

EVALUACION DE LA RESTRICCION ALIMENTICIA Y SU EFECTO EN LA ASCITIS  
AVIAR EN DOS LINEAS GENETICAS DE POLLOS EN LA SABANA DE BOGOTA

ESPERANZA RODRÍGUEZ CABRA  
ANGÉLICA PIRAQUIVE CHACÓN

Trabajo de Grado presentado para optar al título de ZOOTECNISTA

DIRECTOR  
LEONOR BARRETO DE ESCOVAR  
Zootecnista  
Msc. en Desarrollo Rural.

SUBDIRECTOR  
ALVARO HUGO JARAMILLO  
Zootecnista  
Ms.ScAgr. Con énfasis en Producción Animal Tropical

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

ZOOTECNIA  
BOGOTÁ D.C

2017

## DEDICATORIA

A mis tres hijos por la paciencia que demostraron durante mi formación profesional al no estar presente para ellos durante todo el tiempo, a mi madre y cada uno de mis hermanos por el apoyo emocional, a la UNAD por facilitar mi formación y a mi compañera en éste trabajo Angélica por todas las horas de trabajo, paciencia y sacrificio que corresponden a una persona comprometida y responsable confirmando siempre una personalidad de entereza y tranquilidad con la que pude contar en cada una de las etapas para culminar en el resultado que se ve a continuación.

ESPERANZA RODRIGUEZ CABRA

A mis padres, mis hermanos y a todo ser que me acompañó e impulso a seguir adelante con este proceso de aprendizaje, a mi amiga y compañera Esperanza quien siempre me escucho y tuvo la buena energía para el desarrollo de este proyecto, a mis profesores y compañeros de la UNAD, quienes aportaron a mi vida aprendizajes que de un modo u otro los aplique en este trabajo de grado. ¡Muchas Gracias!

ANGÉLICA PIRAQUIVE CHACÓN

## AGRADECIMIENTOS

iii

Al doctor Álvaro Hugo Jaramillo, Director de la Unidad Avícola del SENA, Regional Mosquera, Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción Animal Tropical, por su guía y acompañamiento durante el desarrollo de ésta investigación, aportando su conocimiento y brindando valiosas enseñanzas como profesional y persona.

A la Dra. Leonor Barreto de Escovar, Líder Cadena Pecuaria – UNAD, Magister en Desarrollo Rural, porque durante el proceso de formación nos mostró las necesidades que tienen los productores avícolas en nuestra región (Cundinamarca), de donde nació la idea del tema de ésta investigación.

Al SENA de Mosquera por facilitarnos la infraestructura y los implementos necesarios dentro de la Unidad Avícola, para desarrollar este trabajo.

A los estudiantes de la Unidad de Especies menores del SENA de Mosquera que colaboraron durante el desarrollo de la fase experimental.

Al laboratorio de la facultad de veterinaria de Universidad Nacional de Colombia por la lectura de las muestras de Hematocrito.

Al Dr. Aureliano Hernández, director de postgrados, facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad Nacional de Colombia por su guía en la presentación de datos.

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO.....	2
1. MARCO TEORICO.....	3
1.1 Importancia de la producción de pollo de engorde en Colombia.....	3
1.2 Características de las líneas genéticas ross 308 y avian cobb 48.....	7
1.2.1 Línea genética Ross 308.....	7
1.2.2 Línea genética Avian cobb 48.....	10
1.3 Ascitis aviar en la producción de pollos de engorde.....	12
1.4 Factores desencadenantes de síndrome ascítico.....	15
1.4.1 Factores Genéticos. ....	17
1.4.2 Peso del pollito al nacer. . ....	18
1.4.3 Factores ambientales. ....	19
1.4.4. Alimento. ....	22
1.5 Métodos de control del alimento.....	25
1.5.1 Restricción alimenticia. ....	26
1.5.2 Efecto de la restricción en parámetros productivos.. ....	27
1.5.3 Efecto de la restricción alimenticia en el tracto gastrointestinal (TGI) del pollo.....	28
.....	
1.6 Resistencia o susceptibilidad al síndrome ascítico en algunas estirpes en pollos de engorde. ....	31
2. MATERIALES Y METODOS .....	32
2.1 Materiales.....	32
2.2 Métodos.....	33
2.2.1 Ubicación. ....	33
2.2.2 Población muestra. ....	33
2.3 Metodología. ....	34
2.4 Variables evaluadas.....	37
2.4.1 Productivas. ....	37
2.4.2 Económicas. Ingresos, relación costo beneficio.....	37
2.4.3 Sanguíneas. Hematocrito (tomadas a la séptima semana de vida).....	37
2.4.4 Otras. . ....	37
2.5 Evaluación estadística y diseño experimental. ....	37
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
3.1 Consumo alimento .....	37
3.1.1 Consumo fase iniciación g/día. ....	38
3.1.2 Consumo promedio fase engorde.....	41
3.1.3 Consumo promedio total periodo.....	42
3.2 Ganancia de peso .....	44
3.2.1 Ganancia de peso fase iniciación .....	44
3.2.2 Ganancia de peso fase engorde .....	45
3.2.3 Ganancia de peso toda la fase experimental .....	46
3.3 Conversión alimenticia .....	48
3.3.1 Conversión alimenticia fase iniciación .....	48

3.3.2	Conversión alimenticia fase engorde.....	49	v
3.3.3	Conversión alimenticia toda la fase experimental.....	500	
3.4	Factor eficiencia europeo en pollo.....	52	
3.5	Mortalidad.....	52	
3.6	Rendimiento en canal.....	54	
3.7	Peso relativo (Corazón, hígado, molleja, intestino y páncreas).....	55	
3.8	Pruebas sanguíneas: hematocrito (tomadas en la séptima semana de vida) .....	62	
3.9	Variables económicas. ....	63	
4.	CONCLUSIONES .....	65	
5.	RECOMENDACIONES .....	67	
6.	REFERENCIAS .....	68	

## Lista de figuras

vi

Figura 1. Consumo Per Cápita de pollo en Colombia (1998-2015). . . . .	4
Figura 2. Rendimiento de pechuga (% de peso vivo). . . . .	7
Figura 3. Rendimiento en canal machos Ross 308 comparados con una línea genética x . . . . .	8
Figura 4. Factores fisiológicos y fisiopatológicos que afectan síndrome ascítico. . . . .	13
Figura 5. Consumo promedio fase iniciación (g/día). . . . .	39
Figura 6. Consumo promedio fase engorde g/día. . . . .	41
Figura 7. Consumo promedio total periodo g/día. . . . .	42
Figura 8. Curva de Consumo promedio de alimento por tratamiento y línea genética (g/ave/día) .....	43
Figura 9. Ganancia de peso promedio por grupo de tratamiento en fase de iniciación (g/ave/día). .....	44
Figura 10. Ganancia de peso fase engorde (g/ave/día). . . . .	45
Figura 11. Ganancia de peso en toda la fase completa experimental (g/ave/día). . . . .	46
Figura 12. Curva de crecimiento por tratamiento y estirpe (g/día/ave).. . . . .	47
Figura 13. Conversión promedio fase iniciación (kg/kg). . . . .	48
Figura 14. Conversión fase engorde kg/kg. . . . .	49

Figura 15. Conversión promedio total período (kg/kg)..	50
Figura 16. Porcentaje de mortalidad.	52
Figura 17. Mortalidad por Ascitis.	53
Figura 18. Rendimiento en canal por tipo de restricción y estirpe (%).	54
Figura 19. Peso relativo del corazón por semanas.	55
Figura 20. Peso relativo del hígado por semanas.	56
Figura 21. Peso relativo de la molleja por semanas.	58
Figura 22. Peso relativo del intestino delgado por semanas.	60
Figura 23. Peso relativo del páncreas por semanas.	61
Figura 24. Hematocrito (%) por grupo de tratamiento.	62

Tabla 1. Productores líderes de Pollos de engorde en Colombia.....	6
Tabla 2. Rendimientos machos, Ross 308, De 1 a 47 días. ....	9
Tabla 3. Rendimiento de pollo de engorde Avian Cobb 48 Creo que esta es una tabla.....	10
Tabla 4. Objetivos de rendimiento, machos Avian Cobb 48, de 1 a 47 días.. ....	11
Tabla 5. Restricción recomendada para clima frio, Colombia. ....	36
Tabla 6. Abreviaturas de la descripción de tratamientos. ....	36
Tabla 7. Consumos acumulados fase de iniciación en cada tratamiento y la restricción correspondiente. ....	38
Tabla 8 Consumos por semana a voluntad y restringidos, con el porcentaje correspondiente de restricción con respecto a voluntad para cada línea genética. ....	38
Tabla 9. Factor de eficiencia europeo en pollo de engorde. ....	52
Tabla 10. Variables económicas.. ....	63



La hipertensión pulmonar o síndrome ascítico en aves, es una de las causas que más pérdidas económicas genera a un sistema productivo de pollos de engorde especialmente a altitudes por encima de los 2500 msnm y con temperaturas por debajo de los 15°C como es la Sabana de Bogotá y sus alrededores (Funza, Mosquera, Chía, Tenjo y Cota) donde se encuentra una gran concentración de pequeños productores a quienes se les ha dificultado ésta producción, que llevada a cabo con éxito genera excelentes rendimientos financieros necesarios para garantizar una mejor calidad de vida.

Durante las últimas cuatro décadas se han realizado varios trabajos de investigación sobre el tema, realizados especialmente desde la Universidad Nacional de Colombia y en su mayoría liderados por el Doctor Aureliano Hernández, con los cuales Colombia ha aportado resultados importantes que han ayudado a mejorar la problemática en ésta zona, pero que aún se presenta con mucha frecuencia.

Es evidente que cuando se habla de disminuir el efecto del síndrome ascítico (SA) en pollos de engorde, la restricción alimenticia es una de las alternativas para mejorar los parámetros productivos y reducir costos en la producción; con éste estudio se busca evaluar la aplicación de dos tipos de restricción en el alimento de pollo de engorde, en la Sabana de Bogotá con una altura de 2652 msnm y con temperaturas entre 8 y 14°C, para observar su efecto en la incidencia de ascitis y determinar si hubo crecimiento compensatorio de los animales con alimento restringido vs animales con alimento a voluntad, así mismo evaluar su efecto en los parámetros productivos como: ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento en canal, determinar por medio de exámenes en sangre, los niveles de hematocrito para establecer si el SA presentado en el desarrollo de esta investigación bajo estas condiciones varía según la línea genética y restricción aplicada, así podremos aportar mayor información que ayude a la toma de decisiones a nuestros productores para mantener o mejorar el nivel que ocupa la industria avícola dentro del sector agropecuario.

## **OBJETIVO**

**OBJETIVO GENERAL** Evaluar la incidencia del síndrome ascítico y los parámetros productivos con la aplicación de dos sistemas de restricción alimenticia comparados a voluntad en dos líneas genéticas de pollos de engorde (Ross y Avian Cobb 48) en la Sabana de Bogotá.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar la ganancia de peso y conversión alimenticia en cada tratamiento.
- ✓ Evaluar el rendimiento en canal
- ✓ Determinar los niveles de hematocrito en sangre y el peso del corazón, hígado, molleja, intestino delgado y páncreas.
- ✓ Determinar si se compensa el peso de los animales con restricción vs. Los alimentados a voluntad.

### 1.1 Importancia de la producción de pollo de engorde en Colombia

La participación del sector agropecuario en el PIB nacional es de alrededor del 6%, y dentro del PIB pecuario, el 33% lo representa la industria avícola, en los últimos tres años, según los datos suministrados por la Federación Nacional de Avicultores de Colombia, FENAVI, muestra los valores de la producción avícola del país, representada en el PIB, en los periodos 2004 a 2010.

En los últimos años la industria avícola ha mantenido una tasa de crecimiento constante, de acuerdo con el Director Programa Económico FENAVI – FONAVI, Fernando Ávila, para el 2015 se esperaba una tasa de crecimiento de la avicultura de 4.3% , a pesar de factores como la fuerte alza del dólar y la devaluación del peso, que afectan la economía del país, el sector presentó un crecimiento del 5%, en relación con el año anterior, el 4.8% corresponde a la producción de pollo y el 5.3% para el huevo. El volumen de producción de pollo en pie, para el 2015 fue de 1.424.392 millones de toneladas, registrando en cinco años un crecimiento en la oferta del 32%. Según Ávila, siguiendo la capacidad instalada y la dinámica del encasetamiento, se podría llegar a los 1.7 millones de toneladas, sin requerir fuertes inversiones adicionales a las que generalmente se necesitan para mejorar la productividad.

Este crecimiento se debe en parte al crecimiento de la demanda del consumidor, instituciones como FEDEGAN, señalan que la carne de pollo es el producto cárnico de

mayor consumo por la población Colombiana, uno de los principales factores 4 que contribuye a este hecho, es debido a que ésta cumple un rol importante en la seguridad alimentaria del país ya que al requerir poco espacio para su producción, es asequible a comunidades de bajo recursos económicos y fuente de proteína de origen animal para las poblaciones más vulnerables de Colombia, según Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, FAO, estima que para el año 2050, en comparación con el 2010, en razón de estos factores, el consumo de carne provenientes de aves de corral, será del 125%, alcanzando las 193 millones de toneladas y consolidándose como la carne de mayor consumo alrededor del mundo.

El consumo per cápita de carne de pollo, en la población colombiana en los últimos 20 años, prácticamente se ha triplicado, pasando de 12.5 kg en 1998 a 30.4 kg para el 2015, en este periodo ha aumentado el consumo por persona en un 25% y de 1 kg promedio anual.

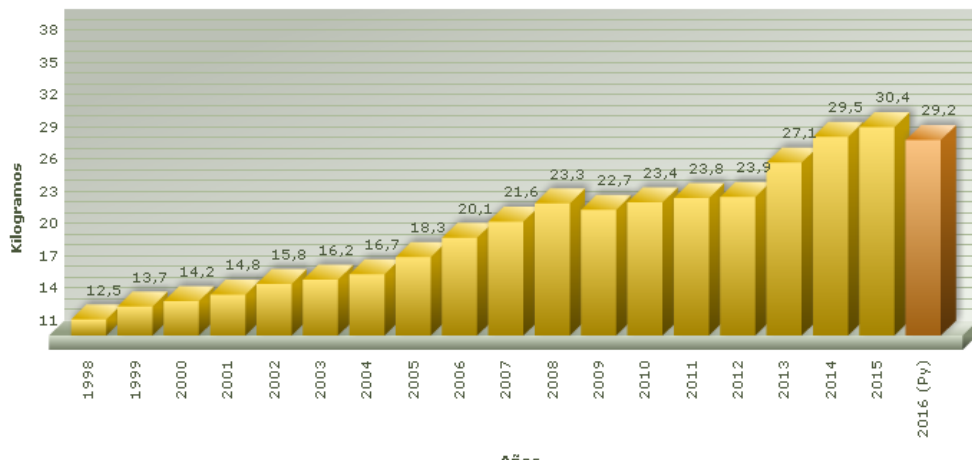


Figura 1. Consumo Per Cápita de pollo en Colombia (1998-2015). Fuente: FENAVI (2016).

Además de calidad de carne de pollo que ofrece el mercado, entidades como FENAVI, han buscado informar a la población colombiana sobre los aportes nutricionales del producto y el bajo costo con respecto a carnes como la de res o cerdo, la carne de pollo se ha convertido en uno de los principales componentes en la dieta de los colombianos. 5

Aunque en Latinoamérica, se considera que Colombia tiene una industria avícola atomizada, es una industria que continua en desarrollo y consolidación, a pesar de que existan factores como el contrabando que afecta no solo al sector pecuario per se, y la devaluación del peso, ha mostrado un notable crecimiento en relación con otros sectores productores del país, la producción de pollo como componente de la industria avícola, crea un impacto mayor y contribuye al sector pecuario, económico y seguridad alimentaria del país.

En la producción de pollo de engorde en Colombia y en general a nivel mundial, por los resultados productivos y a su genética, las líneas que se utilizan con este propósito son; la Cobb y la Ross, como se puede observar en el cuadro de los principales líderes en producción de pollo de engorde en Colombia (ver Tabla 1).

<b>Empresas Líderes 2015 - Productores Líderes de Pollos de Engorde</b>			
<b>Compañía</b>	<b>Ciudad</b>	<b>No. Pollos (000) por año</b>	<b>Razas</b>
<b>▼COLOMBIA</b>			
Distraves Ltda.	Bucaramanga	19200	Ross/Cobb
Pollos Carioca	Buga	15500	Cobb
Pollos Savicol	Bogotá	14500	Ross
Alimentos Frikos SAS	Medellín	13700	Ross
Superpollo Paisa	Medellín	13600	Ross
Avícola Los Cámbulos	Bogotá	11700	Ross/Cobb
Pollos Campeón	Bogotá	10000	Ross
Italcol	Bogotá	10000	Hybro
Inveragro	Manizales	55000	Ross/Cobb
Avidesa	Bucaramanga	51000	Ross/Cobb
Pollos El Bucanero	Cali	49000	Cobb
Grupo Pimpollo SA	Pereira	32400	Ross
Industria Pimpollo del Caribe	Barranquilla	26400	Hubbard/Ross

Tabla 1. Productores líderes de Pollos de engorde en Colombia. Fuente:Revista Avicultores (2015).

La genética y su mejoramiento es una constante en el desarrollo de la producción pecuaria, debido a que la producción animal en general acarrea con costos mayormente altos y para lograr contribuir a la disponibilidad de proteína animal en la seguridad alimentaria, ofreciendo rentabilidad y eficiencia en la producción avícola, el mejoramiento genético se ha puesto como meta principal el desarrollo de aves cuyas características principales sean la de crecimiento en el menor tiempo posible y a la vez el consumo sea menor. Primero se tomaron en cuenta parámetros productivos para mejorar su respuesta productiva, como; peso vivo y conversión alimenticia, una vez enfocados en estos tres, en este desarrollo, con el tiempo se han tomado en cuenta otros factores como; crecimiento, función digestiva e intestinal, inmune, cardio-pulmonar, fortaleza de piernas, entre otros, que han contribuido al avance y desarrollo de la

producción avícola en el mundo. Las líneas que se han venido manejando en Colombia, principalmente son las Líneas Ross 308 y Cobb 48.

7

## 1.2 Características de las líneas genéticas ross 308 y avian cobb 48

**1.2.1 Línea genética Ross 308.** Los avances en la genética en la producción animal dan como resultado líneas genéticas en pollo de engorde como la Ross 308, las cuales es puesta a prueba su desempeño, tanto en las mejores como en las peores condiciones en las que se puedan ver expuestos los animales. En el boletín técnico de Aviagen para esta línea, señala que la evolución genética ha generado mejores resultados en rendimiento en pechuga y un excelente comportamiento en peso (ver figura 2).



Figura 2. Rendimiento de pechuga (% de peso vivo). Fuente: Boletín técnico Ross 308, Aviagen.(2012).

El mejoramiento genético de esta línea también ha puesto su enfoque en la respuesta productiva, en la presencia de problemas locomotores y cardio - respiratorios, reduciendo sustancialmente el porcentaje de mortalidad por estas causas con relación a otras líneas que

existan en el mercado avícola. Se ha logrado una buena conformación de aplomos para que el animal pueda soportar un mayor peso a la misma edad, reduciendo del mismo modo el índice de decomisos por causas de estos factores.

Para el 2012 se lograron resultados notables en cuanto a conversión alimenticia en carne y el rendimiento en canal.

