

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ZOOTECNIA

Práctica dirigida realizada en la empresa DIP-CMI (División Industrial Pecuaria-Corporación Multi Inversiones) Costa Rica, en el área de gallinas reproductoras pesadas

Pablo Steven Rodríguez Rodríguez

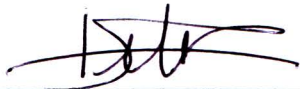
Práctica presentada para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2014

Tribunal evaluador

Esta práctica fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia




Ing. Catalina Salas Durán, Ph. D.

Directora de Práctica



Dra. Rebeca Zamora Sanabria, M.Sc.

Miembro del Tribunal



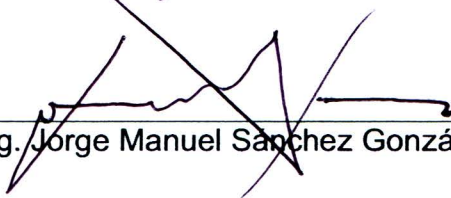
Ing. Max Ramírez Gutiérrez, Lic

Miembro del Tribunal



Dr. Juan Alberto Ledezma Gutiérrez., Lic

Miembro del Tribunal



Ing. Jorge Manuel Sánchez González, M. Sc.

Director de escuela

Pablo Rodríguez R
Pablo Steven Rodríguez Rodríguez

Sustentante

Dedicatoria

A mi familia, a mi novia y a todos los que me han apoyado en este recorrido, que forma parte de mis logros.

Agradecimiento

A Dios por permitirme realizar este trabajo y vivir cada día hasta este momento.

A mis padres y hermanos por todo su apoyo en los momentos difíciles.

A mi novia por estar siempre conmigo, su paciencia y su comprensión en este proceso.

A todos los profesores que han sido parte de mi formación educativa, por el tiempo que destinaron para regalarme cada una de las lecciones aprendidas.

A la empresa que confió en la propuesta de trabajo presentada y permitió realizar este trabajo.

Índice general

Tribunal evaluador.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general.....	iv
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Cuadros	viii
Índice de anexos	ix
Resumen	1
Introducción.....	3
Objetivos	5
Objetivos Generales:.....	5
Objetivos Específicos:.....	5
Revisión Bibliográfica	6
1) Manejo reproductoras pesadas.....	6
2) Manejo huevo fértil	7
3) Incubación de huevo fértil	8
4) Nutrición y fertilidad.....	9
Materiales y Métodos	13
1) Manejo de reproductoras pesadas.....	13
2) Manejo del huevo fértil	14
3) Incubación de huevo	15

4) Prueba de campo	15
4.1) Pruebas pollo de engorde	18
4.2) Análisis de penetración espermática.....	19
Resultados y discusión.....	21
1) Manejo de reproductoras pesadas	21
2) Manejo huevo fértil	26
3) Periodo de incubación.....	27
4) Prueba de campo	31
4.1) Granja de reproductoras	32
4.2) Incubación.....	34
4.3) Penetración espermática.....	36
4.4) Pollo engorde	39
Conclusiones y Recomendaciones	45
Literatura citada.....	47
Anexos	51

Índice de Figuras

Figura	Título	Página
1	Representación gráfica de los resultados de penetración espermática, para aves con apropiada calidad de espermatozoides y frecuencia de monta adecuada	11
2	Representación gráfica de los resultados de penetración espermática, para machos con inadecuada calidad de espermatozoides pero frecuencia de monta adecuada	11
3	Representación gráfica de los resultados de penetración espermática, para machos con inadecuada calidad de espermatozoides y baja frecuencia de monta	12
4	Distribución de las principales áreas de infraestructura en granja Las Brumas	16
5	Peso promedio de las hembras durante el periodo de producción, desde la semana 25 hasta la semana 65	22
6	Consumo de alimento para los 2 grupos en producción, expresado en gramos, desde la semana 25 hasta la semana 65	24
7	Variación promedio de la temperatura durante el día, en los 2 galpones de producción, durante un mes de producción	25
8	Porcentaje de aprovechamiento de huevo de los galpones en producción versus ideal de aprovechamiento tabla Cobb-vantress (2010)	27
9	Porcentaje de nacimientos de las aves de los 2 grupos monitoreados versus el estándar Cobb-vantress (2010) de nacimientos	28
10	Porcentaje de infertilidad de los grupos en estudio, versus el ideal Cobb-vantress (2010)	29
11	Comparativo del porcentaje de pollito de primera calidad, entre los grupos de producción	31

12	Curva del porcentaje de producción de las aves en estudio versus el ideal tabla Cobb-vantress (2010)	32
13	Huevos acumulados por ave alojada para las aves en estudio, versus el ideal tabla Cobb-vantress (2010)	33
14	Mortalidad acumulada de las aves en estudio, versus el ideal tabla Cobb-vantress (2010)	34
15	Número huevos incubables por ave alojada para los grupos en estudio, versus el ideal tabla Cobb-vantress (2010)	35
16	Resultados del análisis de penetración espermática en la semana 27, para los grupos en producción evaluados	36
17	Resultados del análisis de penetración espermática en la semana 57, para los grupos en producción evaluados	37
18	Resultados del análisis de penetración espermática en la semana 58, para los grupos en producción evaluados	38
19	Porcentaje de mortalidad acumulada para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja El Rodeo	39
20	Peso vivo para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja El Rodeo	40
21	Conversión alimenticia para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja El Rodeo	41
22	Porcentaje de mortalidad acumulada para progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja Don José	42
23	Peso vivo para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja Don José	43
24	Conversión alimenticia para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja Don José	43

Índice de Cuadros

Cuadro	Título	Página
1	Tamaño de los galpones y distribución del equipo utilizado en la prueba de campo monitoreada	17
2	Densidad de las aves por metro cuadrado y cantidad de aves por equipo utilizado, en los galpones de la prueba de campo monitoreada	17
3	Datos obtenidos de la pesa realizada durante la semana 24 de traslado de las aves, de la granja de levante a la granja de producción	21
4	Variación de la temperatura promedio por galera, a distintas horas del día, del 16 de enero al 21 de febrero 2013	25
5	Resultados promedio de embriodiagnos, de la semana 27 a la semana 60 de incubación, para los grupos en estudio, basados en una muestra de 504 huevos por análisis	30
6	Porcentaje de fertilidad obtenido por los grupos de aves evaluados, durante tres semanas del periodo de producción versus el ideal tabla Cobb-Vantress 2010	37

Índice de anexos

Anexo	Título	Página
1	Fotografía de un disco germinal con más de 100 orificios	51
2	Fotografía de un disco germinal con una cantidad media de orificios	51
3	Fotografía de un disco germinal con una cantidad muy baja de orificios	52

Resumen

La industria avícola se encuentra en constante cambio debido a factores como la mejora genética, la investigación en prácticas de manejo y la nutrición. Con este trabajo se busca contribuir en el desarrollo de actividades productivas de una empresa dedicada a la producción de pollo de engorde, específicamente en las áreas de reproductoras pesadas e incubación. En esta práctica se visitaron granjas de reproductoras, 2 incubadoras y granjas de pollo de engorde; además se realizaron pruebas de penetración espermática para determinar la fertilidad de las aves. Para monitorear el rendimiento zootécnico de una parvada a la que se suplementó con Rovimix® Maxichick™ durante el periodo de producción, se trasladó un grupo de reproductoras de levante a producción en la semana 24 de vida del lote y se dividieron en dos galeras (G1 y G2), donde G1 es el grupo testigo y G2 es el grupo suplementado. Se realizó una pesa del 5% de la población para establecer la uniformidad, la cual se determina en 77,4% G1. (T) y en 75,2% para la G2. (P). Desde el inicio de la producción en la semana 25 hasta la semana 65 las aves presentaron un mayor peso del ideal esperado, en la semana 25 el peso promedio fue de 3.458 g y 3.304 g para la G1 y G2 respectivamente. Los huevos de las aves se comenzaron a incubar cuando estas alcanzaron el 5% de postura durante la semana 27, considerado como el inicio de la producción, y es este el momento donde se inicia con la suplementación del producto. Al final del periodo se obtuvo 6,61% de infertilidad para las aves del G2. (P) y un 9,54% para las aves del G1. (T). El comportamiento de postura del G1. (T) fue superior al del grupo de prueba, en la semana 25 se obtuvo 0,34% para la G1 y 0,25% para la G2, esa diferencia se hace mayor entre semana 26 y 27 alcanzando hasta un 11% de diferencia, luego disminuye hasta que en la semana 38 el % de postura de la G2 llega a ser mayor que el de la G1 (79,71% G2 y 79,29% G1. Durante el pico de producción la galera de prueba alcanzó un 84,29% mientras que el testigo lo superó en 3,27% al alcanzar un 87,46%. La tabla Cobb-Vantress (2010) indica como promedio de producción desde la semana 25 hasta la semana 65 un 65,35%, en el caso de la G1. (T) se obtuvo al final del ciclo un 66,14% y para la G.2 (P) un 64,78%, esta última logró alcanzar un menor porcentaje de postura promedio. Al final del periodo de producción la G1. (T)

tuvo mayor cantidad de huevo incubable por ave alojada con 177,1 versus los 173,1 que se obtuvieron en la G2. (P), con una diferencia entre grupos de 4 huevos por ave, en ambos casos se superó el ideal tabla Cobb-Vantress (2010). Finalizada la prueba se obtienen 151,8 pollos por ave alojada para el G1. (T) y 149,4 para el G2. (P) versus los 147 pollitos esperados según ideal tabla Cobb-Vantress (2010). La diferencia entre los grupos se disminuye de 4 huevos incubables entre los lotes de prueba a 2,4 pollitos por ave alojada, lo que indica un mejor comportamiento de los huevos de la G2. (P) en la incubadora con respecto a la G1. (T). Durante el ciclo de producción se realizó una prueba de penetración espermática para medir la fertilidad de los grupos, los resultados permitieron tomar la decisión de realizar un intra-spiking hacia el final del ciclo de producción, con el objetivo de lograr mantener la fertilidad de la parvada.

Introducción

La producción avícola ha sufrido cambios importantes en las últimas décadas y se ha tecnificado cada vez más en los últimos años, estos cambios han generado una mejora en los sistemas de producción y un gran avance en la genética de los animales (Barbado 2004), debido a que cada día son más las exigencias del mercado para lograr los más altos rendimientos a un menor costo.

Para lograr estas exigencias es necesario el desarrollo de nuevas tecnologías que contribuyan con los objetivos deseados, dentro de los factores que han contribuido a formar la base de la avicultura moderna Vaca (2003) menciona:

- Alimentación con nutrientes de óptima calidad.
- Adquisición de razas o líneas de aves de superior capacidad genética.
- Mejores prácticas de manejo.
- Efectiva prevención de enfermedades.

La nutrición de las aves debe ser la adecuada en cada etapa de su producción, por ejemplo según la guía de manejo Cobb-Vantress (2008(a)) desde el momento de la estimulación con luz hasta el pico de producción es un periodo crítico ya que el ave distribuye los nutrientes disponibles para el desarrollo del sistema reproductor, el crecimiento y el mantenimiento, por lo que se debe suministrar los nutrientes requeridos al animal para evitar pérdidas en la productividad; después del pico de producción se da una disminución en los requerimientos nutricionales de las aves y se debe reducir el volumen diario de alimento para mantener un buen desempeño de las hembras.

La mejora genética en las aves se ha desarrollado en dos líneas principales, por un lado se han producido líneas livianas para maximizar la producción de huevos destinados al consumo humano, por otro lado, se han seleccionado líneas pesadas con el objetivo de que la descendencia de estas líneas de reproductoras sea eficaz en la conversión del alimento en carne. Este proceso de selección ha llevado a la obtención de animales de un mayor peso y que tienen menores rendimientos en

producción de huevo. Por tanto, los programas alimenticios para cada tipo de línea tienen que ser distintos y adaptados a las necesidades de los animales (Piquer s/f).

Una mejoría en las prácticas de manejo de las aves se debe traducir en una mejoría del rendimiento de la parvada, en el caso de las reproductoras esta mejoría se debe reflejar en la cantidad de huevos producidos por ave alojada y en última instancia en su progenie. En el negocio de la producción de carne de pollo todos los componentes del proceso, desde las reproductoras pesadas hasta la progenie de engorde, se benefician si controlamos su medio ambiente con efectividad (Aviagen. 2013) y se mantienen prácticas de manejo adecuadas a la edad de la parvada.

Además de buenas condiciones ambientales y un manejo apropiado, en la avicultura es muy importante controlar las enfermedades, las cuales según el INTA (2009) antes de tratarlas lo mejor es evitarlas, se debe tener especial cuidado para no introducir enfermedades nuevas a las granjas ya que los principales portadores y los más comunes son las personas, vehículos, equipo, aves silvestres, animales y los mismos pollos. Algunas enfermedades se pueden transmitir de los reproductores hacia los pollos de engorde por lo que la mejor medida para evitarlo es mantener reproductores sanos.

El manejo y conocimiento de todos estos componentes mencionados y los distintos factores que pueden influir en cada uno, se convierten en determinantes para lograr los objetivos productivos de la industria.

Objetivos

Objetivos Generales:

- 1- Contribuir en el desarrollo de las actividades productivas de una empresa dedicada a la producción de pollo de engorde, específicamente en las áreas de reproductoras pesadas e incubación.

Objetivos Específicos:

- 1- Trabajar en las diferentes actividades que involucran el manejo en granja de reproductoras pesadas.
- 2- Asistir en los diferentes aspectos que involucran el manejo del huevo fértil de granja a incubadora.
- 3- Colaborar en los procesos de incubación de huevo, para producción de pollo de engorde de un día de edad.
- 4- Monitorear el desarrollo de una prueba de campo para evaluar el desempeño de reproductoras pesadas que han sido suplementadas con Rovimix® Maxichick™.

Revisión Bibliográfica

1) Manejo reproductoras pesadas

Es esencial contar con buenas condiciones atmosféricas y de manejo para las reproductoras pesadas, a fin de mantener bajo el costo de producción de huevo y lograr el mejor rendimiento reproductivo. Esto incluye lograr niveles óptimos de cantidad de huevo, tamaño del mismo, calidad del cascarón, fertilidad e incubabilidad. Algunos factores ambientales que afectan la productividad son temperatura, humedad, calidad del aire y luz (Aviagen 2005).

