dermatitis plantar. En relación con esto, se ha producido una disminución en la incidencia de TD en las líneas de pedigrí de Cobb, así mismo, los informes de campo recibidos por la compañía reflejan una disminución en la incidencia de ascitis y problemas de patas en todas las regiones del mundo. (Hardiman, 2011).

La línea de pollos de engorde Cobb presenta características de producción de carne con la utilización de menos insumos, de tal manera que se puede engordar con dietas menos

costosas logrando excelentes índices de conversión alimenticia con un mejor rendimiento y una mejor ganancia de peso. La línea Cobb produce de 165 a 170 huevos por año pero rinde más en el campo como pollo de engorde resaltando su potencial genético entre quinta y sexta semana.

Además, los resultados de campo en EE.UU manifestaron un progreso continuo en la viabilidad de pollos de engorde y reducciones en porcentaje de descarte entre 1988 y 2010, que refleja los esfuerzos genéticos y de gestión para mejorar la salud de las aves. Nuevas investigaciones externas en una gran variedad de áreas relacionadas con la salud están siendo apoyadas en la esperanza de mejorar, aún más, la inmunidad innata de los pollos de engorde Cobb y la resistencia a *Salmonella sp*, *Campylobacter sp*, Enfermedad de Marek e Influenza Aviar.

Dada la integración vertical de la industria avícola, la transferencia del flujo de genes y la mejora genética a los estratos comerciales es total. En contraste, en vacunos de carne y ovinos, se estima que en el Reino Unido la contribución de rodeos registrados a la población comercial es 15% para vacunos y entre 30% y 40% para ovinos. En este sentido es importante destacar que en la industria avícola las predicciones de mejoramiento genético son continuamente evaluadas por el sector comercial (reproductores y pollo de engorde) estableciendo un lazo intrínseco entre el programa genético y los estratos comerciales de la industria (Avendaño, 2011).

La contribución del mejoramiento genético a la performance del pollo de engorde a lo largo de décadas de selección ha sido estimada comparando poblaciones control y productos comerciales. Havestein *et al.* (2003), comparando una línea control de 1957 con un genotipo comercial de 2001, estimó diferencias entre los dos genotipos, luego de 44 años, de 3.1 kg de peso vivo y 9.9% de rendimiento de pechuga (Reyes y Cedeño, 2010).

La magnitud del efecto de la selección genética a nivel comercial pone de manifiesto la relevancia de una apropiada definición de los objetivos de selección anticipando requerimientos del mercado (precios de materias primas) y al mismo tiempo incorporando una enorme variedad de 'feedback' proveniente de un amplio rango de actores tales como clientes, consumidores, gobiernos y ciencia y tecnología (Reyes y Cedeño, 2010; Avendaño, 2011; Hardiman, 2011).

En los últimos 40 años los objetivos de selección en avicultura han evolucionado dramáticamente. Desde 1960, donde el peso vivo era casi exclusivamente el único carácter de

selección, a la actualidad donde normalmente son considerados un amplio grupo de caracteres no sólo relacionados a la producción y reproducción, sino también vinculados al soporte metabólico y esquelético, a la sobrevivencia y a la salud durante los períodos de engorde y puesta. Actualmente, los candidatos a la selección son evaluados y seleccionados por más de 40 características.

En cuanto a caracteres de producción en el pollo de engorde, mejoras sostenidas en crecimiento, eficiencia de conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y viabilidad, tienen un efecto directo en el resultado económico a nivel comercial. Dado el incremento y variabilidad de los precios de materias primas a nivel global, la mejora en la conversión alimenticia tiene un enorme peso relativo. Por otra parte, el mejoramiento en la conversión alimenticia tiene efectos positivos a nivel de impacto ambiental a través de la reducción de los requerimientos de agua y la producción de efluentes (Reyes y Cedeño, 2010; Hardiman, 2011).

La aplicación de índices de selección balanceados es necesaria para permitir que las mejoras en caracteres productivos sean acompañadas de mejoras en el sistema de soporte esquelético y metabólico. Desde la década de los 70' los programas genético de incluye una minuciosa evaluación de la salud clínica y subclínica de patas (Reyes y Cedeño, 2010).

Actualmente, las metas de selección están orientadas a conferirles a los pollos de engorde la habilidad de expresar el potencial genético en un rango amplio de ambientes, sistemas de producción y desafíos a enfermedades. Esto será logrado a través de la definición de objetivos e índices de selección balanceados que combinan información proveniente de ambientes contrastantes y de un amplio rango de grupos biológicos diferentes (Reyes y Cedeño, 2010; Avendaño, 2011).

Datos recientes (provenientes de un servicio de reporte de industria privado) reportan similares tendencias en USA, para el período 1995-2010, presentando los siguientes mejoramientos anuales: 40 gramos de peso vivo, reducción de 0.5 días para alcanzar 2.27 kg (5 libras), mejora en eficiencia de conversión de 1.6 (gr alimento/ kg peso vivo), incremento de 0.040% en viabilidad y reducción de 0.046% en descarte de carcasas en faena (Hardiman, 2011).

Estas mejoras significativas en la performance del pollo de engorde han sido acompañadas en el mismo período por una mejora en las características reproductivas, con un

incremento de 0.3 pollitos por gallina alojada por año y una reducción de - 0.26% en la mortalidad durante puesta.

Sin embargo, el mejoramiento genético ha conllevado a la producción de aves menos resistentes, más vulnerables a cambios en el entorno, disminuyendo su productividad y por ende los resultados económicos, lo que quiere decir que hoy dependen más de un ambiente controlado.

#### **2.4. Factores que afectan el rendimiento productivo en Pollos de engorde**

La industria avícola se caracteriza por la producción de pollos de carne cada vez más precoces, como consecuencia de los avances en genética, nutrición, sanidad y manejo; factores que sustentan la avicultura moderna. Debido a ello es constante la búsqueda de alternativas que lleven a reducir los costos de producción sin perjudicar el desempeño productivo ni el aspecto sanitario, optimizando la crianza, con el fin de obtener mejores resultados económicos (Reyes, 2009).

Los pollos de engorde tendrán un buen rendimiento productivo si se desarrollan en un ambiente confortable y adecuado. El ambiente avícola es la reunión de todas las condiciones externas que afectan el desarrollo, la respuesta y el crecimiento animal; los factores que afectan el ambiente se clasifican en factores físicos tales como el espacio, la luz, el sonido, la presión y el equipo; factores sociales como el número de animales; y factores técnicos, tales como la temperatura del aire, la humedad relativa, el movimiento del aire, la radiación térmica, entre otros.

Asimismo, debemos tener en cuenta que existen factores intrínsecos en las aves como su propia genética, que determina el rápido crecimiento de las mismas y que ha sido objeto de mejoras en los últimos años; lo cual determina un estrés fisiológico normal en estas aves; como también la calidad del pollito BB y su relación intrínseca con sus reproductoras (Quishpe, 2006).

El éxito en la producción avícola radica en el seguimiento y supervisión a las actividades previstas, teniendo cuidado de no dejar pasar por alto pequeños detalles que nos pueden llevar al éxito o al fracaso. El manejo, sanidad, nutrición y el seguimiento de los registros son la clave para poder obtener una eficiente producción y permitir que las aves

demuestren todo su potencial genético alcanzando índices de eficiencia cada vez mejores (Rosero *et al.*, 2012).

#### **2.4.1. Alimentación y nutrición de las aves**

La alimentación representa uno de los factores más importantes en la producción avícola, ya que constituye el 60 – 70% del costo de producción y también por el efecto real en el crecimiento de las aves. Una buena nutrición avícola involucra que todos los nutrientes ofertados al ave deben incorporarse en el alimento que consume, no solo cubrir sus demandas nutricionales sino que proveer una dieta económicamente factible (Reyes, 2009; Rosero *et al.*, 2012).

La velocidad de crecimiento del pollo de engorde actual es resultado, de una intensa selección genética; siendo la alimentación uno de los factores más importantes para lograr la máxima expresión productiva. Por otro lado, la necesidad de nutrientes en la alimentación de pollos de engorde es variable debido a los avances genéticos que realizan constantemente las diferentes compañías genéticas, las cuales han logrado que las aves incrementen el peso estándar a razón de 50 a 90 gramos por año, lo que representa un día menos en su ciclo de crianza (Santomá, 1994).

Hay varios factores de la dieta que influyen sobre los parámetros productivos del pollo de engorde, especialmente si la composición de nutrientes en la dieta es deficiente o excesiva con relación a los requerimientos del ave. Una de las características principales de los alimentos para los pollos de engorde son una alta densidad energética y proteica y bajo contenido de fibra, proporcionadas básicamente por los granos de cereales, especialmente el maíz, que constituyen aproximadamente el 50% de la dieta de las aves en las distintas etapas de producción.

La proteína del alimento se emplea en los pollos para muchas funciones, la más importante es para la síntesis de músculo. Los pollos requieren en el alimento, una cantidad específica de aminoácidos esenciales y suficiente cantidad de nitrógeno, para la síntesis de aminoácidos no esenciales, en lugar de proteína cruda *per se* (Rosero *et al.*, 2012).

Se puede emplear en las dietas una menor concentración de proteína mediante el uso de aminoácidos cristalinos que se ofrecen en el mercado, como metionina, lisina, treonina y triptófano, que beneficia al ambiente en donde los animales están confinados, ya que se generan

excretas con menor concentración de nitrógeno y menor producción de amoníaco, lo que significa un beneficio económico al reducir el contenido de proteína en las raciones (Estrada *et al.*, 2007).

Los pollos de engorde regulan su consumo de alimento por el aporte energético de la dieta. Una dieta nutricionalmente equilibrada es consumida hasta satisfacer una cierta cantidad de energía diaria. Este escenario provoca la necesidad de conocer la concentración calórica de los alimentos empleados en una dieta para balancear el aporte total de energía metabólica. La energía, como principal necesidad de las aves de engorde, se requiere para mantención y producción. Por lo tanto, aunque el animal no esté en un estado fisiológico de producción siempre tendrá requerimiento de energía (Estrada *et al.*, 2007; Rosero *et al.*, 2012).

El consumo de alimento aumentará conforme disminuye el contenido energético de la dieta hasta que sea limitado ya sea porque se llenó el intestino, o por otros límites fisiológicos. Debido a que la conversión de alimento es económicamente importante en la producción de pollos de engorde, es poco práctico estimular un mayor consumo de alimento reduciendo la densidad calórica. Las limitaciones en el consumo de alimento casi siempre están asociadas con factores distintos al contenido energético de la dieta (Madrazos y Rodríguez, 2002).

Cuando la energía de la dieta aumenta, se debe aumentar también el contenido de proteína, para mantener la relación energía/proteína adecuada y la de los otros nutrientes como vitaminas y minerales. Por otra parte, al aumentar la concentración energética de la dieta, el pollo de engorde consume mayor cantidad de energía metabolizable debido a que no regula el consumo por el nivel energético como lo hacen las aves de postura (Quishpe, 2006).

#### **2.4.1.1. Programas de alimentación**

Por programa de alimentación entendemos la secuencia y las características de los alimentos a administrar a los animales a lo largo de su vida productiva. Dentro del ámbito de la producción animal enfocada desde un punto de vista empresarial se sobreentiende además que esta secuencia de alimentos debe ser la más rentable económicamente (Santomá, 1994).

Las fases de alimentación son divisiones que se realizan para la máxima utilización de los alimentos y nutrientes. Estas divisiones están basadas en los procesos fisiológicos y

metabólicos del ave; su objetivo, es proporcionar al ave la cantidad necesaria de nutrientes necesarios en una determinada edad, para evitar desperdicios o sobrealimentación.

A diferencia de los mamíferos, las propiedades visuales y de textura del alimento tienen una influencia mucho mayor en el consumo de alimento de las aves que el sabor o el olor. Las aves no consumirán fácilmente el alimento si no lo reconoce por medios visuales. Las aves son sensibles a la forma y una vez que se acostumbran a una forma particular de presentación del alimento, es necesaria cierta adaptación si se proporciona de otra forma, por ejemplo, las aves que se alimentaron con pellets necesitarán unos cuantos días para acostumbrarse antes de ser capaces de comer la misma cantidad de alimento a harina (Rosero *et al.*, 2012).

El sistema tradicional de alimentación en pollos de engorde consiste en administrar una secuencia de alimentos (pre inicio, inicio, crecimiento, engorde, finalizador) a lo largo de su vida productiva, de forma que cada uno de ellos satisfaga las necesidades de los diversos nutrientes en el punto medio del periodo en que se administra cada tipo de alimento. Tomando como referencia las necesidades en aminoácidos, mediante este sistema de alimentación únicamente se administra de forma óptima el alimento durante tantos instantes a lo largo de la vida del animal como número de alimento se administran. En el resto de días del periodo de engorde el pollo se puede encontrar con una alimentación excedentaria o deficitaria en estos nutrientes, que en términos productivos se pueden influenciar sobre la ganancia peso y el índice de conversión alimenticia.

Entre las estrategias para evitar resultados adversos es formular con un margen de seguridad, es decir aumentar en un 5, un 10%, o lo que se estime oportuno, los niveles de los nutrientes en los tipos de alimento, de modo que no sólo se satisfacen las necesidades sino que se superan durante un mayor número de días (Revidatti *et al.*, 2006; Rosero *et al.*, 2012)

La limitante de esta opción, es el costo adicional de incluir en la dieta un nivel superior de nutrientes, y por otro la pérdida de energía que supone el catabolismo de algunos de estos nutrientes; un 1% en exceso de proteína en aves que no lo necesitan puede representar un 1% menos de energía y en consecuencia disminución en el índice de conversión de también un 1%, de forma que el costo global de esta estrategia debe ser evaluado periódicamente.

#### 2.4.1.2. Promotores de crecimiento y aditivos

El alto costo de la alimentación por el uso de concentrados comerciales y la necesidad de mejorar la eficiencia y la conversión alimenticia en el rendimiento de las aves, han hecho que la industria avícola use como aditivos alimenticios los promotores de crecimiento de tipo antibiótico (APC). Los APC provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traducen en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso. Aunque, el empleo de los APC, a niveles subterapéuticos, favorece la selección de factores de resistencia a antibióticos y los animales que reciben dichas dosis actúan como reservorios de patógenos resistentes que se han detectado en carne o sus subproductos que pueden ser transmitidos al hombre siendo esto de riesgo para la salud pública (Jiménez y González, 2011).

Ante estos indicios de la generación de resistencia antibacteriana producida por el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) en animales de granja y su impacto en la salud pública, la OMS sugirió su prohibición y retiro del mercado a nivel mundial. En respuesta, en el 2003, la Unión Europea promulgó el Reglamento (CE) N.º 1831/2003 sobre los aditivos en la alimentación animal, estableciendo que a partir del 1 de enero de 2006 los antibióticos, coccidiostatos e histomonias no pueden ser usados en alimentos para animales.

Dada esta situación, la utilización de probióticos y otros productos orgánicos como promotores de crecimiento es una alternativa promisoriosa, pues estos productos no causan problemas de resistencia, ni el efecto residual que ocasionan los antibióticos. Entre los microorganismos con actividad probiótica que más se han estudiado en aves, se encuentran las cepas de *Lactobacillus*. Se ha demostrado que el suministrarlas en pollos de engorde, mejora el crecimiento y la conversión alimentaria, disminuye el síndrome de mala absorción e influye positivamente en el ecosistema microbiano (Acosta *et al.*, 2007).

La necesidad de adoptar alternativas al uso de los APC que sean efectivas, con costos razonables y que a su vez no muestren efectos indeseables en la población que consume el producto final. Los promotores que se están incorporando a la alimentación de las aves son los probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas y extractos vegetales, estos últimos obtenidos de plantas aromáticas que han mostrado aumentos de peso similares a los registrados con APC en cerdos y pollos (Guerra *et al.*, 2008).

