

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**Evaluación de alternativas para la desinfección de huevo fértil y
alimentación de reproductores pesados
en la Corporación Pipasa S.A.**

**Proyecto de graduación presentada a la Facultad de Ciencias
Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica como requisito parcial
para optar al grado de Licenciada en Ingeniería Agronómica con énfasis en
Zootecnia**

**Adriana Mora Jiménez
Cynthia Rojas Durán**

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica
2008**

Este proyecto de Graduación fue aceptado 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 Licenciado.

Director de Escuela

M. Sc. Carlos Arroyo Oquendo

Director de Tesis

M. Sc. Mario Zumbado Alpizar

Miembro del Tribunal

Ing. Alejandro Fonseca Garro

Miembro del Tribunal

M. V. Rebeca Zamora Sanabria

Miembro del Tribunal

Ing. Michael López Herrera

Sustentante
Cynthia Rojas Durán

Sustentante
Adriana Mora Jiménez

DEDICATORIA

A mi padre, que aunque ya no este me dio su ejemplo de lucha y perseverancia

A mi madre por su apoyo incondicional

A mis hermanos Rosibel, Rose Mary, Sindy y David.

Y mis cuñados Joaquín y Marvin que de una u otra manera me apoyaron.

Adriana Mora Jiménez

A mi madre por ser la luz de mi vida y por inculcarme valores de lucha y superación a pesar de las dificultades, le dedico este proyecto con todo mi amor.

A mis hermanas Roxana, Janneth y Nidia que han puesto su granito de arena

A mi gran amigo e inseparable, Hernán Vílchez, que ha sido como un padre y guía en mi vida.

Al amor de mi vida Ronald Garro que estuvo siempre apoyándome, le dedico con todo mi amor y cariño este triunfo.

Cynthia Rojas Durán

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar siempre a mi lado y brindarme la oportunidad de concluir este proyecto.

A Don Mario Zumbado por su paciencia y la oportunidad de realizar el presente trabajo.

A Don Alejandro Fonseca, y en general al personal de la incubadora San Joaquín y de las granjas involucradas de parte de Corporación Pipasa S.A., por brindarnos toda la ayuda y el apoyo para la realización de esta investigación.

A mis compañeras Cynthia Rojas, Melina Guzmán, Andrea Poveda, Anamaría Cascante y Talina Silva amigas incondicionales, gracias por todo su apoyo, cariño y los buenos ratos vividos durante la carrera, mis sinceras bendiciones para ellas.

Adriana Mora Jiménez

Primero a Dios y a la Virgen María por ser la luz de mi vida y el motivo de mi superación como ser humano.

Al personal de la Pipasa que estuvieron involucrados en la realización de este proyecto, en especial al Ms. Alejandro Fonseca, por tener la voluntad e iniciativa desde el principio y hasta el final de ayudar a realizar este proyecto.

Y por supuesto al Ms. Mario Zumbado por que desde el inicio y final de la carrera incluyendo este proyecto de graduación fue un excelente guía, y siempre fomentó la excelencia.

A mis amigas y compañeras Adriana, Anamaría, Melina, Andrea P, Sofía y Talina por haber hecho mis años universitarios los años más lindos y hermosos, todos mis buenos deseos para ellas, que Dios las bendiga siempre, ustedes se lo merecen.

Cynthia Rojas Durán

INDICE GENERAL

TRIBUNAL EVALUADOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	
I. GENERALES	3
II. ESPECIFICOS	3
PARTE I	
Prueba de eficacia de un desinfectante orgánico comparado con el desinfectante testigo en la desinfección huevo fértil	4
ANTECEDENTES	
Manejo de huevo fértil	4
Recolección manual	4
Desinfección del huevo fértil	5
Desinfectante alternativo	6
Descripción general de la desinfección de huevo fértil en la Corporación Pipasa S.A.	8
Desinfección con tratamiento testigo	8
Desinfección con tratamiento prueba	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Ubicación de la prueba	9
Tratamientos	11
Aves experimentales	11
Descripción pruebas bacteriológicas	12
Análisis Estadístico	14
Pruebas Bacteriológicas	15
RESULTADOS Y DISCUSION	16
I. Comparación de UFC dentro de cada uno de los lotes	16
II. Comparación general de las UFC de los huevos desinfectados con el desinfectante orgánico y el desinfectante testigo	18
III. Interacción entre tratamiento y lote	19