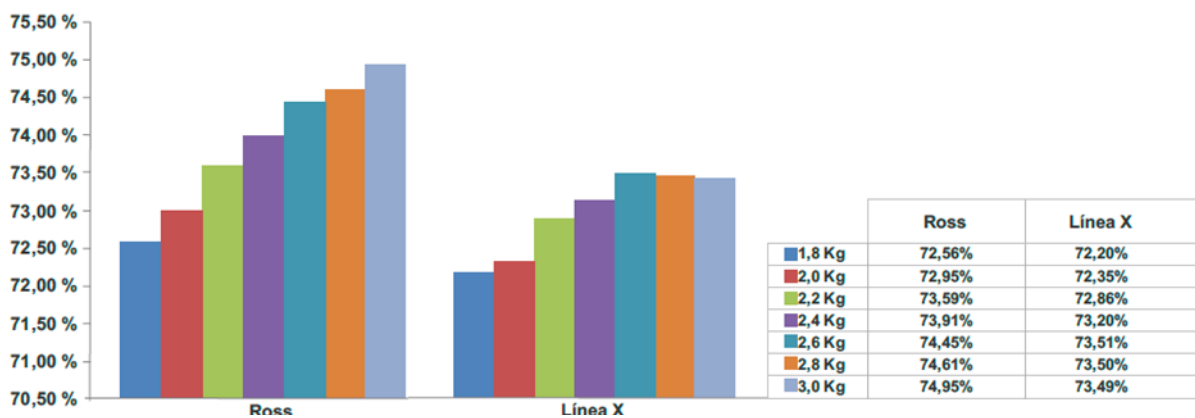


Figura 3. Rendimiento en canal machos Ross 308 comparados con una línea genética x Fuente: Boletín técnico Ross 308, Aviagen.(2012.)

Los estudios que presentó la empresa productora Avicol para esta línea genética en comparación con otras líneas en Colombia y a su vez como estrategia de mercadeo, realizando mediciones en planta de beneficio a más de diez clientes, obteniendo el porcentaje de incremento en canal, también observó el rendimiento en pechuga deshuesada, mulsos y contramuslos, presentando resultados superiores en la tasa de producción de carne.

Según el folleto de objetivos de rendimiento propuestos para la línea genética de pollo broiler Ross 308, esta línea, “es un pollo de engorde robusto, de crecimiento rápido y eficiente conversión alimenticia y con buen rendimiento de carne. Está diseñado para satisfacer las



exigencias del mercado que requieren rendimiento y versatilidad para cumplir una amplia gama de requerimientos del producto final.” (Aviagen, 2014). Aplicando todas las normas establecidas para la crianza y engorde del pollo como; normas de bioseguridad e higiene, revisión del control de temperatura, control de llenado del buche, entre otras, es posible obtener el máximo potencial genético que aporta esta línea.

Aviagen proporciona en el folleto de objetivos de rendimiento, en donde se puede encontrar información de peso corporal, ganancia de peso diaria, y consumo en machos, hembras y mixto, como se muestra en el Tabla 2.

Día	Peso Corporal (g) <sup>1</sup>	Ganancia diaria (g)	Promedio ganancia diaria/semana (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g) <sup>2</sup>	Conversión alimenticia <sup>3</sup>
0	42					
1	57	15		12	12	0.210
2	73	16		16	28	0.379
3	91	18		19	47	0.515
4	111	20		23	70	0.627
5	134	23		27	96	0.718
6	160	26		31	127	0.793
7	189	29	21.00	35	162	0.856
8	221	32		39	201	0.909
9	257	36		44	245	0.955
10	296	39		49	294	0.995
11	339	43		54	349	1.030
12	385	46		60	408	1.062
13	434	50		65	474	1.090
14	488	53	42.60	71	545	1.117
15	545	57		77	622	1.142
16	605	61		83	705	1.165
17	669	64		90	795	1.187
18	737	68		96	891	1.209
19	808	71		103	993	1.230
20	882	74		109	1103	1.250
21	959	77	67.35	116	1218	1.270
22	1040	80		122	1341	1.290
23	1123	83		129	1470	1.309
24	1209	86		136	1606	1.326
25	1297	88		142	1748	1.348
26	1388	91		149	1897	1.367
27	1481	93		155	2052	1.386
28	1576	95	88.06	162	2214	1.405
29	1673	97		168	2381	1.424
30	1771	99		174	2555	1.443
31	1871	100		180	2735	1.462
32	1973	101		185	2920	1.480
33	2075	103		191	3111	1.499
34	2179	104		196	3308	1.518
35	2283	104	101.03	202	3510	1.537
36	2388	105		207	3716	1.556
37	2493	105		211	3928	1.575
38	2599	106		216	4144	1.594
39	2705	106		221	4364	1.613
40	2811	106		225	4589	1.632
41	2917	106		229	4818	1.651
42	3023	106	105.77	232	5050	1.670
43	3129	106		236	5286	1.689
44	3234	105		239	5526	1.709
45	3339	105		243	5768	1.728
46	3443	104		246	6014	1.747
47	3546	103		248	6262	1.766

Tabla 2. Rendimientos machos, Ross 308, De 1 a 47 días. Fuente: Broiler Ross 308: Objetivos de Rendimiento (Aviagen, 2014)

Nota: 1Peso en granja (ej. Presencia de alimento en tracto intestinal), 2Consumo de alimento por ave viva, 3Conversión Alimenticia incluye peso inicial al alojamiento y no considera mortalidad.

**1.2.2 Línea genética Avian cobb 48.** Esta línea Tiene gran presencia tanto en Europa, 10

África y Suramérica; en diferentes países del mundo se realizaron investigaciones comerciales y los resultados mostraron un gran desempeño en crecimiento, conversión alimenticia, y en número de aves vivas al finalizar la producción. El desarrollo genético de esta línea permite adaptabilidad, respuesta rápida en diversos programas de manejo, mostrando un crecimiento constante aunque la calidad del alimento sea variable y las dietas sean de baja densidad, así mismo, se han obtenido resultados favorables en dietas de alta densidad, adicional a estos resultados, el fuerte sistema inmune, hace que estos animales tengan un alto grado de adaptabilidad en ambientes adversos o no ideales, por estos rasgos de desempeño y gran resistencia, hacen que esta línea sea ideal para los mercados de pollo entero como en el de pollo despresado.

Age	Weight (lb)	Weight (kg)	Average Daily Weight Gain	FCR	Livability
34.0	3.14	1.42	41.9	1.65	99.00
39.0	4.35	1.97	50.5	1.80	97.69
40.4	4.88	2.22	54.8	1.80	96.31
41.0	4.71	2.14	52.1	1.92	95.55
41.7	5.04	2.29	54.8	1.81	96.36
41.8	4.97	2.25	53.9	1.85	95.90
42.3	4.82	2.19	51.7	1.88	96.75
43.2	5.20	2.36	54.6	1.94	96.98
45.0	5.16	2.34	52.0	1.88	96.93
46.1	5.46	2.47	53.7	2.07	96.85

Tabla 3. Rendimiento de pollo de engorde Avian Cobb 48 Creo que esta es una tabla. Fuente: Boletín de comercialización Avian Cobb 48. Cobb-vantress 2008.

Nota: Los datos suministrados están con base al promedio de cifras de rendimiento de más de 5 millones de pollos.

Los valores del cuadro 4 muestran ejemplos de cómo el pollo de engorde Avian Cobb 48, logra el objetivo de peso vivo, a un costo más bajo que sus competidores y con una particular e impresionante tasa de supervivencia. (Cobb-vantress 2008).

Cobb-vantress(2013) divulga sus objetivos de rendimiento, en donde se puede observar la ganancia de peso diaria, el consumo, entre otros valores, para pollos de engorde, machos, de su línea Avian Cobb 48, sin embargo estos valores, están basados en resultados en campo y experiencias obtenidas alrededor del mundo y pueden variar de país a país.

Edad días	Peso por Edad	Ganancia Diaria (g)	Ganancia Diaria Promedio (g)	C.A. Acumulada	Consumo Alimento Diario (g)	Consumo Alimento Acumulado (g)
0	43					
1	53	10				
2	67	14				
3	81	15				
4	100	19				
5	122	22				
6	149	27				
7	<b>178</b>	<b>29</b>	<b>25.4</b>	<b>0.849</b>		151
8	209	32	26.2	0.864	30	181
9	245	36	27.2	0.880	35	216
10	286	41	28.6	0.895	40	256
11	329	43	29.9	0.918	46	302
12	374	46	31.2	0.945	52	354
13	421	47	32.4	0.978	58	412
14	<b>471</b>	<b>51</b>	<b>33.7</b>	<b>1.007</b>	<b>63</b>	<b>475</b>
15	527	56	35.1	1.033	70	545
16	588	61	36.7	1.058	77	622
17	652	65	38.4	1.082	84	705
18	719	67	39.9	1.108	91	796
19	787	68	41.4	1.135	97	893
20	858	70	42.9	1.162	103	996
21	<b>931</b>	<b>73</b>	<b>44.3</b>	<b>1.187</b>	<b>109</b>	<b>1105</b>
22	1006	75	45.7	1.214	117	1222
23	1085	78	47.2	1.240	123	1345
24	1166	81	48.6	1.267	133	1478
25	1251	84	50.0	1.294	141	1619
26	1338	87	51.5	1.320	148	1767
27	1428	90	52.9	1.345	155	1921
28	<b>1520</b>	<b>91</b>	<b>54.3</b>	<b>1.371</b>	<b>162</b>	<b>2083</b>
29	1614	94	55.7	1.396	170	2253
30	1709	95	57.0	1.422	178	2431
31	1806	96	58.2	1.448	184	2615
32	1903	97	59.5	1.476	194	2809
33	2001	98	60.6	1.504	201	3010
34	2100	99	61.8	1.532	208	3217
35	<b>2201</b>	<b>100</b>	<b>62.9</b>	<b>1.560</b>	<b>215</b>	<b>3432</b>
36	2302	101	63.9	1.585	217	3649
37	2404	102	65.0	1.609	219	3868
38	2507	103	66.0	1.631	221	4089
39	2612	104	67.0	1.651	223	4312
40	2717	105	67.9	1.670	225	4536
41	2823	106	68.9	1.687	226	4762
42	<b>2931</b>	<b>108</b>	<b>69.8</b>	<b>1.702</b>	<b>228</b>	<b>4990</b>
43	3037	106	70.6	1.719	230	5220
44	3142	104	71.4	1.735	232	5452
45	3244	102	72.1	1.753	234	5685
46	3344	100	72.7	1.771	236	5921
47	3442	98	73.2	1.789	238	6159

Tabla 4. Objetivos de rendimiento, machos Avian Cobb 48, de 1 a 47 días. Fuente: Suplemento del Rendimiento y Nutrición del Pollo CobbAvian48.(2013).

### **1.3 Ascitis aviar en la producción de pollos de engorde**

12

La ascitis aviar o síndrome de hipertensión pulmonar, no es una enfermedad sino una condición patológica, que se relaciona generalmente con la acumulación de fluido corporal, este fluido en mención está compuesto por linfa y plasma sanguíneo, se produce por la incapacidad del organismo de suplir la demanda de oxígeno requerida, en estas condiciones de hipoxia el organismo no es capaz de responder adecuadamente y en un intento por equilibrar los niveles de oxígeno en sangre, incrementa el ritmo cardíaco lo que provoca a su vez un aumento en la presión en las arterias pulmonares o también llamada hipertensión pulmonar.

Por lo anterior, al existir tal presión el tejido cardíaco colapsa, lo que contribuye a la hipertrofia del ventrículo derecho, así mismo tal y como sucediera con el efecto dominó estas fallas generan otras como la insuficiencia valvular, reflujo sanguíneo al contraerse el ventrículo derecho, causando acumulación de fluido sanguíneo en la aurícula, lo que da pie a la hipertensión en la vena cava, produce congestión en órganos como el hígado y como consecuencia la extravasación de líquidos, cuando las membranas exceden su capacidad de reabsorberlos, es cuando se puede observar los signos clínicos de la ascitis. De acuerdo con Arelza y Hernández(2013), la viscosidad sanguínea hace parte del cuadro clínico de la hipertensión pulmonar, esto se explica porque el corazón es incapaz de hacer circular la sangre a los pulmones, por lo que comienza un proceso de congestión pasiva en la circulación de retorno y como mecanismo compensatorio los niveles de hematocrito aumentan.

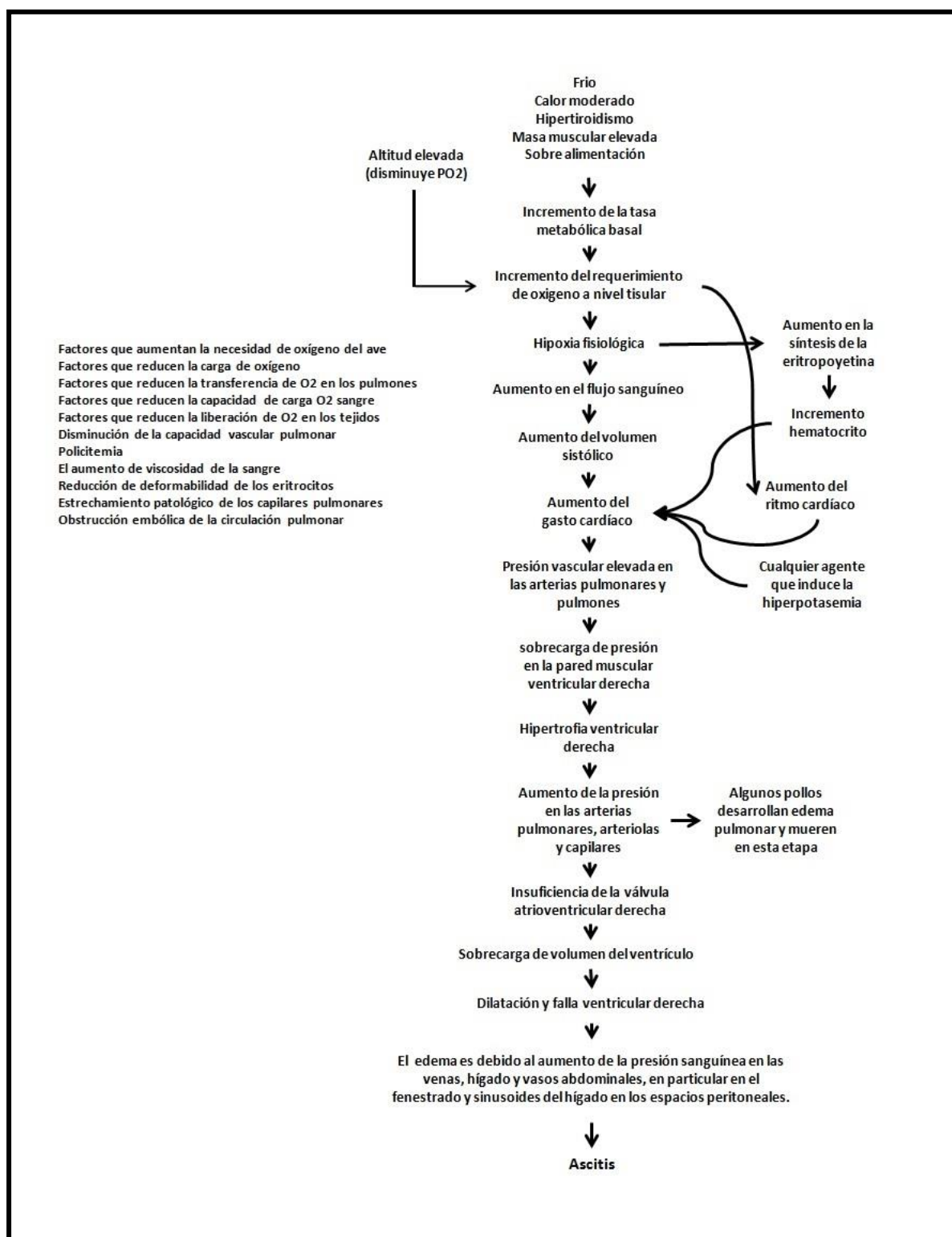


Figura 4. Factores fisiológicos y fisiopatológicos que afectan síndrome ascítico. Fuente: Adaptado de Baghbanzadeh a & E. Decuyper. 2008

A nivel general esta patología presenta alteraciones en la anatomía del ave como

14

las siguientes:

Corazón: Dilatación del ventrículo derecho, flacidez de la pared, se observa corazón redondo, hemorragias focales en el miocardio y en la aorta ateromatosis.

Hígado: Aumento de tamaño, bordes redondeados, congestión, en la etapa terminal se puede producir cirrosis, con un color grisáceo, duro al tacto y con coágulos de fibrina adheridos.

Intestino delgado: Congestionado y sin contenido.

Congestión generalizada y edema subcutáneo.

Lo que conlleva a alteraciones físicas como la cianosis de cresta y barbilla, hipoxia, distensión abdominal, inmovilidad, plumas erizadas y jadeo.

Este síndrome afecta la producción de pollo de engorde a nivel global, manifestándose la mayor mortalidad entre la quinta y séptima semana de vida, debido a esto, para identificar sus causas, los factores que favorecen su desarrollo y los métodos que pueden ser usados para contrarrestar, disminuir o controlar el fuerte impacto que genera en la producción, se han desarrollado múltiples investigaciones aunque actualmente sigue teniendo un efecto negativo en la producción de pollo de engorde, a nivel mundial, en países como México, los porcentajes de mortalidad reportados han estado en 4% y en casos muy graves del 30% (Paasch, 1991).

Monroy y Hernández, 2013, señalan que, hacia el año 1995, en Estados Unidos se reportaron porcentajes de mortalidad por causas de éste síndrome entre 2 y 5%.

Para 1996 en una encuesta mundial se estimó que el 4,7 era el porcentaje de incidencia o presencia de ascitis en pollos de engorde, Nicol, 2013, reporta que se presentaron mortalidades de hasta el 50% de la totalidad de la parvada, aves criadas hasta los 42 días. En el año 1999 Maxwell y Robertson, realizan una encuesta en diversos países, de diferentes continentes, en donde se encuentra que el índice de mortalidad por causa del síndrome ascítico en pollos de engorde esta alrededor del 3,8%.

En países como Brasil se convirtió en un factor determinante debido a un porcentaje importante de decomisos en canal de pollo, para el año 2000 el porcentaje por esta causa estaba en 14,6%.

A la fecha se han realizado como afirmamos anteriormente numerosas investigaciones para de reducir la afectación de esta problemática, que genera pérdidas significativas en los costos de producción, varios autores reportan que estas pérdidas están alrededor del billón de dólares a nivel mundial, estas como muchas otras patologías es considerada un obstáculo para el desarrollo de la producción avícola; por lo tanto se hace necesario seguir buscando alternativas que superen la problemática sobre todo en zonas como la Sabana de Bogotá (2.600 msnm), y así contribuir a reducir costos en la producción.

Para comprender un poco más sobre este síndrome, es necesario realizar una breve revisión sobre la fisiopatología en el ave:

#### **1.4 Factores desencadenantes de síndrome ascítico**

Desde el inicio de las investigaciones de esta patología se creía que su causa era una sola, con el tiempo se pudo comprobar que los factores desencadenantes del síndrome ascítico, son

variados. (López, 1991). Factores tales como los genes, el ambiente, la alimentación, la influencia en los padres o progenitores, la calidad del agua, entre otras, pueden ser principios desencadenantes para la ascitis. 16

La producción del pollo de engorde tiene variables como manejo, que involucra instalaciones, equipos y alimentación. Variables fisiológicas, el ave para su crecimiento, requiere una absorción ideal de nutrientes que a su vez dependen de la granulometría del alimento, de la calidad del alimento y de la integridad del tracto gastrointestinal (TGI), especialmente de la mucosa intestinal donde va ocurrir la absorción de los nutrientes, la correcta relación entre estas variables permitirá un desarrollo económico ideal del pollo. Desde el inicio de las investigaciones de esta patología se creía que su causa era una sola, con el tiempo se pudo comprobar que los factores desencadenantes del síndrome ascítico, son variados. (López, 1991). Factores tales como los genes, el ambiente, la alimentación, la influencia en los padres o progenitores, la calidad del agua, entre otras, pueden ser principios desencadenantes para la ascitis. La producción del pollo de engorde tiene variables como manejo, que involucra instalaciones, equipos y alimentación. Variables fisiológicas, el ave para su crecimiento, requiere una absorción ideal de nutrientes que a su vez dependen de la granulometría del alimento, de la calidad del alimento y de la integridad del tracto gastrointestinal (TGI), especialmente de la mucosa intestinal donde va ocurrir la absorción de los nutrientes, la correcta relación entre estas variables permitirá un desarrollo económico ideal del pollo.