#### **2.4.2. El consumo y calidad de agua**

El agua es el nutriente más esencial de la dieta de las aves, aunque no se puede determinar fácilmente un valor de requerimiento, como con otros nutrientes. El requerimiento de agua de los pollos de engorde depende de la temperatura ambiental y la humedad relativa, la composición de la dieta, la tasa de crecimiento y la eficacia de reabsorción del agua del riñón. El agua funciona en el cuerpo como disolvente en el cual los nutrientes se transportan y los productos de desecho se excretan. El agua ha sido considerada en el pasado como un elemento de poco valor o importancia; con la implementación de requerimientos ambientales más estrictos y nuevos conocimientos sobre el efecto de la calidad de agua sobre la eficiencia productiva, se está poniendo más atención en este valioso componente de la producción avícola (Panchón, 2007; Oviedo-Rondón, 2011).

Los pollos de engorde beben al menos el doble de agua que la cantidad de alimento consumida con base en el peso. El consumo real de agua en relación al consumo de alimento varía dependiendo de la temperatura ambiental y factores de la dieta. El aumento de la proteína cruda de la dieta aumenta el consumo de agua y las relaciones de agua: alimento. Los alimentos desmoronados o peletizados aumentan tanto el consumo de agua como la de alimento en relación a las dietas en harina, pero la relación agua: alimento permanece relativamente igual. El aumento de la sal de la dieta y otros minerales osmóticamente activos aumenta la ingestión de agua en el intento deshacerse del exceso de minerales vía los riñones (Penz *et al.*, 2012; Quishpe, 2006)

El consumo de agua tiene los efectos más importantes sobre la ingestión de alimento solo cuando el consumo de agua se restringe al punto en el que comienza a afectar la hidratación del cuerpo. La disponibilidad del agua depende de la densidad de animales y el acceso al espacio del bebedero, la ubicación y altura del bebedero, el diseño del mismo y la capacidad de flujo del agua (Quishpe, 2006).

El agua fresca y limpia es importante para un buen índice de conversión. Los resultados de crianza de los pollos de engorde con el abastecimiento de agua contaminado son casi siempre más bajos que el resultado medio de otras granjas sin ese problema. Cuando se elimina la contaminación, los resultados comúnmente mejoran. Por lo tanto, el agua es el nutriente más importante para cualquier animal; la calidad del agua no puede ser nunca enfatizada

suficientemente. El esfuerzo que se gasta para proveer agua limpia a los pollos se verá recompensado con un mejor índice de conversión (Panchón, 2007).

El efecto de la calidad de agua sobre la eficiencia productiva de aves vivas está siendo reconocido como un factor productivo importante. Los análisis de la calidad de agua y su efecto reveló: que un aumento en las concentraciones de oxígeno disuelto, bicarbonato, calcio y magnesio tienen una correlación positiva con el nivel de crecimiento, un aumento en los niveles de calcio está asociado a mejoras en la conversión de alimento, mientras que el magnesio está asociado con una reducción en la conversión alimentaría. (Revidatti *et al.*, 2006b; Rosero *et al.*, 2012a)

Entonces, cuando se restringe el agua a los pollos, la conversión alimenticia aumenta, en comparación con los animales que reciben alimentación y agua ad libitum. Una reducción en el consumo de agua del 20% produce una marcada baja en la eficiencia alimenticia y proporcional retraso en el crecimiento de los pollos (Rosero *et al.*, 2012).

### **2.4.3. Factores ambientales**

Los principales factores ambientales que afectan el desempeño productivo del pollo de engorde son la temperatura, la humedad relativa y la ventilación. Estos factores regulan la zona termoneutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo, valores por encima o por debajo del rango, producen estrés en el ave. La exposición de las aves a estrés climático, principalmente calórico, conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo resultando en bajas tasas de crecimiento, reducción de la eficiencia de la conversión alimenticia, inmunosupresión y alta mortalidad (Estrada *et al.*, 2007; Jabib *et al.*, 2011).

Los parámetros productivos del pollo de carne difieren según la época del año en que son criados debido a la influencia de factores medio ambientales como temperatura y humedad. En estaciones con temperaturas elevadas, los parámetros productivos se afectan debido al estrés térmico que sufren las aves, ya que son muy sensibles a cambios del medio ambiente. Es necesario que el pollo reciba calor en época fría, refrescarlo en los días calurosos y brindarle una adecuada ventilación para reducir la humedad y mejorar la eliminación de gases nocivos que se producen dentro el galpón con la ventilación (Tolentino *et al.*, 2008).

Cuando se analiza el tipo de ave a utilizar en los sistemas de producción, se busca que exista una adecuada disponibilidad para la adquisición por los pequeños productores y que el ave pueda adaptarse a instalaciones en las cuales existe poco control sobre los factores de confort medio ambiental debido al menor desarrollo tecnológico existente. Para que dicho proceso de adaptación sea considerado exitoso, deben alcanzarse niveles de producción (tasa de crecimiento, eficiencia alimenticia, viabilidad, peso final) que justifiquen la inversión realizada y se mantengan en el tiempo (Panchón, 2007; Oviedo-Rondón, 2011).

La industria avícola ha pasado por muchos cambios en los últimos 25 años. Los galpones son de mayor superficie, las densidades de crianza han aumentado, la genética y la nutrición avícola han progresado exponencialmente, y todo esto ha permitido criar un mayor número de aves por año, y de mayor peso vivo en periodos más cortos. Sin embargo, esto ha traído como consecuencia que la crianza de aves exija mejores condiciones de alimentación e infraestructura a través de un control ambiental muy preciso (Pizarro *et al.*, 2009).

Aunque siempre es posible ajustar las condiciones ambientales (aún en los sistemas con bajo nivel tecnológico) es imprescindible implementar programas especiales que incluyen principalmente la alimentación y el manejo de la luz, con el objeto de modificar el patrón de crecimiento a lo largo del ciclo de producción (Panchón, 2007; Oviedo-Rondón, 2011).

#### **2.4.3.1. Temperatura**

La temperatura de las aves presenta una mayor variabilidad que los mamíferos. En el ave adulta, la temperatura fluctúa entre 40.5 y 41.9 °C, los pollitos de un día de edad poseen una temperatura corporal entre 37.6 – 39 °C. La capacidad de termorregulación es claramente inferior en los pollitos de un día y depende fundamentalmente de su aislamiento, del grado de desarrollo muscular y del grado de su control nervioso central (Estrada *et al.*, 2007).

Esto demuestra que al nacer y durante los primeros 21 días los pollitos aún no pueden regular su temperatura corporal y son considerados heterotermos. Por lo tanto, durante los días de crianza es importante que estén bajo una fuente de calor, la cual debe brindar un ambiente de 30 °C, una temperatura más elevada causa deshidratación, afectando su desarrollo, y temperaturas inferiores a los 30 °C interfieren con la absorción del saco vitelino evitando protección inmunitaria durante los primeros días de vida (Oviedo-Rondón, 2011).

A partir de los 22 días de edad, la temperatura corporal aumenta hasta estabilizarse en 40.5 y 41.9 °C, momento en el cual pueden controlar su temperatura. Este proceso de control de la temperatura corporal es acompañado por el crecimiento de las plumas. Cuando nacen solo tienen plumón, pero a partir de los 21 están emplumados lo que aumenta la protección contra el frío porque éstas actúan como una barrera. El rango de comodidad se extiende y la temperatura ambiental desciende, de modo que en las últimas semanas del periodo productivo prefieren una temperatura de entre 18 y 21 °C y esto significa que al inicio de la crianza su mayor preocupación debe estar concentrada en proporcionarles suficiente calor (Estrada *et al.*, 2007).

Las necesidades energéticas para la termorregulación aumentan a partir de 28°C. Por lo tanto, en los pollos que al final de la etapa de engorde soportan temperaturas altas, pueden darse situaciones de deficiencia energética por dos motivos: por la reducción del consumo de alimento y por el aumento de las necesidades energéticas para la termorregulación. En el caso de las temperaturas bajas, la compensación es más fácil, incrementando el consumo de alimento y modificando el comportamiento (agrupándose).

El mantenimiento del consumo de alimento óptimo y los aumentos de peso corporal durante altas temperaturas requiere de técnicas de manejo que promueven la disipación de calor por las aves. Esto puede incluir la estimulación del consumo de agua, mayor flujo de aire alrededor de las aves y el rocío frecuente de la caseta (Oviedo-Rondón, 2011).

Según la teoría termostática, las aves reducirán su consumo de alimento para reducir la carga de calor de la digestión. Ciertamente, la restricción de consumo de alimento antes de un período de altas temperaturas ambientales es un método eficaz para prevenir la mortalidad excesiva a causa del estrés por calor, pero este no es el método más productivo durante el clima caluroso persistente (Estrada *et al.*, 2007; Oviedo-Rondón, 2011).

#### **2.4.3.2. Humedad relativa**

La humedad relativa del aire, indica la relación entre el peso del vapor de agua contenido en el aire y el peso de vapor de agua máximo que este aire puede contener a la máxima temperatura. La humedad dentro del galpón depende casi exclusivamente de características propias del galpón como, el número y el tamaño de las aves alojadas y por consiguiente por su proceso respiratorio, la densidad, la ventilación y la temperatura. En menor medida depende de la humedad ambiente.

Cuando la humedad relativa en el galpón excede el 70%, el volumen de humedad de la cama tiende a aumentar y conlleva a empeorar las condiciones ambientales. El objetivo debe ser mantener un nivel de humedad relativa en el galpón entre 50 y 70%, proporcionando aire suficiente y agregar calor cuando sea necesario. Una humedad del 60% es la óptima (Quishpe, 2006).

#### **2.4.3.3. Ventilación (calidad del aire)**

Una mala calidad del aire son es un serio factor estresante que harán disminuir indirectamente los parámetros productivos de las aves. La tasa de ventilación es determinantes en la calidad del aire y de la cama. Una ventilación adecuada reduce la humedad del aire, el polvo, el amoníaco y el dióxido de carbono, e introduce más oxígeno. Una alta humedad del aire disminuye el enfriamiento por evaporación, afectándose negativamente el consumo de alimento en respuesta a un aumento en la carga de calor sensible. El polvo excesivo en el aire causa inflamación del sistema pulmonar y estrés inmunológico, el cual disminuye el consumo de alimento. El exceso de amoníaco no solo irrita los tejidos pulmonares, sino que también es un estresante metabólico que causa una disminución del consumo de alimento (Quishpe, 2006).

Los altos niveles de dióxido de carbono o bajos niveles de oxígeno en el aire producen una disminución de la tasa metabólica en última instancia causa una disminución en el consumo de alimento. Además de afectar negativamente la calidad del aire (aumenta la volatilización del amoníaco y el polvo). El ambiente en los galpones es la combinación de factores físicos y biológicos que actúan en un complejo sistema dinámico de interacciones sociales, iluminación y condiciones medioambientales como temperatura, ventilación y presencia de gases tóxicos. Los sistemas actuales de confinamiento y altas densidades de población propician problemas de contaminación ambiental en los galpones, donde el amoníaco es el gas que causa los más graves problemas (Estrada *et al.*, 2007; Reyes, 2009; Oviedo-Rondón, 2012 a, c).

En la práctica avícola es frecuente la exposición de las aves a 50 ppm de amoníaco; sin embargo, en galpones con ventilación deficiente pueden alcanzar niveles de 200 ppm. Las emisiones de amoníaco tienen considerables efectos medioambientales por las altas concentraciones por m<sup>2</sup>, que son comunes en la fase de mayor crecimiento de los pollos de carne (Al-Homidan *et al.*, 2003). Las altas concentraciones de amoníaco en los galpones pueden ocasionar queratoconjuntivitis, depresión respiratoria y daño patológico del tracto respiratorio,

predisponiendo a infecciones secundarias y afectando el rendimiento productivo de pollos de engorde.

#### **2.4.3.4. Manejo de la cama**

La calidad de la cama afecta la expresión del potencial genético de las aves, debido a su continuo y estrecho contacto. El manejo de la cama debería ser tan importante como la ventilación, la nutrición, el programa de luz, la calidad del agua y la eficiencia del programa sanitario; sin embargo, existe poca información publicada al respecto a pesar de las experiencias realizadas en campo. La tendencia actual es producir más kilogramos de peso vivo por m<sup>2</sup>, de allí que la calidad de la cama es un factor importante con relación al estado sanitario de las aves y su eficiencia productiva (Vejarano *et al.*, 2008).

El manejo correcto de la cama está dirigido a controlar todas sus propiedades físicas y químicas con el fin de reducir la carga microbiana. La mala calidad de la cama puede afectar la salud de las aves de varias maneras, por consiguiente, la cama debe ser manejada para controlar el nivel de humedad, la producción de polvo y amoníaco, y para prevenir la proliferación de insectos; evitando por consiguiente que afecte el rendimiento productivo de las aves (Pizarro *et al.*, 2009).

El porcentaje ideal de humedad en la cama es de 25 a 35%. La densidad poblacional y el aumento de la cantidad de agua eliminada en la cama también determinan una mayor compactación y la disminución de su capacidad de absorción. Se sugiere que lotes criados en invierno, deben tener una cama de 10 cm de espesor; y en verano, con una densidad de 14 o más aves/m<sup>2</sup>, el espesor debe ser de 15 cm como mínimo. Mientras que otros sugieren que es suficiente una altura de 8 a 10 cm de profundidad de cama cuando la densidad varía entre 8 a 11 aves/m<sup>2</sup>.

#### **2.4.3.5. Programas de iluminación**

La iluminación como factor ambiental importante, influye sobre el rendimiento productivo, el manejo sobre el comportamiento de las aves criadas en sistemas intensivos dan como resultado que al final de la producción se obtenga altos o bajos pesos (Estrada *et al.*, 2007).

Los programas de iluminación, comprenden proveer al ave un tipo de luz, una potencia específica y la cantidad de horas luz proporcionadas por la noche, para estimular al sistema nervioso del ave y a partir de este estímulo permitir a los animales realizar las actividades nocturnas como la capacidad de distinguir objetos muy próximos entre sí como es encontrar el alimento, agua y moverse dentro del galpón (Oviedo-Rondón, 2011).

#### **2.4.4. Estrés fisiológico de la producción**

La industria avícola tiene por objetivo la producción de carne de aves, en forma rápida y eficiente, de calidad acorde a las pautas de mercado, en corto plazo y con costos rentables. Esto ha hecho que en los últimos años la producción de pollos de engorde alcance altos grados de tecnificación, intensificando todo lo referido al mejoramiento genético de las líneas aviares y a las normas de manejo, abarcando instalaciones, alimentación y sanidad (Panchón, 2007).

Estas estrategias, que tienden al mejoramiento productivo, inciden sobre las aves, generando numerosos factores de estrés, afectando la producción y provocando estados de inmunodepresión que favorecerían la aparición de enfermedades. Los pollos de engorde son aves de elevadas exigencias metabólicas y acelerada velocidad de crecimiento, sometidas a un estrés fisiológico permanente, y deben poner en marcha mecanismos de adaptación, a fin de superar las demandas productivas a las que son sometidos (Quishpe, 2006).

Teniendo conocimiento del estrés que genera la adaptación al manejo intensivo y el gran desgaste orgánico que esto implica, numerosos son los esfuerzos realizados a fin de tratar de reducirlo y atenuarlo, tratando de minimizar su efecto, mediante prácticas de manejo, por un lado y por otro, afianzando la capacidad de respuesta de las aves, sin afectar su rendimiento ni su productividad. Los mecanismos adaptativos implican una sobrecarga sistémica para las aves, en la que la óptima funcionalidad hepática adquiere un rol preponderante, al centrarse en este órgano vital, funciones inmunológicas y metabólicas, imprescindibles para la vida (Quiroz *et al.*, 2010).