IV. Comparación de la cantidad de UFC/huevo para cada tratamiento dentro de cada uno de los lotes	20
V. Comparación de UFC general, encontradas en cada tratamiento: prueba, testigo y testigo negativo en los lotes 153 y 157	22
Variables evaluadas a nivel de incubación	24
I. Mortalidad embrionaria por fases	25
II. Comparación de la efectividad de los tratamientos prueba y testigo en cada uno de los lotes	28
III. Huevos explotados en incubación	30
IV. Porcentaje de huevos explotados en cada uno de los lotes	31
V. Incubabilidad	32
VI. Comparación de incubabilidad entre los lotes	33
VII. Análisis de costos	35
PARTE II	
Sistema de alimentación alternativo para machos reproductores pesados	36
Manejo general de la alimentación de machos reproductores pesados	36
MATERIALES Y MÉTODOS	41
Tratamientos	41
Descripción del sistema alternativo de alimentación	41
RESULTADOS	43
PARTE III	
Variación en la forma de presentación de la dieta para machos reproductores pesados	48
MATERIALES Y MÉTODOS	50
RESULTADOS	51
I. Peso y uniformidad	51
II. Incubabilidad e infertilidad	55
III. Análisis de costos	58
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
LITERATURA CITADA	65
ANEXOS Y APÉNDICES	67

INDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	
1	Distribución de animales evaluados con la prueba de desinfectante orgánico contra testigo	12
2	Comparación de UFC (unidades formadoras de colonia) dentro de cada uno de los lotes evaluados	16
3	Comparación del promedio general de UFC de huevos tratados con el desinfectante de prueba y testigo	18
4	Comparación de la cantidad de UFC (unidades formadoras de colonia) promedio para cada tratamiento dentro de cada uno de los lotes evaluados	21
5	Comparación general de UFC (unidades formadoras de colonia) para el lote 153 y 157	22
6	Comparación de UFC general (unidades formadoras de colonia) para los huevos de prueba, testigo y testigo negativo.	23
7	Comparación de prueba y testigo para diferentes variables de respuesta a nivel general	25
8	Prueba Anova para diferentes variables de respuesta	26
9	Promedio de porcentajes de Incubabilidad para los lotes evaluados	34
10	Comparación de costos entre desinfectante orgánico (Bioclean) y mezcla de formalina y sanofec.	35
11	Distribución de animales en el lote 157 por sistema de alimentación	42
12	Promedios obtenidos para las variables evaluadas	43

13	Distribución de animales por dieta	50
14	Promedio de peso y uniformidad de peso obtenida en machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja	51
15	Promedio de peso y uniformidad obtenida en machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja en galeras 1 y 3.	53
16	Porcentaje de incubabilidad e infertilidad obtenida entre los machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja	56
17	Comparación de costos entre sistema de alimentación alternativo y sistema tradicional de alimentación para machos reproductores pesados	59
18	Comparación económica de los sistemas evaluados para la de machos reproductores pesados.	60

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PÁGINA
1	Comparación de UFC de huevos del lote 157 desinfectados con el desinfectante testigo (formalina) y prueba (desinfectante orgánico).	17
2	Comparación de UFC de huevos del lote 153 desinfectados con el desinfectante testigo (formalina) y prueba (desinfectante orgánico).	17
3	Comparación de UFC de huevos del lote 151 utilizando desinfectante testigo (formalina) y prueba (desinfectante orgánico).	18
4	Comparación de UFC general de huevos tratados con el desinfectante de prueba (orgánico) y el testigo (formalina) en los lotes evaluados	19
5	Comparación de las UFC (unidades formadoras de colonia) en huevos para los tratamientos: prueba (desinfectante orgánico), testigo (formalina) y testigo negativo (sin ningún tratamiento) del lote 157	23
6	Comparación de las UFC (unidades formadoras de colonia) en huevos para los tratamientos: prueba (desinfectante orgánico), testigo (formalina) y testigo negativo (sin ningún tratamiento) en el lote 153.	24
7	Porcentaje general de mortalidad embrionaria por fases para el tratamiento de prueba (orgánico) y testigo (formalina)	27
8	Porcentaje de mortalidad embrionaria por fases del lote 157 para el tratamiento de prueba (orgánico) y testigo (formalina)	29
9	Porcentaje de mortalidad embrionaria por fases del lote 153 para el tratamiento de prueba (orgánico) y testigo (formalina)	29
10	Porcentaje de mortalidad embrionaria por fases del lote 151 para el tratamiento de prueba (orgánico) y testigo (formalina)	30
11	Comparación de porcentajes de huevos explotados para los dos tratamientos prueba (orgánico) y testigo (formalina)	31
12	Comparación de porcentaje de huevos explotados para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina).	32