Longley (2013) recomienda revisar y monitorear varios puntos clave en el manejo de reproductoras, para asegurar un adecuado rendimiento de las mismas y evitar pérdidas económicas, dentro de los principales se pueden mencionar:

- Medio ambiente: temperatura, calidad del aire, ventilación e iluminación.
- Plumaje adecuado a la edad.
- Peso corporal y peso del huevo comparados con el estándar.
- Condiciones en el galpón de producción: espacio de nido, espacio de comedero y distribución del alimento, espacio de bebedero, espacio de piso, calidad de la cama.
- Manejo del alimento acorde con la etapa productiva.
- Enfermedades, variación de la temperatura, relación macho/hembra, parásitos.
- Si las aves están por encima del estándar de peso corporal, conservar la diferencia entre el estándar y el peso corporal real durante todo el período de producción.

Todos estos aspectos afectan los rendimientos de la parvada en producción y pueden llegar a influir sobre el rendimiento de los pollos en engorde, tal como lo afirma Aviagen (2005), resulta claro que la calidad del pollo de engorde de un día, su desempeño vivo subsecuente y su rendimiento al procesamiento se verán fuertemente influenciados por la manera como se trate a las reproductoras.

Según Longley (2013) algunos factores que se pueden monitorear e indican un buen desempeño de las aves al inicio y durante la producción son:

- Un inicio de producción de huevos predecible y uniforme como respuesta al estímulo lumínico.
- Una separación de los huesos pélvicos de por lo menos 2 dedos en más del 80% de las hembras antes del primer estímulo lumínico.
- Un incremento regular y firme en la producción diaria de huevos, desde el primer huevo.
- Un buen plumaje para la edad.

Estos son algunos factores importantes de monitorear todos los días, para poder tomar decisiones sobre las distintas prácticas a implementar en producción acorde con el comportamiento productivo obtenido.

2) Manejo huevo fértil

El huevo fértil es un organismo vivo al que se le debe prestar atención y tratar con cuidado, en ocasiones se les presta más atención a las reproductoras y se olvida el producto final (Nilipour 1994), es por medio del huevo que obtenemos los pollos que se convierten en el rendimiento económico esperado.

Las condiciones de manejo, almacenamiento y transporte son muy importantes ya que la mortalidad embrionaria temprana puede verse afectada por la manipulación de los huevos, el almacenamiento de los mismos o las condiciones de incubación (Aviagen s/f (a)). Los cuartos fríos en la granja, los camiones de transporte, los cuartos de almacenamiento en la incubadora, deben tener buena higiene, circulación de aire y temperaturas adecuadas de almacenamiento, para mantener siempre la cadena de frío, la cual previene el desarrollo embrionario (Salas 2013).

Desde que el huevo fértil comienza a desarrollarse dentro del oviducto de la gallina ya se ve afectado por las condiciones internas y externas del ambiente que lo

rodea (Nilipour 1994), por ejemplo los choques de temperatura pueden disminuir los nacimientos (Salas 2013).

Las medidas necesarias para corregir una fertilidad deficiente no son las mismas que se requieren para corregir el exceso de mortalidad temprana, por lo tanto es importante distinguir las causas posibles para tomar las acciones necesarias y corregir el problema presentado (Aviagen s/f (a)).

3) Incubación de huevo fértil

Es muy importante en cualquier actividad obtener el máximo retorno económico, en este caso existen dos factores determinantes que se refieren al número y cantidad de huevos incubables y a los pollitos producidos por gallina alojada (Santos et al. 2011), sin dejar de lado la necesidad de lograr un pollito de excelente calidad.

Para lograr estos objetivos se vuelve indispensable tener excelentes parámetros de incubabilidad, la cual se puede ver afectada por diferentes factores, algunos más relacionados con la granja, por ejemplo la nutrición, la presencia de enfermedades, el apareamiento, el peso corporal del ave, higiene, tiempo de almacenamiento; otras causas pueden estar ligadas a la incubadora, como es el caso de higiene, el manejo de la nacedora, manejo del pollito, daño y almacenamiento de huevos (Cobb-Vantress 2008(b)). Además existen tres aspectos que pueden ser determinantes en el éxito del proceso de incubación de huevos: la selección, la limpieza y el almacenamiento de los huevos (Wageningen et al. 2004).

De esta forma al presentarse un problema en incubación por lo general se puede categorizar de acuerdo con la causa para determinar el origen de donde proviene, las cuales pueden ser: manejo del huevo, de la misma incubadora o de la granja de reproductores; las tres partes deben trabajar juntas para obtener pollitos de excelente calidad, al detectar y solucionar los problemas lo antes posible (Wilson 2004).

Otro factor que puede afectar significativamente el parámetro de incubabilidad es la edad de las gallinas, debido a que el tiempo de incubación se ve afectado por la edad del ave, las reproductoras más jóvenes ponen huevos más pequeños y por lo tanto el pollito va ser también más pequeño, debido a que estos dos factores se encuentran estrechamente relacionados (Bruzual et al. 2000).

Existen diferentes clasificaciones para determinar la calidad de los pollitos recién eclosionados, pero un pollito de buena calidad al día de edad debe estar limpio, seco, libre de suciedad y contaminación, con ojos claros y brillantes, sin deformaciones, con ombligo sellado y limpio, el cuerpo firme al tacto, sin problemas respiratorios, alerta, interesado en su entorno; sus patas deben tener una conformación normal, sin inflamaciones ni lesiones en corvejón, el pico bien formado y recto (Decuypere et al. 2001).

En términos generales se acepta que la calidad del pollito depende de la calidad del huevo, pero los últimos estudios en expresión genética indican que la madre puede tener un efecto mayor del que se pensaba en el desarrollo post-natal de los pollos (Surai y Fisinin 2012), por lo que no se puede dejar de lado el factor genético de las aves que se utilizan.

Por otro lado, la embriodiagnosia permite el análisis de los patrones de mortalidad y las anomalías, que puede ayudar a identificar los aspectos del proceso de incubación que se deben investigar con detalle para mejorar la incubabilidad y la calidad del pollo (Aviagen s/f (b)).

4) Nutrición y fertilidad

Los avances en nutrición animal son un pilar importante en las mejoras logradas en la actividad avícola, tanto es así que Coto (2010) considera que si la nutrición del ave reproductora no es apropiada se afecta la gallina y se genera una baja calidad de los nutrientes transferidos a la yema, así como una disminución en la incubabilidad y calidad del pollito nacido. Es por esto que la industria ha considerado

el uso de aditivos en los alimentos para complementar la nutrición y mejorar la productividad del negocio (Santos et al. 2011).

Un elemento que en muchas ocasiones produce problemas es la fertilidad en la parvada, para mejorar dicho parámetro se puede recurrir a diferentes prácticas, pero una adecuada nutrición siempre es indispensable, como ejemplo se puede citar a Alonso et al. (2011), quienes mencionan que para mejorar la fertilidad de los huevos y la incubabilidad durante la fase de reproducción es necesario que las aves tengan una óptima nutrición para que los nutrientes sean transferidos al embrión con la mayor eficiencia posible.

Por ejemplo, es importante considerar el estrés que provoca en un huevo o un pollito las diferentes prácticas de manejo como el tiempo de almacenaje, la temperatura, la humedad, el transporte, el tiempo en incubadora del pollo (luego de nacer); estos factores pueden aumentar la producción de radicales libres, por lo que se vuelve necesario intervenir para evitar el daño a órganos y células; esto se puede lograr por medio de la suplementación de antioxidantes naturales como la vitamina E, los carotenoides y el selenio en la dieta de los animales (Surai y Fisinin 2012).

La fertilidad de las aves es una preocupación en la industria avícola, ya que se busca alcanzar el máximo número de pollitos por ave alojada. Una prueba que puede ayudar a evaluar la fertilidad es la técnica de penetración espermática, que correlaciona la cantidad de agujeros presentes en el disco germinal, con la fertilidad de la parvada (Bramwell et al. 1995).

Posterior a la evaluación se grafican los datos, los cuales se interpretan de la siguiente forma (Bramwell 2012¹):

¹Bramwell R. 2012. Conferencia. La prueba de penetración espermática. Department of Poultry Science. University of Arkansas. Alajuela Costa Rica

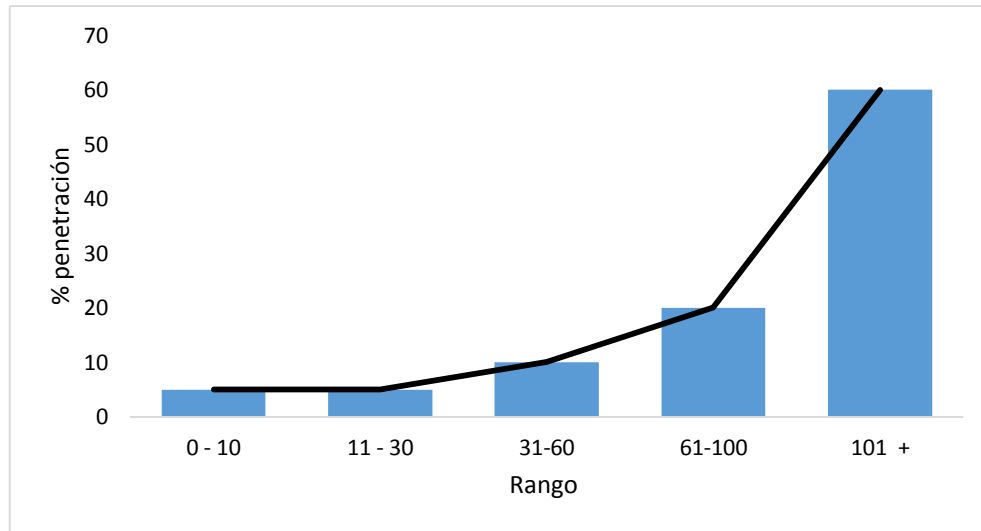


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de penetración espermática, para aves con apropiada calidad de espermatozoides y frecuencia de monta adecuada.

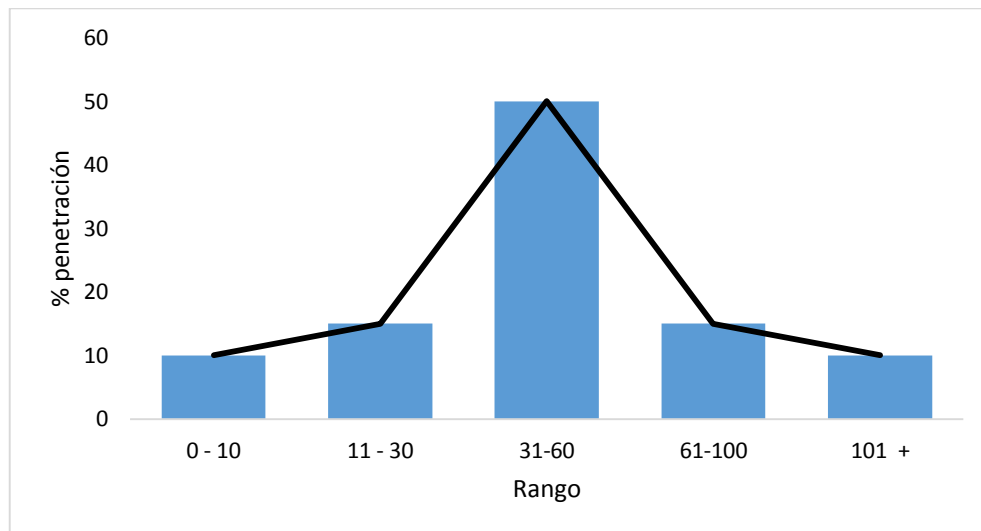


Figura 2. Representación gráfica de los resultados de penetración espermática, para machos con inadecuada calidad de espermatozoides pero frecuencia de monta adecuada.

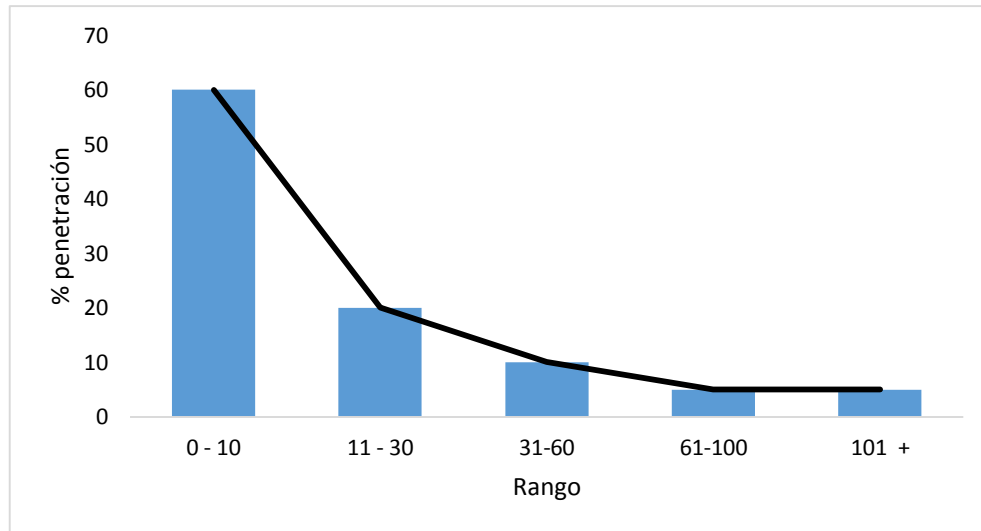


Figura 3. Representación gráfica de los resultados de penetración espermática, para machos con inadecuada calidad de espermatozoides y baja frecuencia de monta.

Materiales y Métodos

La práctica se realizó con la empresa Corporación Multi Inversiones en la División Industrial Pecuaria, DIP-CMI es la empresa avícola más grande de Centroamérica, con subsidiarias en todos los países de la región excepto Nicaragua y Panamá. Cuenta con presencia regional a través de granjas de crecimiento, postura y engorde; plantas de incubación; plantas procesadoras de carne de cerdo en Guatemala y Honduras; plantas procesadoras de pollo en Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica.

En Costa Rica desde 1997 opera la cadena de restaurantes Campero, además posee 38 granjas avícolas, y ocupa el segundo lugar en producción de pollo de engorde. Entre el año 2005 y 2007 adquirió cuatro empresas productoras de pollo: Propokodusa, Tío Pepe, Delji y Tico Pollo, localizadas en el norte, centro y sur del país, y a mediados de 2007 lanzó al mercado nacional la marca Pollo Rey, la cual se ha convertido en un importante competidor en el mercado.

Durante el trabajo se realizaron actividades propias del manejo de reproductoras pesadas, alimentación, pesaje, recolección y selección de huevos en la granja, manejo del huevo en incubadora, selección por calidad del pollito y monitoreo de una prueba de campo para evaluar el desempeño de reproductoras pesadas suplementadas con Rovimix® Maxichick™, el cual es una combinación de cantaxantina y 25-hidroxi-D3. Con este producto se esperan obtener beneficios sobre la producción de huevos, la incubabilidad y la calidad de los pollitos, por lo que fueron los principales parámetros medidos durante la prueba.