#### **2.4.5. Calidad del pollito BB**

El crecimiento del pollo de engorde es más rápido que nunca durante los primeros días de vida y puede aumentar significativamente durante la primera semana. Hacer las cosas bien en esos primeros días y lograr que los pollitos tengan un buen arranque es muy importante para

lograr un rendimiento excelente. El éxito del pollo de engorde está básicamente determinado por una excelente recepción, pollitos de calidad y por el manejo en los siete primeros días de vida (Quiroz *et al.*, 2010).

El pollito BB llega a la granja después de haber sufrido una serie de stress: Al romper la cáscara (al nacer), cuando se retira de la nacedora (cambio de temperatura), selección, sexaje, vacunación, transporte y cuando llega a la granja. Por ello es importante prevenir la entrada de las enfermedades con un plan serio de bioseguridad, trabajo de limpieza y desinfección, es importante verificar la cantidad y calidad de los equipos y su adecuado funcionamiento, el estado de las instalaciones (Quiroz *et al.*, 2010; Oviedo-Rondón, 2012b).

La tasa de crecimiento del pollo de engorde aumenta del día 0 al 10, llegando a un máximo de alrededor de 20% por día. Madrazos y Rodríguez (2002) consideran que en el caso de los animales de muy rápido crecimiento, tanto si se crían sexados como sin sexar, un inicio saludable contribuye a disminuir los problemas en fases posteriores de la vida del pollo, además de ayudar a lograr lotes más uniformes al final de la vida. El crecimiento final del ave es directamente proporcional al desarrollo temprano de los sistemas que suministran substratos al resto del cuerpo, específicamente, los sistemas gastrointestinal y cardiovascular (Francia *et al.*, 2009).

#### **2.4.6. Manejo en Planta de incubación**

En incubadoras comerciales se ha observado microambientes dentro de las máquinas incubadoras y nacedoras debido a problemas en los sistemas de ventilación y enfriamiento que no consiguen uniformizar el ambiente y eliminar el calor metabólico de los huevos. Las condiciones adversas que se generan pueden afectar el desarrollo óseo e incrementar los problemas locomotores de los pollos y en consecuencia afectar los parámetros productivos de los pollos de engorde. Estos efectos pueden deberse directamente a cambios a nivel del tejido óseo, cambios hormonales como el hipotiroidismo, o reducción en la absorción de nutrientes después de la eclosión, o por falta de nutrientes durante la última fase de desarrollo embrionario debido a la reducción en la utilización de la yema (Quiroz *et al.*, 2010; Reyes, 2009; Revidatti *et al.*, 2006b).

Resultados de investigación y de otros trabajos publicados en los últimos años indican que la adecuada pre-incubación con buen flujo de aire y evitar temperaturas bajas durante la

incubación temprana son críticas para el crecimiento de los pollos de engorde, y disminuir la incidencia de deformaciones de los dedos y de los huesos de las piernas. Por otro lado, las altas temperaturas y la hipoxia durante la última fase de incubación reducen el desarrollo óseo, disminuyen la expresión genética, la producción de la proteína colágeno tipo X y la expresión del factor de crecimiento, las cuales son moléculas importantes para el apropiado crecimiento de las aves (Oviedo-Rondon, 2012b).

Los resultados indicaron que los pollos obtenidos con el perfil de incubación mejor controlado de máquinas de una sola etapa tuvieron menor incidencia de dedos torcidos y mejor performance productiva que los pollos provenientes de máquinas de etapa múltiple donde las condiciones de temperatura son más difíciles de controlar (Oviedo-Rondón, 2012b; Quiroz *et al.*, 2010; Reyes, 2009).

#### **2.4.7. Edad de las reproductoras**

La genética de las reproductoras pesadas influye sobre las variables productivas de la progenie como peso corporal, consumo de alimento, y conversión alimenticia. El pollo de engorde actual (independiente de su línea genética) es un ave productora de carne caracterizada por su crecimiento rápido y rusticidad; aspectos que lo hacen apto para su producción en sistemas alternativos y para la avicultura comercial (Sindik *et al.*, 2012).

En la producción de pollos para carne influyen diversos factores que explican su rendimiento productivo (alimentación, sanidad, manejo, condiciones ambientales, etc.), Sin embargo, se debe destacar el efecto de la edad de las reproductoras sobre la performance de la progenie, ya que las diferentes edades de las madres reproductoras se manifiestan en aspectos tales como peso corporal del pollito al nacer y viabilidad de los mismos (Pérez *et al.*, 1998).

El proceso de mejoramiento genético aplicado a las matrices de reproductoras tiene una influencia directa sobre la calidad del huevo incubable, lo que se traduce en modificaciones sustanciales en la evolución de los índices técnicos de la producción en la progenie, destacándose el efecto sobre la tasa de crecimiento posnatal (Quiroz *et al.*, 2010; Reyes, 2009).

La nutrición y alimentación adecuadas de las reproductoras son básicas para el desempeño y la salud de la progenie. El desarrollo de los embriones depende totalmente de los nutrientes depositados por la gallina. Las reproductoras influyen sobre el desarrollo embrionario

a través de propiedades físicas de la cáscara como son la porosidad y el grosor que determinan directamente la conductancia. La conductancia de la cáscara determina la capacidad de intercambiar gases y vapor de agua y consecuentemente, afecta la utilización de los nutrientes por parte del embrión (Sindik *et al.*, 2012).

Estos factores físicos, especialmente la capacidad de obtener oxígeno determinan el tipo de metabolismo, la velocidad de formación de tejidos y el crecimiento en el embrión, especialmente durante los últimos tres o cuatro días de incubación cuando el desarrollo óseo y de todo el sistema locomotor es más rápido, como también el desarrollo productivo posterior de la progenie; por lo tanto la edad de las reproductoras es un factor muy importante (Oviedo-Rondón, 2012a; Sindik *et al.*, 2012).

Grupos de investigación ha llevado a cabo varios experimentos para evaluar los efectos de la nutrición y el manejo de las reproductoras sobre la performance productiva en los pollos de engorde. Se han evaluado factores como la genética; el cereal de la dieta (maíz *vs.* trigo); los programas de alimentación (g/ave/día) durante el crecimiento de la reproductora; cambios en el espacio de comedero disponible por reproductora al pasar del galpón de levante al galpón de producción; la restricción alimenticia (*ad libitum vs.* Controlada; programas de restricción (alimentación diaria o cada otro día); y suplementación de microminerales orgánicos (Eusebio-Balcazar *et al.*, 2010; Oviedo-Rondón, 2012c).

Los resultados de estos estudios indican que la nutrición, el programa de alimentación y el cambio de espacio de comedero entre el levante y la producción afectan características del huevo como la relación yema/albumen y la conductancia de la cáscara. En estos estudios también se comprobó que existen diferencias entre las líneas genéticas comerciales en cuanto a características del albumen, porcentaje de cáscara y grosor de la membrana de la cáscara. Por ello, algunas líneas genéticas presentan una menor conductibilidad de la cáscara. Para dichas líneas genéticas de baja conductibilidad de la cáscara, el estrés por temperatura o un bajo nivel de oxígeno en las incubadoras y nacedoras pueden causar mayores inconvenientes para el desarrollo embrionario (Eusebio-Balcazar *et al.*, 2010; Sindik *et al.*, 2012).

El desarrollo del embrión hasta el pollito recién nacido dependen por completo para su crecimiento de los nutrientes depositados en el huevo, por lo tanto la condición del pollito está influenciada directamente por la nutrición de la reproductora y su edad que influye en el tamaño del pollito, el vigor, así como también la condición inmunológica (Panchón, 2007).

Las condiciones nutricionales de la reproductora pueden afectar tanto al huevo, pudiendo presentarse una pobre calidad de cáscara, que aumenta el riesgo de contaminación al facilitar la penetración bacteriana y la calidad del pollito como tal, pudiendo obtenerse pollitos débiles, muy sensibles a condiciones de estrés, o presentar deformidades. Las reproductoras pesadas son más susceptibles a deficiencias de vitaminas que las reproductoras de la línea de huevo. En trabajos experimentales se ha demostrado que reproductoras adultas que habían tenido bajo nivel de vitaminas (33% de lo recomendado NCSU) y cuyos pollitos fueron inyectados a 19 días de edad con antígeno (PHA) que causa daño a los tejidos, presentaron mayor inflamación y daño de tejidos que aquellos provenientes de reproductoras alimentadas con el nivel de vitaminas recomendadas.

Los pollitos de reproductoras jóvenes alimentadas con óptimos niveles nutricionales crecerán y crecerán más rápido y mostraron una mejor conversión alimenticia durante periodos de estrés; en este sentido, a menor tejido dañado para ser reparado los pollitos podrán dirigir más nutrientes a su crecimiento. Los lotes de reproductoras adultas, producen pollitos de mayor tamaño que logran un nacimiento más uniforme al inicio, pero al final del ciclo se presenta una disminución en la calidad del pollito BB y calidad de cáscara más es menor lo que aumenta el riesgo de contaminación bacteriana (Eusebio-Balcazar *et al.*, 2010; Sindik *et al.*, 2012).

Asimismo, los lotes de reproductoras jóvenes producen pollitos más pequeños, que son menos tolerantes a condiciones adversas y deben ser enviados y alojados más rápidamente en granja. Frecuentemente los huevos de estos lotes presentan nacimientos más prolongados por lo que existe más riesgo de deshidratación de los que nacieron primero y podría presentarse un poco más de contaminación en aquellos que nacen al final (Sindik *et al.*, 2012).

## **2.5. Limitantes del rápido crecimiento de los pollos de engorde**

El resultado de la selección genética en pollos de carne para lograr un elevado peso muscular en un marco óseo cada vez más pequeño, aunado al consumo de raciones altas en energía y proteína para satisfacer los nutrientes necesarios que demandan estas aves, ha generado un incremento en las tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y problemas del sistema músculo esquelético (Francia *et al.*, 2009).

En la actualidad, la avicultura comercial tiene un carácter intensivo, empleando animales de gran potencial genético y elevadas exigencias en instalaciones, alimentación,

sanidad y manejo. La fragilidad metabólica y mayor propensión al estrés del pollo parrillero afectan la salud productiva del lote y ocasionan frecuentemente enfermedades, tales como la ascitis, el síndrome de muerte súbita, el síndrome de mala absorción y los problemas osteoarticulares (Reviddatti *et al.*, 2006a).

La alta morbilidad y el aumento en la mortalidad en la producción avícola se atribuyen a la selección de nuevas variantes genéticas por mutación, con las que se logra mejorar el tamaño de la carcasa y la masa muscular magra; pero se reduce el tamaño de órganos de mantenimiento como el corazón y los pulmones. En trabajos recientes, no se halló asociación entre el rápido crecimiento de las aves y la susceptibilidad los trastornos cardiovasculares (Moncaleano *et al.*, 2011).

Actualmente, la ascitis se considera como la enfermedad cardiovascular y metabólica más seria que enfrenta la industria avícola moderna, además de otros problemas causantes de elevada mortalidad como la colibacilosis. Además se ha hecho más frecuente el Síndrome de Hipertensión Pulmonar, causante de problemas comunes como la ascitis, y el Síndrome de Muerte Súbita.

El síndrome de hipertensión pulmonar (SHP) es atribuido a una insuficiente capacidad vascular pulmonar y a un limitado desarrollo cardíaco en líneas genéticas de rápido crecimiento en pollos de engorde. Sin embargo, estudios de fisiopatología y expresión del RNA mensajero de los genes endotelina uno (ET1), adrenomedulina síntesis de óxido nítrico sintasa tres (NOS3) sugieren que existe un factor genético relacionado con la susceptibilidad a desarrollar SHP en pollos de engorde sometidos a hipoxia crónica o a bajas temperaturas. La expresión de estos genes en aves de rápido crecimiento varían con la línea genética (mayor en la línea Cobb) y con la edad de las aves (Reviddatti *et al.*, 2006a; Moncaleano *et al.*, 2011).

Las anormalidades del aparato locomotor se están presentando con más frecuencia por la alta velocidad de crecimiento. La incidencia y severidad parece variar entre líneas genéticas. Estas anormalidades son consecuencia de alteraciones musculares, esqueléticas y nerviosas, que causan cojeras y dolor, retraso en el crecimiento, aumento de mortalidad y conversiones alimenticias pobres; y por lo tanto, ocasionan pérdidas económicas importantes por la cantidad de aves que se tienen que eliminar o descartar (Francia *et al.*, 2009).

Los problemas locomotores son una de las causas más comunes de eliminación de pollos jóvenes, son un problema de bienestar animal, causan aumento de la mortalidad tardía en aves más pesadas, problemas de calidad de las carcasas y hasta de los productos deshuesados. En todos los lotes de pollo de engorde en el mundo se observan aves con algún tipo de problema locomotor y por ello es más adecuado determinar la prevalencia y no la incidencia de estas anomalías (Oviedo –Rondón, 2012a).

La prevalencia de estos problemas está entre 1 y 3% en lotes con buena productividad y sin ningún otro signo de enfermedad. Los problemas locomotores de mayor prevalencia en pollos de engorde tienen causas diversas que incluyen genética, desarrollo embrionario influenciado por condiciones de incubación, y desarrollo del aparato locomotor durante la primera semana afectada por condiciones ambientales y nutricionales durante los primeros días de vida.

Cuando la incidencia es mayor al 3%, se debe pensar en factores infecciosos, patológicos, toxicológicos y nutricionales. Pero siempre es importante revisar que las aves no estén siendo expuestas a estrés causado por manejo subóptimo y no uniforme desde los huevos y durante los primeros días de vida. Para reducir prevalencia y evitar incidentes es necesario saber con exactitud cuál es el problema, medir parámetros ambientales adecuadamente y su uniformidad desde las reproductoras, huevo, manejo del pollito en la incubadora y granja y hacer buen control de calidad de alimento (Reviddatti *et al.*, 2006a, Francia *et al.*, 2009).

Además, en los últimos años se ha visto un aumento de aves con retraso en el crecimiento que puede estar relacionado con la calidad del pollo y la edad de las reproductoras, condiciones de manejo o problemas sanitarios que se observan con mayor incidencia durante los meses de invierno. Estas aves no alcanzan el tamaño adecuado en el tiempo esperado, causando problemas en las ventas y comercialización (Reviddatti *et al.*, 2006a; Moncaleano *et al.*, 2011).

Finalmente, los problemas locomotores también pueden aumentar costos de producción cuando se hacen cambios nutricionales con la intención de disminuirlos o cuando se hacen restricciones al crecimiento que pueden ocasionar otro tipo de situaciones de salud. Los cambios nutricionales más comunes incluyen suplementación de mayor cantidad de calcio, fósforo, vitaminas o micro minerales de mayor costo.

Todas estas medidas pueden fallar si no se solucionan los problemas de desuniformidad en las condiciones de manejo desde las reproductoras, de manejo del huevo, de la incubación, manejo y transporte de pollitos, y manejo inicial de los pollos (Moncaleano *et al.*, 2011).

En la actualidad se replantean los objetivos en la producción de pollos de engorde con la finalidad de mejorar la viabilidad de los lotes, tratando de aumentar la cantidad de kilogramos de carne producida por metro cuadrado de galpón.

A pesar del alto nivel tecnológico disponible en la industria avícola, frecuentemente los requerimientos de estas aves no logran satisfacerse, lo que conduce a mermas en la eficiencia productiva. En estos casos, una alternativa práctica aplicada en la industria avícola consiste en sacrificar algo la velocidad del crecimiento priorizando viabilidad y con ello rentabilidad.