13	Comparación de los porcentajes de incubabilidad general para los dos tratamientos: prueba (desinfectante orgánico) y testigo (formalina)	33
14	Comparación de los porcentajes de incubabilidad para los dos tratamientos: prueba (orgánico) y el testigo (formalina) en cada uno de los lotes evaluados	34
15	Comportamiento promedio del peso de los machos alimentados con prueba y con el testigo	44
16	Comportamiento del consumo de machos reproductores pesados alimentados con prueba y con el testigo	45
17	Comportamiento del porcentaje de infertilidad en machos reproductores pesados alimentados con prueba y con el testigo	46
18	Comportamiento del porcentaje de incubabilidad de machos reproductores pesados alimentados con prueba y con el testigo	47
19	Comparación del peso obtenido utilizando dieta tipo pellet o dieta tipo migaja	52
20	Comparación de la uniformidad entre machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja	53
21	Comparación promedio del peso de los machos alimentados con dieta tipo pellet comparado con migaja	54
22	Comparación de peso y uniformidad promedios entre machos alimentados con pellet (testigo) y migaja (prueba)	55
23	Comportamiento del porcentaje de incubabilidad de los machos alimentados con dieta tipo pellet (testigo) y migaja (prueba)	56
24	Comportamiento del porcentaje de infertilidad de los machos alimentados con dieta tipo pellet (testigo) y migaja (prueba)	57

RESUMEN

El proyecto de graduación consistió en buscar alternativas para mejorar el sistema de producción en granjas de reproductoras pesadas de la Corporación Pipasa.

Este proyecto se dividió en tres partes:

La primera parte consistió en una prueba para comparar la eficiencia de un desinfectante orgánico a base de vitamina C para su desinfección y su lavado, como una alternativa de rotación en el sistema de desinfección con el desinfectante químico (formalina + amonio para la fumigación y el yodo para el lavado de huevo fértil) que es utilizado tradicionalmente para la desinfección del huevo fértil. El desinfectante orgánico mostró una capacidad similar de desinfección con respecto al desinfectante químico. Sin embargo es importante aclarar que en las variables de porcentajes de huevos contaminados y explotados mostraron una tendencia mayor con respecto al desinfectante químico.

Para la segunda parte se evaluó un sistema de alimentación alternativo para machos reproductores pesados, buscando mejorar el sistema tradicional logrando obtener un mejor control de peso y evitar el sobre consumo, y así comparar los índices reproductivos obtenidos entre ambos sistemas para evaluar la eficiencia de los mismos. Los resultados de este sistema mostraron que las variables de peso, la infertilidad y la incubabilidad no presentaron diferencias significativas con respecto al sistema de alimentación tradicional.

La tercera parte comparó la forma de presentación de la dieta (pellet como dieta tradicional y migaja como prueba evaluada) en machos reproductores pesados utilizando el sistema alternativo de alimentación, en esta se compararon parámetros como peso de los machos, uniformidad, incubabilidad e infertilidad, lo cual demostró que tanto la incubabilidad e infertilidad no se vieron afectadas por la forma de presentación de la dieta, es decir ambos tratamientos pellet y migaja producen el mismo efecto. Sin embargo para la variable de peso si hubo un aumento significativo en las aves que fueron alimentadas con migaja.

INTRODUCCIÓN

La avicultura ha sido un sector dentro de la actividad agropecuaria de gran importancia por su creciente participación en el aporte de proteína animal al mercado de la carne. El huevo, la carne de pollo y otros derivados de la avicultura forman parte esencial de la dieta actual de muchas partes del mundo, por su precio, calidad y versatilidad esta tendencia sigue manteniendo un gran potencial de crecimiento.

La producción avícola es una actividad intensiva en cuanto a mano de obra, e inversiones de infraestructura se refiere, en una red de mercadeo amplia y en empresas usualmente integradas verticalmente para competir y obtener ventajas de las economías de escala. Por eso es imprescindible dentro de esta industria, lograr expresar al máximo el potencial genético de los animales y así obtener una producción o rendimientos consistentes. Por esta razón, los encargados de la producción deben implementar programas de manejo adecuados y al mismo tiempo buscar transformaciones de acuerdo a las necesidades y restricciones que establece el mercado.