1) Manejo de reproductoras pesadas

Se dio seguimiento a un lote de reproductoras, desde el traslado de levante hasta finalizar el ciclo de producción; el traslado a producción se realiza en la semana 24 de las aves y se monitorean rendimientos hasta la semana 65 de producción.

Se trasladaron 13.252 hembras y 1.331 machos de la línea genética Cobb 500 ff las cuales se dividieron en dos grupos, colocándolas en galpones ubicados uno al lado del otro, se alojaron en la galera #1 a 6.972 hembras y 693 machos; en la galera #2 a 6.280 hembras y 638 machos, cada galpón se dividió en dos áreas iguales con el mismo número de animales en cada una.

Granja Las Brumas, en la cual se realizó dicha prueba, se ubica en Santiago de San Ramón de Alajuela. Cada galpón contó con un silo para almacenar alimento, la alimentación a las hembras es automática en comederos de plato, los machos se alimentaron por aparte en canoas, se utilizaron bebederos de niple, y cascarilla de arroz como material para la cama.

Durante el ciclo productivo se realizaron las actividades de limpieza de nidos, mantenimiento de cama, revisión de mortalidad, selección de aves para desecho, alimentación, revisión de equipo, recolección y desinfección de huevos.

2) Manejo del huevo fértil

En la granja se observó y participó en el proceso de recolección, selección, almacenamiento del huevo fértil.

Los huevos se recolectaron a la misma hora del día en ambas galeras, se seleccionaron y almacenaron en el cuarto de almacenamiento para huevo a una temperatura de 21°C; se seleccionaron tres categorías de huevos A, B, C; la categoría A y B son incubables, la diferencia es la necesidad de limpiar el huevo B antes de incubarlo, en el caso de huevo categoría C no cumple con alguno de los parámetros de calidad para ser incubado, dentro de ellos peso mínimo o máximo, conformación, cáscara y contaminación con material fecal; por lo tanto se destina a un fin comercial.

En un vehículo acondicionado para el traslado del huevo fértil, sin perder la cadena de frío, los huevos fueron transportados tres veces por semana a la incubadora respectiva.

En la incubadora los huevos se almacenaron en un cuarto frío, con temperatura y humedad controlada, se les dio rotación para incubarlos antes de los 7 días de almacenamiento.

3) Incubación de huevo

Se visitaron las 2 incubadoras de la empresa ubicadas en Palmares y San Mateo, se monitoreó el proceso de almacenamiento de huevo, incubación, ventana de nacimiento y selección de pollito para las incubaciones correspondientes a las galeras en estudio.

Se observaron las salas de almacenamiento de huevo fértil, las salas para acondicionamiento del huevo, las máquinas incubadoras, las máquinas necedoras y el área para despacho de pollito recién nacido.

Se evaluaron los grupos de producción de las galeras en estudio por el método de embriodiagnos y se realizó una prueba estadística por diferencia de medias, para buscar si existen diferencias significativas entre los datos obtenidos.

La selección de pollito de primera se realizó por un experto en el tema y se basa en múltiples factores dentro de los cuales el pollito debe estar limpio, seco, libre de suciedad y contaminación, con ojos claros y brillantes, sin deformaciones, con ombligo sellado y limpio, el cuerpo firme al tacto, sin problemas respiratorios, alerta, interesado en su entorno; sus patas deben tener una conformación normal, sin inflamaciones, lesiones en corvejón o dedos torcidos; el pico bien formado y recto.

4) Prueba de campo

La prueba se realizó en granja Las Brumas, ubicada en Santiago de San Ramón de Alajuela, con un lote de 13.252 hembras y 1.331 machos, los cuales se dividieron en dos grupos según las especificaciones y dinámica de trabajo de la empresa. Se definió un grupo como testigo (desde ahora G1. (T)) y el otro como tratamiento (desde ahora G2. (P)). La granja cuenta con dos galpones semejantes ubicados uno al lado del otro, en el croquis (Figura 4) se puede observar la

distribución de las principales áreas de la granja, cada galpón se divide en dos áreas iguales y se colocan la misma cantidad de aves dentro de cada división. Al grupo G2. (P) se le suministró alimento balanceado mezclado con Cantaxantina y 25-hidroxi-D3, a razón de 1 kg por tonelada de alimento balanceado, desde la semana 27 (donde alcanzó el 5% producción) hasta finalizar el ciclo productivo, al grupo G1. (T) se le suministra alimento con los mismos ingredientes y composición nutricional que el grupo anterior, pero no se le adicionó Cantaxantina y 25-hidroxi-D3, por lo que hizo la función de testigo durante la prueba.

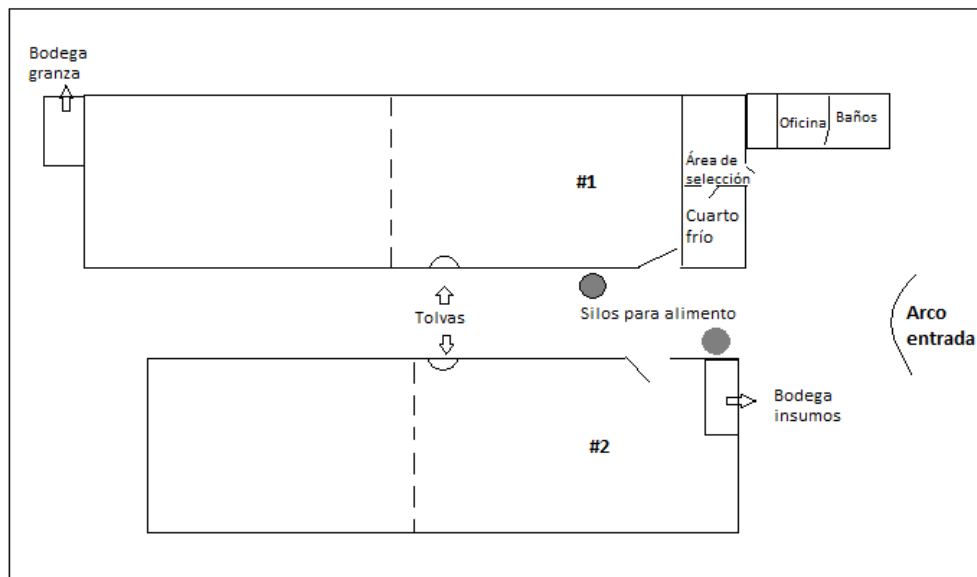


Figura 4. Distribución de las principales áreas de infraestructura en granja Las Brumas.

La distribución del equipo para alimentación y la cantidad de nidos en cada galera, se realizó según la capacidad de cada una y la cantidad de aves alojadas, en el Cuadro 1 y el Cuadro 2 se presenta la distribución utilizada, en la G1. (T) se alojaron 6.972 hembras con 693 machos y en la G2. (P) 6.280 hembras con 638 machos.

Cuadro 1. Tamaño de los galpones y distribución del equipo utilizado en la prueba de campo monitoreada.

	G1. (T)	G2. (P)
Largo	110,7 m	90,7 m
Ancho	13,5 m	14 m
Área	1.494,5 m ²	1.269,8 m ²
Nidos	1.760 unidades	1.540 unidades
Bebedores	88 unidades	77 unidades
Comederos de plato	700 unidades	610 unidades
Canoas	36 unidades	36 unidades

Fuente: Elaboración propia, con los datos de los lotes en producción. DIP-CMI.

Cuadro 2. Densidad de las aves por metro cuadrado y cantidad de aves por equipo utilizado, en los galpones de la prueba de campo monitoreada.

	G1. (T)	G2. (P)
Aves/m ²	5,13	5,45
Hembras/m ²	4,67	4,95
Hembras/Macho	10,06	9,84
Aves/Nido	3,96	4,08
Aves/comedero	9,96	10,3

Fuente: Elaboración propia, con los datos de los lotes en producción. DIP-CMI.

El traslado de la granja de levante a la de producción se realizó en la semana 24 de edad del lote, al alcanzar el 5% de postura se suplementó un grupo de las aves, hasta finalizar su ciclo productivo.

Durante el desarrollo de la prueba se monitorearon los siguientes parámetros productivos:

Producción de huevo por ave alojada

Huevo incubable por ave alojada

% Mortalidad embrionaria

Número de pollitos por ave alojada

Adicionalmente, se realizaron presentaciones de resultados mensuales mediante gráficos y cuadros, se efectuaron reuniones con los técnicos encargados en un espacio para discusión y monitoreo de resultados.

4.1) Pruebas pollo de engorde

Se realizaron 2 pruebas de campo, a nivel de pollo de engorde, se da seguimiento a los pollitos de las aves en estudio, se utilizaron 2 granjas determinadas por la empresa ubicadas en Turrucare de Alajuela, con el objetivo de monitorear el desempeño productivo de la progenie de los grupos monitoreados.

Para la prueba #1 se utilizaron 2 galpones ubicados uno al lado del otro, con un tamaño de 100 m X 12 m y con la misma cantidad de comederos, bebederos y ventiladores por ave alojada en cada galera. Se ingresaron 12.000 aves en cada uno.

Para la prueba #2 se utilizaron 2 galpones de 114 m x 14 m y se colocó la misma cantidad de equipo en cada una, se ingresaron 13.125 aves en cada galera.

Ambos grupos se les dio seguimiento a los parámetros productivos de peso semanal, consumo de alimento, mortalidad y conversión alimenticia. Calculados de la siguiente forma:

Peso

Se pesan las aves a la misma hora, una vez a la semana

Consumo de alimento

Alimento consumido total ÷ Total aves vivas

Mortalidad

Total aves muertas ÷ Total aves ingresadas

Conversión alimenticia

Consumo de alimento en gramos ÷ Peso vivo en gramos

4.2) Análisis de penetración espermática

Para medir la fertilidad de la parvada se complementó la prueba con un análisis de penetración espermática que permite evaluar los grupos en producción, según la metodología de Bramwell et al. (1995), el cual consiste en:

- Separar la yema del albumen del huevo.
- Limpiar con papel toalla el disco germinal hasta que este visiblemente libre de albumen adherido.
- Colocar la yema en una solución al 1% de NaCl, asegurarse que el área del disco germinal este completamente cubierta por al menos 5 minutos.
- Cortar la capa perivitelina donde se ubica el disco germinal, se sobrepone el disco germinal fuera de la yema.
- Agitar vigorosamente la sección cortada de la capa perivitelina, en la solución de NaCl, para estar seguro que está libre de material de la yema adherido.
- Ubicar la sección de capa perivitelina en la placa de microscopio, centrar y mantener la sección del disco germinal tan uniforme como sea posible.
- Agregar unas gotas de solución de formalina al 5% a la sección de la capa perivitelina y dejar reposar por unos 10 – 20 segundos.

- Agregar unas gotas de reactivo de Schiff y permitir un espacio de tiempo para que la sección de la capa perivitelina tome color.
- Escurrir el exceso de solución de la placa.
- Ubicar un cobertor sobre la sección de la capa perivitelina y presionar cuidadosamente para remover burbujas de aire.
- Ubicar la placa al microscopio y contar los orificios que se observan únicamente en la región circular del disco germinal.

Después de contar los orificios observados en el disco germinal se procede a calcular el porcentaje de penetración espermática, se divide la cantidad de huevos que presentan orificios dentro de los rangos establecidos entre el total de huevos analizados.

Se establecieron 5 rangos para la cantidad de orificios que se pueden contar dentro del disco germinal, los rangos serían:

- 0 a 10
- 11 a 30
- 31 a 60
- 61 a 100
- 101 a más

Resultados y discusión

1) Manejo de reproductoras pesadas

El traslado de las aves a producción se realizó en dos días, se dividieron en los grupos G1. (T) y G2. (P), se mezclaron los machos con las hembras, manteniendo una relación macho:hembra cercana a 1:10.

Al realizar el traslado los galpones tenían todo el equipo necesario para alojar las aves, tales como comederos, bebederos, nidos, ventiladores, cortinas en buen estado y la cama limpia.

Una vez trasladadas las aves a producción se realizó una pesa del 5% de la población para determinar uniformidad de la parvada, los resultados se pueden observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Datos obtenidos de la pesa realizada durante la semana 24 de traslado de las aves, de la granja de levante a la granja de producción.

	G1. (T)	G2. (P)
Cantidad aves pesadas	340 aves	310 aves
Peso promedio	3.080 g	2.881 g
Rango de peso	2.200 g – 4.000 g	1.900 g – 3.900 g
Uniformidad	77,4 %	75,2 %
Coefficiente de variación	11,6	13,8

Fuente. Elaboración propia, con datos recolectados en campo. DIP-CMI.

La guía de manejo Cobb-Vantress (2008(a)) recomienda para aves criadas en caseta oscura a la semana 24 un peso promedio de 2.900 gramos, en el caso de las aves de la G1. (T) tuvieron sobrepeso en 180 g, por otro lado las aves de la G2. (P) les faltan 19 g para encontrarse en el peso ideal según la guía de manejo, sin embargo las aves de la G1. (T) tuvieron mejor uniformidad y menor coeficiente de variación en sus pesos, por lo que están mejor preparadas para asumir el reto

productivo. Los pesos de las aves se monitorearon cada semana, en la Figura 5 se observa el comportamiento de los pesos de las aves.

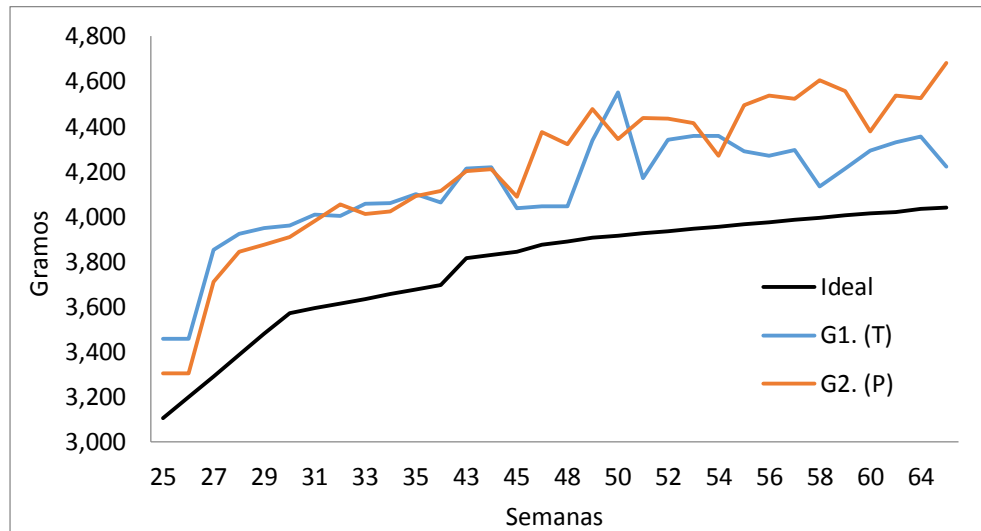


Figura 5. Peso promedio de las hembras durante el periodo de producción, desde la semana 25 hasta la semana 65.