**1.4.1 Factores Genéticos.** En varias investigaciones se ha podido demostrar la 17

relación que tienen los genes como uno de los factores desencadenante para el desarrollo de síndrome ascítico, al desarrollar líneas con mejores respuestas productivas, mejorando la tasa de crecimiento de las aves, en un menor tiempo y con una capacidad mayor de masa muscular, con resultados satisfactorios, pero con el inconveniente que el sistema cardio pulmonar de los animales no resistía tal presión y provocaba fallas multiorgánicas. Baghbanzadeh y Decuypere (2008), señalan que genéticamente el pollo de engorde, específicamente los machos, suelen tener mayor susceptibilidad a desarrollar ascitis, debido quizás a una selección genética extrema, para obtener mejores resultados en conversión alimenticia y/o tasa de crecimiento, exige altas demandas en procesos metabólicos y de oxígeno. “Hay algunos informes acerca de los parámetros genéticos para los rasgos relacionados con ascitis. Demostrando heredabilidades favorables para la acumulación de líquido en la cavidad abdominal y la relación del peso del ventrículo derecho al peso total ventrículo. Sugirieron que la selección basada en estos rasgos, los cuales fueron medidos en condiciones de frío, sería eficaz para reducir la incidencia de ascitis” (Lubritz y cols., p.123 1995, citado por A. Baghbanzadeh & E. Decuypere 2008). “También se han identificado genes asociados con la producción de óxido nítrico, un potente vasodilatador, lo que permitiría disminuir la incidencia de ascitis, sobre la base de que el problema radica en una vasoconstricción”. (Wideman, R., Rhoads, D., Erf, G. y Anthony, N. p.64 2013, citado por Dereser y Betancuort 2015). Así mismo, se ha identificado que no solo los genes están relacionados con la susceptibilidad de ascitis, Dereser y Betancuort (2015) señalan que gracias al mapeo cromosómico se pudo identificar sectores o regiones de cromosomas relacionados con la susceptibilidad a este

síndrome, evaluando líneas genéticas tanto resistentes como susceptibles, en 18 condiciones simuladas de hipoxia, dando como resultado, la asociación de siete ( 7) regiones cromosómicas de las cuales tres (3) de éstas, tienen una correlación más significativa.

Wideman (2000), propone que en los genes también está la respuesta para mejorar la resistencia del síndrome al afirmar que el gen o genes son dominantes, por medio del mejoramiento genético, se debe detectar los individuos susceptibles para lograr un desarrollo en la resistencia al síndrome ascítico. (Wideman, y R.,French,H. p. 396 2000, citado por Wideman, Robert 2001).

Aunque se ha planteado lograr animales mejorados genéticamente para que sean resistentes a la ascitis, las pruebas realizadas en condiciones de frío o en altitudes elevadas, demuestran que esto es posible, pero sacrificando a su vez la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, entre otros, Fernandes do Rosário (2004) indicó que “la obtención de materiales genéticos resistentes a la ascitis implica perjuicio al rendimiento de la producción, un hecho que es difícil para las empresas a desarrollar programas de mejoramiento específicos para la ascitis” . De otro lado Richard Julian (2000), sugiere que “las medidas para reducir el síndrome ascítico tendrán que dirigirse a la causa genética primaria de la insuficiente capacidad de corriente sanguínea del pulmón y de la repartición de oxígeno a los tejidos y a los factores secundarios que incrementan el requerimiento de oxígeno, corriente sanguínea y resistencia a la corriente sanguínea en el pulmón.”

**1.4.2 Peso del pollito al nacer.** Es un factor interesante que puede afectar el desarrollo del TGI y el sistema cardiovascular, tal como lo menciona Cervantes 2010, quien resalta la

importancia del proceso de incubación sobre el desarrollo del sistema cardiovascular y su posible influencia sobre condiciones de campo como el síndrome de muerte súbita y la ascitis. 19

**1.4.3 Factores ambientales.** Para que un animal pueda expresar todo su potencial genético en la producción, es necesario que, en su entorno o ambiente, se encuentre las condiciones ideales. Aunque las casas comerciales indiquen que al momento de realizar el mejoramiento en cualquier situación el ave podrá responder. Para obtener los mejores resultados productivos es necesario también mantener un ambiente ideal para el confort del pollo. Tal como lo mencionan Dresser y Betancourt (2015) “El ambiente no modifica de forma directa la constitución genética del individuo, pero sí determina la extensión con que se expresa”. El ambiente de crianza: es otro factor importante para obtener un desarrollo normal del TGI. Dentro de las variables ambientales están la temperatura, humedad relativa, ventilación, iluminación que pueden afectar el consumo voluntario del pollito y por consiguiente el crecimiento del TGI. El tipo de material de cama como la viruta de madera, cascarilla, arena, bagazo entre otras son materiales que se han estudiado y afectan directamente la salud intestinal del pollo. La densidad de las aves, el tipo de equipos, la iluminación también son factores que influyen en el crecimiento del TGI y por consiguiente en el desempeño productivo de los pollos de engorde.

**1.4.3.1 Altitud.** Baghbanzadeh & Decuypere (2008), indica el efecto de la altitud elevada en las aves, al reducir los niveles en la presión parcial de oxígeno, por lo que sugieren que este además de jugar un papel importante como desencadenante para el desarrollo de ascitis, es un factor casi que obvio. Richard (2000), menciona que

a mayor altitud disminuye la presión parcial de oxígeno, y argumenta 20  
que “a nivel del mar, el oxígeno constituye 20,9% de la atmósfera,  
concluyendo que el porcentaje equivalente de oxígeno cae aproximadamente 1,0%  
por cada 500 m de aumento en altitud”.

Dereser y Betancuort (2015), también afirman que la presión parcial de oxígeno atmosférico disminuye aproximadamente en un 2,5 %, al aumentar cada 1000 m en la altitud, confrontado diferentes investigaciones en diferentes altitudes encontraron “que los animales mantenidos bajo hipoxia hipobárica natural a 2638 msnm mostraron signos de hipertensión pulmonar; concluyeron que este problema fue responsable del 90,6 % de la mortalidad general en machos y del 96,4 % en hembras, cuando se compara con los pollos mantenidos bajo normoxia relativa (equilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno) a 310 msnm”. (Monroy, L. y Hernández, A p.89 2013, citado por Dereser y Betancuort 2015).

**1.4.3.2 Temperatura.** El control de temperatura no solo se requiere para dar confort a los animales y mantener el rendimiento de una producción, también es importante ya que las aves que se encuentren bajo estrés por frío o por calor pueden desarrollar el síndrome ascítico o Hipertensión pulmonar. Baghbanzadeh & Decuyper (2008) mencionan que en producciones cuya geografía se encuentre a bajas temperaturas y mayores alturas se ha demostrado que la incidencia de ascitis se presenta, debido a un mayor requerimiento de oxígeno que a su vez es provocado por el aumento de la tasa metabólica, lo que conlleva a un incremento en hipertensión pulmonar. Se ha reportado que las bajas temperaturas están también relacionadas con el índice cardiaco y este a su vez desencadena en ascitis, Dereser y Betancuort (2015) señalan que “el índice cardiaco, definido por la relación entre la masa ventricular derecha y la masa ventricular

total, en aves normales es menor a 25 %; mientras que en aquellas que sufren de ascitis puede ser de 30 a 40 %". Cuando se habla de temperatura y ascitis se relaciona con condiciones de bajas temperaturas, pero hay casos como el que reporta Paredes (2010), en un estudio realizado en zonas templadas, donde se proporcionó calor artificial hasta la tercera semana, dio como resultado un porcentaje del 50% por Síndrome ascítico. 21

**1.4.3.3 Ventilación.** Richard Julian (2000), menciona que los niveles de amoníaco presentes en las producciones avícolas no tienen o no se ha demostrado aún una relación con el aumento de síndrome ascítico, pero si la relación con la inhalación de endotoxinas que pueden desencadenar en la manifestación de SA. Baghbanzadeh & Decuyper (2008) afirman que la escasa ventilación en el galpón, puede causar bajos niveles de oxígeno en el ambiente, así como presencia alta de gases tóxicos como monóxido de carbono o dióxido de carbono los cuales pueden tener efectos perjudiciales sobre los sistemas respiratorios o cardiovasculares de aves y de esta manera provocar el desarrollo de ascitis aviar. Una adecuada ventilación permite mantener a las aves en estado de confort, disponibilidad adecuada de oxígeno y eliminación de olores, humedad y presencia de partículas de polvo, se han reportado sistemas que permiten mejorar significativamente la ventilación del galpón como lo menciona Dereser y Betancourt (2015) con la ventilación por presión positiva "es un sistema que consiste en la entrada de aire por inyección a alta velocidad. Esto genera corrientes de aire que llegan a las aves más lentamente y se distribuyen de manera uniforme en todo el galpón. Se ha reportado que este sistema disminuye la mortalidad total por ascitis y asimismo mejora el rendimiento de las aves en cuanto a conversión alimenticia, ganancia de peso (g), peso promedio final (kg), índice de productividad y kilogramos por metro cuadrado".

**1.4.4. Alimento.** Representa uno de los factores exógenos más importantes porque el

22

alimento es justamente el estímulo necesario para impulsar el crecimiento del TGI, por eso, cualquier problema que tenga el alimento influye directamente en la absorción de nutrientes, por lo tanto, es necesario considerar los siguientes aspectos:

**1.4.4.1 Forma física del alimento.** En general, la forma física del alimento, harina o “pellets”, interviene en el desarrollo del TGI; los alimentos en forma de “pellets”, tienen la ventaja de disminuir el tiempo de consumo y el ahorro de energía metabolizable; así, alimentos en diferentes tipos de “pellets”, como los “crumbles”, son ideales para los alimentos iniciales. En términos fisiológicos, los alimentos más densos estimulan mejor el crecimiento del TGI, mientras el volumen sea menor. (Fernández, e. 2002). En un trabajo de investigación utilizando pellet y minipellet en pollos de engorde, se determinó un mejor crecimiento de los pollos y hubo un crecimiento más alto en las vellosidades en duodeno, yeyuno e íleon al utilizar el minipellet. López, 2010 comentó que la longitud de las vellosidades intestinales aumenta cuando se utilizan alimentos en harina, pero disminuyen en número, mientras que cuando se utiliza pellet disminuye el tamaño de la vellosidad, pero se aumenta el número, también cualquier restricción en el consumo de agua afecta el crecimiento de las vellosidades en desarrollo. La mayoría de los pollos de engorda se alimenta con una dieta tipo migaja en el iniciador seguido de pellets en las etapas de crecimiento y finalización. La calidad de los pellets es importante para optimizar el consumo de alimento. Por lo tanto, la mayoría de los productores de alimento ponen mucho esfuerzo en alcanzar la máxima calidad del pellet. Un factor de importancia para lograr la calidad del pellet es la fineza de los ingredientes de la dieta. Al moler finamente los ingredientes (tamaño de criba < 2 mm) se apoyará una buena calidad de pellet y se estimula el máximo

consumo de alimento y varios resultados confirman una mejora en la eficiencia alimenticia al permitir al ave consumir su alimento en menos tiempo. 23

El tamaño de la partícula también es importante con respecto a la tasa de paso del alimento a través del tracto intestinal. La molleja juega un papel importante en el control de la tasa de paso. La molleja es el órgano del ave que sirve para moler partículas gruesas hasta que son lo suficientemente finas para pasar al duodeno. Esto significa que cuando una dieta se compone solamente de partículas finas la dieta permanece relativamente poco en la molleja y se mueve rápidamente al duodeno (Lott, 1989). La consecuencia es que la pre-digestión de los nutrientes, como la proteína, en la molleja es limitada. Más aún, la función de la barrera del pH de la molleja que elimina bacterias dañinas que entran al ave por el pico también es menos efectiva. Además, más alimento entra al duodeno al mismo tiempo, sobrecargando al duodeno lo que impacta negativamente la capacidad buffer (amortiguador) del quimo, que tendrá un pH menos apropiado para maximizar la eficiencia de las enzimas pancreáticas. En conclusión, las dietas finamente molidas afectan la molleja y la función del intestino y consecuentemente aumentan el riesgo de una integridad intestinal reducida en la parte más baja del tracto intestinal. La investigación ha demostrado que al proveer una dieta con partículas más gruesas aumenta la función de la molleja (Langhout et al., 2002, Svihus et al., 2005).

**1.4.4.2 Niveles de energía metabolizable.** Es otro factor bastante discutido y hasta controvertido. En general, los niveles de energía metabolizable muchas veces son obtenidos con el uso de grasas o aceites, y el pollito en la primera semana de edad es capaz de aceptar un nivel más alto de energía metabolizable obtenido con aceite o grasas. Las grasas constituyen una fuente

concentrada de energía, de manera que variaciones relativamente pequeñas en sus 24

niveles de inclusión puede tener efectos significativos en la EM de la dieta.

Independientemente de consideraciones económicas o nutricionales, todas las dietas requieren la adición mínima de 1% de grasa con el fin de asegurar niveles adecuados de ácido linoleico, mejorar la palatabilidad y hacerlas menos pulverulentas. Las grasas más utilizadas para la formulación de alimentos para aves son los aceites especialmente el de soya y palma, teniendo en cuenta que el aceite de soya tiene un valor energético más alto que el de palma. Los niveles recomendados de energía metabolizable para pollos de engorde de acuerdo a la NRC son de 3050 kilocalorías para iniciación, 3150 levante y 3200 para la etapa de engorde.

**1.4.4.3 Proteína.** Las aves modernas pueden utilizar altos niveles de aminoácidos en la dieta para lograr producciones altas de carne en pechuga (Langhout y Wijtten, 2004). El aumento en el nivel de proteína en la fase de iniciación resulta en un mejor desempeño de las aves al final del período de crecimiento, siempre y cuando se satisfagan los requerimientos de aminoácidos y se presente un equilibrio entre ellos. Esta habilidad para utilizar altos niveles de aminoácidos ha resultado en un aumento gradual en los niveles de proteína en las dietas de los pollos de engorda, particularmente en las primeras semanas de vida. Dependiendo de las fuentes de proteína utilizadas, aproximadamente 15 - 20% de la proteína en la dieta es indigestible en los ingredientes convencionales. Varios estudios han demostrado que un aumento en la proteína indigestible tiene un efecto negativo en el desempeño del pollo de engorda. (De Lange et al., 2003). El efecto negativo de niveles altos de proteína en la dieta se ha asociado con un mayor flujo de proteína a secciones posteriores del tracto gastrointestinal y un mayor crecimiento de bacterias proteolíticas, como lo demostró Drew y col. (2004), quien observó un incremento significativo en la población de *Clostridium perfringens* tanto en íleon como en Ciegos de pollos



alimentados con niveles altos de proteína, considerando dos fuentes diferentes, 25  
comparados con una dieta con un nivel de proteína utilizado en la práctica.

**1.4.4.4 Nutrición temprana.** El proceso de alistamiento del pollito (sexaje, vacunación, empaque y traslados) toma unas 24 horas; permaneciendo sin recibir nutrientes durante un período crítico de su desarrollo, cuando la capacidad de crecer, en términos de velocidad de crecimiento es máxima. El suministro de un producto que proporcione los nutrientes necesarios para los pollos recién nacidos, durante las primeras 48 a 72 horas, ayudará de una manera práctica a solucionar este inconveniente (Knight, et al, 1998), resultando en una variedad de efectos positivos, tales como la reducción de la deshidratación, una rápida reabsorción del saco vitelino (Noy et al, 1996), estimulación del desarrollo del hígado, páncreas e intestino, incluyendo un aumento de la longitud de la vellosidad intestinal (Uni Z, et al, 1997) y un mayor desarrollo del sistema inmunitario al estimular la proliferación de las células en la bursa, facilitando el rápido desarrollo de la inmunidad humoral (Dibner JJ, et al, 1998). Esto tiene como resultado una mejor utilización de los nutrientes, mejor conversión alimenticia, mayor ganancia de peso corporal, mejoramiento en la producción de pechuga, reducción en la mortalidad, aumento de la viabilidad.

## **1.5 Métodos de control del alimento**

Los programas de alimentación que se ha manejado para aprovechar ese potencial genético ha sido ad libitum, pero en aras de reducir los índices de mortalidad se ha optado por usar

programas de alimentación que permitan ralentizar el crecimiento del ave durante el ciclo de producción, dichos programas han demostrado tener una respuesta positiva para reducir la incidencia de ascitis en la parvada. Estos tienen principalmente dos formas en las que se puedan manejar o aplicar, una de ellas es el suministrar una dieta de baja densidad o con restricción cualitativa y la otra forma de efectuar es disminuyendo el consumo de la ración o una restricción cuantitativa. Revidatti y cols (2010), señalan que "el objetivo es instaurar una etapa controlada de subnutrición con la cual la velocidad de crecimiento disminuye, aumentando las posibilidades de lograr un desarrollo más armónico de los distintos tejidos corporales" .

**1.5.1 Restricción alimenticia.** López S., (2012), describe varias formas con las cuales se puede manejar la restricción alimenticia en los pollos de engorde, algunas; como menor densidad de la dieta, en donde se utiliza un alimento con menor cantidad de proteína y energía en la fase de iniciación y se refuerza en la fase de engorde para recuperar el peso que se controló con el de iniciación. La restricción en el tiempo de acceso del alimento, es otra de las formas para ser aplicada. La restricción de alimento con periodo de crecimiento compensatorio o cuantitativa; consiste en suministrar las restricciones definidas durante una parte de la etapa de engorde y al finalizar se dejan aproximadamente dos semanas con alimento a voluntad para que se dé espacio a nivelar o compensar el peso adecuado al terminar la fase de engorde. El objetivo de la restricción es reducir la mortalidad, disminuyendo los problemas metabólicos y mejorando la conversión alimenticia. La restricción alimenticia cualitativa o cuantitativa puede ser una

alternativa para la reducción de los problemas relacionados con las altas tasas de crecimiento de los pollos de engorde. (Leeson, 1996). De acuerdo con varios autores al aplicar la restricción alimenticia con crecimiento compensatorio permite mejorar la curva de crecimiento y un desarrollo adecuado con la capacidad cardiovascular pulmonar. 27

**1.5.2 Efecto de la restricción en parámetros productivos.** De acuerdo con resultados obtenidos, Paguay y Parra (2016), afirman la favorabilidad en la respuesta productiva al aplicar programas de restricción de alimento en condiciones de altitud elevadas, al disminuir mortalidad y presencia de síndrome ascítico, crecimiento compensatorio, ganancias de peso y conversión alimenticia comparados con resultados de animales que se alimentaron a voluntad, obtuvieron también mejores resultados en rendimiento en canal y pechuga, superando en dicho experimento, los estándares de la casa comercial.

En otro estudio realizado también Ecuador, con la línea Ross 308, a 2100 msnm, Loaysa (2013) recomienda la aplicación de restricción del alimento, bajo las condiciones mencionadas, dado que, en el experimento realizado, se aplicaron dos porcentajes, el 5% y el 10%, el que obtuvo una mejor respuesta, tanto en ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad como factor económico.