## **2.6. Indicadores del rendimiento productivo de pollos de engorde**

El desarrollo de la avicultura en los últimos años estuvo relacionado con las mejoras en los pilares de la producción, lo que contribuyó a la obtención de aves más jóvenes y más pesadas. Desde el punto de vista del manejo de la alimentación, la estrategia ha sido suministrar las raciones ad-libitum para capitalizar el gran potencial de crecimiento de los pollos de engorde. Sin embargo, se ha visto que cuando se requiere mejorar la viabilidad (disminuyendo los porcentajes de mortalidad y descartes), es aconsejable implementar programas especiales de alimentación, con la finalidad de modificar el patrón de crecimiento a lo largo del ciclo (Reviddatti *et al.*, 2006b).

La utilidad de las líneas genéticas de rápido crecimiento en sistemas avícolas se justifica en la medida en que se adecuen convenientemente los objetivos técnicos (velocidad de crecimiento, peso final de saca, longitud del ciclo, número de aves en producción) y las normas generales de manejo (estrategias de alimentación, densidad de alojamiento, programas de iluminación, programas sanitarios) (Reviddatti *et al.*, 2006b; Rodríguez, 2007).

Mejorar la producción avícola de los pequeños y medianos productores siempre será posible, aunque las condiciones puedan variar según el objetivo planteado (autoconsumo, venta ocasional, netamente comercial). El carácter que adopte y el propio alcance del sistema productivo dependerá de las características socioculturales de la población objeto y de la

posibilidad de incorporar insumos críticos que hacen al desarrollo, evolución y sustentabilidad de la actividad.

El desempeño de los pollos de engorde varía de un país a otro. Las metas que se presentan en los manuales de crianza se basan en una combinación de resultados del desempeño en campo y la experiencia obtenida en todo el mundo. Los datos de desempeño de la línea Cobb son una mezcla del desempeño del macho Cobb y del macho Cobb MX; por lo tanto, el desempeño real de los lotes alcanzado puede ser diferente a los valores que se muestran en los estándares de la línea debido a los rasgos individuales de los machos. Las tasas de crecimiento que se muestran son las metas para lograr un desempeño con una relación costo-beneficio favorable (Anexo 5).

El control de la producción, resulta ser el proceso para garantizar que los objetivos se alcancen, para alcanzar ésta, las actividades actuales deberán ser vigiladas y los datos recopilados. Estos datos deberán luego proporcionar una retroalimentación tanto al empleado como al supervisor de manera que se puedan comparar los logros con los estándares o normas para fines de evaluación. Cualquier productor de pollo de engorde deberá efectuar un estudio crítico de las variaciones que se presentan en el crecimiento y consumo de alimento de las aves estas incluyen:

- Uniformidad del lote
- Peso corporal
- Ganancia semanal del peso corporal
- Ganancia diaria de peso corporal
- Consumo acumulado de alimento
- Conversión acumulada de alimento
- Mortalidad y viabilidad
- Eficiencia productiva

#### **2.6.1. Uniformidad del lote**

El nivel de uniformidad en los lotes de pollos de carne es un buen indicador del proceso productivo, dado que todos los problemas técnicos o de salud, desde el primer día de cría del reproductor de carne hasta la entrega del pollo terminado tienen un efecto potencial sobre esta

variable. A nivel de poblaciones, un bajo nivel de uniformidad, se correlaciona, por lo general, con pobres rendimientos productivos (Terraes *et al.*, 2011).

Si bien los factores que pueden conducir a una pobre uniformidad en un lote de pollos de engorde son muy variados, algunos de ellos operan “desde fuera” de las instalaciones (edad de reproductoras, manejo del huevo para incubar, los múltiples procesos que operan a nivel de planta de incubación, etc.), todo lo cual implica que el logro uniforme de un lote de pollos de engorde, depende en buena medida de estos factores externos (Moncaleano *et al.*, 2011).

No obstante, no son menos importantes los aspectos que operan dentro de las instalaciones y el periodo de crianza, y que tienen que ver con la provisión de adecuadas condiciones del manejo de las aves, especialmente, las que se ofrecen durante las primeras semanas de vida; factores que eventualmente pueden causar una gran dispersión de pesos en el lote.

Dentro de las condiciones ambientales como factores que inciden en la uniformidad, no puede descartarse los aspectos relacionados con la alimentación y nutrición de las aves, especialmente en pollos parrilleros de rápido crecimiento y alta demanda metabólica de principios nutritivos. En general, las deficiencias de lisina y otros aminoácidos inducen pobre uniformidad con un efecto no lineal, y una tendencia a la estabilización cuando los requerimientos de crecimiento son alcanzados. Asimismo, las materias primas de baja digestibilidad conducen a un mayor deterioro en la uniformidad del lote.

La evaluación de la uniformidad en lotes de pollos de carne puede transformarse en una información importante, después de un periodo de ensayo para ajustar el método, y puede ser usado como otro indicador técnico de la producción, en el mismo rango que la tasa de crecimiento, mortalidad e índice de conversión.

La uniformidad en forma generalizada en la industria ha sido tomada como el porcentaje de aves que cae dentro de un rango del  $\pm 10\%$  del peso promedio del lote y para considerar una buena uniformidad debe caer dentro del 80-85% de uniformidad; basados en este parámetro de evaluación para pollitos de un día y pollos de saca, fácilmente se obtiene 100% de uniformidad, por lo que sería necesario revisar este parámetro y posiblemente hacer más estrecho este rango (Panchón, 2007).

### **2.6.2. Peso corporal y ganancia de peso**

La tasa de crecimiento representa uno de los aspectos de mayor trascendencia en las aves comerciales de interés económico, siendo particularmente relevante en aquellas especies destinadas a la producción de carne en las que el producto obtenido es el resultado directo de dicho proceso. La ganancia de peso tiene una relación directa con la proteína, que es el elemento más caro en la formulación de dietas.

Es por ello que el peso corporal y la ganancia de peso no sólo ha sido uno de los primeros objetivos de selección en producción animal sino también uno de los más utilizados. No obstante, en los sistemas de producción comercial avícola, la eficiencia no siempre es evaluada en términos de máxima ganancia de peso y conversión, esto implica que la selección se encuentra simultáneamente orientada a lograr un ave adaptada a las condiciones ambientales de la crianza.

### **2.6.3. Conversión alimenticia (CA)**

La conversión alimenticia es uno de los parámetros más importantes para evaluar el desempeño de lotes de aves, la calidad de los alimentos balanceados, la sanidad y el manejo. Esta puede ser medida como índice de conversión alimenticia (consumo de alimento/ganancia de peso) o como eficiencia alimenticia (ganancia de peso/consumo de alimento). Estas medidas son útiles para comparar grupos de pollos de engorde, dietas o programas de alimentación, dado que otros factores no afecten la ganancia de peso y el consumo de alimento (Oviedo-Rondón, 2012c).

Constituye un factor importante para determinar la rentabilidad de una empresa productora de pollos de engorde, se calcula a través de la cantidad de alimento requerida para lograr un kilogramo de peso vivo. Debe oscilar entre 1,6 a 1,7 (Kg de alimento consumido /Kg de peso producido).

La conversión alimenticia se correlaciona con el crecimiento, pero la curva de conversión alimenticia no es paralela a la curva de crecimiento, entre más corto sea el periodo para producir un pollo de engorde para el mercado la conversión de alimento es más baja, es decir, mejor. Cuando los programas son más eficientes se reduce el consumo de alimento, se

mejora la conversión de alimento y decrece el tiempo necesario para alcanzar cierto peso pero el crecimiento es el más importante.

#### **2.6.4. Consumo de Alimento.**

Se expresa como el alimento consumido entre el total de las aves vivas. El consumo de alimento en gran medida está influenciado por el apetito del animal, el cual está muy relacionado con el desempeño en el crecimiento de los pollos de engorde. Los pollos de engorde y pavos modernos no crecen en todo su potencial genético a menos de que consuman todos sus requerimientos de nutrientes todos los días. Además de una dieta adecuada, el mantenimiento de una máxima ingestión de alimento es el factor más importante que determinará la tasa de crecimiento y la eficacia de utilización de los nutrientes (Quishpe, 2006).

El consumo de alimentos por el animal está controlada por mecanismos fisiológicos que llevan al animal a iniciar y a finalizar el consumo en un momento dado, es un aspecto multifactorial controlado por el hipotálamo y este consumo debe corresponder a las necesidades y requerimientos del estado fisiológico del ave.

#### **2.6.5. Mortalidad (M %).**

Se expresa en porcentaje y se calcula dividiendo el número de aves muertas entre el número de aves iniciadas, esto multiplicado por cien. A nivel práctico se han obtenido mortalidades de 6 a 9%.

#### **2.6.6. Viabilidad (V %).**

Para conocer la viabilidad, el 100% que representa la totalidad del lote se le resta el porcentaje de mortalidad. (Ploog, 1994).

#### **2.6.7. Eficiencia Europea o Índice de Eficiencia Productiva (EE)**

Se utiliza para comparar los diferentes lotes dentro de una integración o país, no puede usarse para comparar rendimiento entre países. Evalúa el rendimiento productivo integral de una parvada de pollos de engorde ya que toma en consideración la ganancia diaria de peso, mortalidad, peso vivo, la edad y la conversión alimenticia (Ploog, 1994). El número mínimo

esperado para definir si un lote tiene buen comportamiento es de 200, por lo que cualquier resultado por debajo de 200 se estima que no fue un buen lote en cuanto a rendimiento.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de estudio**

El estudio se realizó en el galpón experimental de Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicada en la provincia de Lima, entre los meses de Marzo y Abril de 2013.

Las instalaciones de crianza, se encuentra ubicadas en el Km. 0.8 de la Panamericana Sur, distrito de San Borja, coordenada geográficas 77°00'40" de longitud oeste y 12°05'54 de latitud sur con una altitud de 170 msnm. El clima es de tipo templado húmedo, posee una temperatura media anual de 23,9° C (17 – 29°C), precipitación de 150,9 mm. y una humedad relativa de 85%.

#### **3.2. Materiales**

##### **3.2.1. Animales**

Se usaron un total de 760 pollos BB machos de un día de edad de la línea Cobb 500, procedentes de dos lotes de reproductoras libres de enfermedades.

### **3.2.2. Alimento**

Se usó un programa de alimentación de tres fases, empleando un alimento comercial de presentación granulada para pollos de engorde de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la línea Cobb:

- Alimento de Inicio: administrado de 1 – 10 días de edad
- Alimento de crecimiento: administrado a las aves de 11 a 21 días de edad
- Alimento de engorde-acabado: administrado a las aves de 22 a 40 días de edad.

Fue incluido en el alimento un promotor de crecimiento en base a probióticos en la fase de crecimiento (1 - 21 días) y bacitracina en la fase de engorde - finalización (22 -40 días) (Anexo 1).

### **3.2.3. Suplementos vitamínicos**

Se emplearon productos comerciales para el uso rutinario de las aves en condiciones de crianza intensiva: complejo vitamínico con hepatoprotector, aminoácidos (metionina, cloruro colina), protectores de mucosa (caolín pectina) y bicarbonato de sodio.

### **3.2.4. Vacunas comerciales**

Se usaran vacunas comerciales vivas liofilizadas dentro de un programa estándar de vacunación para pollos de engorde:

- Vacuna contra la enfermedad de Marek (cepa HVT)
- Vacuna contra Bronquitis infecciosa (Cepa H120)
- Vacunas contra la enfermedad de Newcastle (cepaB1B1, cepa VG/VA)
- Vacunas contra la enfermedad de Gumboro (cepa Lukert, cepa D78)

### **3.2.5. Equipos**

Para la crianza de las aves se empleó comederos tipo tolva plato único, bebederos tipo campana marca “Plasson”, campanas de calefacción a gas, mallas divisoras, arpilleras, cercos de Nordex, termómetros de máxima y mínima, una balanza electrónica con precisión de 0.5 gramos, guantes, cámara digital.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Tamaño muestral

Para determinar el número de aves que fueron comprendidas en este estudio, se utilizó la fórmula de diferencias de media, resultando un tamaño muestral de al menos 34 aves por tratamiento:

$$n = \frac{[z(a) + z(b) \cdot SD]^2}{m1-m2}$$

Dónde:

- z(a)* : valor tabular de t de student para un nivel de confianza de 95% (1.96)
- z(b)* : valor tabular de t de student para una potencia de 90% (1.65)
- SD* : desviación estándar esperada para el índice de eficiencia productiva (27.45)
- m1* : media esperada de la población estándar - lote adulto (IEE= 343.06)
- m2* : media esperada de la población en estudio – lote joven (105% IEE)
- m1-m2* : diferencias entre las dos medias esperadas (5% del IEE)

#### 3.3.2. Diseño experimental

Las aves fueron distribuidas, en un diseño completamente al azar, en 2 grupos experimentales de 380 aves cada uno, con 10 repeticiones de 38 aves donde cada repetición constituyó una unidad experimental para la evaluación de sus parámetros productivos en forma semanal hasta la culminación del estudio.

- Grupo T1: pollos de engorde procedentes de reproductoras adultas (58 semanas).
- Grupo T2: pollos de engorde procedentes de reproductoras jóvenes (34 semanas).

Las unidades experimentales fueron distribuidas en el galpón experimental en un diseño espacial de 5 columnas y 4 filas, correspondiendo 2 unidades experimentales por grupo en cada columna de distribución (Anexo 2).

### **3.3.3. Metodología de trabajo**

#### **3.3.3.1. Manejo de los pollos**

Las aves de ambos grupos fueron manejadas mediante un sistema intensivo para crianza de pollos de engorde de acuerdo a la pautas del manejo para la línea Cobb (Cobb 500, 2012) en dos fase; crecimiento (1 -21 días) y engorde (22 -40 días). Las aves fueron alojados en un galpón abierto con pisos de cemento, paredes con malla, techo de arpillera, provisto de comederos tipo tolva, bebederos automáticos tipo plasson, termómetros de máxima y mínima con medidor de humedad relativa, y tanque elevado para el agua.

Con la ayuda de un termómetro digital fue registrada la temperatura cada 3 horas durante la primera semana de edad, cada 6 horas hasta los 21 días de edad y cada 4 horas durante el horario de las mañanas, desde los 22 días hasta la culminación del estudio a los 40 días de edad (Anexo 3).

Asimismo, se usó un programa de luz intermitente durante la fase de crecimiento de las aves (1 -21 días) para favorecer la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Del día 1 al 7 se le administró una intensidad lumínica de 20 a 30 lux y desde los 8 a 21 días una intensidad lumínica de 5 a 10 lux: Durante la fase de engorde, las aves fueron criados con luz natural; no se le proporciono horas luz al final del estudio (Anexo 4).

El manejo de la ventilación de las instalaciones se realizó de manera manual durante la fase de crecimiento de las aves (1 -21 días), mediante el manejo de cortinas de acuerdo a las condiciones climáticas con la finalidad de regular la temperatura y humedad relativa (66 -72%) de la instalaciones. Durante la fase de engorde (22 – 40 días) se instalaron 4 ventiladores caseros para mantener óptima calidad del aire y los valores de temperatura y humedad adecuados para el confort de las aves.

Para el manejo de la cama, se empleó cama nueva de viruta de madera de pino la cual fue previamente desinfectada con un compuesto yodado y glutaraldehído. Se empleó inicialmente un grosor de 2 cm de cama hasta los 21 días de edad, luego se incorporó más material para lograr un espesor de 3 cm hasta los 30 días de edad, culminando con un grosor de 5 cm al final del estudio. En cada momento de la introducción de cama se realizó prácticas de desinfección de todas las instalaciones usando un producto comercial desinfectante yodado.