Terminado el periodo de traslado, en la primer semana de las aves en producción, ambos grupos superaron en promedio el peso esperado para su edad, este comportamiento se mantuvo durante todo el ciclo productivo, entre la semana 35 y la 43 como se observa en la Figura 5, no se tomaron los datos de los pesos de las aves, debido a un manejo propio de la empresa que se realiza para evitar estrés en las aves durante la etapa de mayor producción y así evitar caídas bruscas en la producción de huevo. Durante este periodo el control de la alimentación se realiza con base en la producción esperada y criterio del supervisor de granja. De la semana 43 en adelante se monitorearon los pesos, pero se invierte el comportamiento del peso de las aves, la G2. (P) pasa a ser las aves más pesadas y en la G1. (T) están las aves más livianas, una explicación al fenómeno que ocurre donde las aves livianas se convierten en las más pesadas y viceversa se puede obtener de mantener un consumo de alimento constante en ambos grupos, aunque uno de ellos tenga un menor pico de producción (Figura 12), por lo que las aves con menores requerimientos para producción y sometidas a un mismo régimen de

alimentación comienzan a acumular más reservas energéticas (en forma de grasa principalmente) y ganan más peso; importante resaltar que ambos grupos tienen un peso mayor al ideal Cobb-Vantress para su edad, y la producción antes del pico es menor a la ideal por lo que los requerimientos nutricionales serían distintos al tener un menor nivel de producción con un peso mayor al esperado. En la Figura 5 se observan caídas en la curva de peso de las aves, las cuales se presentaron después de los distintos periodos de selección realizados, cada vez que se realizó la práctica de selección se sacaron del galpón las aves que se mantenían fuera de postura, generalmente estas aves son las más pesadas, lo que influye directamente sobre los pesos promedio obtenidos (disminuyéndolos), situación que se refleja en la curva de pesos promedio.

La alimentación se realizó en las mismas cantidades para todas las aves, se alimentó con 117 g/ave/día en la semana 25, hasta un máximo de 169 g/ave/día en la semana 31, en la semana 32 se bajaron 3 gramos/ave y después se comienza a bajar la alimentación a razón de 1 gramo por semana hasta alcanzar un mínimo de 142 g/ave/día en la semana 57, el comportamiento de la cantidad de alimento suministrado a cada ave se observa en la Figura 6, donde se aprecia el aumento gradual de la alimentación hasta alcanzar un máximo el cual coincide con el pico de producción y luego se disminuye paulatinamente hasta un mínimo deseado. La reducción del volumen diario de alimento después del pico de producción es importante para mantener un buen desempeño de las hembras (Cobb-Vantress 2008(a)).

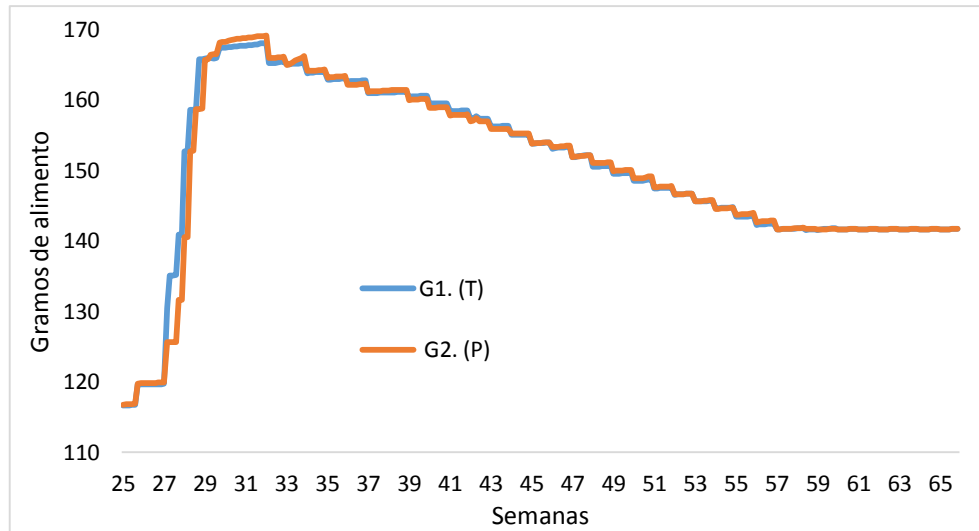


Figura 6. Consumo de alimento para los 2 grupos en producción, expresado en gramos, desde la semana 25 hasta la semana 65.

Un factor importante a considerar y que influye directamente sobre los rendimientos productivos de los animales es la temperatura ambiental, según la guía de manejo Cobb-Vantress (2008) temperaturas altas o bajas afectan el consumo de agua y la alimentación de las aves, en la Figura 7 y el Cuadro 4 se observa la variación promedio de temperatura medida en ambos galpones durante un mes, se puede observar como la G1. (T) mantiene en promedio 1,28 °C menor temperatura que la G2. (P), donde las temperaturas promedio diarias se ubicaron entre los 19,2 °C y los 30,8 °C, esa alta variación en las temperaturas diarias y la diferencia de temperatura entre galpones puede afectar el comportamiento de cada uno de los grupos, temperaturas más altas pueden afectar el nivel de producción de las aves disminuyéndolo y reflejarse en el consumo de agua y alimento (Cobb-Vantress 2008 (a)), en este caso no se afecta el consumo de alimento pero si se podría obtener una menor producción en el galpón más caliente y una variación importante en el comportamiento del peso de las aves. Las temperaturas cercanas a los 20-22°C (68-72°F) habitualmente producen el mejor rendimiento en producción de huevo (Aviagen 2013).

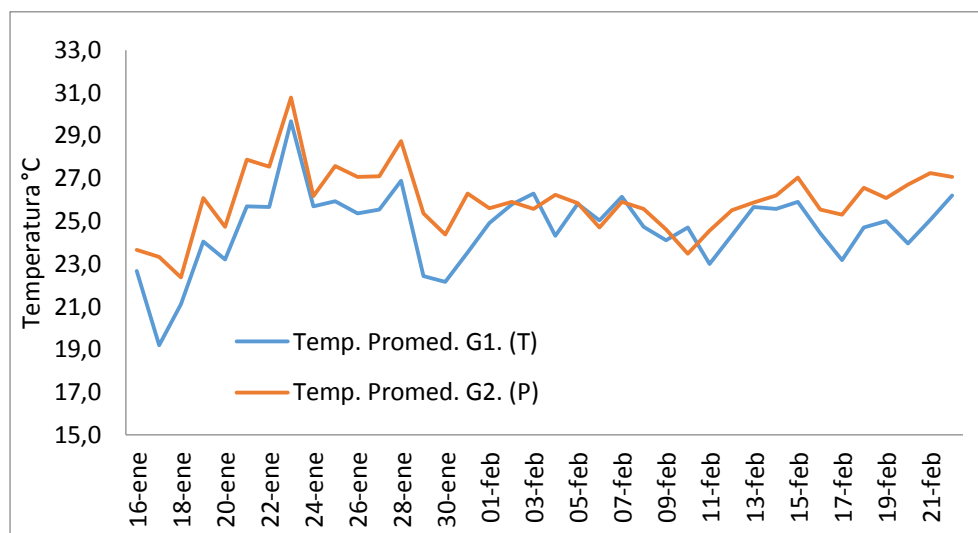


Figura 7. Variación promedio de la temperatura durante el día, en los 2 galpones de producción, durante un mes de producción.

Durante el periodo de la prueba se evidenció una filtración de agua en los galpones, producto del mal estado del techo en ambos galpones, esto generó un problema de humedad en la cama, que se traduce a problemas de patas en las aves, por lo tanto se decidió cambiar la cama a mitad del ciclo productivo entre la semana 43 y semana 44; esto aumentó el estrés de las aves, reflejándose directamente sobre la producción de la parvada, lo que provocó una disminución en el porcentaje de postura entre la semana 42 y la semana 43 de 3,87% en la G2. (P) y 2,77% en la G1. (T).

Cuadro 4. Variación de la temperatura promedio por galera, a distintas horas del día, del 16 de enero al 21 de febrero 2013.

	G1. (T)	G2. (P)	Dif. G2-G1
07:00 a.m.	17,02°C ± 0,76°C	17,5°C ± 1,16°C	0,48°C
01:00 p.m.	29,49°C ± 2,43°C	31,19°C ± 2,56°C	1,7°C
03:00 p.m.	27,52°C ± 3,49°C	29,15°C ± 2,86°C	1,63°C
Promedio	24,67°C	25,95°C	1,28°C

Fuente. Elaboración propia, con datos recolectados en campo. DIP-CMI.

Como consecuencia de los problemas presentados con la cama de los galpones, los nidos se contaminaron y se observaron nidos sucios con apelmamientos de cascarilla, esta situación genera contaminación de los huevos y afecta el nacimiento de las aves, se puede observar en la Figura 9 como en el periodo anterior a la semana 43 existe una disminución en el porcentaje de nacimientos de ambos galpones y luego de esta fecha el porcentaje de nacimientos vuelve a ser cercano al ideal buscado, situación que concuerda con los datos de embriodiagnos.

Por otro lado, los machos son manejados con un régimen de alimentación distinto al de las hembras, con comederos y alimento balanceado específico para sus requerimientos y ambos grupos reciben el mismo tipo de alimentación. Los machos del G1. (T) ganaron en promedio 1.238 g durante toda la etapa de producción, en tanto los machos del G2. (P) tuvieron una ganancia de 1.313 g en promedio; estas diferencias afectarían negativamente la fertilidad de los machos con mayores ganancias de peso, ya que lotes de producción con machos más pesados, van a tender a tener menor frecuencia de monta y se afecta la calidad espermática de los machos.

2) Manejo huevo fértil

El huevo a nivel de granja se recolectó todos los días en ambos galpones, la labor se realizó al mismo tiempo, hasta seis veces al día durante el pico de producción, los huevos se recolectaron, seleccionaron y almacenaron en la granja. Tres veces por semana se transportaron a la incubadora, en un vehículo destinado para dicho fin.

Durante todo el proceso se monitoreó la cantidad de huevo incubable obtenida, en la Figura 8 se muestra el aprovechamiento logrado, debido que las aves inician 2 semanas tarde la producción en la gráfica se observa menor aprovechamiento durante las primeras semanas, una vez alcanzado el ideal de aprovechamiento de huevo, éste se mantiene superior al esperado, al final del periodo el aprovechamiento promedio de la G1. (T) es 95,74% y el de la G2. (P)

95,63%, en ambos casos más de lo esperado de acuerdo al ideal tabla Cobb-Vantress (2010) el cual es de 95,59%.

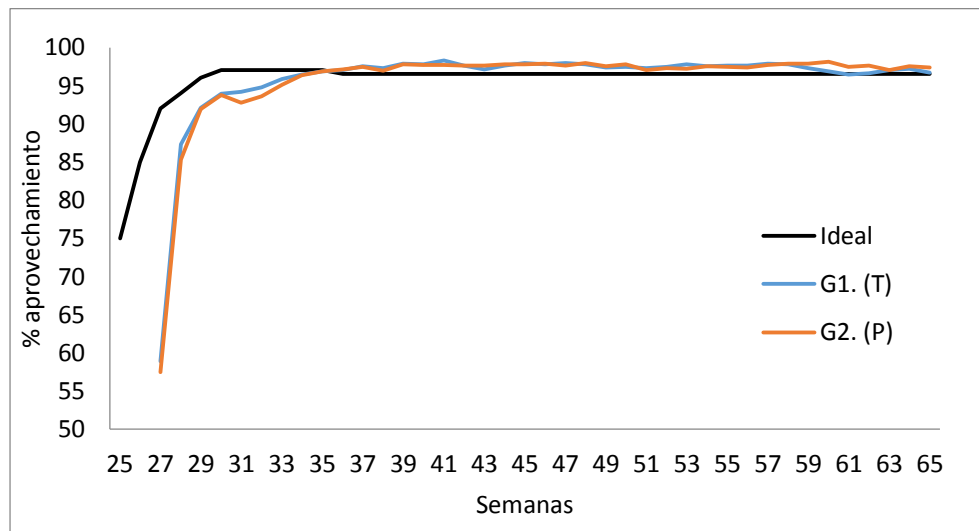


Figura 8. Porcentaje de aprovechamiento de huevo de los galpones en producción versus ideal de aprovechamiento tabla Cobb-Vantress (2010).

Los huevos en la categoría A y B se consideran como incubables y la categoría C son huevos no aptos para incubación, el huevo categoría A es aquel que cumple con todos los requerimientos establecidos por la empresa, tales como limpieza, tamaño, forma, peso; el huevo tipo B requiere de alguna limpieza previa antes de ser enviado a incubadora, por lo que no se le puede dar el mismo tratamiento que a un huevo clase A. En el caso de la categoría C son huevos con deformaciones, faltos de peso, quebrados o que por algún otro motivo no cumple con los requisitos establecidos, estos huevos no se envían a incubación.

3) Periodo de incubación

Se midieron los datos de incubación de las aves ubicadas en granja Las Brumas, desde la semana 27, donde las aves alcanzaron el 5% de postura y se considera como inicio de postura, hasta la semana 65, donde se dio por finalizado el ciclo de producción. A nivel de incubadora se monitorearon los parámetros de

porcentaje de nacimientos, cantidad de pollito de primera e infertilidad de la parvada, en la Figura 9 se observa el comportamiento del porcentaje de nacimientos de las aves en estudio.

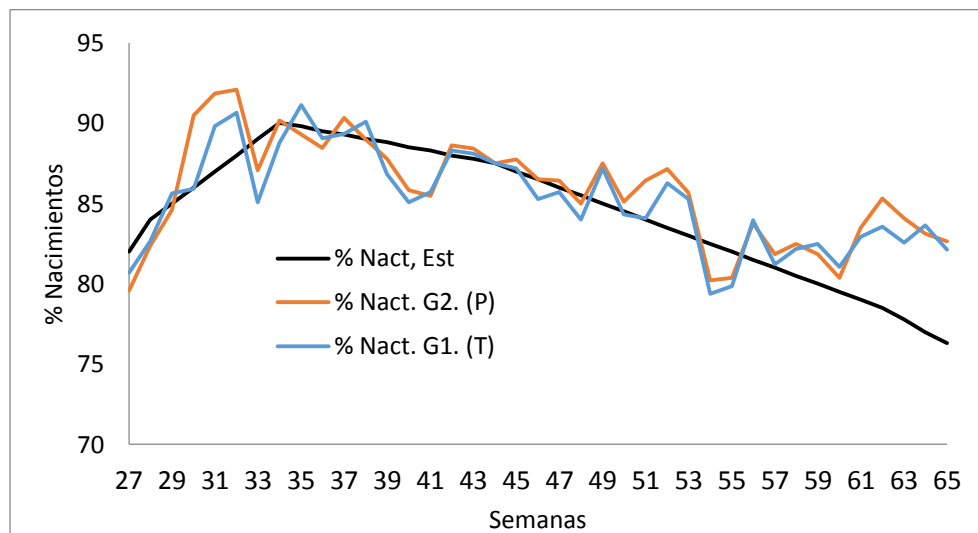


Figura 9. Porcentaje de nacimientos de las aves de los 2 grupos monitoreados versus el estándar Cobb-Vantress (2010) de nacimientos.