De otra parte, en un estudio efectuado aquí en Colombia a 1550 msnm, con una restricción del 20%, se evaluó el efecto de la restricción alimenticia sobre el crecimiento en el pollo de engorde, Ortega y cols. 2013, encontraron que las respuestas productivas en cuanto a

ganancia de peso, obtuvieron una diferencia del 4.6% superior en comparación con los animales alimentados a voluntad, también se obtuvo mejor conversión y eficiencia alimenticia, aunque no fue estadísticamente significativa. El Porcentaje de mortalidad también fue mejor al no presentarse mortalidad en los animales con restricción.

Suarez y cols., 2004, señalan que la restricción del alimento tiene efectos parcialmente positivos en peso vivo, eficiencia alimenticia, rendimiento en canal, costos entre otros, ya que puede variar con los tiempos de restricción a los que son sometidas las aves. Tal como lo menciona Revadetti y cols 2010, quienes afirman que el crecimiento compensatorio, dependerá más del momento y la duración de la fase de restricción, que del porcentaje de restricción aplicado. Por su parte Gómez J. 2006, “Las restricciones alimenticias aplicadas al pollo de engorda son un paliativo para reducir la incidencia del síndrome ascítico; en el entendido, de que no todas las formas de restricción resultan económicas para el productor”.

### **1.5.3 Efecto de la restricción alimenticia en el tracto gastrointestinal (TGI) del pollo.**

Katanbaf 1989, señala que la alimentación restringida aumentó los pesos relativos, las longitudes de los segmentos del tracto gastrointestinal y el páncreas, y disminuyó los pesos relativos de depósito de grasa abdominal y los contenidos de lípidos del hígado.

En investigaciones sobre restricción alimenticia en pollos de engorde, Jaramillo 2011, reporta que el peso corporal de los órganos digestivos, tienden a ser más pesados en las aves restringidas que en las que se encuentran con acceso libre al alimento. Estos pesos suelen ser

menores al finalizar el periodo de restricción y generalmente sin observar diferencias 29

significativas en comparación de aves alimentadas a voluntad.

Leenstra 1986, indica que, en los pollos de engorde, el hígado es el sitio principal de la producción de lípidos, considerando el tejido graso, especialmente en el abdomen, sitio principal para el almacenamiento de grasa.

López y cols. 2014, afirman que los pollos sometidos a restricción de consumo de alimento presentan varias alteraciones, entre las que se encuentran la adaptación del peso relativo de los órganos gastrointestinales, con un aumento del tamaño y capacidad de almacenamiento de alimento, como es el caso de la molleja y el buche; disminución del proventrículo y páncreas, aumento del intestino delgado y reducción del rendimiento de la pechuga en la canal; así como cambios en la morfología de los enterocitos, e incluso en la modificación en las actividades enzimáticas principalmente aquellas que actúan sobre las proteínas y un aumento del tránsito a través del tracto gastro-intestinal cuando las aves están bajo un programa de restricción de alimento; asociado al incremento de consumo de agua.

Jaramillo 2011, afirma que el peso de un órgano y sus funciones correspondientes están correlacionadas con el peso corporal, por lo tanto, se pueden establecer funciones con relación al peso corporal y al peso del órgano. Cualquier incremento en el tamaño corporal de un ser vivo o de sus componentes, requiere de cambios en la forma o en sus proporciones, con el objeto de permanecer de la manera más eficiente para realizar sus funciones. Sin embargo, un aumento en el tamaño significa un descenso en la relación área/volumen, la cual puede ser compensada por: Un aumento diferencial de las superficies por mayor complejidad de las estructuras (ramas).

dentro del volumen.

La respuesta del TGI a la restricción alimenticia puede variar de acuerdo al tipo de restricción y la magnitud de las respuestas, puede estar relacionada a la intensidad de dicha restricción (Palo y col., 1995).

Los componentes del TGI responden más rápido a la realimentación que el resto del cuerpo, pero esto no implica compensación en el peso corporal. Los órganos de oferta, como el TGI, de las aves restringidas deben compensar y eventualmente exceder a los órganos de oferta de las aves alimentadas a voluntad, antes de que el peso corporal total pueda llegar a compensar (Palo y col., 1995).

El fenómeno del crecimiento compensatorio en pollos de engorde es complejo, están involucrados aspectos fisiológicos, nutricionales, metabólicos y endocrinos, que no han sido comprendidos claramente. Igualmente, el papel del TGI como un sistema de oferta no ha sido investigado extensivamente en estudios de restricción alimenticia con pollos de engorde. El TGI tiene un papel importante en el soporte del crecimiento durante el periodo temprano de pos eclosión y limitaciones en la repartición de energía para el crecimiento del TGI puede limitar la disponibilidad de energía para el crecimiento (Scott y cols., 1991). Además, estos investigadores no encontraron diferencias en el peso absoluto de los componentes del tracto digestivo, pero si un aumento transitorio en el peso de los componentes del TGI y una mejora en la eficiencia alimenticia. Es así, como la restricción temprana ha mostrado promover el crecimiento de los órganos internos en relación al peso corporal, en especial el hígado a los 35 días de edad (Jones y Cumming, 1993, citado por Jones 1995). Palo y colaboradores (1992), notaron importantes

cambios en el peso relativo del proventrículo, la molleja, el yeyuno, el íleon, el páncreas y el hígado. 31

Zubair y Leeson (1994) sostienen que, durante la restricción alimenticia, el peso de los órganos digestivos, expresado como porcentaje del peso corporal, son generalmente más pesados en los pollos restringidos que en los alimentados a voluntad, mientras Palo y col. (1995), encontraron que estos pesos son significativamente menores al final del periodo de restricción, pero no observaron diferencias a los 42 días de edad con el peso de los órganos de aves no restringidas. Macari, et al., (2002), encontró disminuciones en el peso relativo del intestino delgado y páncreas a los siete días con dietas restringidas.

### **1.6 Resistencia o susceptibilidad al síndrome ascítico en algunas estirpes en pollos de**

**engorde.** En Colombia se ha buscado la relación del síndrome ascítico con la resistencia o susceptibilidad en algunas estirpes de pollo de engorde, en 1982 Hernández A., como resultado de sus investigaciones con tres razas como la Cobb, Hubbard y Arbor Acres, encontró diferencias significativas en cuanto a altitud sobre el nivel del mar, pero en cuanto a razas no halló diferencias significativas que señalaran dicha relación. Para el año 2005 Gonzales L., hace una investigación con las líneas comerciales Cobb 500 y Ross 308, hasta los 24 días de edad, con control de temperatura a una altitud de 2638 msnm, obteniendo como resultado 17.03% para el Cobb y 15.37% de mortalidad por ascitis, en otro experimento realizado pero sin control de temperatura obtuvo porcentajes de mortalidad por SA, de 23.87% para Cobb y 26.12% para Ross. López 2007, realiza una investigación entre dos de las líneas de mayor predominancia en Colombia, en la cual se observó “una correlación muy marcada en cuanto a la prevalencia de cuadros de ascitis en estas dos razas, predominando el Cobb sobre Ross por

mucho margen en la manifestación de esta sintomatología”. Hernández y Vásquez en 2011 realizan una nueva investigación en la línea Cobb Vantress 500, a la misma altitud, los resultados de porcentajes de mortalidad asociados con hipertensión arterial pulmonar que desencadena en ascitis, con un rango entre el 18.92 al 38.88%, mucho mayores que el obtenido por Gonzales L. Hasta la fecha no se han encontrado resultados significativos que profieran la resistencia o susceptibilidad al SA, por lo que además de la estirpe o genética también es asociado a variables que influyen en la presentación de esta patología.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 Materiales.**

- 180 pollitos de 1 día
- 18 cubículos en madera con cerramiento en malla para galpón de 1 m<sup>2</sup>
- Viruta de madera
- 1 pipeta de gas propano
- Dos criadoras para aves
- Alimento de iniciación y engorde comercial marca Solla
- 18 comederos para aves
- 18 bebederos para aves
- 1 rollo de propileno para el encierro de los cubículos
- 1 rollo de plástico para protección de bajas temperaturas
- 180 vacunas marek
- 18 jeringas para toma de muestras de laboratorio
- Termómetro ambiental
- Balanza para pesaje de alimento
- Balanza analítica para pesaje de órganos
- Equipo de disección
- Guantes estériles
- Tapa bocas
- Overoles
- Botas



**2.2.1 Ubicación.** La fase experimental de este estudio se desarrolló a la altura de la Sabana de Bogotá (2.652 msnm), en el Centro de Biotecnología Agropecuaria – SENA ubicada en la vereda San José, municipio de Mosquera, departamento de Cundinamarca, en la cordillera oriental al oeste de Bogotá, esta finca cuenta con 97,4 Hectáreas, en la cual se desarrollan actividades investigativas, en diversas áreas como bovinos, caprinos, cunicultura, y la unidad en la que se desarrolló esta investigación, avicultura. La temperatura Promedio se encuentra entre los 8 a 14 °C, con una Humedad Relativa 82,53%.

**2.2.2 Población muestra.** Se utilizaron un total de 180 pollos de engorde, machos de un día así: 90 pollos de la línea genética Avian Coob 48 y 90 pollos de la línea Ross, distribuidos en cuatro cubículos de 1 m<sup>2</sup> de a 45 animales por cubículo, separados por línea genética durante la primera semana; posteriormente se tomaron grupos de 10 animales y se establecieron en 18 cubículos de 1m<sup>2</sup> cada uno, la temperatura se controló con criadoras a gas en encerramiento en poli-sombra y plástico transparente y 1 bombillo 24 horas por cada cuatro cubículos para mantener una temperatura constante de 30°C aproximadamente hasta la semana tres, comederos y bebederos para los primeros días y comederos tolva y de campana para las últimas tres semanas.

Cada uno de los cubículos fue identificado con el nombre del tratamiento según la restricción y raza genética. Se utilizó concentrado comercial Solla iniciación hasta la tercera semana etapa importante en el desarrollo del ave, ya que se desarrolla el sistema digestivo, sistema inmune, corazón e hígado, además prepara al pollito para recibir alimento de engorde; la consistencia del alimento es pellet partido, el cual contiene Proteína 24%, Grasa 3.50%, Fibra

3%, Cenizas 7%, Humedad 13% y a partir de la cuarta hasta la séptima semana 34  
concentrado de engorde en presentación de pellet entero con Proteína 19%, Grasa  
2.50%, Fibra 5%, Cenizas 8%, Humedad 13%, necesario para el desarrollo muscular.

Iluminación: Para la primera semana se utilizó luz las 24 horas, a partir de la segunda semana luz día hasta la finalización del ciclo productivo.

Se pesaron el primer día y cada 7 días hasta la semana 7, se sacrificó un animal de cada grupo la primera, tercera, quinta y séptima semana para el registro de peso del corazón, hígado, páncreas, molleja e intestino delgado.

Los pollitos fueron suministrados por avícola Sanmarino con vacunas contra Marek + Gumboro, Newcastle + Bronquitis y nuevamente vacunados a los 11 días contra Newcastle y bronquitis por vía ocular utilizando la sota de Newcastle del laboratorio LAVERLAM.

### **2.3 Metodología.**

Para este ensayo se utilizaron dos restricciones a partir de los consumos por semana de la Línea genética Avian Cobb 48, que es una de las líneas que se evalúan y estas se aplicaron para las dos líneas genéticas (Ross 308 y Avian Cobb 48) así:

**Control:** En este tratamiento el consumo es a voluntad, con 3 repeticiones por cada línea genética.

**Restricción 1:** 10, 15 y 20 % en la segunda, tercera y cuarta semana respectivamente, tratamientos con tres repeticiones para cada una de las líneas genéticas. Estas restricciones corresponden a 291 g., 522 g y 681 g. por pollo y por semana.

**Restricción 2:** 10, 20 y 30 % en la semana segunda, tercera y cuarta, tratamiento con tres repeticiones para cada una de las líneas genéticas. Estas restricciones corresponden a 291 g., 497 g y 596 g. por pollo y por semana.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

35

- Tratamiento control consumo a voluntad durante toda la fase experimental para la línea Ross 308. (T0 Rs)
- Tratamiento control consumo a voluntad durante toda la fase experimental para la línea Avian Cobb 48 (T0 Cb)
- Tratamiento Restricción alimenticia 1, para la línea Ross 308 en las semanas segunda, tercera y cuarta de edad. (T1 Rs)
- Tratamiento Restricción alimenticia 1, para la línea Avian Cobb 48 en las semanas segunda, tercera y cuarta de edad. (T1 Cb)
- Tratamiento Restricción alimenticia 2, para la línea Ross 308 en las semanas segunda, tercera y cuarta de edad. (T2 Rs)
- Tratamiento Restricción alimenticia 2, para la línea Avian Cobb 48 en las semanas segunda, tercera y cuarta de edad. (T2 Cb)

Las dos restricciones alimenticias que se evaluaron parten de los resultados que se han obtenido con pollos en el SENA.

Por lo tanto las restricciones son cuantitativas tomando como base los cuadros de consumos establecidos por algunas Líneas genéticas comerciales.

Se realizan las restricciones durante la segunda, tercera y cuarta semana, y a voluntad la primera, quinta, sexta y séptima semana. Normalmente los consumos de alimento de los cuadros utilizados aquí en Colombia son más bajas a partir de la tercera semana y hasta la finalización comparadas con los manuales de las líneas genéticas como la Ross y Cobb

Se evalúan a los animales hasta la séptima semana para de determinar si hubo crecimiento compensatorio.

Por lo tanto, en el siguiente cuadro se realizó un resumen de los consumos por semana para la semana dos, tres y cuatro de pollos AVIAN COBB machos, pollos PRONAVICOLA (mixtos) empresa Colombiana, CONCENTRADOS SOLLA

TIPO	CONSUMO SEGUNDA SEMANA (g/semana)	CONSUMO TERCERA SEMANA (g/semana)	CONSUMO CUARTA SEMANA (g/semana)
<b>MANUAL</b>			
<b>AVIAN COBB 48 (machos)</b>	324	615	947
<b>PRONAVICOLA (machos y hembras)</b>	323	542	785
<b>SOLLA (restringida)</b>	282	443	665

Tabla 5. Restricción recomendada para clima frío, Colombia. Fuente: Jaramillo A., 2010

Descripción del tratamiento	Abreviatura
<b>Tratamiento Control</b>	T0
<b>Tratamiento 1</b>	T1
<b>Tratamiento 2</b>	T2
<b>Línea Avian Cobb 48</b>	Cb
<b>Línea Ross 308</b>	Rs

Tabla 6. Abreviaturas de la descripción de tratamientos.

Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016

## **2.4 Variables evaluadas.**

37

**2.4.1 Productivas.** Consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso, mortalidad total, mortalidad por ascitis, rendimiento en canal.

**2.4.2 Económicas.** Ingresos, relación costo beneficio.

**2.4.3 Sanguíneas.** Hematocrito (tomadas a la séptima semana de vida).

**2.4.4 Otras.** Peso relativo de corazón, hígado, molleja, intestino delgado y páncreas de las aves sacrificadas durante la primera, tercera y quinta semana.

**2.5 Evaluación estadística y diseño experimental.** El diseño experimental aplicado fue un ANAVA en un diseño factorial 2 x 3, en dos líneas genéticas por tres tratamientos, con tres repeticiones cada una, completamente al azar. Para determinar diferencias entre tratamientos se aplicó la prueba de Duncan. Para el análisis estadístico se utilizó el programa infostat, versión 2008.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Consumo alimento**

Los consumos de alimento a voluntad fueron evaluados diariamente pesando el sobrante al final del día y pesando los consumos fijos por pollo, por restricción y por línea genética (en ningún momento sobró alimento con las restricciones aplicadas).

**3.1.1 Consumo fase iniciación g/día.** En las siguientes tablas se muestran los consumos reales a voluntad durante la fase de iniciación y por semanas, calculando las restricciones reales obtenidas con respecto a los tratamientos a voluntad en cada línea genética: 38

Tratamiento	Cb	% Restricción	Rs	% Restricción
	(g/pollo)	vs. A voluntad	(g/pollo)	vs. A voluntad
T0 (A voluntad)	1954		2066	
T1 ( Restricción 1)	1496	23,43%	1496	27,58%
T2 ( Restricción 2)	1385	29,11%	1385	32,96%

Tabla 7. Consumos acumulados fase de iniciación en cada tratamiento y la restricción correspondiente. Fuente: Jaramillo A. 2016

	Línea	Segunda	% Restricción	Tercera	% Restricción	Cuarta	% Restricción
	Genetica	Semana	vs. A voluntad	Semana	vs. A voluntad	Semana	vs. A voluntad
		(g/pollo)		(g/pollo)		(g/pollo)	
T0	Rs	361		798		906	
	Cb	345		714		887	
T1	Rs	291	19,39%	522	34,58%	681	24,83%
	Cb	291	15,65%	522	26,89%	681	23,22%
T2	Rs	291	19,39%	497	37,71%	596	34,21%
	Cb	291	15,65%	497	30,39%	596	32,80%

Tabla 8 Consumos por semana a voluntad y restringidos, con el porcentaje correspondiente de restricción con respecto a voluntad para cada línea genética. Fuente: Jaramillo A. 2016.

De acuerdo a los resultados anteriores las restricciones reales fueron más altas en la línea Ross con respecto a la Cobb. para los consumos totales por pollo durante la fase de iniciación hasta la cuarta semana los consumos de la restricción 1 de la línea Ross fueron superiores en 4,15% con respecto a la Cobb y con la restricción 2 fueron de 3,81%. En la tabla se muestra las restricciones para las semanas segunda, tercera y cuarta donde se aplicó la restricción para las dos

líneas siendo más pronunciadas para la tercera semana de vida de las aves tanto para la restricción 1 como la restricción 2, con diferencias del 7,69% y 7,32% respectivamente.

Las menores diferencias en la restricción real con respecto a voluntad se presentaron para la cuarta semana para las dos restricciones con 1,61% y 1,41%.

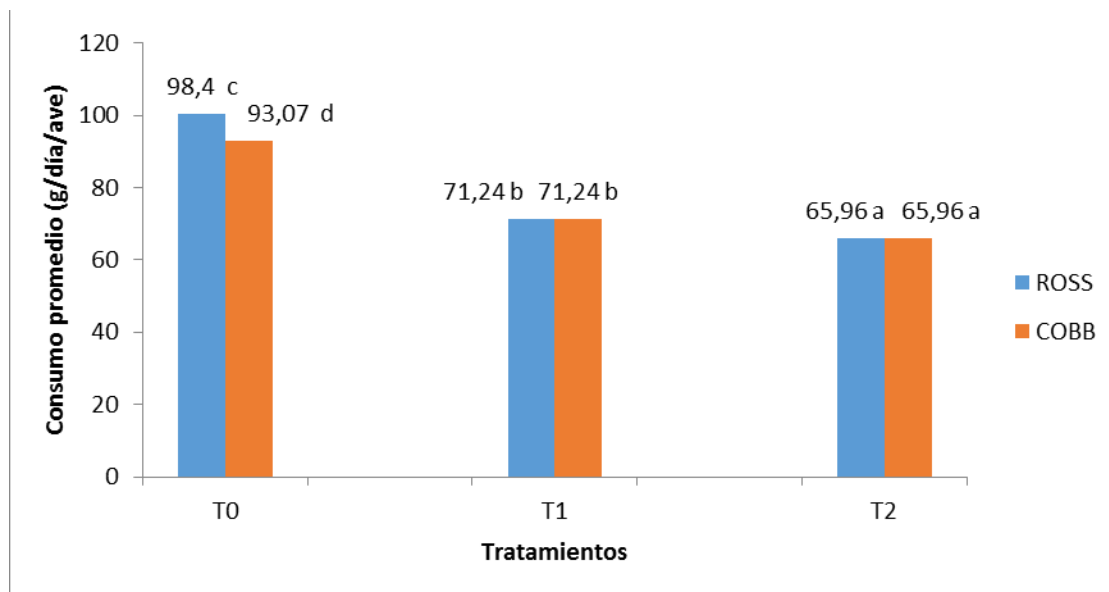


Figura 5. Consumo promedio fase iniciación (g/día). Fuente: Piraquive A, Rodriguez E. (2016)

De acuerdo al ANAVA para la fase de iniciación, hubo diferencias altamente significativas entre las dos restricciones comparada con alimentación a voluntad con 98,4 g /ave/día y 93,07 g respectivamente para la línea Ross y Cobb; esto corresponde a un porcentaje de 5,41% superior en la línea Ross.