El éxito de las reproductoras pesadas a nivel mundial, se debe en gran parte a la experiencia alcanzada en las diferentes líneas genéticas y el manejo de un amplio rango de situaciones, tales como climas cálidos y fríos, galpones de ambiente controlado y abierto y diferentes sistemas de alimentación, entre otros aspectos.

Los encargados no sólo deben reconocer las necesidades básicas del material genético, sino también debe estar totalmente involucrados en el proceso para aprovechar al máximo el potencial de la línea que manejan, haciendo énfasis en los factores críticos que pueden afectar el desempeño del lote como el manejo del huevo fértil, alimentación de las hembras y machos reproductores y otros manejos óptimos que se adapten al sistema en cuestión.

Por la creciente importancia de la explotación avícola, es que se plantea una alternativa para la desinfección del huevo fértil con un producto que no produzca efectos secundarios en los humanos tales como: irritación de piel, de ojos , y efectos carcinogénicos ya que a la formalina se le atribuye los efectos anteriormente mencionados; además de alternativas de alimentación que controlen el peso de los reproductores pesados para hacer más eficiente el proceso de cópula y reducir la producción de huevos infértiles.

El proyecto de graduación se llevó a cabo en granjas de reproductoras pesadas de la Corporación Pipasa S.A., y consistió de tres partes. En la primera parte se comparó la eficacia de un desinfectante orgánico contra la combinación de dos desinfectantes químicos de uso cotidiano en la corporación, y a la vez contra un testigo negativo, o sea sin ningún tipo de tratamiento.

La segunda parte del proyecto consistió en implementar un sistema alternativo de alimentación para machos reproductores pesados de origen brasileño conocido como "Servicio de Restaurante".

Como tercera y última parte del proyecto se realizó una comparación entre la forma de presentación del alimento para machos reproductores pesados, utilizando alimento peletizado como dieta tradicional o testigo y migaja como prueba, este mismo utilizando a la vez el sistema alternativo de alimentación evaluado en la segunda parte.

OBJETIVOS

Generales:

1. Analizar el sistema de producción actual de la corporación Pipasa en el área de manejo de huevo fértil y alimentación de machos reproductores pesados
2. Comparar el uso de un desinfectante orgánico propuesto con el desinfectante químico en uso dentro del programa de desinfección tradicional de huevo fértil de reproductoras pesadas utilizado por la Corporación Pipasa.
3. Proponer un sistema alternativo de alimentación para machos reproductores pesados, evaluando la efectividad del sistema propuesto.

Específicos:

1. Evaluar el uso de un nuevo desinfectante como alternativa de rotación para la desinfección del huevo fértil.
2. Comparar parámetros de rendimiento como la mortalidad embrionaria por fases, huevos explotados en incubación, incubabilidad, para evaluar la efectividad del desinfectante propuesto.
3. Comparar conteo bacteriológico UFC (Unidades Formadoras de Colonias) en huevos desinfectados con formalina, con desinfectante propuesto y sin ningún tratamiento.
4. Evaluar un método alternativo de alimentación separada para machos reproductores basado en un alojamiento temporal, separados de las hembras, y comparar su peso, consumo, infertilidad e incubabilidad.
5. Comparar la presentación de la dieta tipo pellet contra migaja o harina en machos reproductores pesados, para evaluar parámetros productivos y reproductivos infertilidad, incubabilidad, uniformidad y peso.
6. Valorar la factibilidad económica de los sistemas propuestos.

PARTE I

PRUEBA DE EFICACIA DE UN DESINFECTANTE ORGÁNICO COMPARADO CON EL DESINFECTANTE TESTIGO EN LA DESINFECCIÓN DE HUEVO FÉRTIL

ANTECEDENTES

Manejo de la desinfección del huevo fértil

Para obtener el mayor número posible de pollitos viables de 1 día de edad, no basta con obtener el máximo número de huevos producidos en granja ni el máximo número de huevos fértiles. Es preciso manejar estos de forma adecuada para evitar daños al embrión, que afectarían su posterior viabilidad.

Una máxima incubabilidad y adecuada calidad del pollito solamente pueden lograrse cuando el huevo se mantiene en condiciones óptimas entre la postura y el momento de ser incubado. El huevo fértil es un organismo vivo que debe ser manejado desde la granja con mucho cuidado y con prácticas que no perjudiquen el potencial de incubabilidad inicial de este huevo.