Las aves de ambos grupos fueron criadas con una densidad poblacional similar (9.5 aves/m<sup>2</sup>) hasta los 35 días de edad. Para evitar los efectos adversos por estrés calórico y rápido crecimiento se realizó ampliación de las unidades experimentales culminado el estudio con una densidad de 9.2 aves/m<sup>2</sup>.

### **3.3.3.2. Manejo de la alimentación**

Se usó un programa de alimentación de tres fases, empleando alimentos comerciales de presentación granulada para pollos de engorde de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la línea (Anexo 1.1).

- Alimento de Inicio: administrado de 1 – 10 días de edad
- Alimento de crecimiento: administrado a la aves de 11 a 21 días de edad
- Alimento de engorde-acabado: administrado a las aves de 22 a 40 días de edad.

El alimento fue administrado ad libitum durante toda la fase de crecimiento (1 – 28 días). A partir de los 29 días de edad se realizó una estrategia de restricción alimenticia durante los periodos de incremento de la temperatura ambiental, mediante el retiro de las tolvas de alimento por una hora (29 - 34 días) y 2 horas (35 - 40 días).

### **3.3.3.3. Manejo del agua**

Se usó agua de pozo con las condiciones sanitarias óptimas para el consumo de las aves; la cual fue administrada ab libitum durante toda la crianza de las aves.

### **3.3.3.4. Manejo de la sanidad**

Las aves utilizadas en el estudio fueron manejadas bajo estricto control sanitario, desde su inicio hasta la culminación del experimento, a ambos grupos se le administró el siguiente programa de vacunación:

- 1 día: HVT (vía subcutánea) + ENC + BI (vía spray) en planta de incubación.
- 8 días: ENC (Cepa entérica) + IBD vía agua de bebida.
- 19 días: ENC (Cepa entérica) + IBD vía agua de bebida.

Asimismo, con fines técnicos como rutina se le colocó algunas vitaminas durante la etapa de crianza: metionina + cloruro de colina los primeros 3 días de vida por espacio de 4 horas, complejo B con hepatoprotector por 3 días posterior al cambio de cada alimento, caolín pectina entre los 28 y 32 días de edad y bicarbonato de sodio entre los 35 y 38 días de edad. A lo largo del estudio no se usó ningún tipo de antibiótico.

### **3.3.3.5. Procesamiento de los datos.**

Con el objeto de evaluar el rendimiento de las aves se procedió al pesaje inicial de las aves en su totalidad por cada unidad experimental; para proceder posteriormente al cálculo y análisis de interés.

Se continuó el pesaje de forma semanal hasta la salida del lote, pesando el 100% de las aves de cada unidad experimental. Además, se registraron los valores correspondientes al consumo de alimento de cada unidad para fines de análisis posteriores. Los datos fueron registrados en hojas de control elaboradas para el presente estudio. El registro de los datos se realizaba en el horario diurno entre las 4:00 a 7:00 horas de la mañana.

## **3.4. Variables de análisis**

Con los datos de producción obtenidos, se realizó el cálculo de los principales parámetros de producción como variables de análisis y evaluación.

### **3.4.1. Uniformidad (U%)**

Expresa la uniformidad del peso corporal de los lotes de pollos y constituye un aspecto crítico en la comercialización de las aves (Terraes *et al.*, 2011). Con el peso promedio se obtiene un rango superior e inferior, sobre el 10% del peso promedio. El número de aves comprendido en este rango se expresa en porcentaje sobre el total de la población.

### **3.4.2. Peso corporal y ganancia de peso**

Todas las aves fueron pesadas individualmente con un balanza de 15 Kg. de capacidad y 0.5 gramo de precisión. Se obtuvo el peso vivo desde el día de llegada y luego semanalmente hasta los 40 días de edad. Para obtener la ganancia de peso se restó el peso inicial de los pollos, determinándose la ganancia semanal, diaria y acumulada en ambos lotes.

### 3.4.3. Consumo de alimento

Al finalizar cada semana se procedió a retirar y pesar el alimento que sobraba en los comederos de cada unida experimental, los valores obtenidos fueron restados de la cantidad total de alimento proporcionado durante cada semana en cada unidad. El resultado se dividió entre el número de aves, obteniéndose el consumo de alimento por ave, semanal y acumulado.

### 3.4.4. Índice de Conversión alimenticia (ICA)

Este parámetro se define como la cantidad del alimento requerido para producir un kilogramo de peso vivo de pollo. El ICA se obtuvo semanalmente y luego al final del estudio, según las siguientes fórmulas:

$$\text{ICA acumulado} = \frac{\text{Alimento consumido total por edad}}{\text{Peso vivo promedio}}$$

### 3.4.5. Mortalidad y Viabilidad

Se registró la mortalidad diaria y acumulada durante la crianza, determinándose en cada caso la causa de mortalidad con los exámenes clínicos y de laboratorio correspondientes. La viabilidad expresa la cantidad de pollos sobrevivientes al final del estudio, y se obtiene restando la mortalidad al número de aves iniciales.

Los porcentajes de mortalidad se obtuvieron por la siguiente fórmula:

$$\text{Mortalidad acumulada} = \frac{\text{Total de aves muertas} \times 100}{\text{Número de aves iniciales}}$$

### 3.4.6. Porcentaje de Descarte

Corresponde al número de aves que no alcanzan el tamaño adecuado en el tiempo esperado, causando problemas en la venta y comercialización; los descartes están relacionados a problemas articulares y/o musculares que reducen la calidad de la canal para su venta.

### 3.4.7. Índice de Eficiencia Productiva Europeo (IEPE)

Este parámetro evalúa el rendimiento integral de un lote de pollos de engorde, ya que toma en consideración la mortalidad, el peso vivo, la edad, la ganancia de peso diario y la conversión alimenticia. Se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IEPE} = \frac{\text{Viabilidad (\%)} \times \text{Ganancia de peso diario} \times 100}{\text{Conversión alimenticia}}$$

### 3.5. Análisis de la información:

Los resultados de los parámetros productivos obtenidos (peso promedio, consumo de alimento semanal/ave, consumo de alimento acumulado/ave, ganancia de peso diaria semanal y acumulada/ave, conversión alimenticia, índice de eficiencia productiva europeo, viabilidad y uniformidad) durante los días 7, 14, 21, 28, 35 y 40 del estudio fueron distribuidos para cada uno de los tratamientos (T1 y T2) en una hoja de cálculo de Excel Microsoft. Posteriormente la base de datos ingresó al programa de análisis estadístico Stata 12.0 (Stata Corp). Se presentan los resultados estadísticos descriptivos mediante valores promedio y desviación estándar para cada uno de los parámetros productivos obtenidos y días de evaluación. Para ello, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (bajo una H<sub>0</sub>: Normalidad) a los valores de parámetros productivos obtenidos. Finalmente se realizó la prueba paramétrica de T Student para una diferencia de medias para muestras independientes para aquellos datos con distribución normal. Los resultados fueron analizados con un nivel de significancia de 0.05.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Peso corporal y ganancia de peso

En relación al peso corporal de las aves, al inicio de experimento (día 0) los valores de peso promedio fueron superiores en las aves de T1 (47.87 g) en comparación a T2 (45.45 g) siendo éstos valores estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ; T test). Esta tendencia de un mayor peso promedio en las aves de T1 comparado a las aves de T2 se mantuvo durante los días de evaluación 7, 14, 21, 28 y 35 del estudio. Al final del estudio (día 40), las aves de T1 presentaron un peso promedio de 2957.92 g., mientras que las aves de T2 presentaron un peso promedio de 2901.98 g.; estos valores promedio resultaron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). (Cuadro 1)

**Cuadro 1. Peso corporal promedio (gramos) de las aves hasta los 40 días de edad**

	Edad (días)						
	0*	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	47.87 <sup>a</sup>	200.42	504.26	983.45	1646.36	2437.41	2957.92 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	45.45 <sup>b</sup>	188.29	482.37	963.01	1632.96	2389.16	2901.98 <sup>b</sup>

\* Letras distintas indican que los pesos promedio en T1 y T2 resultaron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

En relación a la ganancia de peso, los valores de ganancia de peso diaria fueron ligeramente superiores durante todos los días de evaluación en las aves de T1 comparado a las aves de T2; al día 40 del estudio los valores fueron estadísticamente superiores en T1 (72.75 g) que en T2 (71.41 g) ( $p < 0.05$ ) (cuadro 2). De forma similar, los valores de ganancia de peso

semanal y acumulada fueron superiores en las aves de T1 comparado a las aves de T2, aunque los valores promedio de ganancia de peso semanal al final del estudio (día 40) no fueron estadísticamente diferentes entre las aves T1 y T2 ( $p < 0.05$ ); mientras que los valores promedio de ganancia acumulada si fueron estadísticamente superiores en T1 que en T2 ( $p < 0.05$ ). (Cuadro 3 y 4).

**Cuadro 2. Ganancia diaria de peso (gramos) hasta los 40 días de edad**

	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	21.80	32.60	44.55	57.09	68.27	72.75 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	20.40	31.21	43.69	56.70	66.96	71.41 <sup>b</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre T1 y T2 ( $p < 0.05$ )

**Cuadro 3. Ganancia de peso semanal (gramos) hasta los 40 días de edad**

	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	152.55	303.84	479.19	662.91	791.05	520.51 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	142.83	294.08	480.64	666.95	756.21	512.82 <sup>a</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre T1 y T2 ( $p < 0.05$ )

**Cuadro 4. Ganancia de peso acumulada por semana (gramos) hasta 40 días de edad**

	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	152.55	456.39	935.59	1598.50	2389.54	2910.05 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	142.83	436.92	917.56	1587.51	2343.71	2856.53 <sup>b</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre T1 y T2 ( $p < 0.05$ )

#### 4.2. Uniformidad

Los valores de uniformidad de los lotes fue menor en aves de T1 que en aves de T2 durante los días 0, 7, 14 y 21 del estudio; no obstante a partir del día 28, los valores de uniformidad fueron más altos en aves de T1 que las aves de T2. Al día 40 del estudio el promedio de uniformidad de lote fue más alto en T1 (82.56) comparado a T2 (79.31) aunque no estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ). (Cuadro 5)

**Cuadro 5. Valores promedio para los resultados de uniformidad (%) hasta los 40 días de edad**

	Edad (días)						
	0	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	86.05	81.05	78.85	74.86	79.53	79.07	82.56 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	86.58	84.74	79.25	77.48	78.40	77.54	79.31 <sup>a</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre T1 y T2 (p<0.05)

#### 4.3. Consumo de alimento

En relación al consumo de alimento semanal por ave; durante los días 7 y 14 del estudio las aves de T1 presentaron un valor promedio más alto comparado a T2; al día 21 las aves de T2 presentaron un valor ligeramente superior de consumo semanal comparado a las aves de T1; no obstante a los días 28 y 35 los valores promedio de consumo semanal fueron nuevamente superiores en aves de T1 que en aves de T2. Al final del estudio (día 40) las aves de T1 presentaron un valor promedio de consumo semanal de 946.12 gr, comparado a las aves de T2 (935.16 gr); no obstante estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes (p>0.05 T Test).

**Cuadro 6. Consumo semanal de alimento (gramos) hasta la culminación del estudio**

	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	183.89	432.97	689.01	1096.89	1359.57	946.12 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	172.49	419.12	690.94	1072.30	1313.81	935.16 <sup>b</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre T1 y T2 (p<0.05)

De forma similar, los resultados de consumo acumulado de alimento durante los días de evaluación fueron superiores en aves de T1 que en aves de T2. Al día 40 de estudio los valores promedio de consumo acumulado de alimento fueron estadísticamente superiores en T1 (4708.45 gr) que en T2 (4603.82 gr) (p<0.05).

**Cuadro 7. Consumo acumulado de alimento (gramos) hasta la culminación del estudio**

	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	40*
<b>Grupo T1</b>	183.89	616.87	1305.88	2402.77	3762.34	4708.45 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	172.49	591.61	1282.55	2354.85	3668.66	4603.82 <sup>b</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre T1 y T2 (p<0.05)

#### 4.4. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia en las aves de ambos grupos fue similar durante todo el estudio, no encontrándose diferencias estadísticas significativas (Cuadro 8).

En relación a los resultados de conversión alimenticia, éstos valores resultaron muy similares durante los días de evaluación del estudio; finalmente al día 40 del estudio los valores promedio de conversión alimenticia fueron iguales entre ambos grupos, T1 (1.59) y T2 (1.59); sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 8. Conversión alimenticia acumulada hasta la culminación del estudio**

	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	40
<b>Grupo T1</b>	0.92	1.22	1.33	1.46	1.54	1.59
<b>Grupo T2</b>	0.92	1.23	1.33	1.44	1.54	1.59

No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ )

#### 4.5. Mortalidad y Viabilidad

La mortalidad fue mayor en las aves del grupo T2 ( $7.89 \pm 5.26\%$ ) en comparación con las aves del grupo T1 ( $3.42 \pm 2.79\%$ ); siendo estas diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

La mortalidad, en las aves estuvo relacionada a problemas cardiovasculares de las aves a partir de la cuarta semana de edad donde la mortalidad de incremento significativamente en ambos grupos (Cuadro 9), así como a la eliminación de aves retrasadas con problemas osteoarticulares tanto en el grupo T1 (1.05%) y en el grupo T2 (2.10%).

**Cuadro 9. Principales causas de mortalidad hasta los 40 días de edad**

	Grupo T1	Grupo T2
<b>Uratosis renal</b>	1/13	1/29
<b>Condrodistrofias</b>	2/13	3/29
<b>Osteocondrosis</b>	2/13	5/29
<b>Síndrome ascítico</b>	5/13	13/29
<b>Muerte súbita</b>	3/13	8/29
<b>Total muertos</b>	13/380	30/380

Es importante mencionar que durante el estudio a partir de los valores de mortalidad se obtuvo un porcentaje de viabilidad de 96.58% en las aves de T1, comparado a las aves de T2 donde el porcentaje promedio de viabilidad fue de 92.11%. Éstas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

#### 4.6. Porcentaje de Descartes

La principal causa de descarte en las aves de ambos grupos fue por problemas articulares; observándose que el descarte de aves fue mayor en el grupo T2 (4.73%) en comparación al grupo T1 (2.10%). Sin embargo, cabe indicar que todas las aves consideradas como descarte tuvieron un peso promedio de 2.179 kg para el grupo T1 y 2.111 kg para el T2 al finalizar el estudio, lo cual fue considerado aceptable para la comercialización de las mismas.

#### 4.7. Índice de Eficiencia Productiva

En el cuadro 10 se observa que el grupo T1 culminó el estudio con el mejor índice de eficiencia productiva, en comparación con el grupo T2. Siendo la ganancia de peso y la viabilidad de las aves los parámetros de mayor incidencia en la eficiencia productiva de las aves.

**Cuadro 10. Índice de Eficiencia Productiva Europeo (I.E.P.E.)**

40 días de edad				
	Ganancia diaria	ICA	Viabilidad	IEPE*
<b>Grupo T1</b>	72.75	1.59	96.58	448.79 <sup>a</sup>
<b>Grupo T2</b>	71.41	1.59	92.11	421.50 <sup>b</sup>

\*Letras diferente indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ )

## V. DISCUSIÓN

El objetivo de la producción de los pollos de engorde es alcanzar el máximo rendimiento en términos de peso vivo, conversión alimenticia, uniformidad y rendimiento de carne. La primera semana de vida de un lote son críticas y requieren una atención particular. El manejo de los pollos durante la crianza y el crecimiento inicial tienen una importancia fundamental. La producción de estas aves es un proceso secuencial y, a la larga, el rendimiento depende del éxito al completar cada paso. Para lograr el máximo rendimiento, se deberá evaluar cada etapa aplicando para ello un juicio crítico y realizando mejoras siempre que se requieran.