En cuanto a los tratamientos T1 y T2 como se utilizaron las restricciones respectivas no hubo diferencia entre las dos estirpes, pero si entre los dos tipos de restricción con una diferencia de 7.41% correspondiente a la restricción más fuerte que fue el tratamiento 2.

Los consumos a voluntad para las cuatro semanas en las dos estirpes fueron superiores en las dos líneas comparadas con los manuales respectivos (Ross 308, 2014, Avian Cobb 2013). En el avian cobb del manual los consumos promedios por día fueron de 74,39 g/ave/día frente a 93,07 g/ave/día de esta investigación; y para línea Ross de 79,07 g/ave/día frente a 98,4 g/ave/día equivalente a 20,07% y 19.64% respectivamente. Los consumos fueron superiores en este estudio posiblemente por las bajas temperaturas asociadas a que se encontraban a temperaturas muy bajas entre 8 y 14°C y una altitud superior a los 2500 msnm; es decir que el gasto metabólico en estas condiciones es mayor para poder mantener la temperatura y el buen funcionamiento del aparato cardiovascular. 40

Se debe tener en cuenta que las restricciones iniciales calculadas se determinaron a partir de los consumos estipulados en la tabla avian cobb 48, pero como los consumos en el tratamiento control fueron a voluntad; las restricciones reales comparadas con el consumo promedio a voluntad obtenido en las dos líneas genéticas fueron: Voluntad Ross en comparación a la restricción 1 fue de 27,60%, y con la restricción 2 de 32,96%. Para el caso de la Cobb fue de 23,45% y 29,12% respectivamente para esta fase.



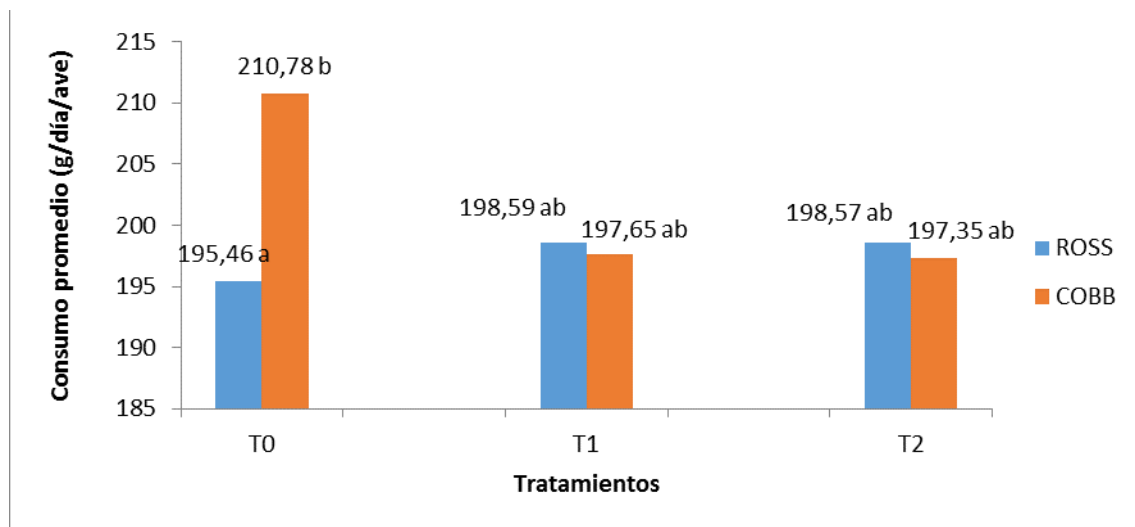


Figura 6. Consumo promedio fase engorde g/día. Fuentes: Piraquive A. y Rodriguez E. 2016

No hubo diferencias estadísticas en la aplicación de los tres tratamientos pero si hubo diferencias en los consumos a voluntad para la línea Ross y Cobb. Los consumos promedio por día para las tres últimas semanas fueron 195,46 g/ave/día para la Ross y 210,78 g/ave/día para la Cobb. Estos consumos promedios se invirtieron para esta fase comparada con la fase de iniciación. Los consumos de alimento promedio por ave de los dos tipos de restricción y línea genéticas aumentaron su consumo de manera significativa comparada con los sometidos a voluntad, dado a que estas aves se encontraban restringidas, lo que indica la voracidad de estas líneas genéticas una vez que se les haya restringido el alimento durante tres semanas como se hizo en este experimento.

Los consumos a voluntad para las tres últimas semanas en el manual Ross fueron de 216,80 g/ave/días y 217,19 g/ave/día para la línea Avian cobb, siendo muy similares a las obtenidas en este ensayo, con una variación en la cobb 9,84% y en las Ross solamente de 2,95%.

### 3.1.3 Consumo promedio total periodo

En el consumo promedio durante todo el periodo experimental no presentó diferencias estadísticas para los dos tipos de restricción y línea genéticas. Sin embargo se presentó diferencias estadísticas para los consumos a voluntad comparadas con la restricción 1 equivalente a 8,17% menor en línea Ross y 11,50% en la línea Cobb. Y con la restricción 2 se obtuvo 9,98% en la línea Ross y 13,34% para la línea Cobb. Estos resultados indican que en la restricción 1 los pollos consumieron más alimento que en la restricción 2 que fue la más profunda, lo que indica nuevamente la alta voracidad genética que tienen estas aves al someterlas a programas de restricción.

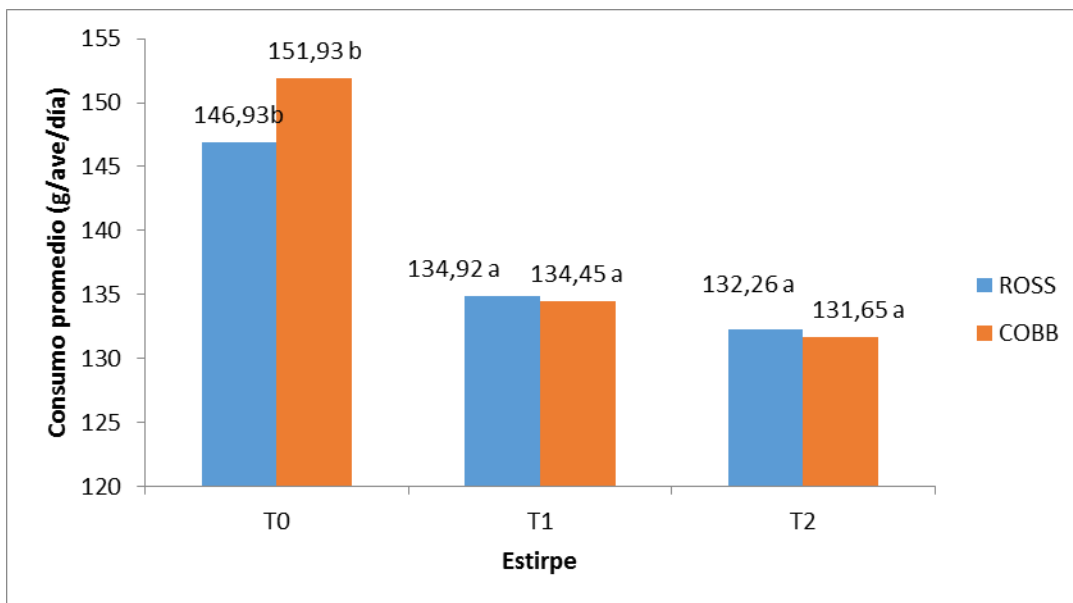


Figura 7. Consumo promedio total periodo g/día. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016

Salinas y cols., 2004 encontraron diferencias estadísticas en el consumo total en pollos de engorde durante un período de 8 semanas de 6,28% menos en los restringidos en comparación a voluntad, utilizando un 25% de restricción alimenticia durante la semana 2 y 3 de vida de los pollos. Mientras que Retes et al., 2014, utilizando pollos Arbor Acres x Ross en machos y

hembras, con una restricción del 5% y 10% en comparación a voluntad para los días 11 a 28, encontraron unas diferencias durante todo el período experimental (32 días) de 11,07% con la restricción del 5% y de 10,85% con la restricción del 10% en comparación a los de voluntad, resultados similares a los obtenidos en esta investigación.

Suárez y Rubio (1998), quienes aplicaron restricciones de 20 y 30 % del día 21 al 35 de edad y encontraron que el consumo de alimento en el período posterior inmediato a la restricción, aumentó significativamente, concordando con los resultados los del presente estudio.

Los resultados obtenidos en esta investigación para el consumo promedio fueron de 5.599 kg, por encima del reportado por Loaysa (2013) con 4418 Kg para una restricción del 10% y muy similares a los obtenidos por Suarez, et al., (2004) con 4,310 a 5, 978 kg con cuatro niveles de restricción (24, 18,16 y 14 horas).

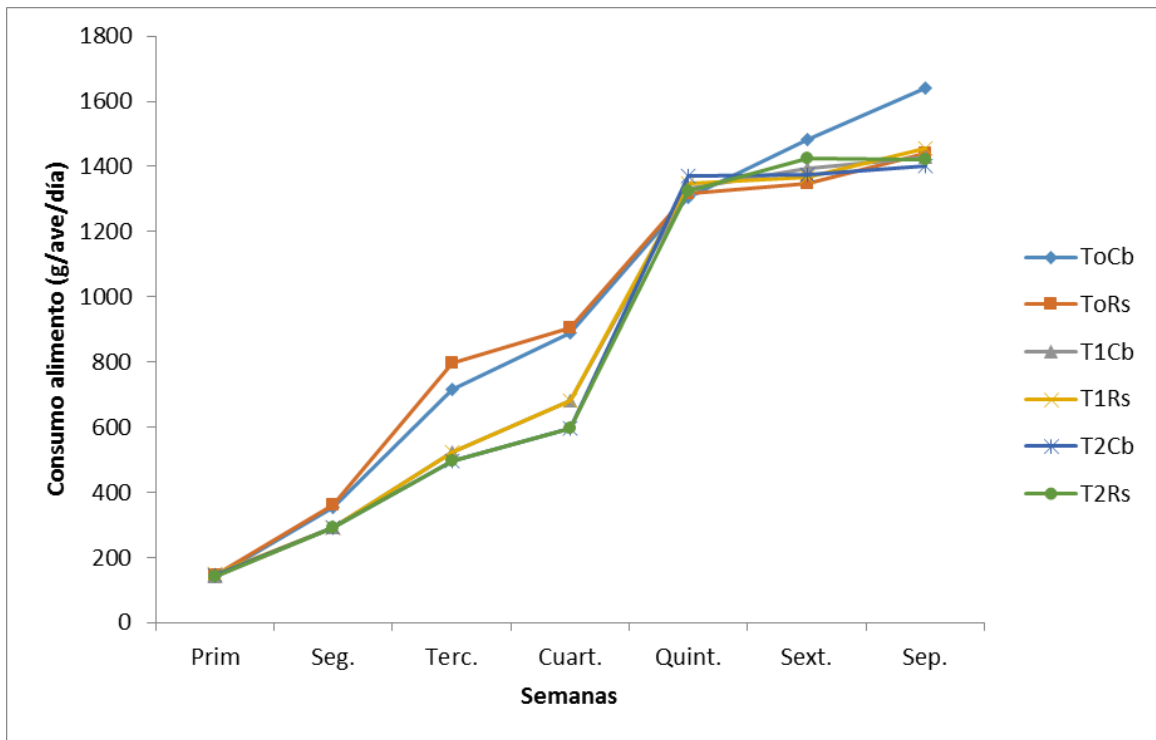


Figura 8. Curva de Consumo promedio de alimento por tratamiento y línea genética (g/ave/día). Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016

En esta grafica se muestra claramente como los consumos aumentan significativamente 44 en los tratamientos restringidos al final de la cuarta semana cuando las aves son sometidas a consumo voluntario, a tal punto que ya en la quinta semana igualan a los consumos obtenidos en los pollos a voluntad, a partir de la quinta semana y hasta el final de la séptima los consumos de los tratamientos restringidos se mantienen más o menos constantes al tratamiento a voluntad específicamente a la estirpe Ross.

### 3.2 Ganancia de peso

#### 3.2.1 Ganancia de peso fase iniciación

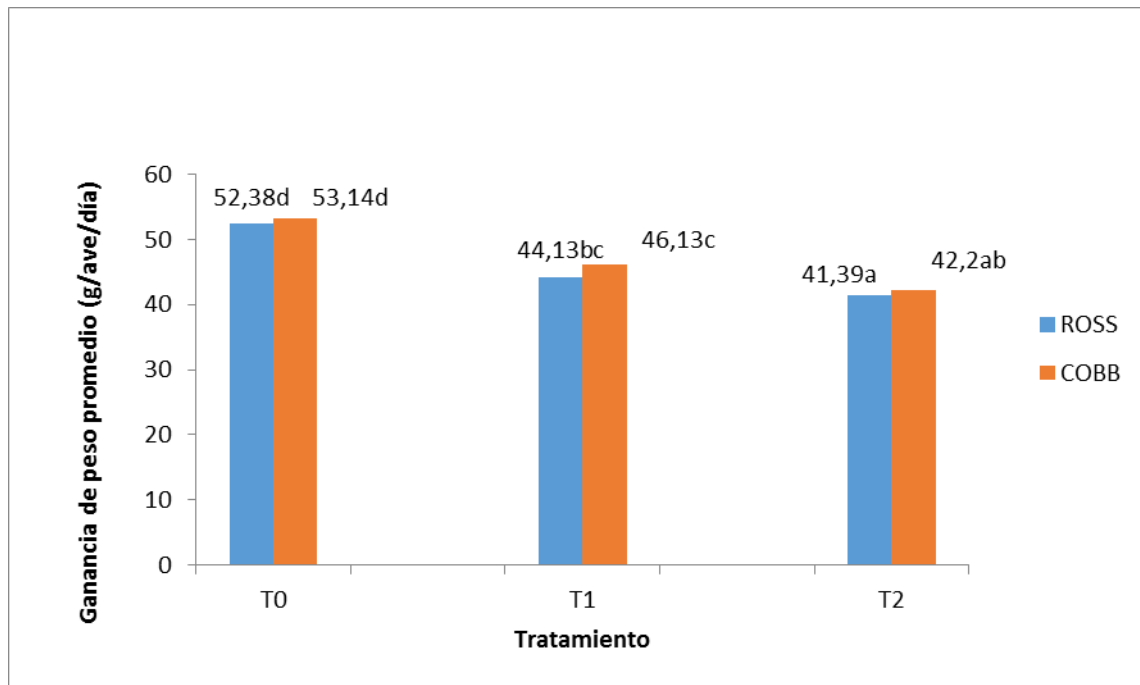


Figura 9. Ganancia de peso promedio por grupo de tratamiento en fase de iniciación (g/ave/día). Fuente: Piraquive A y Rodriguez E. 2016

En las ganancias de peso para la fase de iniciación se muestra que hubo diferencias estadísticas en los tres tratamientos experimentales, y una significancia en el tratamiento a voluntad con las restricciones, resultados comparables a los obtenidos en los consumos para esta

fase. Las ganancias de peso en porcentaje fueron inferiores en la restricción 1 de la línea Ross 15,75% y de 13,19% para la Cobb comparadas con las ganancias de peso a voluntad. Para la restricción 2 fueron de 20,98% para la Ross 20.58% para la Cobb respectivamente. Entre los tratamientos de restricción, las ganancias de peso fueron levemente inferiores, en la restricción 2 comparado con la restricción 1 con un 6,20% para la línea Ross y 8,51% para la línea Cobb, es decir que los valores de consumo restringidos para la etapa de iniciación fueron más bajos para las ganancias de peso en las dos restricciones pero equivalentes. Esto demuestra que las variables ambientales y de manejo influyen en las respuestas obtenidas en las ganancias de peso, con las restricciones aplicadas, por lo tanto, se observa que las líneas genéticas en esta fase no fueron afectadas por los consumos de alimentos aplicados.

### 3.2.2 Ganancia de peso fase engorde

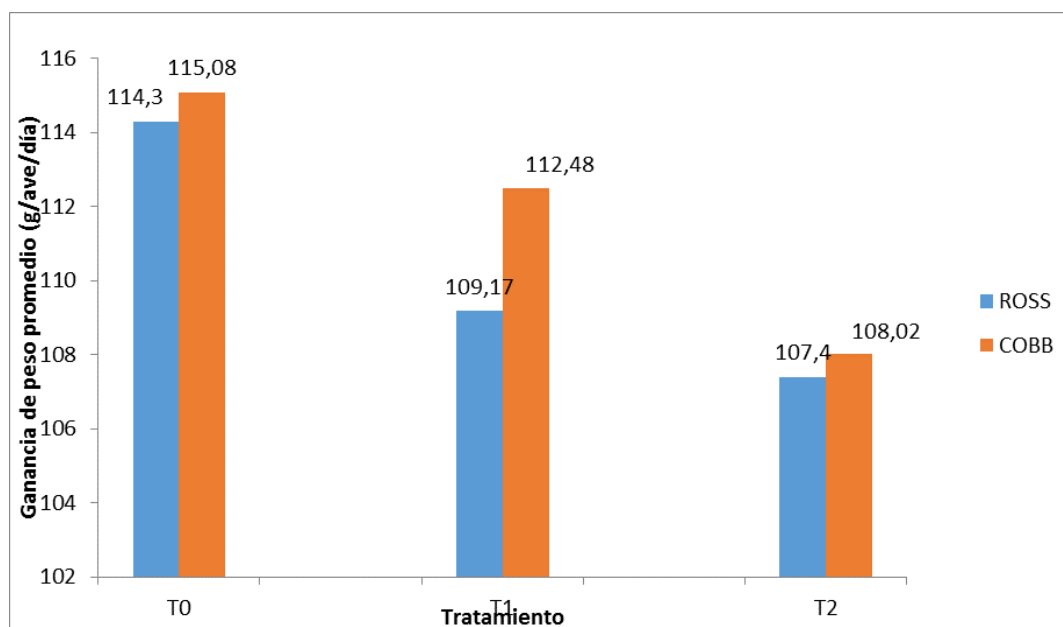


Figura 10. Ganancia de peso fase engorde (g/ave/día). Fuente: Piraquive A y Rodriguez E. 2016

Para la fase de engorde no se encontró diferencias estadísticas en la ganancia peso para los tratamientos y estirpes, lo cual se relaciona con los datos obtenidos en el consumo de

alimento. Sin embargo, si hubo diferencias numéricas superiores en el tratamiento a voluntad de la línea Cobb en relación con la Ross, que concuerdan con los mayores consumos de la línea Cobb para esta misma fase.