Se observaron dos caídas considerables en el porcentaje de nacimientos de las aves, de la semana 39 a la 41 se le puede atribuir al mal estado de las camas de los galpones que aumentaron la contaminación del huevo lo cual influyó directamente sobre los nacimientos; en el segundo caso entre la semana 54 y 55, por disposiciones de la empresa se dio la venta de huevo fértil, se comercializó cerca del 75% de la producción durante estas semanas, esta práctica lleva a seleccionar los mejores huevos para la venta, lo que influye sobre los nacimientos obtenidos.

Desde la semana 27 hasta la semana 60 los huevos fueron incubados en la incubadora ubicada en San Mateo y después de la semana 60 se incubaron en la incubadora ubicada en Palmares, esto por disposiciones internas de la empresa, al cambiar a equipos de distinta marca, con capacidad de incubación diferente, al igual que las condiciones de manejo, se afectan los resultados obtenidos. Por lo cual se observa con un aumento de la curva de nacimientos después de la semana 60 en

ambos grupos de producción. Las incubadoras utilizadas en las instalaciones de Palmares brinda mejores condiciones para el manejo de huevo más grande, el cual se obtiene al final del ciclo productivo y por eso los rendimientos mejoraron al realizar el cambio de incubadora.

La infertilidad obtenida a excepción de las primeras 2 semanas es menor a la esperada, lo que indica muy buenos resultados en este parámetro, en la Figura 10 se observa el comportamiento de la infertilidad de ambos grupos y el estándar de infertilidad esperado.

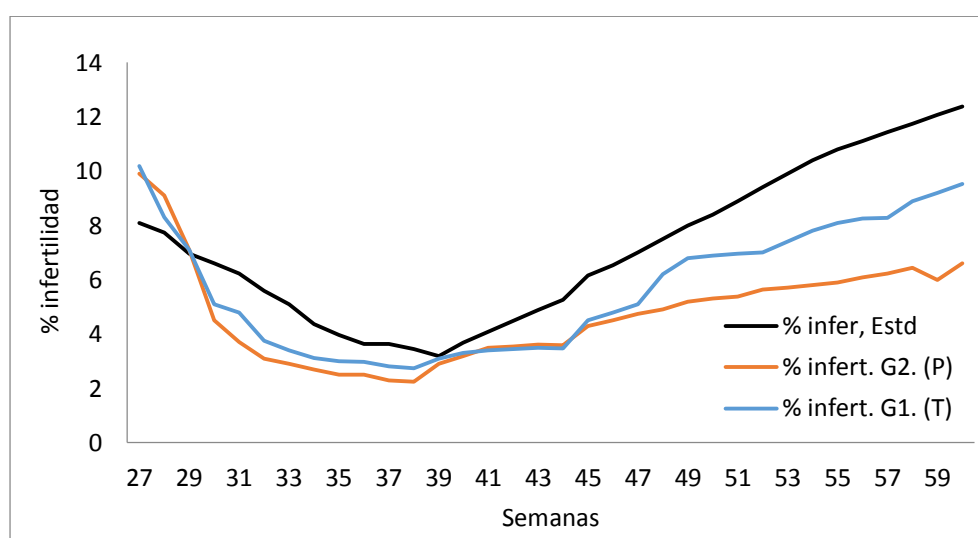


Figura 10. Porcentaje de infertilidad de los grupos en estudio, versus el ideal Cobb-Vantress (2010).

Después de la semana 60 no se cuenta con los datos de infertilidad debido al cambio de incubadora, donde no se monitorea este parámetro. Se observa una menor infertilidad en las aves del grupo 1 al compararlas con la infertilidad del grupo 2, caso contrario al observado en la curva de producción (Figura 12) donde las aves del grupo 1 tuvieron una mejor producción a lo largo del periodo.

Parte de la incubación incluye el proceso de embriodiagnos, el cual permite generar un diagnóstico de la mortalidad embrionaria y al mismo tiempo se puede realizar un diagnóstico de la fertilidad del lote de producción. Para las aves en

estudio se realizaron diferentes mediciones y en el Cuadro 5 se presenta un resumen de los resultados obtenidos durante todo el ciclo productivo.

La prueba estadística utilizada demuestra que no existe diferencia significativa entre los grupos de producción, por lo que estadísticamente se puede decir que se comportaron de la misma forma en la evaluación de los diferentes parámetros considerados para la embriodiagnos. Sin embargo numéricamente la mortalidad embrionaria en las tres etapas evaluadas (1-7, 8-14, 15-21) es menor para la G2. (P) que para la G1. (T).

Cuadro 5. Resultados promedio de embriodiagnos, de la semana 27 a la semana 60 de incubación, para los grupos en estudio, basados en una muestra de 504 huevos por análisis.

	Infértil	1-7 días	8-14 días	15-21 días	H. Picado	H. Contaminado	P. Muerto	Total
G1. (T)	5,50%	3,30%	0,68%	3,01%	0,20%	0,81%	0,24%	14,30%
G2. (P)	5,22%	3,11%	0,62%	2,87%	0,20%	0,82%	0,20%	13,67%
Diferencia G2-G1	-0,28%	-0,19%	-0,06%	-0,14%	0,00%	0,01%	-0,04%	-0,62%
Valores p	0,4388	0,5007	0,4926	0,7213	0,7802	0,9999	0,2599	0,4186

Fuente. Elaboración propia, con datos recolectados en campo. DIP-CMI.

Una parte del trabajo en la incubadora se refleja en la calidad del pollito obtenido al final del proceso, el pollito es seleccionado al nacer por personal experto en el tema, y se envía a las granjas, en la Figura 11 se observa el porcentaje de pollo de primera calidad para cada grupo de producción. Durante la mayoría del periodo el porcentaje de pollito de segunda calidad es muy constante, a excepción del final de la prueba que se realiza cambio de incubadora y se aumenta la cantidad de pollo de segunda calidad obtenido en ambos grupos, lo que muestra un efecto de las condiciones de incubación y la edad del lote sobre los resultados obtenidos en este parámetro medido o un efecto del cambio del personal que realiza la selección.

En el caso de la semana 30 el porcentaje de pollito de primera calidad para la G2. (P) se ve afectado por un efecto de la cantidad de huevos incubados, ya que

sólo se incubó un 9% de la producción total de este grupo, el resto de la producción se destinó a un fin comercial como huevo fértil, esta decisión genera que los huevos de mejor calidad sean los comercializados para no afectar la imagen de la empresa, en el caso de los huevos de la G1. (T) se incubó un 30% de la producción, en la misma semana se observó una disminución en menor escala, para este parámetro medido.

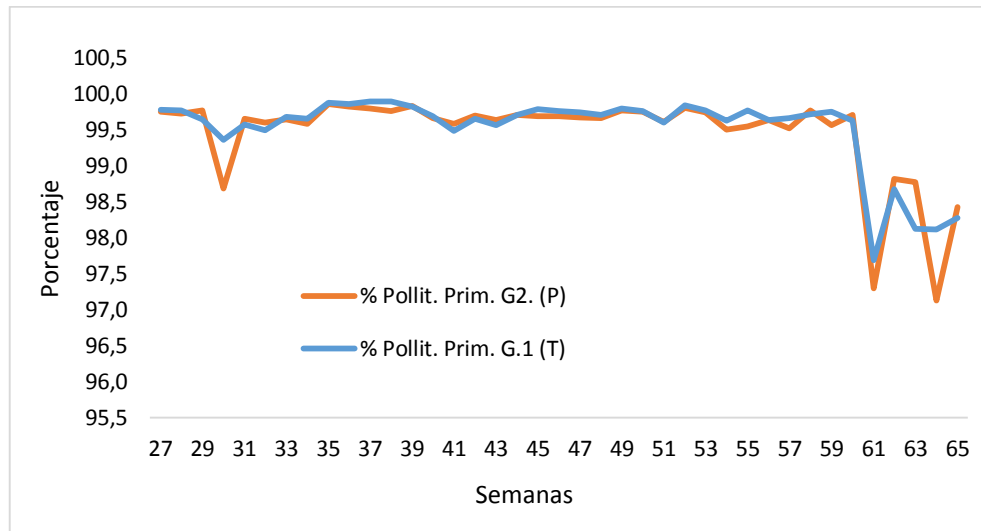


Figura 11. Comparativo del porcentaje de pollito de primera calidad, entre los grupos de producción.

4) Prueba de campo

La prueba de campo se realizó en granja Las Brumas, se monitoreó el desarrollo del periodo de producción de un grupo de reproductoras pesadas. Las aves se dividen según el peso vivo a la semana 24, en la G1. (T) se distribuyeron las aves más pesadas y el promedio, en la G2. (P) las aves livianas y el resto del promedio.

Durante el periodo de la práctica se monitorearon parámetros a nivel de granja de reproductoras, de incubadora y granja de pollo engorde.

4.1) Granja de reproductoras

La suplementación de las aves con Cantaxantina y 25-hidroxi-D3 se inició durante la semana 27, a un peso promedio de 3,711 g/ave para la G2. (P), en el transcurso de esta semana ambos grupos alcanzaron el 5% de producción, considerado como inicio de postura, es la fecha donde se comienza a enviar huevos a la incubadora, en la Figura 12 se observa la curva de producción de ambos grupos comparada con la curva ideal según tabla Cobb-Vantress (2010).

El inicio de producción en ambos grupos es tardío, las aves fueron trasladadas a producción durante la semana 24 debido a un atraso en la preparación de las instalaciones, lo que generó un atraso en el periodo de fotoestimulación y por lo tanto sobre el inicio de la producción. Una vez alcanzado el pico de postura las aves mantuvieron un nivel de producción más alto al esperado, por lo que al final del ciclo obtuvieron un promedio de producción cercano al deseado, la tabla Cobb-Vantress (2010) indica como promedio de producción desde la semana 25 hasta la semana 65 un 65,35% en el caso de la G.1(T) se obtiene al final del ciclo un 66,14% y para la G.2 (P) un 64,78% se obtuvo al final de la prueba un menor porcentaje de postura promedio en las aves suplementadas.

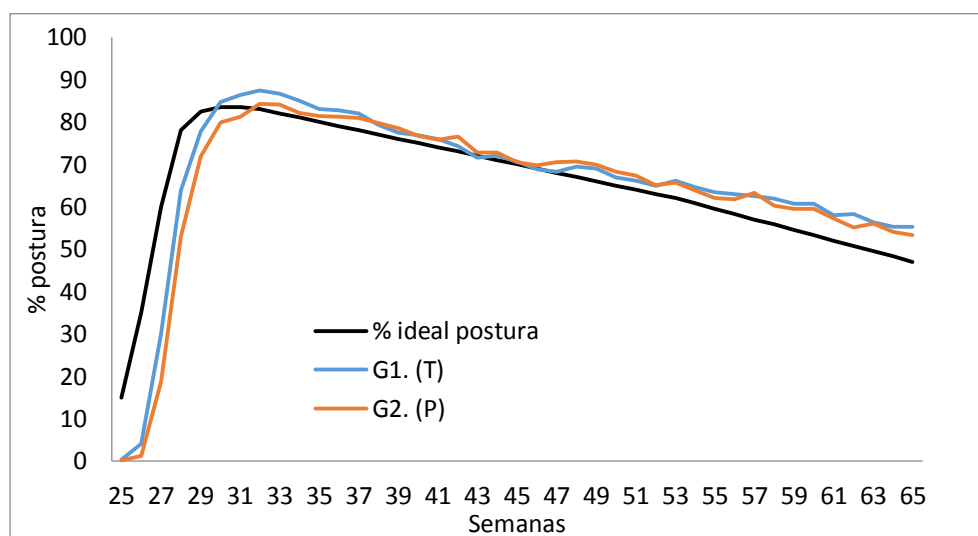


Figura 12. Curva del porcentaje de producción de las aves en estudio versus el ideal tabla Cobb-Vantress (2010).

El comportamiento de postura del G1. (T) es superior al del grupo de prueba, durante las primeras semanas de producción y hasta la semana 38 el G2. (P) tuvo una menor producción que el testigo, durante el pico de producción la prueba alcanzó un 84,29% mientras que el testigo lo superó en 3,27% hasta alcanzar 87,46%. Estas diferencias en producción conllevan a obtener una menor producción de huevo por ave alojada, tal como se observa en la Figura 13, la cantidad de huevos/ave/alojada para la G2. (P) es 179,7 mientras que para la G1. (T) es 184,2 el cual termina mayor al esperado de 179,9 según la tabla Cobb-Vantress (2010). A pesar de que ambos grupos durante una parte del periodo de producción se mantuvieron a nivel más bajo del esperado como porcentaje de postura, hacia el final del ciclo lograron recuperar la cantidad de huevos por ave alojada debido que después de la semana 32 mantuvieron sostenidamente un mayor porcentaje de postura, situación que disminuye la brecha generada en este parámetro al inicio del ciclo de producción con respecto al ideal tabla Cobb-Vantress (2010).

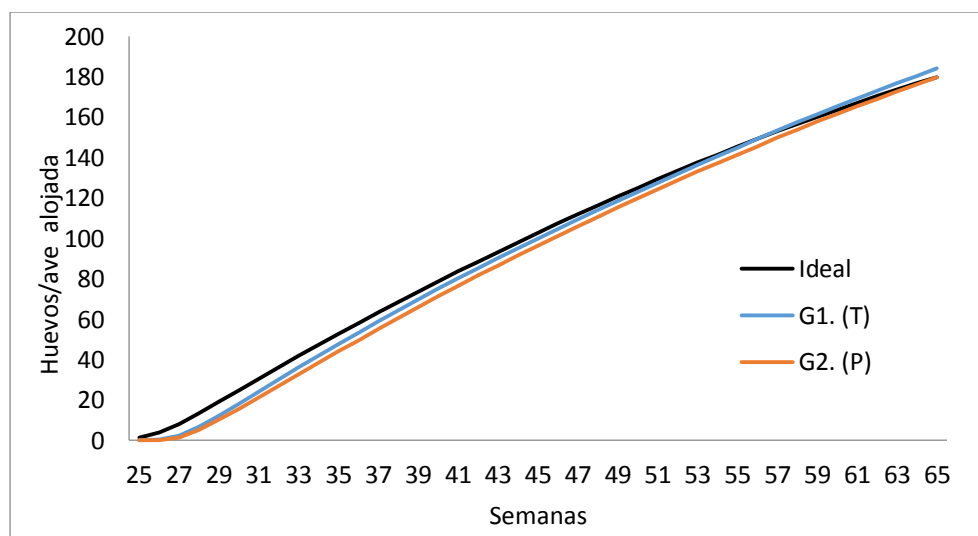


Figura 13. Huevos acumulados por ave alojada para las aves en estudio, versus el ideal tabla Cobb-Vantress (2010).