La complejidad de la producción carne de aves significa que las personas que lo manejan deben comprender con claridad los factores que afectan a todo el proceso de producción, así como aquellos que influyen directamente en el manejo de las aves en la granja y por lo tanto en su rendimiento productivo. Por lo tanto, estas metas se cumplieron en el presente estudio determinando que a pesar de las diferencias existentes entre los dos lotes en evaluación, los resultados obtenidos superaron los estándares de la línea con una eficiencia productiva muy superior a los que se observa en otros estudios y trabajos de campo.

El peso corporal y la ganancia de peso fue mejor en las aves del lote proveniente de reproductoras adultas (T1) durante todo el estudio; observándose que estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) a los 40 días, donde se observó la mayor ganancia de peso en las aves de ambos grupos. Asimismo, es importante indicar que la mayor tasa de crecimiento observada en el T1 (55.94 gramos más que las aves del T2), no presentó efectos adversos significativos sobre las aves.

Si bien, se observaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) en el consumo de alimento a los 40 días de edad entre las aves de ambos grupos; este parámetro estuvo directamente relacionado a los requerimientos nutricionales de cada lote y los mecanismos de adaptación a factores externos e intrínsecos característicos de la crianza de pollos de engorde con una alta tasa de crecimiento; que han sido descritos brevemente en el presente estudio. Por lo tanto, la eficiencia productiva en términos de la conversión alimenticia fue similar en ambos grupos, culminando el estudio con un ICA de 1.59 por lo tanto no se observaron diferencias significativas; valores que demostraron la alta tasa de crecimiento de ambos lotes en el presente estudio.

Los factores externos relacionados al manejo ambiental (temperatura, humedad y ventilación), requerimientos nutricionales y el programa de alimentación fueron controlados durante el estudio, con la finalidad de que los efectos que puedan producir sean favorables y similares, minimizando efectos adversos en las aves de ambos grupos. Por consiguiente, las diferencias obtenidas en los parámetros de producción entre ambos lotes de aves estuvieron determinadas esencialmente por la edad de las reproductoras y la expresión de su potencial genético.

Sogunle *et al.* (2012) indican que condiciones óptimas de crianza como relacionadas a la calidad de la cama, humedad y ventilación, permiten incrementar hasta en un 10 % la performance productiva de pollos de engorde. El incremento del espacio vital y la tasa de oxigenación en aves de rápido crecimiento favorecen a una mayor ganancia de peso, un eficiente consumo de alimento y una mejor conversión alimenticia y una menor mortalidad.

Vieria (2006) obtuvo similares rendimientos productivos en pollos machos a los 40 días de edad con pesos promedio de 2.907 Kg. y una conversión alimenticia de 1.57. La inclusión de altos niveles de lisina en las dietas de alto contenido proteico y energético mejoraron el rendimiento de la ganancia de peso en un 10% en comparación de dietas estándares, disminuyendo la conversión alimenticia y el consumo de alimento en 5%.

Rosero *et al.* (2012) en recientes estudios de la evaluación productiva de las líneas Cobb y Ross de pollos de engorde, obtuvieron resultados similares en el peso corporal (930 gramos) y la conversión alimenticia (1.29) en pollos machos a la tercera semana de edad. Demostrando que en condiciones óptimas de crianza y una óptima alimentación la línea Cobb tiene la capacidad de superar los estándares de la línea.

Sin embargo, los resultados a los 42 días de edad fueron menores al presente estudio con un peso promedio de 2875 gramos y una conversión alimenticia de 1.69. La menor tasa de crecimiento descrita por Rosero *et al.* (2012) durante la fase de finalización (22 - 42 días) que afectó el rendimiento de las aves de ambas líneas genéticas se encuentran relacionada al aporte nutricional del alimento usado en el estudio, el cual influyó principalmente en la última semana de edad.

La suplementación con aminoácidos esenciales en las dietas normales (20%) induce mejoras en la conversión alimenticia en orden del 5%, en comparación a dietas normales. El empleo de aminoácidos esenciales (metionina, lisina, treonina y triptófano), en dietas en cada fase permite reducir el porcentaje de proteína en las fases de alimentación y reducir los costos en la formulación del alimento (Santiago *et al.*, 2001).

Pérez *et al.* (2011) obtuvo valores similares al estudio durante las primeras tres semanas de edad en pollos de la línea Ross, con una alimentación suplementada con 25-hidrocolicalciferol en aves criadas en condiciones experimentales y en condiciones de estrés; obteniendo un peso corporal de 972 gramos en promedio. El incremento de la densidad en la fase de levante de las aves no tuvo ningún efecto negativo en la ganancia de peso de las aves y en la conversión alimenticia.

Sin embargo, Pérez *et al.* (2011) también nos indican que el incremento de la densidad de las aves en un 45% constituyeron un factor de estrés crónico en las aves, produjo una disminución de 200 gramos aproximadamente, en comparación de las aves que mantuvieron condiciones óptimas de crianza; que culminaron el estudio a los 42 días de edad con un peso promedio de 2891 gramos. Las condiciones de densidad en nuestro estudio, puede ser un factor adicional en el rendimiento productivo de ambos lotes obteniendo valores superiores a los 40 días de edad.

Jiménez y González (2011) obtuvieron similares resultados en pollos Cobb criados hasta los 32 días de edad; observándose que la ganancia de peso al final del estudio fue superior a los estándares de la línea en 65 gramos aproximadamente, y la conversión alimenticia mejoró en 10 puntos; cuando evaluaron alternativas de promotores de crecimiento orgánico en la alimentación de pollos de engorde criados en condiciones de estrés calórico.

Tolentino *et al.* (2008) describe resultados similares en pollos machos de 45 días de edad de la línea Cobb Vantres criados durante los meses de verano con un peso promedio de 3060 gramos y una conversión alimenticia de 1.77 y con una uniformidad de 77.4%. Presentando una mortalidad de 7.5% principalmente por problemas metabólicos de tipo cardiovascular, similar al grupo T2. Además indica que los pollos de carne criados durante la estación de invierno demostraron un mayor peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, uniformidad e índice de eficiencia productiva, así como una menor mortalidad, en comparación con pollos criados en el verano. Debemos tener en cuenta, que en ambas estaciones las aves fueran alimentadas *ad libitum* sin restricción alimenticia.

Estrada *et al.* (2007) Indican que la temperatura de crianza juega un papel fundamental en el rendimiento productivo de las aves; pudiendo afectar hasta en un 20% el rendimiento de las mismas en la ganancia de peso y el consumo de alimento de pollos de engorde; como lo demostraron obteniendo una diferencia de 207 gramos entre tratamientos por efecto de la temperatura en condiciones óptimas de crianza y bajo condiciones de estrés calórico.

Shiva *et al.* (2012) obtuvieron resultados similares en pollos machos de la línea Cobb por encima de los estándares de la línea, evaluando el uso de promotores de crecimiento orgánicos en comparación al uso de la zinc bacitracina en una crianza de pollos de engorde hasta los 42 días de edad; obteniendo al final de su estudio un peso promedio de 2827 gramos y una conversión alimenticia de 1.75. Asimismo, Shiva *et al.* (2012) indica que la mayor ganancia de peso se observó entre los 33 y 38 días de edad, como se observó en la ganancia diaria de ambos grupos en el presente estudio; determinando una mejora en la eficiencia de la conversión alimenticia.

Asimismo, Osorio *et al.* (2010) obtuvieron pesos promedios de 2872 gramos y una conversión alimenticia de 1.75 en pollos de engorde la línea Cobb criados hasta los 42 días de edad, determinando que si bien el uso de los promotores de crecimiento como los probióticos no determinaban diferencias significativas en la ganancia de peso de las aves en estudio, la mejora de la conversión alimenticia era significativa siendo fundamental en aves de rápido crecimiento.

Arce *et al.* (2002) al evaluar la edad de la reproductora y peso del huevo sobre los parámetros productivos y la incidencia del síndrome ascítico en la progenie obtuvo como resultado diferencias significativas en el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y baja mortalidad por síndrome ascítico, en favor a la progenie de las reproductoras

de mayor edad. En otro estudio Arce *et al.* (2003) volvió a confirmar que las aves de reproductoras de mayor edad manifestaron un comportamiento mejor en el peso corporal y conversión de alimento, independientemente de las líneas genéticas, las cuales no mostraron diferencias en los parámetros productivos del pollo de engorde. Sin embargo, se ha informado que ocurre una mayor mortalidad en los pollos nacidos de reproductoras de menor edad respecto de pollos de reproductoras de mayor edad; aunque en su estudio la mortalidad de los pollos fue similar.

Revidatti *et al.*, (2006b) sugieren que la eficiencia de la conversión alimenticia en pollos de engorde en aves de rápido crecimiento, que hayan tenido una ganancia acelerada de peso corporal disminuye significativamente a partir de los 38 y 42 días de edad, dependiendo del programa de alimentación implementado durante la crianza; por lo tanto, es necesario establecer los objetivos técnico de peso final para la saca de las aves que garanticen la rentabilidad de la producción.

Pizarro *et al.* (2009) evaluando el efecto de las concentraciones de amoníaco en cama y medio ambiente, obtuvieron resultados inferiores en pollos machos de 44 días de edad, con un peso promedio de 2831 gramos y una conversión alimenticia de 1.82; determinando que las concentraciones de amoníaco incidieron en una menor ganancia de peso en la fase de acabado de ambos tratamientos en evaluación; sin embargo, es más probable que la performance inicial hayan influenciado también en los parámetros finales de estas aves.

Ramírez *et al.* (2005) obtuvieron resultados inferiores en la performance productiva de pollos de engorde de reproductoras de diferentes edades criados en condiciones controlados hasta los 42 días de edad, con un pobre rendimiento de 1.97 Kg; sin embargo, la conversión alimenticia (1.52) y la mortalidad (1.98%) fue significativamente menor en comparación a los resultados obtenidos en el presente estudio. Estas diferencias significativas están directamente relacionadas a la alta tasa de crecimiento que presentaron las aves de ambos lotes.

Valdivie y Dieppa (2002) demostraron que el incremento de la densidad (20 -25 aves/m<sup>2</sup>) en la crianza de pollos de engorde puede disminuir hasta en un 15% la ganancia de peso (152 gramos); sin embargo no produjo ningún efecto negativo sobre la conversión alimenticia. Asimismo, se debe tener en cuenta que en condiciones de ambiente controlado el volumen de kilogramos/m<sup>2</sup> producido es significativamente mayor a medida que se incrementa la densidad de las aves.

En este sentido, Pérez *et al.* (1998) habían demostrado que condiciones desfavorables del medio ambiente como la temperatura y la humedad relativa en la crianza de pollos de engorde, afecta el rendimiento productivo de las aves incrementando los valores de la conversión alimenticia y predisponiendo a un aumento de la mortalidad por problemas metabólicos hasta en un 50% en aves de rápido crecimiento. De Basilio *et al.* (2001) sugieren que la adaptación precoz durante la primera semana de vida de las aves a condiciones medio ambientales adversas, determinan una mejora en la performance productiva en la conversión alimenticia y la ganancia de peso.

La uniformidad obtenida en ambos lotes al inicio superó el 80% considerándose como una buena uniformidad. La mayor parte de autores señala que el porcentaje de uniformidad presente en un lote a su llegada se correlaciona con factores que han actuado previamente (edad de los reproductores, proceso de incubación y nacimiento, traslado, etc.), lo que indicaría que las aves recibidas provinieron de lotes de padres de diferentes edades con adecuadas normas de manejo y con un buen proceso de incubación-nacimiento (Toudic, 2006; Terraes *et al.* 2011).

Ya para las edades de 7, 14 y 21 días disminuye el porcentaje en ambos lotes de manera similar, llegando a los 21 días con una uniformidad de 74.86% y 77.48% (T1 y T2 respectivamente), siendo estos los porcentajes más bajos durante la crianza considerándose como una uniformidad promedio.

Al final del estudio, los porcentajes de uniformidad fueron, para los grupos T1 y T2, de 89.56% y 79.31% respectivamente. La uniformidad en ambos lote de aves, independientemente de la edad de las reproductoras, tuvo una evolución similar durante el estudio, sin registrarse diferencias estadísticas entre ellos.

Similares resultados observaron Terraes *et al.* (2011), iniciando con una buena uniformidad (alrededor de 90%) y siguiendo una disminución hasta las segunda semana pero al concluir obtuvieron una recuperación de la uniformidad a partir de la tercera semana. Por lo que concluye que el comportamiento inicial del porcentaje de uniformidad hayan intervenido factores externos a los del ensayo, que explicarían la pérdida de uniformidad ocurrida durante la primera semana de vida, aunque no pueden descartarse la intervención de problemas a nivel del propio local de crianza. No obstante, las condiciones de manejo general demostraron ser eficaces para lograr la recuperación de las aves hasta valores que casi alcanzan aquellos de lotes uniformes.

La bibliografía menciona que los procesos previos a la llegada de las aves al establecimiento pueden, eventualmente, manifestarse durante el ciclo de engorde (Oviedo-Rondon, 2011; Terraes *et al.*, 2011).

Además otros autores, quienes destacan que aunque las aves de un día presenten altos niveles de uniformidad, en los primeros 7 a 10 días, se produce, por lo general, un descenso en función de factores tales como la composición físico-química del alimento, el grado de reservas nutricionales disponibles al primer día de vida, y otros aspectos que coexisten en aves de igual peso corporal (Terraes *et al.*, 2011).

Es común observar condiciones adecuadas de crianza en la primera etapa de la vida, a pesar de lo cual, los pollos con diferentes requerimientos nutricionales no puedan satisfacer todas sus necesidades en relación con el medio ambiente y, por lo tanto, disminuyen los porcentajes de uniformidad. Se ha estimado que más del 35% de la variabilidad en el peso corporal alcanzado al final del engorde depende, de la variación en el tamaño de los huevos incubables y este factor depende de la edad de las reproductoras.

La mortalidad observada en el estudio correspondió mayormente a problemas derivados del rápido crecimiento, que son comunes en la crianza de pollos de engorde. La mayor mortalidad se observó, en las aves provenientes de reproductoras jóvenes (Grupo T2), debido principalmente a que no compensaron favorablemente su alta tasa de crecimiento, produciendo como efecto adverso un incremento en la tasa de mortalidad en la fase final de la crianza. Por lo que el grupo T1 obtuvo mejor eficiencia productiva por su viabilidad y ganancia de peso.

Betancourt *et al.* (2012) refieren que la principal causa mortalidad de aves de rápido crecimiento está relacionada a cuadros de ascitis y síndrome metabólicos de muerte súbita, relacionado principalmente al rápido crecimiento de las aves inducido por el uso de los aceites esenciales, en comparación al grupo control. Refieren que un 10% de la mortalidad por rápido crecimiento se relacionó a sus características genéticas y condiciones de crianza experimental.

Freire y Berrones (2008) evaluando la relación de diferentes niveles de lisina: energía, en pollos de engorde de la línea Cobb criados en condiciones de hipoxia ambiental determinaron que una relación óptima de este aminoácido mejoraba la eficiencia de la conversión alimenticia y disminuía significativamente la mortalidad por problemas cardiovasculares como el síndrome

ascítico; sin embargo, dadas las condiciones de crianza la performance de la ganancia de peso fue menor en todos los tratamiento en comparación con los estándares de la línea.