### 3.2.3 Ganancia de peso toda la fase experimental

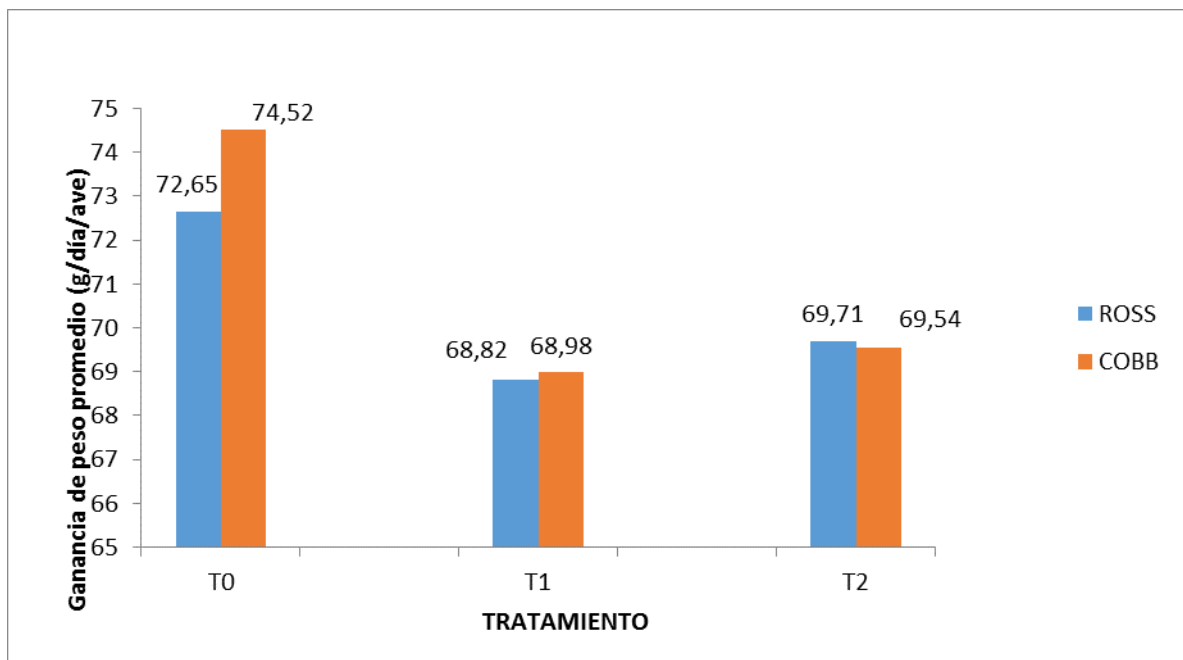


Figura 11. Ganancia de peso en toda la fase completa experimental (g/ave/día). Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016

En toda la fase experimental no se encontró diferencias significativas en las ganancias de peso para los tratamientos y estirpes. A pesar de las restricciones de alimento iniciales, los consumos en la fase de engorde fueron lo suficientemente altos para que las ganancias de peso de los restringidos alcanzaran a los alimentados a voluntad, lo que demuestra un crecimiento compensatorio durante la fase de engorde. Estos resultados no concuerdan con Salinas et al., 2004, donde encontraron diferencias estadísticas en las ganancias de peso total aplicando restricción alimenticia comparada con ad-libitum durante un período de ocho semanas, con 4,94% superiores en los pollos con consumo a voluntad. Retes, et

al., 2014 también encontraron diferencias estadísticas en machos y hembras 47

aplicando una restricción del 10% en comparación a voluntad. Ardila, et al., 2013 encontraron diferencias estadísticas superiores en pollos restringidos en comparación a voluntad durante un período de 42 días aplicando una restricción alimenticia del 20%.

Los consumos en la fase de engorde fueron altos y de esta manera las ganancias de peso de los restringidos alcanzaron a las aves alimentadas a voluntad, lo que demuestra un crecimiento compensatorio durante la fase de engorde, estos datos concuerdan con Plavnik & Hurwitz (1985) quienes observaron que las aves que habían sido restringidas compensaron el peso vivo con la alimentación a voluntad reanudada posterior a la restricción.

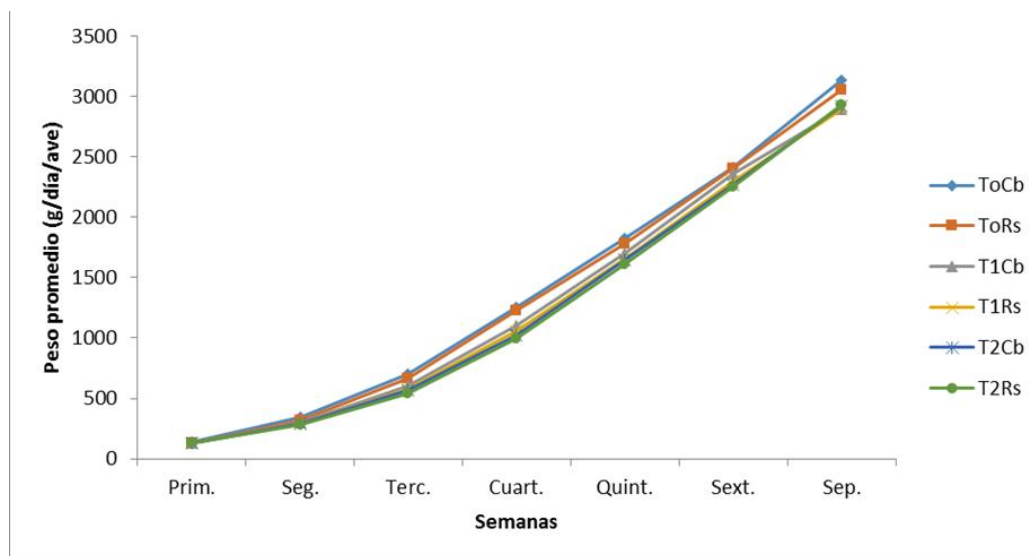


Figura 12. Curva de crecimiento por tratamiento y estirpe (g/día/ave). Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016.

En la gráfica se muestra un crecimiento lineal de todos los tratamientos con una diferencia marcada en la ganancia de peso en los tratamientos a voluntad para las semanas tercera,

cuarta y quinta. Durante la sexta y séptima semana el crecimiento de los 48  
tratamientos restringidos aumento en relación a los de voluntad para las dos  
líneas genéticas. Durante la última semana se muestra un mayor crecimiento en la línea  
Cobb en comparación con la Ross y un leve decrecimiento en la restricción 1 con la  
estirpe Cobb.

### 3.3 Conversión alimenticia

#### 3.3.1 Conversión alimenticia fase iniciación

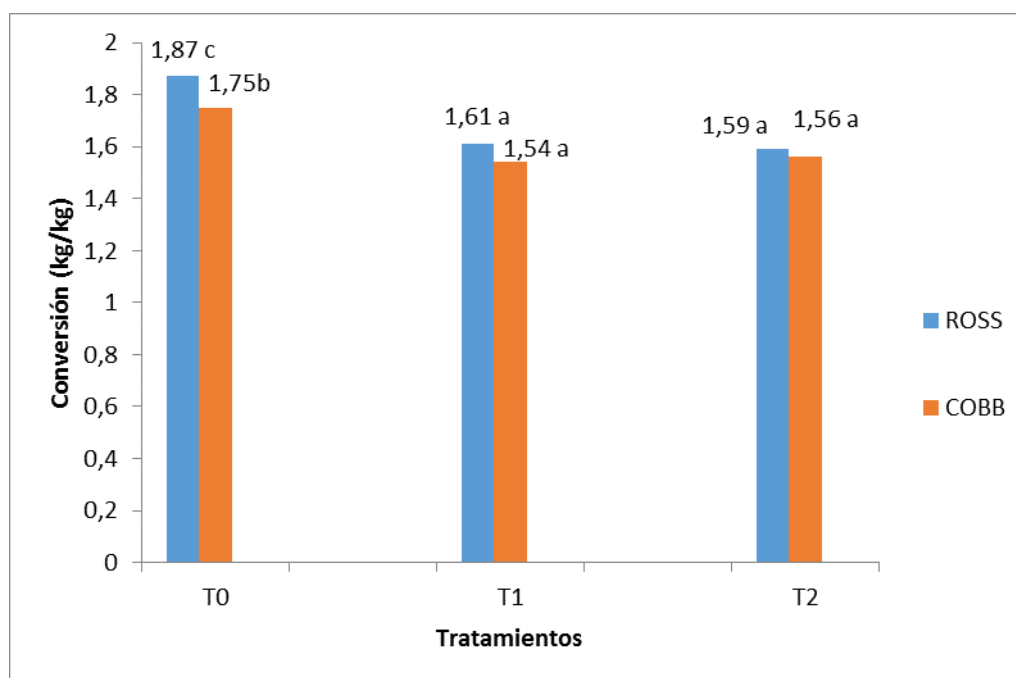


Figura 13. Conversión promedio fase iniciación (kg/kg). Fuentes: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016

No hubo diferencias significativas en las conversiones para los tratamientos restringidos, que corresponde al consumo y ganancia de peso obtenidas anteriormente. Las conversiones



alimenticias fueron numéricamente más altas y estadísticamente significativas en los tratamientos a voluntad para las dos líneas comparados con los restringidos. Estos resultados muestran una mejor eficiencia en la utilización del alimento, de los grupos restringidos en comparación con alimentación a voluntad en la fase de iniciación.

### 3.3.2 Conversión alimenticia fase engorde

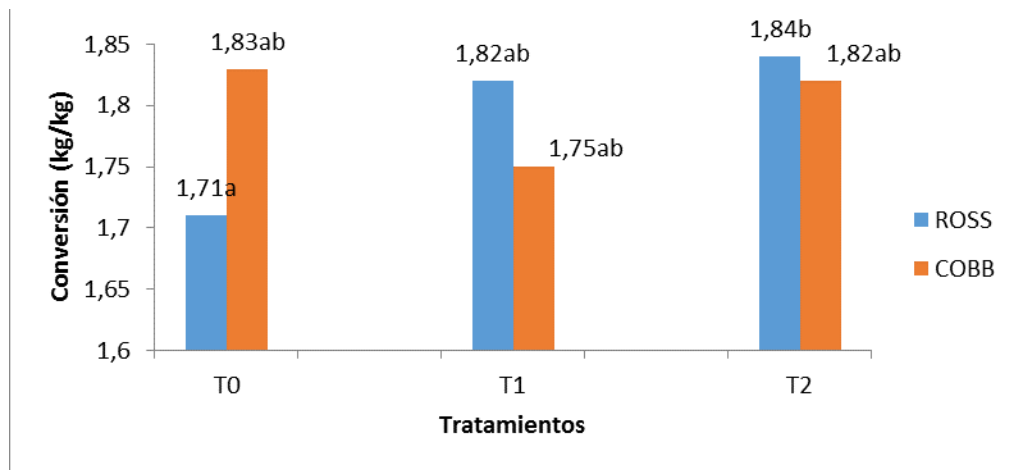


Figura 14. Conversión fase engorde kg/kg. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016

En esta fase no hubo diferencias estadísticas en la conversión alimenticia del consumo a voluntad de las dos estirpes en relación a las dietas restringidas. Las conversiones alimenticias fueron más altas en los tratamientos restringidos en relación a la fase de iniciación. No obstante, en los tratamientos a voluntad las conversiones fueron levemente inferiores posiblemente porque en esta fase las aves pudieron tener menor desperdicio de alimento que en la fase de iniciación.

### 3.3.3 Conversión alimenticia toda la fase experimental

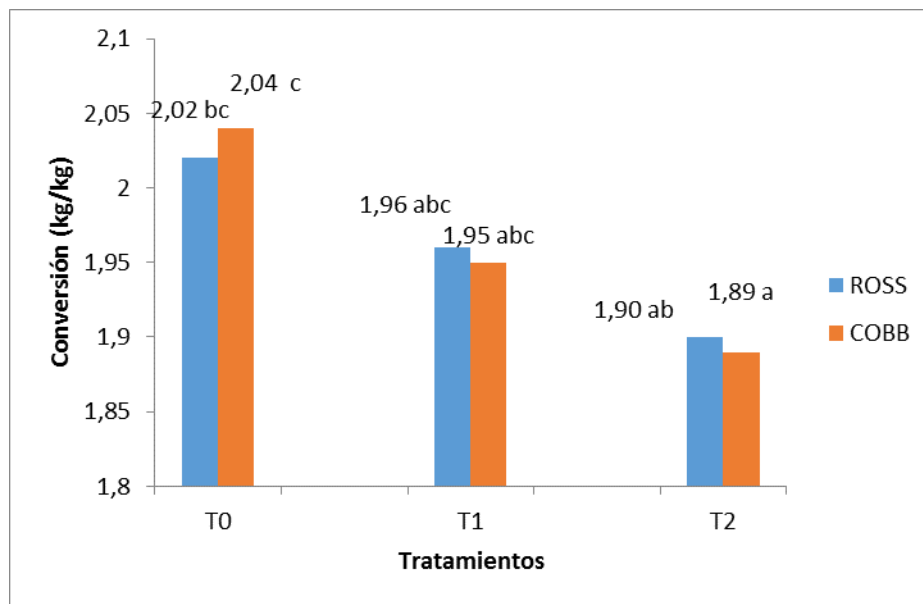


Figura 15. Conversión promedio total período (kg/kg). Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016.

En toda la fase experimental se encontraron diferencias estadísticas entre la alimentación a voluntad en comparación con los restringidos, pero no hubo diferencia significativa entre los restringidos y estirpes. Las mejores conversiones alimenticias corresponden a los tratamientos restringidos siendo menor numéricamente en la restricción 2 con un promedio de 1,895 y en la restricción 1 de 1,955 para las dos líneas genéticas. Estos resultados muestran que los pollos restringidos fueron más eficientes en la ganancia de peso en comparación al consumo que los alimentados a voluntad. Estos resultados concuerdan con Ortega, A., y cols., 2013 quienes señalan que las aves sometidas a restricción, presentaron mejor ganancia de peso que las alimentadas a voluntad, es decir que las restricciones mayores aplicadas a pollos de engorde pueden resultar en conversiones alimenticias mejores durante todo el ciclo de crecimiento. Con estos resultados se puede concluir que hubo un crecimiento compensatorio a partir de la

conversión alimenticia para las dos restricciones y líneas genéticas comparadas con los consumos a voluntad, en esta investigación. 51

Las tres semanas en las que consumieron a voluntad los pollos después de la restricción fueron suficientes para obtener un crecimiento compensatorio; terminando el ciclo a los 42 días, estos resultados difieren con González et al. (2000), reporta que los pollos con restricción alimenticia no logran aumentar su consumo de alimento con posterioridad al período de restricción, la única forma de manifestar crecimiento compensatorio es mediante una mejoría en la conversión alimenticia. Zubair y Leeson (1994) reportan que los pollos restringidos manifestaron crecimiento compensatorio y alcanzaron el peso de los pollos no restringidos a los 56 días de edad, es decir 14 días más que los resultados obtenidos en este ensayo. Salinas, et al., 2004 no encontraron diferencias en la eficiencia alimenticia comparando un grupo de pollos con alimentación a voluntad comparado con unos restringidos. Retes, et al., 2014 encontraron diferencias estadísticas en la conversión alimenticia de pollos mejores con una restricción del 5% en comparación con una de 10% y a voluntad. Ardila, et al., 2013 no encontraron diferencias estadísticas en el consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos con alimentación a voluntad comparado con restringidos.

### 3.4 Factor eficiencia europeo en pollo

GRUPO TRATAMIENTO	PESO vivo(g)	DIAS	CA	SUPERVIVENCIA (%)	FEE
T0Cb	3.130,15	42	2,04	84,85	310
T0Rs	3.051,52	42	2,03	81,82	293
T1Cb	2.897,40	42	1,95	93,94	332
T1Rs	2.890,63	42	1,96	93,94	330
T2Cb	2.920,85	42	1,89	93,94	345
T2RS	2.927,83	42	1,90	90,91	334

Tabla 9. Factor de eficiencia europeo en pollo de engorde. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016.

### 3.5 Mortalidad

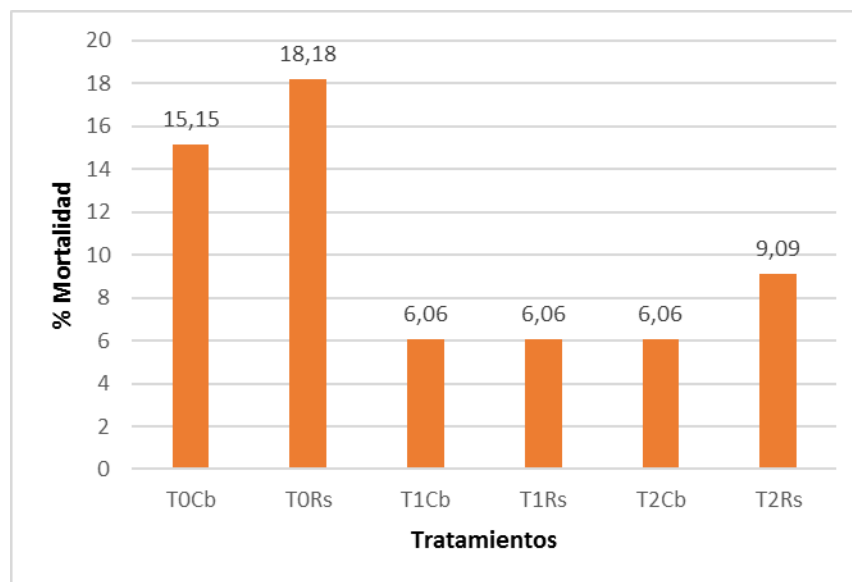


Figura 16. Porcentaje de mortalidad. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016

Al revisar los resultados de mortalidad en el siguiente gráfico (ver figura 18), se puede evidenciar que hubo una menor incidencia de ascitis aviar en la línea genética Avian Cobb 48. Durante las siete semanas de estudio, con 4 ejemplares diagnosticados en 2 casos durante las cuatro primeras semanas y 2 casos durante la semana siete, en comparación con la línea genética Ross, en la que se observó 8 casos (2) durante las primeras cuatro semanas mientras que el

incremento en las semanas seis y siete fue a 6 casos especialmente en el control y el tratamiento 2, cuando se encontraban en un peso promedio de 2982.80 grs y 2956,66 grs consecutivamente. Salinas, et al., 2004 encontraron diferencias estadísticas en la mortalidad por ascitis en pollos con consumo a voluntad de 2,73%, comparado a los restringidos con 0,61%. Sin embargo, Retes, et al., 2014 no encontraron diferencias en la mortalidad acumulada con dos tipos de restricción en machos y hembras.