Un factor que influye directamente sobre la cantidad de huevos por ave alojada es la mortalidad, en la Figura 14 se observa como las aves del grupo 2 presentan una mayor mortalidad durante todo el ciclo de producción, en especial

después de la semana 58 donde se aprecia gráficamente el mayor distanciamiento de las curvas de mortalidad y como el G2. (P) sobrepasa la mortalidad esperada. Sin embargo, en ambos casos, los resultados de mortalidad son menores a los ideales, lo cual es positivo para la granja.

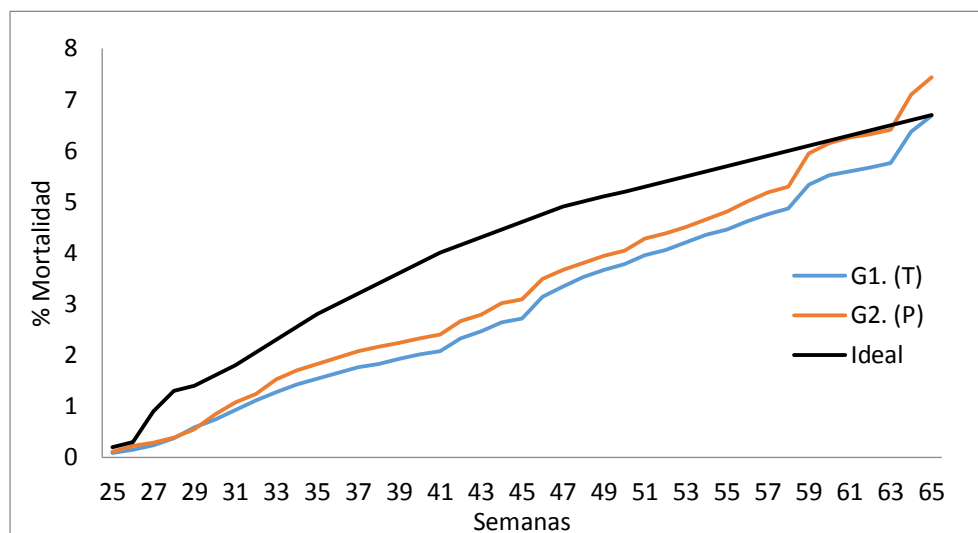


Figura 14. Mortalidad acumulada de las aves en estudio, versus el ideal tabla Cobb-Vantress (2010).

La mortalidad se puede afectar por distintos factores, dentro de los cuales destacan las condiciones ambientales, temperaturas entre los 20°C - 22°C son las ideales para mantener un buen desempeño de las aves (Aviagen 2005), en el caso de las aves de la G2. (P) se alojaron en un galpón que por sus condiciones de infraestructura mantenía temperaturas más altas durante el día, lo que genera un mayor desafío para las aves en prueba ya que están sometidas a mayor estrés calórico durante todo el ciclo de producción, efecto que produce un aumento en la mortalidad de las aves del G2. (P).

4.2) Incubación

Al final del periodo de producción la G1. (T) tuvo mayor cantidad de huevo incubable por ave alojada con 177,1 versus 173,1 que se obtuvieron en la G2. (P), con una diferencia entre grupos de 4 huevos por ave, lo que superó en ambos casos

el ideal tabla Cobb-Vantress (2010), en la Figura 15 se muestra el comportamiento de este parámetro para cada grupo, se aprecia como la diferencia de los grupos con respecto al esperado disminuye conforme avanza el periodo de producción, lo que se explica con un mayor nivel de producción de las aves después del pico de postura con respecto al ideal esperado.

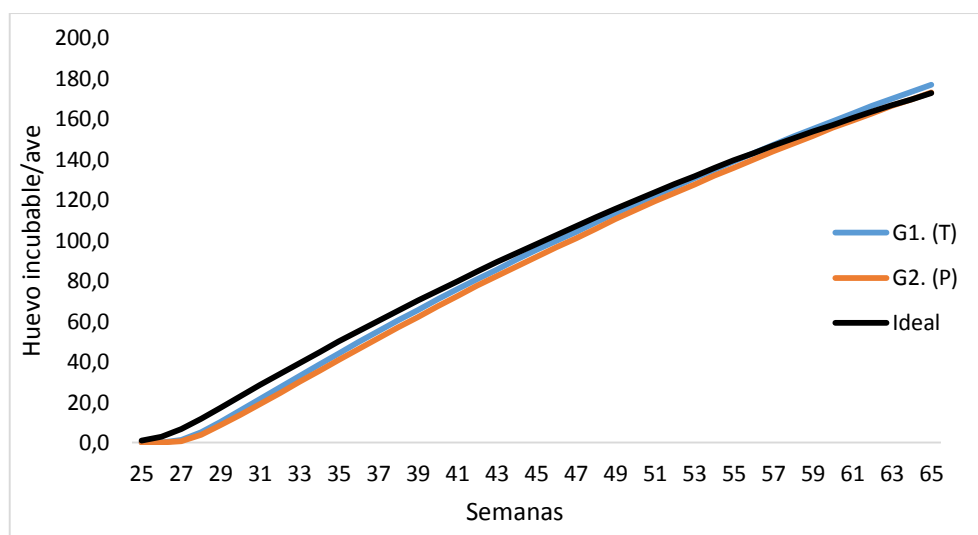


Figura 15. Número huevos incubables por ave alojada para los grupos en estudio, versus el ideal tabla Cobb-Vantress (2010).

El parámetro final por el cual se mide un lote de reproductoras es la cantidad de pollitos de buena calidad que produzcan, en este caso al finalizar la prueba se obtienen 151,8 pollos por ave alojada para el G1. (T) y 149,4 para el G2. (P) versus los 147 pollitos esperados según ideal tabla Cobb-Vantress (2010). La diferencia entre los grupos disminuyó de 4 huevos por ave alojada a 2,4 pollitos por ave alojada, lo que indica un mejor comportamiento de los huevos de la G2. (P) en la incubadora con respecto a la G1. (T). Lo anterior refleja un efecto positivo del producto utilizado (cantaxantina y 25-OH colecalciferol) sobre el parámetro de incubabilidad de la G2. (P), el cual puede atribuirse a los efectos esperados del producto sobre la calidad del huevo, incubabilidad y viabilidad de los pollitos de aves suplementadas con el producto.

4.3) Penetración espermática

Se realizaron 10 análisis de penetración espermática durante todo el ciclo de producción con el objetivo de monitorear la fertilidad de las aves. En la Figura 16 se muestran los resultados porcentuales de penetración espermática obtenidos al inicio del ciclo de producción (semana 27) y en el Cuadro 6 se presentan los datos de fertilidad para ambos grupos en esta misma semana.

Los resultados de penetración espermática coincidieron con los datos de fertilidad, el G1. (T) tiene una mayor fertilidad durante esta semana que el G2. (P) y en la Figura 16 se observa un mayor porcentaje de penetración espermática arriba de los 60 orificios en el disco germinal en los huevos analizados del G1. (T) y un menor porcentaje de penetración espermática en los huevos del G2. (P).

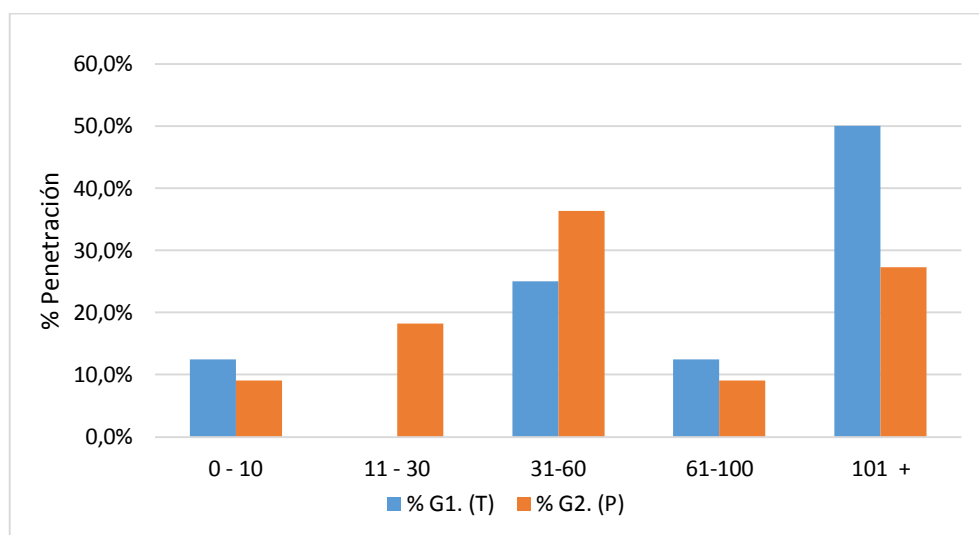


Figura 16. Resultados del análisis de penetración espermática en la semana 27, para los grupos en producción evaluados.

Cerca del final del ciclo de producción las aves pierden fertilidad debido a distintos factores como la edad y peso de los machos que generan menor calidad de semen y disminución en la cantidad de montas, en la Figura 17 se aprecia como en la semana 57 las aves en estudio presentaron un comportamiento anómalo en los porcentajes de penetración espermática obtenidos, aunque posteriormente al

analizar los datos de incubación, tal como se aprecia en el Cuadro 6, la fertilidad aún fue más alta del ideal esperado.

Cuadro 6. Porcentaje de fertilidad obtenido por los grupos de aves evaluados, durante tres semanas del periodo de producción versus el ideal tabla Cobb-Vantress 2010.

Semana	G1.T	G2.Mx	Ideal
27	80,7%	79,6%	82%
57	81,2%	81,8%	81%
58	82,2%	82,5%	80,5%

Fuente. Elaboración propia, con datos recolectados en campo. DIP-CMI.

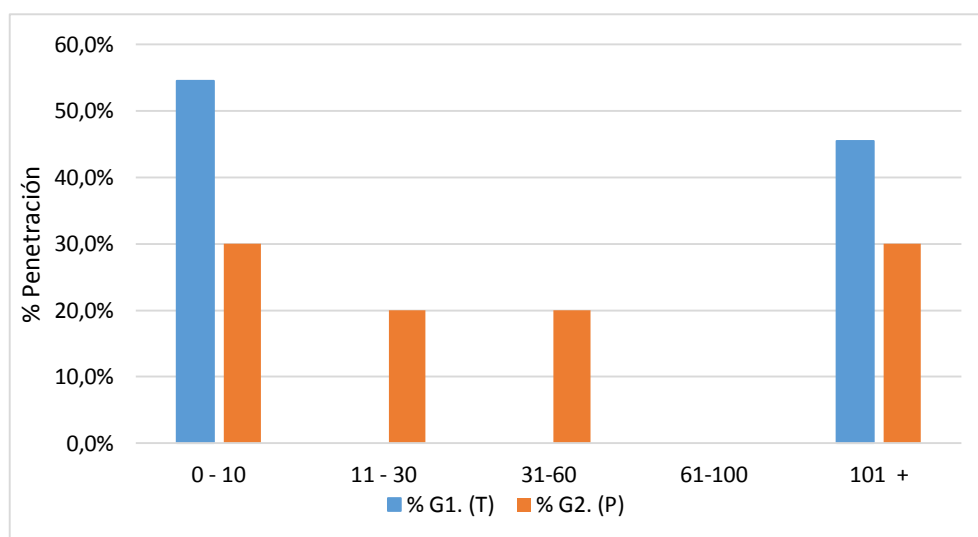


Figura 17. Resultados del análisis de penetración espermática en la semana 57, para los grupos en producción evaluados.

El fenómeno observado en el análisis de penetración espermática lleva a tomar la decisión de realizar un intra-spiking en las galeras en estudio, se traslada el 16,2% de los machos, mezclándolos en los apartos de producción y en la semana 58 se realiza una nueva prueba de penetración espermática, los resultados que se muestran en la Figura 18, donde se aprecia claramente un aumento en el porcentaje

de penetración espermática obtenido y posteriormente los datos de fertilidad confirman una mejoría en este parámetro, la cual se puede observar en el Cuadro 6.

Un intra-spiking se define según la guía de manejo Cobb-Vantress (2013) como el intercambio de machos entre galpones de la misma granja (sin utilizar machos jóvenes de otra granja) para generar un aumento en la fertilidad que generalmente decae conforme avanza la etapa productiva, además es fácil de ejecutar y no conlleva riesgos de bioseguridad.

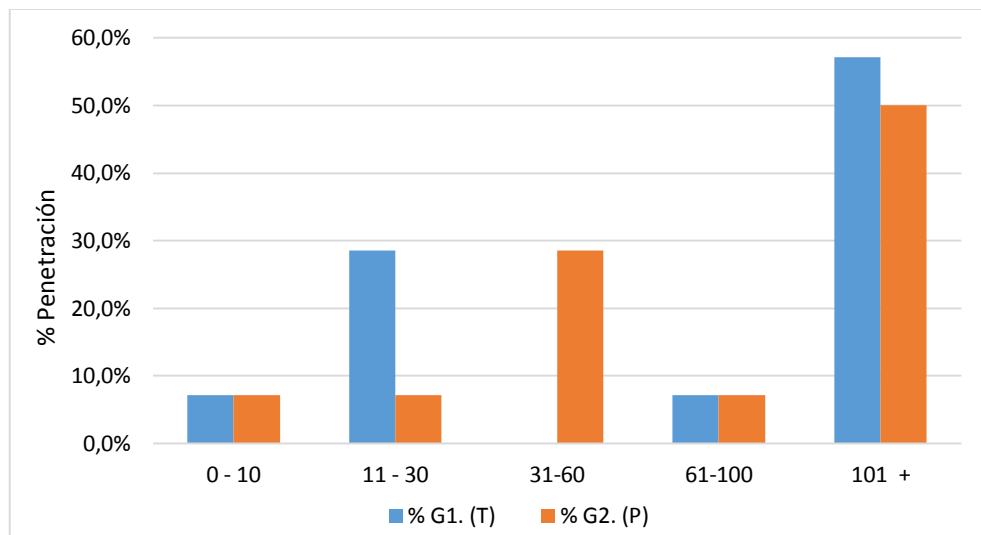


Figura 18. Resultados del análisis de penetración espermática en la semana 58, para los grupos en producción evaluados.