Vivas *et al.* (2008) señala que la selección y mejoramiento genético del pollo ha llegado a tal punto que la forma y frecuencia de alimentación no son suficientes para suplir las necesidades que requiere, a pesar de consumir un alimento nutricionalmente balanceado estos animales no logran expresar de manera óptima su potencial genético, razón por la cual las formas para estimular el consumo de alimento adquieren valor importante en las producciones avícolas dado a que este factor es uno de los mayores limitantes en la producción avícola. La aparición de la enfermedad está indudablemente ligada a la velocidad de crecimiento; así, los machos son más sensibles que las hembras al igual que las líneas de crecimiento rápido. Una disminución de la frecuencia de enfermedades metabólicas de 70 a 20 % fue observada en pollos de engorde que se sometieron a restricción alimentaria durante los 12 primeros días (Dallorso, 2008).

Del mismo modo, Díaz *et al.* (2007) encontraron resultados inferiores en la evaluación de los costos de los principales sistemas de crianza en pollos de engorde en aves criados hasta los 41 días de edad, obteniendo pesos corporales variables entre 1.98 y 2.23 Kg. con conversiones alimenticia de 1.77 a 2.02; observándose que en los sistemas de crianza donde las aves tuvieron una mayor tasa de crecimiento la mortalidad se incrementó por encima del 5%.

En general las diferencias, observadas entre los años 1998 y 2012 en los diferentes estudios descritos; si bien están relacionadas a la mejora genética de la época y las líneas de pollo empleadas; al comparar estudios similares podemos observar que factores como la dieta y la procedencia de la progenie (edad de la reproductoras) influyen significativamente en el rendimiento productivo de las aves, las cuales si bien se pueden mantener una alta tasa de crecimiento; las aves provenientes de reproductoras jóvenes presentan efectos adversos sobre su viabilidad.

## **VI. CONCLUSIONES**

El lote de pollos provenientes de reproductoras adultas tuvo un mejor rendimiento productivo en términos de ganancia de peso, viabilidad y eficiencia productiva en comparación a las aves provenientes de reproductoras jóvenes.

Las aves de ambos lotes tuvieron un buen rendimiento productivo con una alta tasa de crecimiento superando los estándares de la línea y los resultados de otros estudios; sin embargo, el rápido de crecimiento de las aves del lote de reproductoras jóvenes causó un incremento de la mortalidad asociada a problemas cardiovasculares y osteoarticulares.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Acosta A, Lon-Wo E, García Y, Dieppa O, Febles M. 2007.** Efecto de una mezcla probiótica (*Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus rhamnosus*) en el comportamiento productivo, rendimiento en canal e indicadores económicos del pollo de ceba. Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 41 (4): 355 - 358.
2. **Al-Homidan A, Robertson JF, Petchey AM. 2003.** Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. World Poultry Sci J. 59: 340- 349.
3. **Arce MJ, López CC, Ávila GE. 2002.** Edad de la reproductora pesada y peso del huevo sobre los parámetros productivos y la incidencia del síndrome ascítico en la progenie. Revista Técnica Pecuaria en México. 40 (2): 149-155.
4. **Arce MJ, López CC, Ávila GE. 2003.** Efecto de la línea genética y edad de las reproductoras pesadas sobre los parámetros productivos de pollo de engorda. Revista Veterinaria México. Universidad Autónoma de México. 34 (1): 97-102.
5. **Avendaño S. 2011.** Incorporación tecnológica en el mejoramiento de pollos de engorde, pasado presente y futuro. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Archivo Latinoamericano de Producción Animal. 19 (2): 1-7.
6. **Betancourt LL, Ariza CN, Díaz GG, Afanador TG. 2012.** Efecto de diferentes niveles de aceites esenciales de *Lippia origanoides* kunth en pollos de engorde. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Córdoba. España. 17 (2): 3033-3040.

7. **Bustamante VJ. 2009.** Producción de aves. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Guía Práctica. 20 p.
8. **Caamaño GJ. 2000.** Problemas locomotores en aves. [Internet] Disponible en [www.criaderosloscipreses.com/gallos](http://www.criaderosloscipreses.com/gallos).
9. **Cobb 500. 2012.** Suplemento Informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Cobb Vantres. Aviagen. Suplemento 1. 14 p.
10. **Dallorso ME. 2008.** Discondroplasia tibial en pollos parrilleros. Revista de investigación avícola – RIA. Universidad Nacional de lomas de Zamora. Argentina. 31 (1): 99 -120.
11. **De Basilio V, Vilariño M, León A, Picard M. 2001.** Efecto de la aclimatación precoz en la termotolerancia en pollos de engorde sometidos a un estrés térmico tardío en condiciones de clima tropical. Revista Científica. Universidad Central de Venezuela. 11 (1): 60 – 68.
12. **Díaz D, Rivero D, Collante J, 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). Revista Agricultura Andina. 12 (1): 55 - 65.
13. **Diario Gestión, 2014.** El pollo representa el 53% del consumo total de carnes en el Perú, [Internet] [15 de Julio del 2014]. Disponible en: <http://gestion.pe>.
14. **Estrada MM, Márquez SM, Restrepo LF. 2007.** Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia. 20 (1): 288 -303.
15. **Estrada MM, Márquez SM. 2005.** Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia. 18 (3): 246 -256.
16. **Eusebio-Balcazar PE, Oviedo-Rondon EO, Mitchell A, Brake J, Wineland MJ, Moraes V, N. Leandro, 2010.** Effects of breeder feeding and trace mineral source on leg health and bone traits of broiler progeny. Poultry Science 89 (1): 223
17. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2012.** Revisión del Desarrollo avícola. Bienestar de las aves de corral en los países en desarrollo. School of Veterinary Science, University of Bristol, Bristol, Reino Unido. 3p.

18. **Francia M, Icochea E, Reyna P, Figueroa E. 2009.** Tasa de Mortalidad, eliminados y descarte de dos líneas genéticas de pollos de carne. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú.* 20 (2): 228-234.
19. **Freire MA, Berrones AR. 2008.** Efecto de diferentes relaciones lisina: energía sobre parámetros zootécnicos de pollos de engorde en altura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejercito Sangolqui. Colombia. 196 p.
20. **Fuentes D, Valero H. 2012.** Actualidad, retos y oportunidades de exportación para el sector avícola peruano, [Internet] [14 mayo 2012]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com>.
21. **Gonzales AS. 2011.** Efectos de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Tesis de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 72 p
22. **Guerra AC, Galán OJ, Méndez AJ, Murillo AE. 2008.** Evaluación del efecto del extracto de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetos. *Revista Tumbaga* 3:16-29
23. **Hardiman J. 2011.** Selección genética para mejorar la salud y el bienestar de las aves. Memorias XLVIII Simposio Científico de Avicultura. Santiago de Compostela. España. 4 p.
24. **Jabib RL, Otero BO, Robles BF, Vergara GO. 2012.** Efectos de la restricción de alimento sobre variables productivas de pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Animal.* 4 (1): 24-34.
25. **Jiménez A, González Y. 2011.** Effect of the addition of fresh leaf oregano (*Origanum vulgare*) production performance of broilers. *Culture Scientific JDC.* 18 (1): 36-40.
26. **Julian RJ. 1993.** Ascites in Poultry. *Avian Pathology.* 22 (3):419-454.
27. **Lucas J, Icochea E, Valdivia R, Guzmán J, Reyna P. 2011.** Efecto del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de reproductoras de pollos de engorde sobre el desempeño productivo de su progenie. *Rev. Investig. Vet. Perú.* 22 (4): 283-289.

28. **Madrazos OM, Rodríguez A. 2002.** Evaluación de dietas de preinicio en el comportamiento productivo de pollos de engorde. *Revista Cubana de Ciencia Avícola.* 26:151-158.
29. **[MINAG]. 2012.** Ministerio de Agricultura. Realidad y problemática del sector pecuario (Aves), [Internet] Disponible en <http://www.minag.gob.pe>.
30. **[MINAG]. 2011.** Ministerio de Agricultura. Consumo per cápita de carne de ave se incrementó en 73% durante últimos 10 años. [Internet] [22 junio 2011] Disponible en <http://www.minag.gob.pe>.
31. **Moncaleano V, Ariza F, Hernández A. 2011.** Síndrome de hipertensión pulmonar ¿un origen genético en pollos de engorde?. *Revista Orinoquia.* Universidad de los Llanos. Colombia. 15 (1): 79-89.
32. **OECD-FAO. 2011.** OECD-FAO Perspectivas Agrícolas 2011-2020. [Internet] Disponible en <http://www.agri-outlook.org/>
33. **Osorio C, Icochea E, Reyna P, Guzmán J, Cazorla F, Carcelén F. 2010.** Comparación del rendimiento productivo de pollos de carne suplementados con un probióticos versus un antibiótico. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú.* 21 (2): 219 -222.
34. **Oviedo-Rondón E. 2011.** Efecto del ambiente y los programas de alimentación en el desempeño de pollos de engorda. *Memorias de la IV Reunión Anual de la asociación de Especialista de Ciencias Avícolas del Centro de México.* AECACEM. 19-39.
35. **Oviedo-Rondón E. 2012a.** Problemas locomotores en pollos de engorde. *Memorias Congreso Latinoamericano FENAVI.* Cali. Colombia. 15 p
36. **Oviedo-Rondón E. 2012b.** Efectos en la incubación en la salud, desempeño y calidad del pollo. *Memorias de la V Reunión Anual de la asociación de Especialista de Ciencias Avícolas del Centro de México.* AECACEM. 8-17.
37. **Oviedo-Rondón E. 2012c.** Factores para mejorar la eficiencia nutricional de pollos de engorda. *Memorias de la V Reunión Anual de la asociación de Especialista de Ciencias Avícolas del Centro de México.* AECACEM. 18 – 32.

38. **Panchón LF. 2007.** Factores determinantes de un pollito de buena calidad. Boletín técnico. Genética Y Reproducción. Avícola Ecuatoriana CA. 10 p. Disponible en: <http://www.engormix.com>.
39. **Penz Junior AM. 2012.** Relación de Ambiente – Nutrición en el desarrollo del pollo de engorde en la primera semana. Memorias de la V Reunión Anual de la asociación de Especialista de Ciencias Avícolas del Centro de México. AECACEM. 88 – 123.
40. **Pérez AM, Soto MF, Martín-Pomes E, Folegati E, Llaurado L. 2011.** Efecto del 25-hidroxicolecalciferol sobre los parámetros productivos y la calidad de los huesos y la carne en pollos de engorde en condiciones normales y de estrés. XLVIII Simposio Científico de Avicultura. Santiago de Compostela. España. 4 p.
41. **Pérez C, Briñez W, Romero B. 1998.** Efecto del horario de alimentación sobre la mortalidad y la conversión alimenticia en pollos de engorde. Revista Científica. Universidad Central de Venezuela. 8 (4): 303 – 307.
42. **Pizarro M, Icochea E, Reyna P, Falcón N. 2009.** Efecto del tratamiento de la cama con aluminosilicatos en pollos de carne. Revista de Investigación Veterinaria del Perú. 20 (2): 213-220.
43. **Ploog H. 1994.** Evaluación y análisis del proceso productivo del pollo parrillero en granja. I curso nacional de producción y sanidad avícola para técnicos. Lima-Perú. 51-57p.
44. **Quiroz EA, Soleto AW, Terrazas R. 2010.** Seguimiento de la crianza comercial de pollos parrilleros en la empresa avícola Sofía. Facultad de Ciencias Veterinarias. UARGM. Santa Cruz. Bolivia. 64 p Disponible en: <http://www.fcv.uagrm.edu.bo>
45. **Quishpe GJ. 2006.** Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Universidad Nacional de Zamorano. Honduras. 19 p. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu>.
46. **Ramírez R, Oliveros Y, Figueroa R, Trujillo V. 2005.** Evaluation of Some Productive Parameters in Controlled Environmental Conditions and Conventional System in a Commercial Farm of Broilers. Revista Científica. Universidad Central de Venezuela. 15 (1): 49 – 56.

47. **Revidatti F, Sindik M, Terraes J, Asiain M, Sandoval G. 2006a.** Principales variables productivas en pollos parrilleros con programas de restricción de alimento. Comunicaciones Científicas Tecnológicas. UNEE. Argentina. Resumen. 5 (18): 4 p.
48. **Revidatti F, Sindik M, Terraes J, Asiain M, Sandoval G. 2006b.** Evolución del peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos parrilleros en diferentes edades de faena. Comunicaciones Científicas Tecnológicas. UNEE. Argentina. Resumen. 5 (22): 4 p.
49. **Reyes KL. 2009.** Comparación de dos dietas para pollos de engorde en la granja Avícola Di Palma, San Antonio de Oriente. Universidad Nacional de Zamorano. Honduras. 22 p. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu>.
50. **Reyes WX, Cedeño JE. 2010.** Evaluación comparativa entre las líneas de pollos Cobb no sexable® y Arbor Acres Plus® sobre los parámetros productivos y las características de la canal hasta los 35 días de edad. Universidad Nacional de Zamorano. Honduras. 19 p. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu>.
51. **Rodríguez W. 2007.** Indicadores Productivos como herramienta para medir la eficiencia del Pollo de engorde. Resúmenes AMEVEA – Ecuador. 20 p. Disponible en: <http://www.ameveaecuador.org>.
52. **Rosero JP, Guzmán EF, López FJ. 2012.** Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. Biotecnología en el Sector Agropecuario e Industrial. Universidad del Cauca. Colombia. 10 (1): 8 -15.
53. **Santiago R, Cortés A, López C, Ávila E. 2011.** Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base de dietas soya –sorgo con distintos porcentajes de proteína. Revista Veterinaria. Universidad Nacional Autónoma de México. 42 (4): 299 -309.
54. **Santomá G. 1994.** Programas de alimentación en broilers y pollo alternativo. X Curso de Especialización en alimentación animal. FEDNA. Madrid. 41 p.
55. **Shiva C, Bernal S, Sauvain M, Caldas J, Kalinoswki J, Falcón N, Rojas R. 2012.** Evaluación del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*Zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. Revista Investigación. Veterinaria Perú. 23 (2):160-170.

56. **Sindik M, Rigonatto T, Revidatti F, Fernández R, Revidatti M, Michel M. 2012.** Comportamiento productivo de pollos provenientes de dos genotipos de reproductores camperos INTA. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. Colombia. 2 (1): 283-286.
57. **Sogunle OM, Olaniyi OA, Shittu FA, Abiola SS. 2012.** Performance and meat attributes of Chickens reared on deep litter and free range. *Arch Zoote* 61 (236): 569 -576.
58. **Terraes JC, Sindik M, Revidatti F, Fernández R, Biloni A, Rafart J. 2011.** Efectos de la composición de la dieta sobre la uniformidad al final del ciclo de pollos de engorde. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 19 (1): 9 – 14.
59. **Tolentino C, Icochea E, Reyna P, Valdivia R. 2008.** Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre los parámetros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 22 (2): 97 – 104.
60. **Toudic C. 2006.** Evaluating uniformity in broiles – Factors affecting variation. *Hubbard Technical Bulletin*. [Internet]. Disponible en: <http://www.hubbardbreeders.com/bulletins/index.php?id=28>
61. **Valdivie M, Dieppa O. 2002.** Densidad de pollos de ceba. Producción de peso vivo de aves. Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 36 (2): 131 -135.
62. **Vejarano M, Alba M, Reyna P, Casas E. 2008.** Comparación productiva de pollos de carne criados en cama nueva vs. Cama reutilizada en 5 campañas. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 19 (2): 126 -133.
63. **Vieria SL. 2006.** Planes nutricionales para pollos de Engorde machos. *Boletín Informativo. Ajinomoto Animal Nutrition*. Informe de Investigación. 50: 7 p.
64. **Vivas NS, Cerón LF, Guaca TC. 2008.** Efecto del color del alimento sobre el consumo de pollos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias: Universidad de Cauca*. Colombia. 6 (1): 16-21.