Una vez puesto el huevo, su probabilidad de nacer se puede mantener en el mejor de los casos, pero no mejorar. Si los huevos son manejados de una forma incorrecta, el porcentaje de incubabilidad bajará rápidamente (Cobb 2005).

Recolección manual

El proceso de incubación consiste en dos etapas: la primera etapa o pre-incubación, abarca todas aquellas prácticas de manejo efectuadas desde la puesta del huevo en granja hasta su colocación en el interior de la incubadora. La

segunda etapa engloba el desarrollo del embrión hasta la eclosión o nacimiento del pollo. El manejo al que se someten los huevos fértiles es una de las principales causas de una baja incubabilidad y es un factor que hace el diagnóstico relativamente fácil (Ricaurte 2006).

Según Aviagen (2001) se recomienda la recolección manual cuatro veces cada una de estas recolecciones debe representar aproximadamente un 30% del total de huevos que se recogen al día. Las recolecciones frecuentes disminuyen el daño accidental provocado por las gallinas.

Actualmente en las granjas de la Corporación Pipasa S.A. los huevos fértiles son recogidos en los mismos carros y bandejas que posteriormente serán incubados, permitiendo una menor manipulación del huevo, para evitar daños y contaminación de los mismos.

La producción de pollitos de un día de buena calidad exige recolecciones efectivas y frecuentes del huevo incubable, la desinfección apropiada y oportuna, el enfriamiento, el almacenaje y la incubación del huevo. Cada uno de estos procesos se debe realizar sin dañar el desarrollo del embrión.

La mejor incubabilidad del huevo fértil se logra cuando éste se mantiene en condiciones de limpieza y con niveles correctos de temperatura y humedad, desde el momento de la oviposición hasta el nacimiento del pollo (Ross 2005).

Desinfección del huevo fértil

La sanidad es un factor de gran importancia para la avicultura. Adecuadas prácticas sanitarias y de bioseguridad junto a una adecuada nutrición y selección genética de las aves, constituyen los principales pilares de la productividad y eficiencia de la avicultura moderna.

Las explotaciones avícolas se caracterizan por ser intensivas, con alta densidad de aves por metro cuadrado, lo que somete a las aves a condiciones de

estrés, además a la proximidad en la que se encuentran las aves entre sí aumenta el riesgo de propagación de enfermedades.

La desinfección de los huevos incubables es una medida de gran importancia en la prevención de las enfermedades infectocontagiosas, ya que a medida que el huevo se enfría, su contenido se contrae y cualquier bacteria presente en la superficie del cascarón será atraída hacia el interior del huevo, a través de los poros de la cáscara, siendo la causa de posible infección, tanto en el periodo embrionario como en el postembrionario (Aviagen 2001).

En la actualidad el producto más utilizado para la desinfección del huevo incubable es la formalina, sin embargo, el uso de este producto tiene algunos cuestionamientos sobre si satisface o no los reglamentos de seguridad laboral, ya que podría tener cierto riesgo para la salud de los trabajadores.

Desinfectante alternativo

En base en lo presentado anteriormente, se debe buscar una alternativa adicional para la desinfección de huevos fértiles de reproductoras pesadas, comparándola con el desinfectante uso habitual en la corporación Pipasa, para que se tenga una opción ya probada de desinfección.

Existen varios productos nuevos en el mercado para su uso en desinfección en explotaciones avícolas que requieren ser evaluados. Entre ellos el que se evaluó en el presente estudio, este es un producto orgánico elaborado a base de vitamina C, que se presume tiene capacidad bactericida, viricida y fungicida, esto con el fin de determinar su capacidad de sustituir parcial o totalmente a desinfectantes tradicionales como la formalina (formaldehído) y al amonio cuaternario, Los fabricantes de este desinfectante aducen que su uso no afecta el ambiente, no es tóxico, no produce ninguna irritación en los ojos y piel de los seres humanos y aves que se ponen en contacto con el producto, y que tampoco es carcinogénico. Este último efecto negativo, aunque no ha sido totalmente

comprobado, algunos se lo atribuyen a ciertos desinfectantes tradicionales como el formaldehído. Así mismo, el uso descuidado del amonio cuaternario se presume que puede causar irritación de los ojos y otros daños severos a largo plazo. (Steinlage 2002)

Según estudios realizados por el instituto de Investigaciones en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica, se han presentado aberraciones cromosómicas al exponer al trabajador con ciertos productos químicos, incluida la formalina. Se reafirma la importancia de legislar en Costa Rica la prohibición de aquellos productos químicos que ya han sido eliminados en otras partes del mundo (Cuenca y Ramírez 2004).