Durante las primeras pruebas realizadas, el comportamiento de los resultados graficados es cercano al ideal esperado para aves con adecuada fertilidad, durante la semana 57 se observaron resultados que difieren de lo esperado por lo que se decidió realizar la práctica de manejo anteriormente explicada, una semana después al realizar nuevamente la prueba se observó como el comportamiento de los datos obtenidos vuelve a ser cercano al ideal buscado en aves con adecuada fertilidad.

4.4) Pollo engorde

Para observar un posible efecto del producto sobre el rendimiento de la progenie, se realizaron dos pruebas, en distintas granjas. La primera en granja El Rodeo, las aves evaluadas se identificaron de la misma forma que las reproductoras, donde la progenie de la G1 hizo la función de testigo y en la progenie de la G2 se evaluó el producto.

Hacia el final del periodo de engorde, por condiciones de manejo y clima, se ahogaron más aves en la G1. (T) por lo que en la Figura 19 se aprecia el aumento de la mortalidad en este grupo entre la semana 5 y 6.

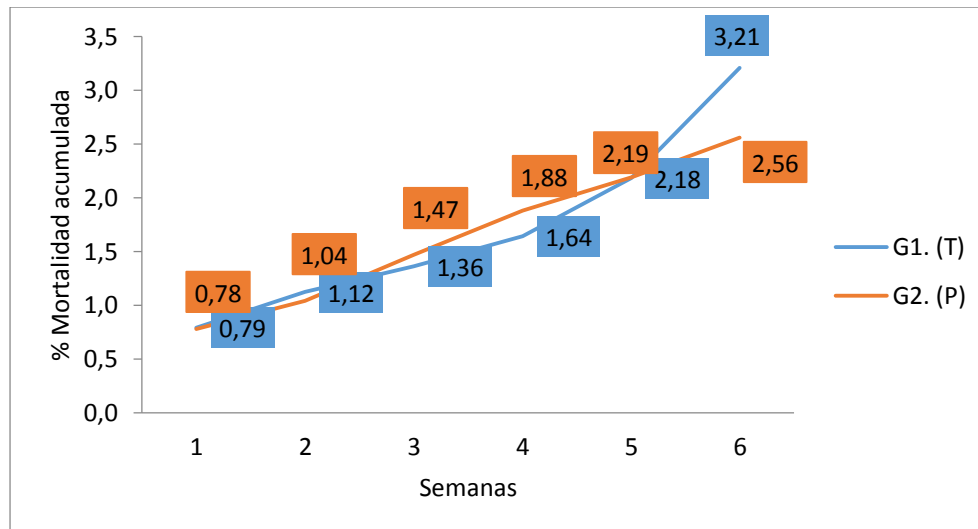


Figura 19. Porcentaje de mortalidad acumulada para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja El Rodeo.

La mortalidad acumulada hasta la semana 5 es muy semejante en ambos grupos, el aumento de mortalidad en la última semana se debe a condiciones climáticas más calientes, las cuales incidieron en que un mayor número de aves de la G1. (T) se ahogaran, a pesar que el peso de estas aves fue menor al del grupo G2. (P) sufrieron mayor impacto por las condiciones atmosféricas adversas debido a las condiciones propias del galpón donde se alojaban. En la Figura 20 se presenta el

peso obtenido por cada grupo, durante las 6 semanas en producción, el peso de la semana 6, es el peso en planta de proceso, los dos grupos terminaron el ciclo productivo en granja de engorde el mismo día a la edad de 39,5 días, al traducir los datos obtenidos a ganancia diaria promedio de peso se obtuvo 53,6 g/día para la G2. (P) y 51,5 g/día para la G1. (T), se obtuvo una diferencia de 83 g/ave más en el G2. (P) al final del periodo.

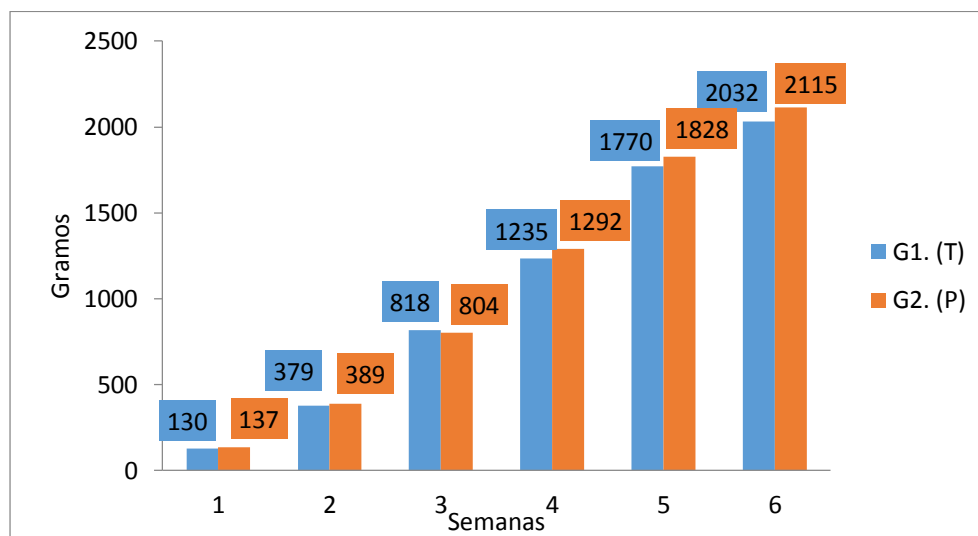


Figura 20. Peso vivo para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja El Rodeo.

La conversión alimenticia es uno de los parámetros más importantes para medir el rendimiento de las aves en engorde, la Figura 21 presenta los datos de conversión alimenticia para cada semana, conforme avanza el periodo de producción este parámetro aumenta, y entre más baja sea la conversión alimenticia, mejor es el resultado, ya que significa un menor consumo de alimento para producir un kg de carne.

Por lo que podría asumirse que los datos de la G2. (P) son mejores, sin embargo ya que el parámetro se calcula al dividir la cantidad de alimento consumido por la parvada entre el peso total obtenido al final del ciclo, la conversión alimenticia de la G1. (T) se vio afectada por el aumento brusco de mortalidad en la última semana de producción.

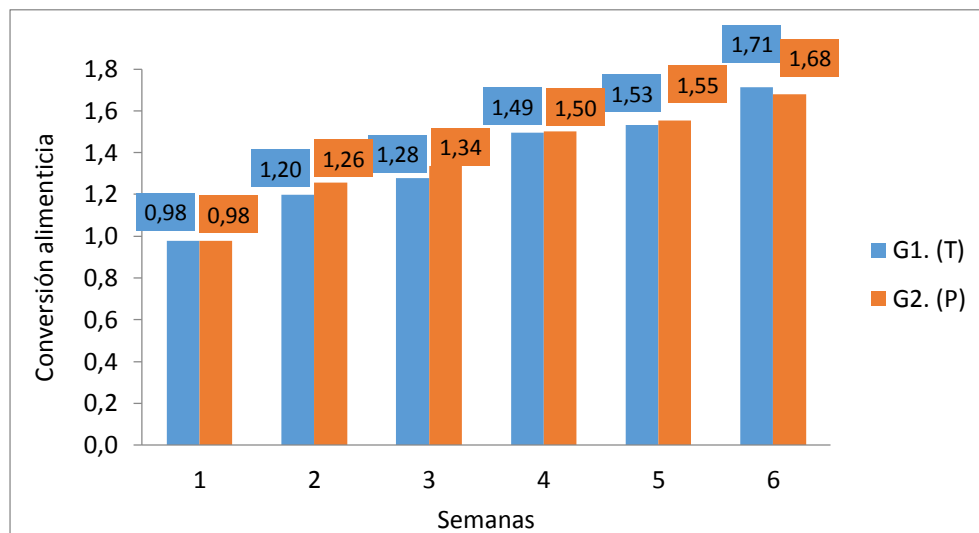


Figura 21. Conversión alimenticia para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja El Rodeo.

La segunda prueba en pollo de engorde se realizó en la Granja Don José, en este caso, las aves de la G1. (T) en producción se alojaron en el galpón 2 de engorde y la progenie de la G2. (P) en producción, se alojó en la galera 1 de engorde.

El parámetro de mortalidad durante las primeras 5 semanas fue menor para las aves de la G1. (P), pero durante la última semana se dio un aumento del mismo y termina 0,07% mayor que el grupo testigo. El aumento en la mortalidad de la última semana se debe a un aumento en la temperatura ambiental durante esta etapa.

Debido a que al finalizar la semana 5 las aves de la G1. (P) en promedio fueron más pesadas, sufren más las consecuencias del estrés calórico y se aumentó la mortalidad en este grupo, lo que provocó que las aves más pesadas al promedio fueran las más afectadas y murieran, esto generó que el promedio de peso al finalizar la semana 6 fuera más bajo para el grupo más afectado por la mortalidad, en este caso G1. (P). En la Figura 22 se observa el comportamiento de la mortalidad de las aves evaluadas durante su etapa productiva.

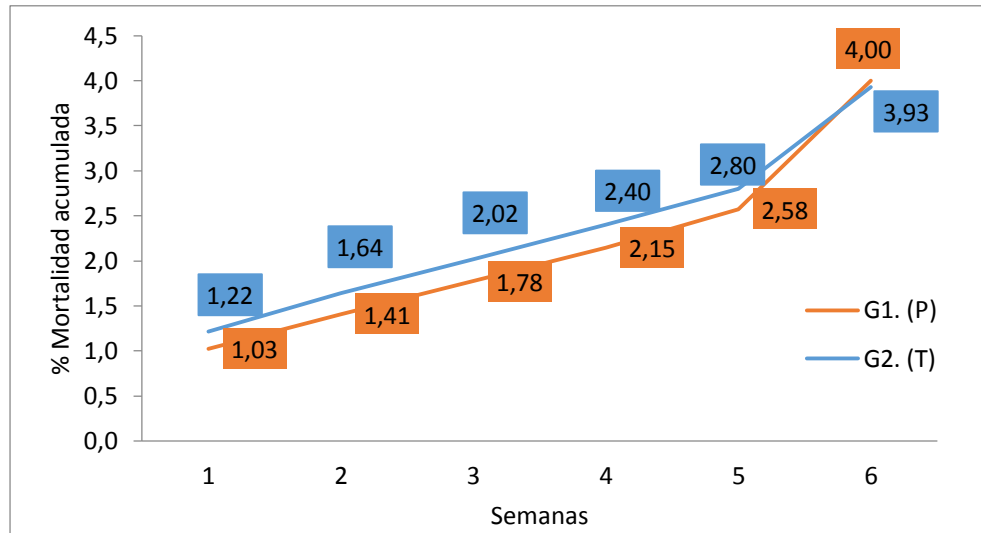


Figura 22. Porcentaje de mortalidad acumulada para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja Don José.

Las aves del grupo testigo finalizaron el periodo con 73 g más de peso que la progenie de las aves en prueba, ambos grupos finalizaron con un peso adecuado a su edad, pero durante el periodo de crecimiento en las primeras semanas los pesos obtenidos se consideraron bajos. En la Figura 23 se observa el desarrollo de las aves por medio de los pesos obtenidos durante la etapa de engorde. Las aves fueron sacrificadas a los 41 días de edad y el grupo testigo ganó en promedio por día 1,8 gramos más que el G1. (P).

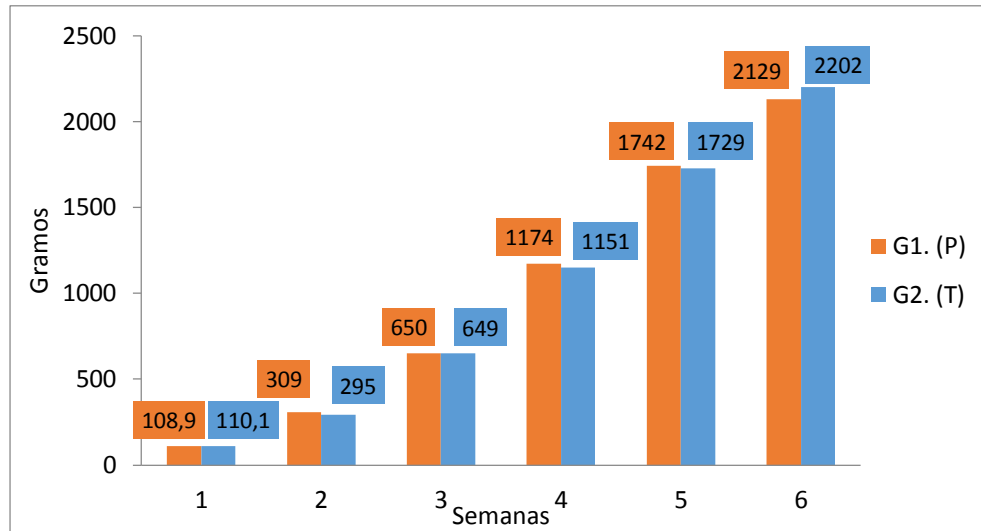


Figura 23. Peso vivo para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja Don José.

La conversión alimenticia finalizó igual para el grupo testigo en ambas pruebas, pero para el grupo evaluado finalizó 6 puntos más alta en la segunda prueba con respecto a la primera. En la Figura 24 se observan los resultados de este parámetro para los grupos monitoreados en la segunda prueba realizada.

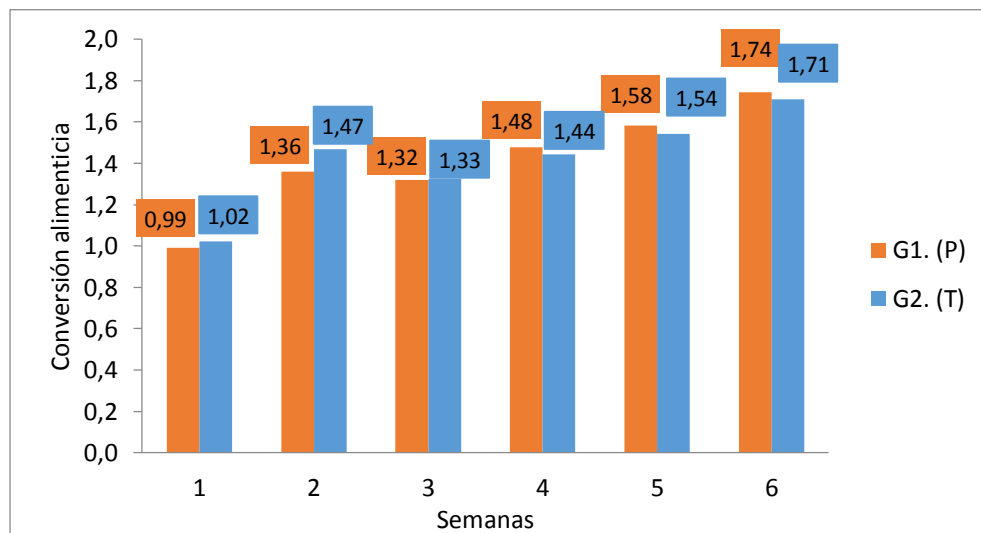


Figura 24. Conversión alimenticia para la progenie de los grupos en estudio, prueba en pollo de engorde, Granja Don José.