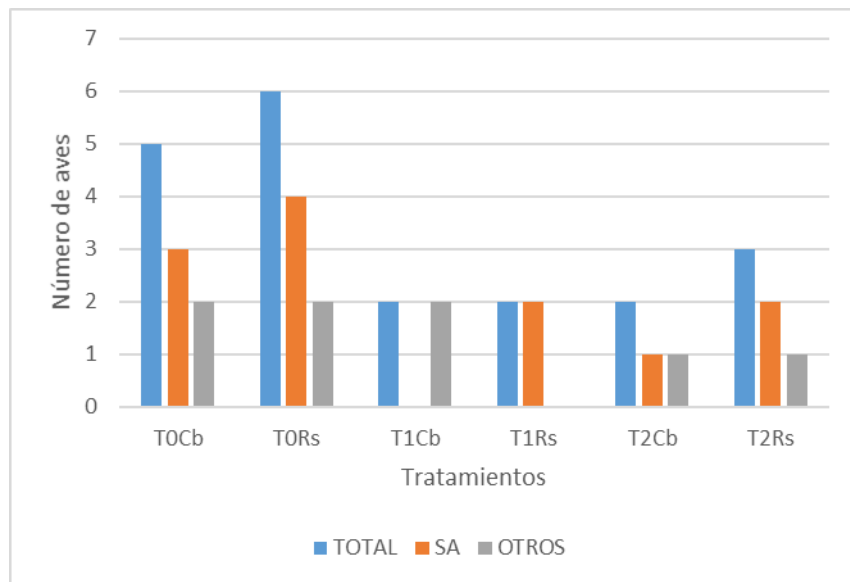


Figura 17. Mortalidad por Ascitis. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016

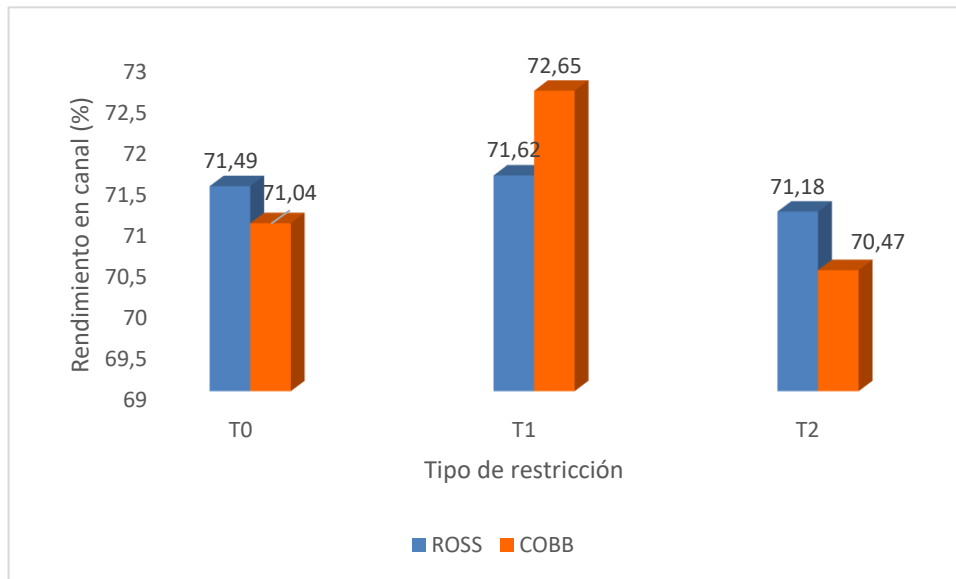


Figura 18. Rendimiento en canal por tipo de restricción y estirpe (%). Fuentes: Piraquive A y Rodríguez E. 2016

En los tratamientos de la línea Ross, el control como las restricciones no presentó diferencias estadísticas, mientras que en la línea Cobb, hubo diferencia entre tratamientos, siendo el tratamiento 1 el que mejor porcentaje de rendimiento en canal no solo entre los tratamientos, también entre líneas.

Según lo reportado por Fernández y cols., 2013, el promedio de rendimiento en canal de estas dos estirpes, se encontraría en 72.1% sin aplicar ningún tipo de restricción. De acuerdo con Suarez y cols., 2004, quienes, al comparar varias investigaciones de restricción alimenticia en pollos de engorde, señalan que ésta, no presenta una afectación estadísticamente significativa en el rendimiento en canal. Por el contrario, González y cols., 2000, aplicaron una restricción del 25% del alimento y como resultado hubo una reducción del peso vivo al día 20 de sacrificio, lo que disminuyó a su vez el peso de la canal. López y cols., 2014, también señalan que se pueden

observar varias alteraciones en los pollos de engorde al ser sometidos a restricción del consumo de alimento, siendo una de ellas la reducción del rendimiento de la pechuga en la canal. Sin embargo, Salinas y cols., 2004, señalan que al aplicar una restricción del 25%, no hubo diferencias en el rendimiento en canal. Lo que concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación. Lee y Lesson 2001, indican que, si se compensa el peso perdido una vez terminado el período de restricción, el rendimiento en canal no se ve afectada considerablemente.

### 3.7 Peso relativo (Corazón, hígado, molleja, intestino y páncreas)

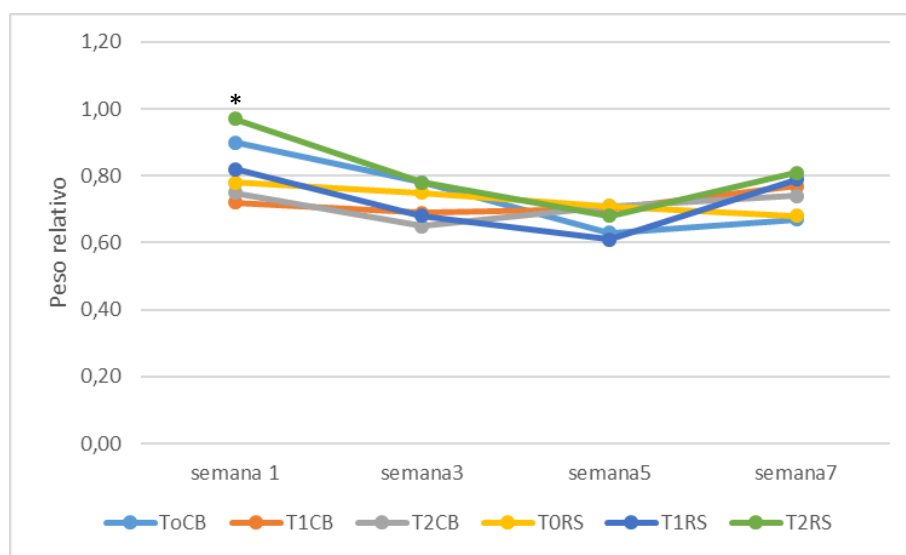


Figura 19. Peso relativo del corazón por semanas. Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016

Se presentó diferencias estadísticas en la primera semana de vida, teniendo un mayor peso relativo la restricción dos con pollos Ross, seguidos del control Cobb y de la restricción uno de la línea Ross. Los crecimientos relativos para esta misma semana en los otros tratamientos fueron inferiores. Las curvas de crecimiento relativo de este órgano tuvieron un comportamiento similar disminuyendo hasta la semana quinta y crecieron levemente hasta la séptima semana sin presentarse diferencias estadísticas en estas últimas semanas. A partir de la semana cinco se aumentó el crecimiento relativo para todos los tratamientos posiblemente

por un mayor metabolismo de los pollos al final de su crecimiento, aspecto que pudo incrementar el tamaño del corazón. De acuerdo a estos resultados no hubo diferencias en el crecimiento relativo de este órgano al aplicarse los dos tipos de restricción en comparación a alimentación a voluntad. Datos similares a los reportados por Katanfab y cols., 1989, quienes señalan que los pesos relativos de órganos del corazón no se vieron afectados por el tipo de restricción en el alimento. Comparable con lo reportado por Cuervo y cols., 2001 quienes no encontraron diferencias significativas en el coeficiente alométrico del corazón. Govaerts y cols., 2010, al aplicar una restricción temprana, aplicando restricciones del 80 y 90 por ciento de la restricción al alimento no observaron diferencias significativas en el crecimiento alométrico del corazón. Jones 2007, desarrollo una investigación sobre la influencia de la restricción del alimento y la incidencia de ascitis, sugiere que la ascitis se asocia con un desarrollo lento del crecimiento del corazón en relación con el crecimiento del cuerpo del ave. González y cols., 1999, reportan que al aplicar una restricción alimenticia del 25% en pollos de engorde, se redujo la hipertrofia y el estrés cardíaco asociado al síndrome ascítico en forma temporal, similar a lo reportado en esta investigación.

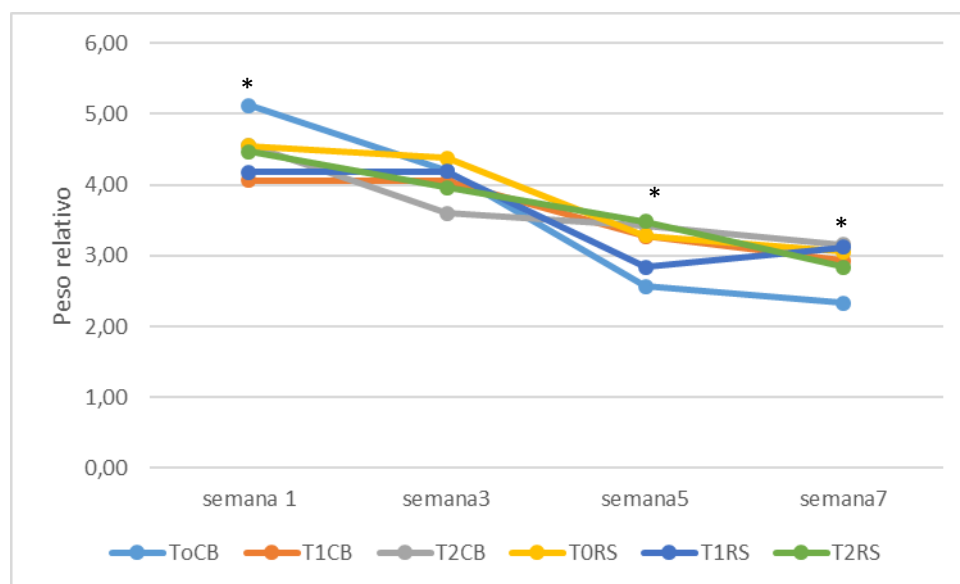


Figura 20. Peso relativo del hígado por semanas. Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016



El peso relativo del hígado presentó diferencias significativas en las semanas uno, cinco y siete. Para la semana uno estas diferencias significativas fueron relacionadas a la genética de las aves y al proceso de incubación, ya que el consumo y la ganancia de peso fueron similares para todos los tratamientos. A partir de la primera semana las variaciones fueron similares disminuyendo el peso del órgano en relación al peso vivo del ave. Las diferencias significativas obtenidas en las últimas semanas pudieron ser debido a la aplicación de las restricciones de alimentación suministradas. El metabolismo de las aves dadas las restricciones comparadas con alimentación a voluntad pudo afectar el peso relativo de este órgano en especial para el tratamiento a voluntad de la línea Cobb ya que estos pesos relativos fueron muy inferiores en las últimas semanas en comparación a los otros tratamientos. 57

De acuerdo con Cuervo 2002, el peso relativo máximo del hígado se alcanza entre los seis a ocho días de edad.

Según Lesson (2006), en pollos de engorde sometidos a una restricción alimenticia temprana comparadas con las aves alimentadas a voluntad no observaron diferencias significativas en el tamaño relativo del hígado.

Chávez y cols., 2016, reportan que el peso relativo del hígado en pollos con alimentación a voluntad a los 42 días, fue de 2.87, muy similar a los obtenidos por Reyes y Cols., 2014, quienes, para el mismo periodo, en el tratamiento control, reportan un peso relativo de 2.1, similares a los obtenidos en esta investigación ya que los promedios para los controles fue 2.7, que comparados con los tratamientos y una vez finalizado el periodo de restricción, el peso relativo de este órgano fue mayor con un promedio de 3,03, según lo indica Jahanpour y cols. 2015, una vez finalizado el periodo de restricción en las aves no presentaron un peso

menor en este órgano, sin embargo algunos autores afirman que la restricción de alimentación reduce la eficiencia metabólica del hígado y una reducción de su peso, y esta puede ser causada por factores como; el efecto de la intensidad y la duración de la restricción. Por el contrario, también se ha reportado que, después del período de restricción, puede haber un aumento del hígado. Una explicación para esto es que después de finalizar la restricción alimenticia, las aves comen en exceso, de forma que el hígado se agrandará, aun así en el presente estudio no hubo un incremento en el peso del órgano al cesar la restricción aplicada, sin embargo los tratamientos obtuvieron levemente un mayor peso que los alimentados a voluntad.

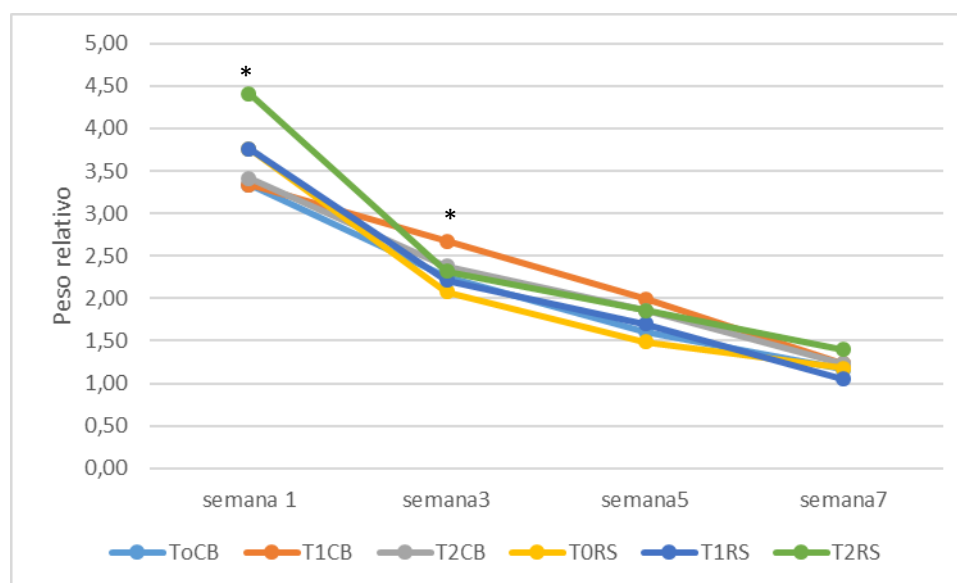


Figura 21. Peso relativo de la molleja por semanas. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016.

En este órgano también se presentó diferencias estadísticas para la primera semana posiblemente asociadas a los factores ya comentados (línea genética y proceso de incubación). Posteriormente se tuvo un decrecimiento lineal en todos los tratamientos hasta la semana siete. Las diferencias estadísticas mostradas en la semana tres pudieron ser debidas a las restricciones

que se estaban aplicando siendo superior para la restricción uno de la línea genética

59

Cobb. Sin embargo este órgano es afectado principalmente por la granulometría del alimento.

Cuervo y cols., 2002 indican que el máximo crecimiento de la molleja se presentó entre los días tres y cuatro, en contraste con otros autores quienes afirman que la molleja alcanza su máximo crecimiento relativamente tarde, comparados con órganos como el intestino cuyo máximo crecimiento relativo se encuentra entre el cuarto y octavo día de edad, lo que se le puede atribuir al rápido desarrollo de nuevas estirpes.

Mora y Cuellar, 2000, señalan que los pesos de algunos órganos del sistema digestivo como la molleja o el hígado no se ven afectados por la restricción alimenticia, aún en niveles de mantenimiento

Chávez y cols., 2016, reportan que no hubo diferencias significativas en el peso relativos de órganos como el hígado y molleja en aves alimentadas a voluntad, lo que difiere a lo arrojado en el presente estudio.

Cuervo y cols., 2002 observaron diferencias significativas en este órgano, en los primeros días de edad (1,2 y 4) de edad de las aves, con una restricción del alimento por tiempo, en el primer día, suministrándolo 20 horas después del nacimiento. Sin embargo, también señalan que después del 4 día y hasta finalizar el experimento no se presentaron diferencias.

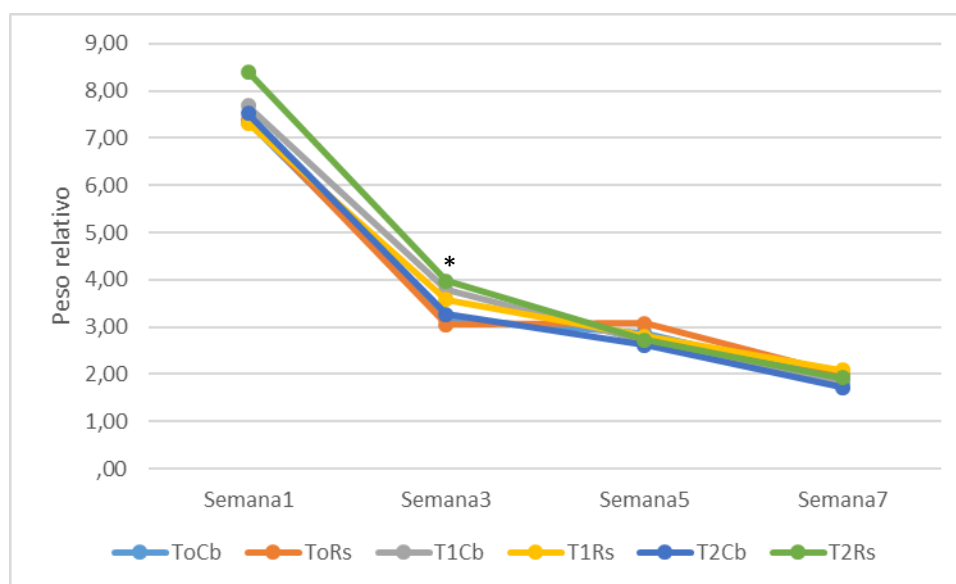


Figura 22. Peso relativo del intestino delgado por semanas. Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016.

El intestino delgado en la primera semana no presentó diferencias estadísticas contrario con lo encontrado en los otros órganos, aspecto importante para determinar posteriormente la evolución de uno de los principales órganos que puede ser afectado por el alimento ya que es el principal sitio de absorción de nutrientes. En la gráfica se muestra un decrecimiento bastante marcado entre la primera y tercera semana siendo menor hasta la semana siete. Se presentó diferencias estadísticas en la semana tercera que correspondió a la mitad del periodo donde se aplicó los dos tipos de restricción. Por tanto, se puede inferir que los tipos de restricción comparada con la alimentación a voluntad afectaron el crecimiento relativo de este órgano para esa fase.

Según Palo y cols., 1995, los pesos absolutos y relativos de órganos como; intestino delgado, molleja, hígado y páncreas, tuvieron una menor afectación por la restricción de alimento y respondieron más rápidamente al periodo de realimentación.

Akiba y Murakami, 1995, concluyeron que, en el periodo inmediato después del nacimiento, el intestino crece más rápido que la masa corporal. Presentando entre los cuatro y ocho días de edad su máximo periodo de crecimiento relativo, comparados con otros órganos del sistema digestivo como la molleja y el páncreas.

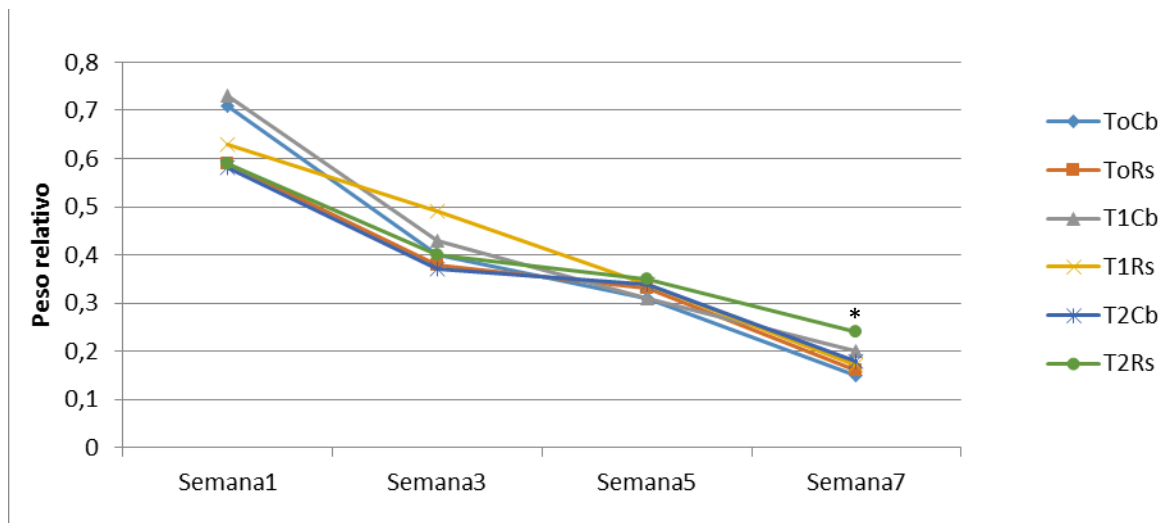


Figura 23. Peso relativo del páncreas por semanas. Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016.