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1

**Dietas alimenticias utilizadas en el presente estudio de acuerdo a los requerimientos de la línea Cobb 500.**

<b>Dietas</b>	<b>Inicio 0-10 días</b>	<b>Crecimiento 11-21 días</b>	<b>Engorde 22-40 días</b>
Maíz	48.32	56.34	57.42
Aceite	7.05	8.19	8.00
Harina de Soya	40.27	33.19	29.70
Carbonato de Calcio	1.81	0.00	2.44
Biomín® Poultry5 Star <sup>1</sup>	1.81	1.84	0.00
Metionina	0.10	0.01	0.06
Sal	0.35	0.41	0.40
Salomicina	0.01	0.01	0.00
Premezcla Vitamina+ Minerales <sup>2</sup>	0.27	0.00	0.25
Zinc-Bacitracina	0.00	0.00	0.05
Mycosorb <sup>3</sup>	0.05	0.05	0.08
<b>Análisis proximal</b>			
Proteína Cruda	21.98	19.41	18.82
ME kcal/kg	3026	3135	3157
Calcio	1.15	0.43	1.38
P Disponible	0.53	0.53	0.54
Lisina	1.32	1.13	1.02
Metionina	0.48	0.34	0.37
Met + Cis <sup>4</sup>	0.85	0.68	0.68

<sup>1</sup>Biomín®Poultry5Star: Probiótico compuesto por 5 cepas probióticas, desarrolladas y patentadas por Biomín, especialmente seleccionadas por su habilidad para mantener una población microbiana saludable bajo diferentes condiciones de estrés y Fructooligosacaridos (FOS) derivado de una fuente vegetal, que promueven el crecimiento y sirven como fuente de nutrientes para las bifidobacterias y lactobacilos y estimular el crecimiento de la bifidobacterias benéficas en el intestino grueso

<sup>2</sup>Premezcla vitamina y mineral: vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina D3, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K3, 2.0 mg; Vitamina B1, 1.0 mg; Vitamina B2, 6.0 mg; Vitamina B6, 3.5 mg; Vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; AcidoPantoténico, 10 mg; Biotina, .10 mg; Acido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

<sup>3</sup> Mycosorb: Secuestrante de micotoxinas con componentes activos de la porción celular de la levadura *Sacharomyces cerevisaie*.

<sup>4</sup>Met + Cis: Metionina + Cisteína.

## ANEXO 1.1

Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500 (Cobb 500, 2012).

Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500

### Nutrición de pollo de engorde

Especificaciones mínimas recomendadas					
		Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2*
<b>CANTIDAD DE ALIMENTO/ave</b>		<b>250 g</b> <b>0,55 lb</b>	<b>1000 g</b> <b>2,20 lb</b>		
<b>PERÍODO DE ALIMENTACIÓN días</b>		<b>0 - 10</b>	<b>11 - 22</b>	<b>23 - 42</b>	<b>43 +</b>
<b>TIPO DE ALIMENTO</b>		<b>Migaja</b>	<b>Pellet</b>	<b>Pellet</b>	<b>Pellet</b>
<b>Proteína bruta</b>	%	21-22	19-20	18-19	17-18
<b>Energía metabolizable (EMA*)</b>	MJ/kg	12,70	13,00	13,30	13,40
	Kcal/kg	3035	3108	3180	3203
	Kcal/lb	1380	1410	1442	1453
<b>Lisina</b>	%	1,32	1,19	1,05	1,00
<b>Lisina digestible</b>	%	1,18	1,05	0,95	0,90
<b>Metionina</b>	%	0,50	0,48	0,43	0,41
<b>Metionina digestible</b>	%	0,45	0,42	0,39	0,37
<b>Met + Cis</b>	%	0,98	0,89	0,82	0,78
<b>Met + Cis digestible</b>	%	0,88	0,80	0,74	0,70
<b>Triptófano</b>	%	0,20	0,19	0,19	0,18
<b>Triptófano digestible</b>	%	0,18	0,17	0,17	0,16
<b>Treonina</b>	%	0,86	0,78	0,71	0,68
<b>Treonina digestible</b>	%	0,77	0,69	0,65	0,61
<b>Arginina</b>	%	1,38	1,25	1,13	1,08
<b>Arginina digestible</b>	%	1,24	1,10	1,03	0,97
<b>Valina</b>	%	1,00	0,91	0,81	0,77
<b>Valina digestible</b>	%	0,89	0,81	0,73	0,69
<b>Calcio</b>	%	0,90	0,84	0,76	0,76
<b>Fósforo disponible</b>	%	0,45	0,42	0,38	0,38
<b>Sodio</b>	%	0,16-0,23	0,16-0,23	0,15-0,23	0,15-0,23
<b>Cloruro</b>	%	0,17-0,35	0,16-0,35	0,15-0,35	0,15-0,35
<b>Potasio</b>	%	0,60-0,95	0,60-0,85	0,60-0,80	0,60-0,80
<b>Ácido linoleico</b>	%	1,00	1,00	1,00	1,00

\* Los valores EMA se basan en la tabla europea de valores de energía WPSA publicados en Poultry Feedstuffs 3a edición 1989.

\* En caso de que sea necesario un alimento de retiro, usar la misma especificación del alimento de finalización.

## ANEXO 2

### Diseño experimental y distribución de las unidades de investigación

Las aves fueron distribuidas en un diseño completamente al azar de 2 grupos experimentales de 380 aves por grupo, con 10 repeticiones de 38 aves cada una donde cada repetición constituyo una unidad experimental para la evaluación de sus parámetros productivos en forma semanal hasta la culminación del estudio.

- Grupo T1: pollos de engorde procedentes de reproductoras adultas (58 semanas).
- Grupo T2: pollos de engorde procedentes de reproductoras jóvenes (34 semanas).

<b>3T1</b>	<b>6T2</b>	<b>4T1</b>	<b>4T2</b>	<b>5T1</b>
<b>5T2</b>	<b>6T1</b>	<b>10T2</b>	<b>2T1</b>	<b>3T2</b>
<b>7T1</b>	<b>2T2</b>	<b>10T1</b>	<b>1T2</b>	<b>9T1</b>
<b>9T2</b>	<b>1T1</b>	<b>8T2</b>	<b>8T1</b>	<b>7T2</b>

Las unidades experimentales fueron distribuidas en el galpón experimental en un diseño espacial de 5 columnas y 4 filas, correspondiendo 2 unidades experimentales por grupo en cada columna de distribución

Las aves de ambos grupos fueron criadas con una densidad poblacional similar (9.5 aves/m<sup>2</sup>) hasta los 35 días de edad. Para evitar los efectos adversos por estrés calórico y rápido crecimiento se realizó ampliación de las unidades experimentales culminado el estudio con una densidad de 9.2 aves/m<sup>2</sup>.

**ANEXO 3. Control de temperatura durante la crianza experimental de los pollos de engorde**

Edad	Termómetro central								Termómetro lateral							
	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00	21:00	00:00	03:00	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00	21:00	00:00	03:00
1	28	31	33	31	30	30	29	29	27	30	32	30	29	29	28	28
2	29	30	31	30	29	29	29	28	28	30	30	28	27	27	27	27
3	29	30	32	30	29	28	28	28	27	29	30	28	26	27	27	26
4	28	29	30	29	28	27	27	26	26	28	30	28	27	27	27	27
5	27.2	28.1	30.4	30.4	29.5	28.4	28.3	27.2	28.4	28.7	29.4	28.4	27.6	27.4	27.1	26.3
6	27.4	29.1	31.2	30.3	29.3	28.1	27.6	27.4	26.5	27.4	28.7	28.4	27.1	27	26.9	25.8
7	26.4	28.4	31.3	29.4	28.6	27.2	27.1	26.4	25.4	27.6	27.8	28.8	27.8	27.2	27.3	26.6
8	26.2		29.3		27.2		26.4		25.3		28.2		26.8		26.4	
9	26.5		28.1		26.4		25.8		26.1		27.6		25.9		25.6	
10	25.6		26.6		25.8		25.2		24.9		26.2		25.2		24.6	
11	25.8		26.8		25.4		24.8		25.2		26.2		25.2		24.2	
12	25.6		26.4		25.6		24.6		25.1		25.8		24.8		23.8	
13	25.4		26.8		26.2		23.8		24.8		26.2		25.8		23.2	
14	25.2		26.4		25.4		23.8		24.8		25.8		24.6		22.8	
15	24.6		25.8		24.8		23.4		23.8		25.2		23.8		22.6	
16	24.3		25.5		24.7		22.8		23.7		24.9		23.6		22.2	
17	24.2		25.4		24.4		22.4		23.8		25.8		23.6		21.8	
18	23.8		25.2		24.4		22.6		23.2		24.6		23.4		21.8	
19	24.6		26.8		24.6		22.8		24.2		26.2		23.8		22.2	
20	23.8		24.6		24.1		22.2		23.2		23.8		23.4		21.4	
21	23.2		24.4		23.8		21.8		22.6		23.4		23.1		21.2	
22	23.4		23.8		23.5		21.5		22.8		23.2		22.9		20.9	
23	23.2		24.2		23.7		21.7		22.6		23.6		23.1		21.1	
24	23.6		24.6		24.1		22.1		23.0		24.0		23.5		21.5	
25	24.6		25.8		25.2		22.8		24.0		25.2		24.6		22.2	
26	22.2		23.2		22.8		20.8		21.6		22.6		22.2		20.2	
27	22.4		23.4		22.6		20.6		21.8		22.8		22.0		20.0	
28	21.8		22.4		22.4		20.4		21.2		21.8		21.8		19.8	
29	21.2		22.2		21.8		19.8		20.6		21.6		21.2		19.2	
30	20.6		21.6		21.1		20.1		20.0		21.0		20.5		19.5	
31	20.8		22.1		21.7		20.7		20.2		21.5		21.1		20.1	
32	20.4		22.4		21.8		20.8		19.8		21.8		21.2		20.2	
33	22.1		23.4		22.6		21.1		21.5		22.8		22.0		20.5	
34	21.8		22.8		21.6		20.6		21.2		22.2		21.0		20.0	
35	22.1		23.4		22.8		20.8		21.5		22.8		22.2		20.2	
36	21.6		24.6		23.4		20.4		21.0		24.0		22.8		19.8	
37	21.4		23.2		22.1		21.1		20.8		22.6		21.5		20.5	
38	21.2		22.2		21.1		20.1		20.6		21.6		20.5		19.5	
39	21.2		22.3		20.8		19.8		20.6		21.7		20.2		19.2	
40	21.4		22.4		21.4		19.6		20.8		21.8		20.8		19.0	

## ANEXO 4.

### Programa de manejo ambiental e iluminación

Edad	T° (Corral)	T° ambiente	Horas luz	Horas oscuras	Horario de horas oscuras	Bebedero plasjon	Comedero Plato chino	Comedero plato único	Total comederos
1 -3	31-30	30	24	0		1/38 aves	1/38 aves		1
4 -5	30-29	28	22	2	7:00 a 8:00 - 1:00 a 2:00	1/38 aves		1/38aves	1
6 -7	28-27	27	20	4	7:00 a 9:00 - 1:00 a 3:00	1/38 aves		1/38 aves	1
8 -9	27-26	26	19	5	6:30 a 9:00 - 12:30 a 3:00	1/38 aves		1/38aves	1
10 -11	26-25	25	18	6	6:00 a 9:00 - 12:00 a 3:00	1/38 aves		1/38aves	1
12 -13	25-24	24	17	7	6:00 a 9:30 - 12:00 a 3:30	1/38 aves		1/38aves	1
14 -15	24-23	23	16	8	6:00 a 10:00 - 12:00 a 4:00	1/38 aves		1/38aves	1
16 -17	23-22	22	15	9	6:00 a 10:30 - 12:00 a 4:30	1/38 aves		1/38aves	1
18 -19	22-21	21	14	10	6:00 a 10: 30 - 12:00 a 5:30	1/38 aves		1/19 aves	2
20 -21	21-20	19	13	11	6:00 a 11:30 - 12:00 a 6:30	1/38 aves		1/19 aves	2
22 -35	20-19	19	12	12	6:00 a 6:00	1/38 aves		1/19 aves	2
36 -42	19	19	14	8	6:00 a 10:00 - 12:00 a 6:00	1/38 aves		1/19 aves	2

## ANEXO 5

Suplemento del rendimiento productivo y parámetros productivos de la línea Cobb 500  
(Cobb 500, 2012).

### Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500

### Objetivos de desempeño - sistema métrico

MACHOS						
Edad en días	Peso para la edad	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimentación acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	43					
1	53	10				
2	67	14				
3	82	15				
4	101	19				
5	123	22				
6	150	27				
7	<b>179</b>	<b>29</b>	<b>25,6</b>	<b>0,844</b>		<b>151</b>
8	211	32	26,4	0,858	30	181
9	247	36	27,4	0,874	35	216
10	288	41	28,8	0,889	40	256
11	331	43	30,1	0,912	46	302
12	377	46	31,4	0,939	52	354
13	424	47	32,6	0,972	58	412
14	<b>475</b>	<b>51</b>	<b>33,9</b>	<b>1,000</b>	<b>63</b>	<b>475</b>
15	531	56	35,4	1,026	70	545
16	592	61	37,0	1,051	77	622
17	657	65	38,6	1,075	84	706
18	724	67	40,2	1,101	91	797
19	793	69	41,7	1,127	97	894
20	864	71	43,2	1,154	103	997
21	<b>938</b>	<b>74</b>	<b>44,7</b>	<b>1,179</b>	<b>109</b>	<b>1106</b>
22	1014	76	46,1	1,206	117	1223
23	1093	79	47,5	1,231	123	1346
24	1175	82	49,0	1,259	133	1479
25	1260	85	50,4	1,286	141	1620
26	1348	88	51,8	1,312	148	1768
27	1439	91	53,3	1,336	155	1923
28	<b>1531</b>	<b>92</b>	<b>54,7</b>	<b>1,362</b>	<b>162</b>	<b>2085</b>
29	1626	95	56,1	1,387	170	2255
30	1722	96	57,4	1,413	178	2433
31	1819	97	58,7	1,439	184	2617
32	1917	98	59,9	1,466	194	2811
33	2016	99	61,1	1,494	201	3012
34	2116	100	62,2	1,522	208	3220
35	<b>2217</b>	<b>101</b>	<b>63,3</b>	<b>1,549</b>	<b>215</b>	<b>3435</b>
36	2319	102	64,4	1,575	217	3652
37	2422	103	65,5	1,598	219	3871
38	2526	104	66,5	1,620	221	4092
39	2631	105	67,5	1,640	223	4315
40	2737	106	68,4	1,659	225	4540
41	2844	107	69,4	1,676	226	4766
42	<b>2953</b>	<b>109</b>	<b>70,3</b>	<b>1,691</b>	<b>228</b>	<b>4994</b>
43	3060	107	71,2	1,707	230	5224
44	3165	105	71,9	1,724	232	5456
45	3268	103	72,6	1,741	234	5690
46	3369	101	73,2	1,759	236	5926
47	3468	99	73,8	1,777	238	6164
48	3565	97	74,3	1,796	240	6404
49	<b>3660</b>	<b>95</b>	<b>74,7</b>	<b>1,816</b>	<b>242</b>	<b>6646</b>
50	3753	93	75,1	1,836	244	6890
51	3844	91	75,4	1,856	245	7135
52	3933	89	75,6	1,877	246	7381
53	4020	87	75,8	1,898	247	7628
54	4105	85	76,0	1,919	248	7876
55	4190	85	76,2	1,939	249	8125
56	<b>4275</b>	<b>85</b>	<b>76,3</b>	<b>1,959</b>	<b>250</b>	<b>8375</b>