Los resultados obtenidos en cada prueba fueron distintos y se deben evaluar bajo las condiciones de campo propias de cada granja. Condiciones medioambientales, de manejo y nutricionales pueden afectar los rendimientos del pollo, además bajo condiciones de campo existen gran cantidad de factores que no se pueden controlar, lo que genera variabilidad en los resultados obtenidos.

Con la utilización del producto en las reproductoras, se busca obtener pollitos de mejor calidad, que se comporten mejor ante los desafíos medioambientales a que son sometidos en granja y mejorar los parámetros de conversión alimenticia y mortalidad, por ejemplo Sarabia et al. (2010) obtuvieron 0,93% menos de mortalidad a la primera semana de vida de las aves, al suplementar las reproductoras con una cantaxantina, esta diferencia se mantuvo durante el periodo de engorde de 52 días. En este caso se obtuvieron resultados positivos sobre el parámetro de mortalidad a la primera semana, la mortalidad de la progenie de las aves suplementadas fue menor respecto a la de las aves testigo.

Otro efecto obtenido al suplementar las reproductoras con Cantaxantina y 25-hidroxi-D3 es mencionado por Hernández et al. (2009), quienes indican mejoras en el sistema inmunológico de los pollitos recién eclosionados y su mejor capacidad de defensa contra radicales libres. Estos efectos producen un pollito de mejor calidad, del cual se esperan mejores ganancias de peso y conversión alimenticia durante las primeras semanas de vida, como es el caso de los resultados obtenidos en la segunda prueba, para estos 2 parámetros.

Conclusiones y Recomendaciones

Las condiciones ambientales y de manejo influyen directamente sobre los rendimientos de las aves, estrés calórico y problemas en la cama generan problemas en los nidos que luego pueden reflejarse a nivel de incubación; por lo que es importante monitorear constantemente las aves para poder tomar decisiones precisas en el momento correcto.

La incubación de huevo fértil es un paso delicado en la cadena de producción, ya que es donde se transforma un embrión en un pollo, el cual al final será quien genere el rendimiento económico, temperaturas y humedad adecuadas en todas las salas de incubación influyen directamente sobre los rendimientos productivos.

Un paso intermedio entre la granja y la incubadora es el manejo del huevo fértil, el cual requiere condiciones distintas de manejo y almacenamiento en la granja, durante el transporte y en la incubadora, para lograr obtener al final el menor porcentaje de mortalidad embrionaria y mayor aprovechamiento de los huevos.

Durante el desarrollo de la etapa productiva de las reproductoras pesadas y el monitoreo de la prueba con Rovimix® Maxichick™ se presentaron algunos incidentes que no permiten concluir definitivamente sobre los efectos del producto en las aves, sin embargo a nivel de resultados de campo se observan mejorías en los datos de incubación, ya que la diferencia entre el grupo testigo y la prueba se disminuyó, al obtener 4 huevos por ave alojada menos en la prueba con respecto al testigo versus 2,4 pollitos por ave alojada de la prueba con respecto al testigo, lo que indica una mejoría en la incubabilidad del huevo.

Se recomienda con el fin de obtener resultados con respaldo estadístico realizar una prueba donde se controlen una mayor cantidad de variables, por ejemplo considerar el peso de las aves al iniciar producción, que permita observar solamente el efecto del producto sobre los rendimientos de las reproductoras. Además previo al ensayo es importante establecer por medio de un método estadístico aleatorio la distribución de las aves en granja y el tratamiento que se les dará. Por otro lado las

condiciones de manejo y medio ambientales en los galpones de producción deben ser lo más uniformes posible, para que las aves estén sometidas a un mismo desafío o por lo menos este sea muy parecido en los grupos a evaluar.

Se recomienda para obtener mejores resultados productivos y de fertilidad controlar no sólo los pesos de las aves, también la uniformidad, buscar que el grupo sea lo más uniforme posible, para facilitar el manejo de las aves. Es importante recordar que los machos con la edad y las ganancias excesivas de peso ven afectada su fertilidad y capacidad de monta, por lo que prácticas como el intra-spiking, pueden ayudar a mantener la fertilidad adecuada durante la última etapa del ciclo productivo.

La prueba de penetración espermática es un análisis sencillo de realizar y permite obtener resultados en tiempo real sobre la fertilidad de la parvada, este análisis permite disminuir el tiempo de reacción ante problemas de fertilidad, ya que no es necesario esperar resultados de incubadora para conocer la fertilidad de las aves.

Literatura citada

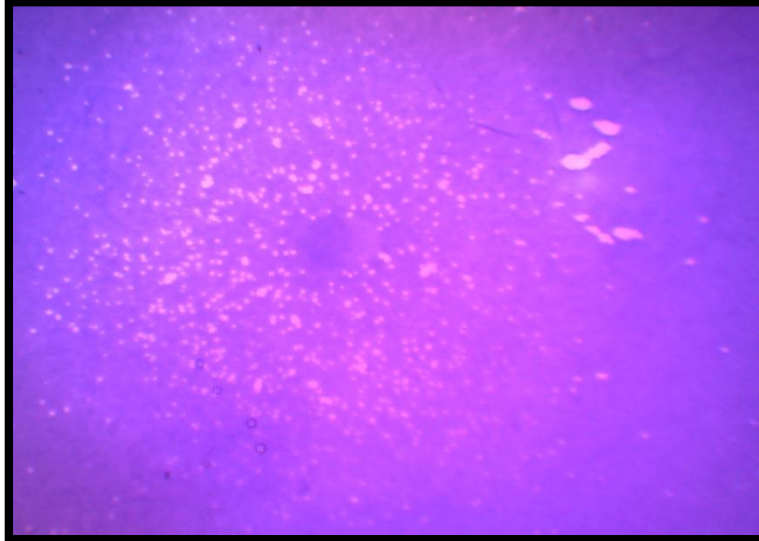
- ALONSO P., SOTO M., SACRISTAN J., PARDO E., HERNANDEZ J. 2011. Effect of the Maxichick(25-Hidroxicolesterol and Canthaxanthin) supplement on the productive performance of Lohmann Brown breeders and the quality of one-day-old pullets. XXII Congreso Latinoamericano de avicultura. Buenos Aires, Argentina.
- AVIAGEN. 2005. Manejo Ambiental: En el Galpón de Postura de las Reproductoras Pesadas. Consultado Mayo de 2014 en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiental-Galpón-Postura-Reproductoras-Pesadas-2005.pdf
- AVIAGEN. 2013. Persistencia en la Hembra Después del Pico de Producción: Manejo de la Fertilidad y la Producción. Consultado Mayo de 2014 en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBriefFemale-Persistency-Postpeak2013-ES.pdf
- AVIAGEN. s/f(a). Cómo identificar los huevos infértiles y la mortalidad temprana. Consultado Mayo de 2014 en: http://www.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Hot-Tos-ES/Como4-Identificar-nfrtiles-mortalidad-temprana-ES-2013.pdf
- AVIAGEN. s/f(b). Cómo incubadora. Consultado Mayo de 2014 en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/ComoIncubadora0612SP.pdf
- BARBADO J. 2004. Cría de aves. Gallinas ponedoras y pollos parrilleros. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. 192 p.
- BRAMWELL R., MARKS H., HOWARTH B. 1995. Quantitative determination of spermatozoa penetration of the perivitelline layer of the hens' ovum as assessed on oviposited eggs. Poultry Sci.,74: 1875-1883.

- BRUZUAL J., PEAK S., BRAKE J., PEEBLES E. 2000. Effects of Relative Humidity During Incubation on Hatchability and Body Weight of Broiler Chicks from Young Breeder Flocks. Poultry Science 79:827–830
- COBB-VANTRESS. 2008(a). Guía de Manejo de Reproductoras. Consultado Mayo de 2014 en: <http://www.cobb-vantress.com/Publications/GeneralPublications.aspx>
- COBB-VANTRESS. 2008(b). Guía de manejo de la incubadora. Consultado Mayo de 2014 en: <http://www.cobb-vantress.com/Publications/GeneralPublications.aspx>
- COBB-VANTRESS. 2010. Suplemento para el manejo de reproductoras. Cobb 500 ff. Consultado Mayo de 2014 en: <http://www.cobb-vantress.com/Publications/GeneralPublications.aspx>
- COBB-VANTRESS. 2013. Suplemento de manejo macho Cobb Mx. Consultado Mayo de 2014 en: <http://www.cobb-vantress.com/Publications/GeneralPublications.aspx>
- COTO C. 2010. La importancia de las reservas maternas en aves para un exitoso desarrollo de la progenie. ECAG informa. N° 54.
- DECUYPERE E., TONA K., BRUGGEMAN V., BAMELIS F. 2001. The dayold chick: a crucial hinge between breeders and broilers. World's Poultry Science Journal. 57: 127-128
- HERNÁNDEZ J., SOTO M., IBARRA B. 2009. Increased and improved chicks. World Poultry - Vol. 25. N° 10.
- INTA. 2009. Animales de granja. Boletín de actualización técnica. Consultado Mayo de 2014 en: http://inta.gob.ar/documentos/animales-de-granja-no-1.-enfermedades-que-afectan-a-las_aves/at_multi_download/file/INTA_Animales_Granja_N%C2%BA1.pdf

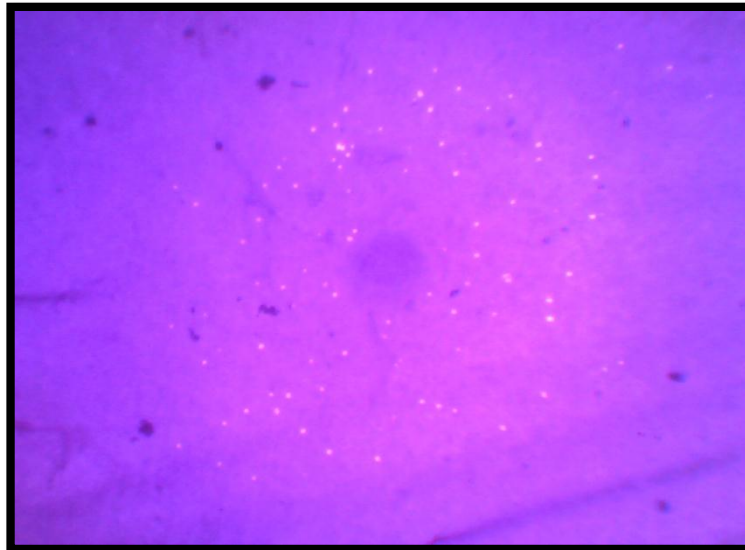
- LONGLEY M. 2013. Persistencia en la Hembra Después del Pico de Producción: Manejo de la Fertilidad y la Producción. Consultado Mayo de 2014 en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBriefFemale-Persistence-Postpeak2013-ES.pdf
- NILIPOUR A.1994. Óptimo manejo del huevo fértil. Industria Avícola. 41: 5,30 – 32. 6pp
- PIQUER J. s/f. Interacción nutrición-reproducción en aves. XVII Curso de Especialización FEDNA. Consultado Mayo de 2014 en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Nutrici%C3%B3n-Reproducci%C3%B3n_en_Aves.pdf
- SALAS C. 2013. Manejo adecuado del huevo incubable. UTN informa al sector agropecuario. Edición número 66.
- SANTOS C., ROSA P., BRANCO T., FORGIARINI J., BOEMO L., SORBARA J. 2011. Effects of Canthaxanthin and 25-Hidroxicolecalciferol on the productive and reproductive performance of broiler breeders. XXII Congreso Latinoamericano de avicultura. Buenos Aires, Argentina.
- SARABIA J., HERNÁNDEZ C., ABAD J. 2010. Effect of canthaxanthin supplementation to breeder diets on the antioxidant status of their progeny and the quality of one-day-old chicks. XIII European Poultry Conference. Francia.
- SURAI P., FISININ V. 2012. Feeding breeders to avoid oxidative stress in embryos. XXIV World's Poultry Congress. Salvador, Bahía, Brasil.
- VACA L. 2003. Producción avícola. 2 reimp de la 1 ed. EUNED. San José, Costa Rica. 260 p.
- WAGENINGEN N., MEINDERTS J., BONNIER P., KASPER H. 2004. Hatching eggs by hens or in an incubator. 5 ed. © Agromisa Foundation. Netherlands. 58 p

WILSON H. 2004. Hatchability Problem Analysis. University of Florida. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). CIR1112

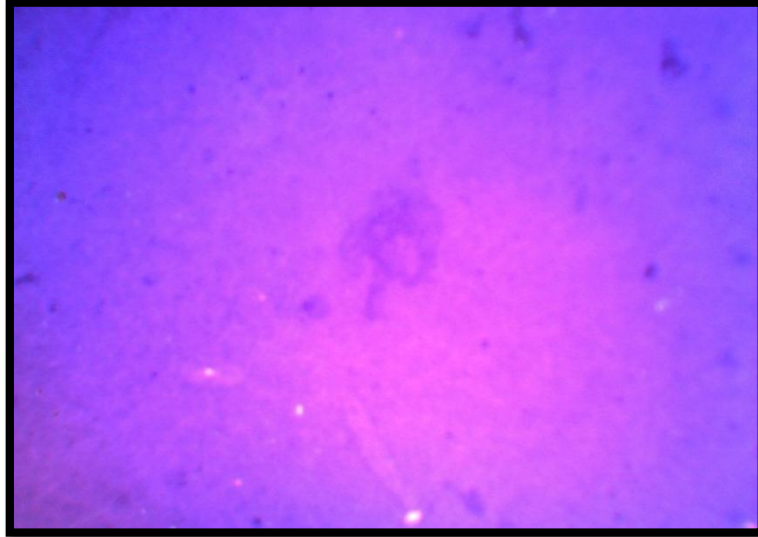
Anexos



Anexo 1. Fotografía de un disco germinal con más de 100 orificios.



Anexo 2. Fotografía de un disco germinal con una cantidad media de orificios.



Anexo 3. Fotografía de un disco germinal con una cantidad muy baja de orificios.