El crecimiento relativo del páncreas no se afectó con los diferentes tipos de restricción hasta la quinta semana. En la última semana se presentó un aumento en el crecimiento relativo principalmente en la restricción dos de la línea Ross comparada con los otros tratamientos que no indican que fueron atribuidos a las restricciones aplicadas ya que en los otros tratamientos el crecimiento relativo fue muy parejo. En la gráfica también se resalta que hubo un decrecimiento lineal mucho más marcado en el tratamiento uno de la línea de Ross comparada con resto de los tratamientos desde la primera semana de vida.

Pinchasov y Noy 1993, reportaron que, al aplicar una restricción en el tiempo de consumo de alimento, no se encontraron diferencias en el peso relativo del páncreas. Cuervo y cols.,

2002, señalan que no obtuvieron diferencias significativas en este órgano con excepción del cuarto día de nacimiento. Zubair y Leeson, 1994 no obtuvieron diferencias en el peso relativo del páncreas al finalizar la restricción de alimento. Según Palo y cols., 1995, la restricción de nutrientes tiene un efecto significativo sobre el peso corporal y el peso de los órganos de las aves restringidas con respecto al grupo de aves control alimentado a voluntad.

### 3.8 Pruebas sanguíneas: hematocrito (tomadas en la séptima semana de vida)

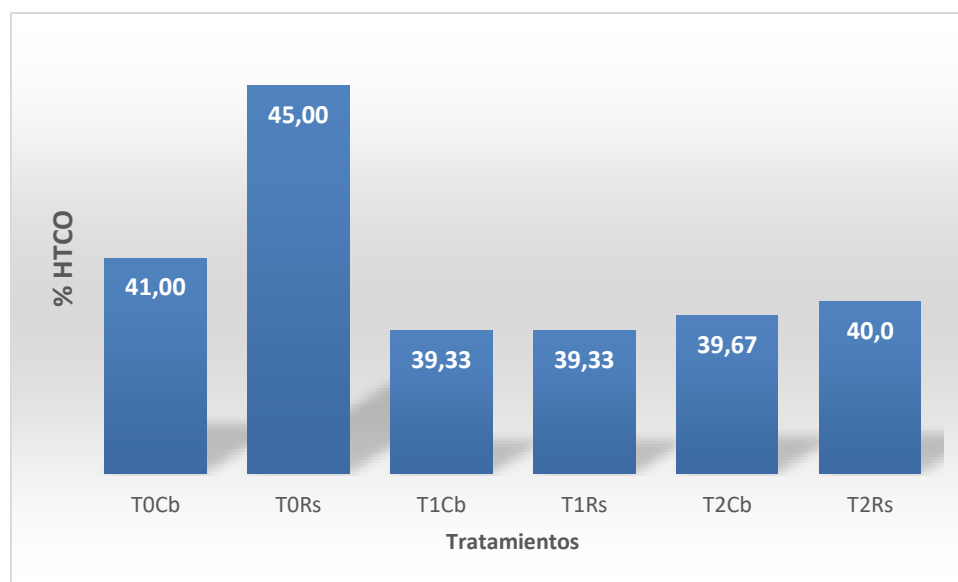


Figura 24. Hematocrito (%) por grupo de tratamiento. Fuente: Piraquive A y Rodríguez E. 2016.

Observando el gráfico anterior, se evidencia que el porcentaje más alto de hematocrito se presentó en la línea Ross 308 con un 45% en el control y 40% en el Tratamiento 2, mientras en la línea Avian Cobb 48, el índice más alto de Hto, se presentó en el control con 41,00% y 39,67% en la restricción dos, para el tratamiento 1 y dos de la línea Avian Cobb tuvieron un

comportamiento similar con un porcentaje de 39,33% y 39,67% respectivamente, lo que nos indica que la necesidad de oxígeno fue más latente en el control para las dos líneas y en el tratamiento dos de la línea Ross 308; estos resultados son similares a los reportados por Vasquez, I., 2011 donde señala que aves sanas a una altura de 2638 msnm presentan promedios de Hto de 33,91 y aves con incidencia de ascitis, 40,10 %, Jiménez y cols; 1998, reportaron a los 37 días valores entre 37,00% a 42,00% de Htco.

63

### 3.9 Variables económicas: ingresos, relación costo beneficio (calculado, sobre 1000 pollos)

To	Peso Final	Pollos Vendidos	Consumo Kg/pollo	Consumo Total (kg)	Peso Total (kg)	Precio Total Alimento (\$)	Venta Pollos (\$)	Ingresos Brutos (\$)	Ingresos %
TOCb	3,13	849	6,523	5538,027	2657,37	6.645.632	7.440.636	795.004	10,68
TORs	3,05	818	6,316	5166,488	2494,9	6.199.786	6.985.720	785.934	11,25
T1Cb	2,89	939	5,786	5433,054	2713,71	6.519.665	7.598.388	1.078.723	14,19
T1Rs	2,89	939	5,814	5459,346	2713,71	6.551.215	7.598.388	1.047.173	13,78
T2Cb	2,92	939	5,674	5327,886	2741,88	6.393.463	7.677.264	1.283.801	16,72
T2Rs	2,92	909	5,697	5178,573	2654,28	6.214.288	7.431.984	1.217.696	16,38

Tabla 10. Variables económicas. ingresos, relación costo beneficio (calculado, sobre 1000 pollos). Fuente: Piraquive A. y Rodríguez E. 2016.

En esta tabla se calculó los ingresos brutos para 1000 pollos con los parámetros obtenidos en la investigación. Se tuvo en cuenta la mortalidad obtenida para cada tratamiento y respectivas operaciones. Los ingresos brutos fueron mejores para los tratamientos en que se aplicaron las restricciones más fuertes, con 16.72% para Cobb y 16.38% para Ross. Estas diferencias comparadas con los tratamientos a voluntad corresponden aproximadamente a 5% menos de ingresos que a nivel comercial es bastante alto. El crecimiento compensatorio obtenido con la restricción dos obtuvo conversiones alimenticias que mejoraron los ingresos económicos, sumados a una menor mortalidad comparada con los tratamientos a voluntad. Estos resultados

concuerdan con Salinas, et al., 2004, Retes, et al., 2014, y Ardila et al., 2013 donde encontraron unos mayores ingresos netos en pollos restringidos comparados con alimentados a voluntad.



De acuerdo a los resultados anteriores se concluye que hubo un crecimiento compensatorio para los dos tipos de restricción para la variable ganancia de peso y conversión alimenticia en las dos líneas genéticas (Avian Cobb 48 y Ross 308). Los consumos a voluntad de alimento durante las siete semanas fueron similares a pesar que la línea Ross obtuvo un mayor consumo en la fase de iniciación, pero en la fase de engorde fue mayor en la Avian Cobb. De acuerdo a los resultados obtenidos en las conversiones alimenticias para las dos restricciones y dos líneas genéticas se concluye que los consumos totales relacionados con las ganancias de peso fueron estadísticamente iguales, por lo tanto, estas dos líneas genéticas tienen una eficiencia similar a alturas de la Sabana de Bogotá (2650 msnm), lo mismo que el rendimiento en canal.

Respecto a la mortalidad, se pudo concluir que la línea Avian Cobb 48 tuvo una mejor respuesta durante todo el ensayo con menos ejemplares muertos frente a la línea genética Ross, en la que se observó incremento en la mortalidad tanto en el inicio como en las semanas seis y siete. Esto indicaría que a pesar de la voracidad genética de las dos líneas, al aplicar las restricciones aun de 30% para esta investigación la línea Avian Cobb 48 logro disminuir la incidencia de ascitis en las condiciones ambientales propuestas sin afectar significativamente la producción.

Las variaciones del hematocrito fueron similares en los diferentes tratamientos a excepción del tratamiento Ross restricción dos que fue más alto, lo cual corresponde a una mayor mortalidad por ascitis en comparación con la Avian Cobb con la misma restricción. Los valores promedio de Hematocrito corresponden a resultados obtenidos en pollos de engorde con restricción de alimento y alturas superiores a 2000 msnm. Dadas las mejores conversiones

alimenticias en los tratamientos restringidos y la menor mortalidad comparadas con la alimentación a voluntad se obtuvieron rendimientos económicos superiores comparados con alimentación a voluntad, como se ha encontrado en otros trabajos de investigación. 66

El peso relativo de los órganos digestivos fue afectado con las restricciones en el hígado, molleja y páncreas al final del período. Sin embargo, el crecimiento relativo del intestino delgado no vario durante las diferentes fases de crecimiento en los dos tratamientos. Estos resultados indican que las restricciones aplicadas en comparación al consumo a voluntad pueden afectar el crecimiento de estos órganos, sin variar finalmente la conversión alimenticia total en las dos líneas. Los pollos de engorde sometidos a restricciones de alimentación fuertes, al aplicarles la alimentación a voluntad superan los consumos de alimentación de los pollos que han consumido alimento a voluntad permanentemente en las dos líneas (Ross 308 y Avian Cobb 48), en un período de una semana, lo que indica la gran voracidad de esta genética.

### **A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD**

Seguir promoviendo la investigación con otros porcentajes de restricción para la Sabana de Bogotá.

Continuar con trabajos aplicando las restricciones evaluadas en este trabajo, para determinar por medio de exámenes de laboratorio si el SA es metabólico o respiratorio.

Con los resultados de exámenes de laboratorio determinando si el SA es metabólico o respiratorio, buscar o mejorar las medidas de manejo.

### **Al Productor**

Aplicar los resultados de trabajos como este en su sistema productivo el cual es viable económicamente pero tener en cuenta que siempre una restricción alimenticia causa estrés en el ave, por lo tanto, es imprescindible adoptar medidas que minimicen tal efecto como son las buenas prácticas de manejo. Es importante cubrir cada una de las necesidades básicas del ave y mantenerlas en un ambiente tranquilo, para esto se debe revisar constantemente la temperatura ambiente, la humedad de la cama, evitar los ruidos extremos, proveer constantemente de agua fresca y de buena calidad

Recordar que el bienestar animal es un valor agregado que se debe tener en cuenta al momento de comercializar el producto final.

Arelza rafael, H. A. (2013). Hipertensión pulmonar y el desarrollo vascular en el pollo comercial: un modelo experimental. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

AVIAGEN. (15 de 04 de 2016). Boletín objetivos de rendimiento Ross 308. Obtenido de [http://en.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-ES.pdf](http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-ES.pdf)

AVICOL. (15 de 04 de 2016). Boletín técnico Ross 308. Obtenido de <http://avicol.co/descargas2/BoletinTecnicoRoss.pdf>

Avila, F. (2016). Balance avícola 2015 y expectativas 2016: pollos Superando Metas. Avicultores N° 234, pag.17.

Baghbanzadeh A, D. E. (2008). Avian pathology N° 20. Ascites syndrome in broilers: physiological and nutritional perspectives. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18393088>

Brandao Martins, B. A. (2013). Avicultura. El síndrome ascítico en los pollos de engorda. Obtenido de [http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulosinterior.asp?cve\\_art=1106](http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulosinterior.asp?cve_art=1106)

Carlos, L. C. (1991). Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. Ciencia veterinaria N° 5, [en línea]. <<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c1.pdf>> .

Cervantes, H. (2010). El sitio avícola. Evaluación y diagnóstico de la calidad de

69

los pollitos: 2. Obtenido de <http://www.elsitioavicola.com/articles/1887/evaluacion-y-diagnostico-de-la-calidad-de-los-pollitos-2/>

Chávez A.A., L. A. (s.f.). Archivos de zootecnia. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves alimentadas con cepas probióticas. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49544737008>

COBB-VANTRESS. (2008). Cobb Avian48 The balanced breed: broiler performance. Boletín Cobb- Vantress, p.2.

COBB-VANTRESS. (2013). Suplemento del rendimiento y nutrición del pollo: Objetivos de rendimiento – métrico MACHOS. Boletín Cobb-Vantress, p.5.

Cuervo Marcela, G. C. (2002). Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollos de engorde recién nacidos. Revista colombiana de ciencias pecuarias, p.319 - 329.

Dereser Lorenzo, B. L. (2015). Factores relacionados con la presentación de síndrome ascítico y síndrome de muerte súbita en pollos de engorde. revista Ciencia Animal N° 9, p.11 - 28.

González J. (2000). Restricción alimenticia y salbutamol en el control del síndrome ascítico en pollos de engorda: 1. comportamiento productivo y características de la canal. Agrociencia en línea , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234304>.

Govaerts T. (2010). Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. . Pages 355-362. Published online: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/713654923?needAccess=true&>. 70

Jaramillo, A. (2011). Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. Trabajo de grado para Magíster en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción Animal Tropical. . Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7151>

García, L. (2004). Efecto de la Restricción Alimenticia sobre el Comportamiento Productivo de Pollos de Engorda. Revista Agraria - nueva época N° 3.

Gomez, J. (2006). Efecto de la restricción alimenticia sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. Obtenido de <http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4592>

Jones, G. (1994). Manipulation of organ growth by early-life food restriction: Its influence on the development of ascites in broiler chickens. Published online: 2007: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071669508417759>.

Katanbaf M. y Dunnington P. (1989). Restricted Feeding in Early and Late-Feathering Chickens.: 3. Organ Size and Carcass Composition. [on line] Poultry Science, p.68.

Nicol, C. (2013). Cuestiones de bienestar animal en la producción comercial de pollos de engorde. Trastornos metabólicos. En: Revisión del desarrollo avícola. <http://www.fao.org/docrep/016/al723s/al723s00.pdf>

LEE, K. H. (2001). Performance of broilers fed limited quantities of feed or nutrients during seven to fourteen days of age. . [on line] Poultry Sci. 80, 446 - 454.

Leopoldo, P. M. (1991). Leopoldo. Desarrollo de algunas investigaciones sobre el síndrome ascítico en México. En: Ciencia veterinaria. N° 5, [en línea]. <<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c1.pdf>>.

López, C. (2014). Aspectos de alimentación a considerar en la integridad y funcionamiento del sistema digestivo. Plumazos N° 49, p.27.

López, D. (2012). Síndrome ascítico en la crianza de pollos broiler. Obtenido de <[https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj2v-iF0nPAhVFRyYKHcpnAu0QFggmMAE&url=http%3A%2F%2Fdspace.esPOCH.edu.ec%2Fhandle%2F123456789%2F2095&usg=AFQjCNFDqbQm-31-3A6\\_NXkgnPL2Oy4bw](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj2v-iF0nPAhVFRyYKHcpnAu0QFggmMAE&url=http%3A%2F%2Fdspace.esPOCH.edu.ec%2Fhandle%2F123456789%2F2095&usg=AFQjCNFDqbQm-31-3A6_NXkgnPL2Oy4bw)>

Lopez, S. 2012. Síndrome ascítico en la crianza de pollos broiler. Trabajo de grado (Ingeniero zootecnista), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2095/1/17T01119.pdf>

Monroy, L. (2013). Susceptibilidad a la hipoxia hipobárica en una estirpe comercial de pollos de engorde. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, v. 60, N° 2, p. 86-99.

Ortega, A. (2013). Efecto de la restricción alimenticia sobre el crecimiento en pollos de engorde.. Revista Innovando en la U. [en línea] No.5, 72  
<file:///C:/Users/a/Downloads/219-1152-2-PB.pdf>.

Paguay, G. y cols. (2016). Efecto de la restricción alimenticia cuantitativa y cualitativa sobre la productividad e incidencia de síndrome ascítico en pollos machos Cobb 500 a 2664 msnm. Obtenido de  
<<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiO9Pe20unPAhUFNSYKHUr8AWEQFggvMAM&url=http%3A%2F%2Fdspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F23952%2F1%2FTesis%2520Paguay%2520%2520Parra.pdf&usg=AFQjCNEapW>>

Palo E. (1994). Effect of early nutrient restriction on performance and development of selected characteristics of gastrointestinal tract of broiler chickens. I. Obtenido de Retrospective Theses and Dissertations. : Available from: < <http://lib.dr.iastate.edu/rtd/11302/>

Paredes M. 2010. Factores causantes del síndrome ascítico en pollos de engorde: Seminario Avanzado de investigación Cajamarca. En: Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. Cajamarca.

Plavnik I, H. S. (1985). The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. . Official Journal of Poultry Science Association, INC. Vol. 64 (2): p. 348 – 355. , En: <http://ps.oxfordjournals.org/content/64/2/348.abstract>.

Retes, R. F. (2014). Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Arbor Acres× Rossm con restricción de 5 y 10 por ciento en la alimentación desde el día 11



al 28. Obtenido de Retes, R. F., & Salazar, E. A. Evaluación de parámetros productivos 73  
en Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3504/1/CPA-2014-069.pdf>

Reyes, N. et al. 2016. Rendimiento de la canal y morfometría del tracto gastrointestinal de broilers suplementados con pared celular de levadura. La Calera, [S.l.], v. 14, n. 22. ISSN 1998-7846. Recuperado de: <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/viewFile/2654/2405>.

Revidatti, F.A. y col. 2010. Respuesta productiva en pollos parrilleros sometidos a restricción alimenticia cuantitativa. Rev. FAVE - Ciencias Veterinarias N° 9 (1). ISSN 1666-938X. Recuperado de: [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwuj65LR0nPAhUE8CYKHfxODq4QFggeMAA&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.virtual.unl.edu.ar%2Fojs%2Findex.php%2FFAVEveterinaria%2Farticle%2Fdownload%2F1497%2F2393&usg=AFQjCNEwZgMjjUXkMP4aDo0lbt6w\\_5pepw](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwuj65LR0nPAhUE8CYKHfxODq4QFggeMAA&url=https%3A%2F%2Fbiblioteca.virtual.unl.edu.ar%2Fojs%2Findex.php%2FFAVEveterinaria%2Farticle%2Fdownload%2F1497%2F2393&usg=AFQjCNEwZgMjjUXkMP4aDo0lbt6w_5pepw)

Richard, J (2000). Physiological, management and environmental triggers of the ascites syndrome: A review, Avian Pathology, 29:6, 519-527. . Obtenido de Physiological, management and environmAvailable from: <http://dx.doi.org/10.1080/03079450020016751>

Wideman, R. (2001). Pathophysiology of heart/lung disorders: Pulmonary hypertension syndrome in broiler chickens. World's Poultry Science Journal, Pathophysiology of heart/lung disorders: Pulmonary hypertension syndrome in broiAvailable

lung\_disorders\_Pulmonary\_hypertension\_syndrome\_in\_broiler\_chickens >.

Rosário, M. (2004). Síndrome ascítica em frangos de corte: uma revisão sobre a fisiologia, avaliação e perspectivas. *Ciência* <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000600051>, 34(6), 1987 - 1996.

Salinas, I. (2004). Restricción alimentaria en pollo de engorde para la prevención del síndrome ascítico aviar y su efecto en el ingreso neto. . *Agrociencia*. Enero-Febrero Vol. 38. N° 001., Pág 33-41. Disponible en: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/ene-feb/art-4.pdf>.

Tarradas C., y cols. (2007). Descripción de un caso de ascitis en broilers asociado a un brote de aspergilosis pulmonar (Description of a case of ascitis in broilers associated to lung aspergillosis outbreak). *Revista RECVET*, vol.II, N° 05, Disponible en: <<http://www.veterinaria.org/revistas/recvet/n050507/050701.pdf>>.

Vásquez I. (2012). Hipertensión pulmonar en pollos, lapso de exposición a la hipoxia hipobárica y relación peso pulmonar / peso corporal, bajo condiciones de temperatura controlada. . *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.

Wilson, L. (2013). Efecto de la restricción alimenticia en el control de enfermedades metabólicas en pollos de la línea Ross 308. Obtenido de :<<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjR1PL20enPAhUMTCYKHalIDQUQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fdsp>

Zubair, A.K., and S. Leeson,1994. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. E.U.A. Poultry Sci. 73: 129.136