La Unión Europea establece un marco normativo para la comercialización de los biocidas a fin de garantizar un nivel elevado de protección para los seres humanos y el medio ambiente. Es por esto que la Directiva Europea de Biocidas (EBC) no apoya a partir de julio del 2008 el uso de formaldehído, razón por la cual los productores de la Unión Europea están en busca de alternativas para sustituir esta sustancia química (Ledoux 2008).

Es por estas razones que las empresas avícolas nacionales están en la necesidad de encontrar nuevas alternativas de desinfección para minimizar el uso de la formalina y el amonio cuaternario en la fumigación del huevo fértil.

El sistema de desinfección donde se aplica una mezcla de formalina y amonio cuaternario, tiene un menor costo, en comparación con el desinfectante orgánico propuesto, la justificación de su aplicación es por su garantía de no ser tóxico, promoviendo la salud ocupacional.

Descripción general de la desinfección del huevo fértil en la Corporación Pipasa S.A.

La recolección de huevo fértil en las granjas de la zona de Alajuela de la Corporación Pipasa S.A se realiza seis veces al día, para poder desinfectarlo y enfriarlo lo más pronto posible después de puesto, y así reducir la posibilidad de daño por accidentes creados por las gallinas dentro del nido, además para permitir que se cierren los poros y evitar el ingreso de bacterias al huevo. Las recolecciones de huevos se programan en un horario que impida que haya más del 30% del total de los huevos en cualquier recolección.

Los huevos fértiles se dividen en tres categorías que son: huevo limpio que se recoge en el nido, el huevo sucio que se recoge en el nido y el huevo sucio que se recoge del piso de las galeras entre las 6 am y 3:30 pm.

Desinfección con tratamiento testigo (formalina + amonio cuaternario)

En corporación Pipasa S.A. para la desinfección del huevo fértil de nido limpio una de las alternativas utilizadas es un producto a base de amonio cuaternario que se utiliza en dosis de 7 ml / galón + formalina a razón de 40 ml / galón para la aspersion o fumigación.

Para el lavado del huevo fértil sucio que ha sido recogido del nido y el huevo que se recoge del suelo que no este manchado, se utiliza yodo (yodo titulable 2%) a razón de 1 mL/ litro de agua. Después del lavado, el huevo se fumiga con la combinación de cloruros de amonio + formaldehído (formalina).

Desinfección con tratamiento prueba (desinfectante orgánico)

El huevo limpio recolectado de los nidos es solamente fumigado con el producto orgánico a una concentración 2000 ppm.

El desinfectante orgánico puesto a prueba fue aplicado para lavado de huevo sucio depositado por las gallinas en el suelo entre las 6:00 am y 3:30 pm¹ y para los huevos que fueron puestos en los nidos ensuciados por la misma gallina. Estos fueron lavados mediante el método de inmersión utilizando para tal fin la preparación del volumen en una bomba de 18 litros por galera con una concentración de producto orgánico 2000 ppm, la cual se preparó todos los días antes de la primera recolección de huevos, de tal manera que no se varíe su concentración, posteriormente luego de lavados también fueron fumigados, con una bomba de 9 litros a una concentración de 2000 ppm de producto orgánico, estas bandejas ya completas de huevo fértil lavado y desinfectado fueron colocadas en la parte inferior del carrito de transporte debidamente rotuladas como huevo lavado.

Posteriormente fueron llevados al cuarto frío de almacenamiento ubicado en cada granja a una temperatura promedio de 18°C y humedad relativa de 80%. Luego diariamente fueron transportados a la incubadora localizada en San Joaquín de Flores, Heredia y posteriormente puestos a incubar luego de un promedio de almacenamiento de 4 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la prueba

La prueba se realizó en granjas de reproductoras pesadas de la línea genética Cobb x Cobb , productoras de huevo fértil, ubicadas en Poás en la provincia de Alajuela, para luego hacer un seguimiento en la Incubadora localizada en San Joaquín de Flores de Heredia, todas pertenecientes a la Corporación Pipasa S.A.

¹ Los huevos recogidos fuera de este rango de tiempo no se incluyeron dentro de la evaluación.

La prueba de desinfección se realizó en tres granjas, que se resumen en el cuadro 1. Estas granjas a su vez estuvieron en diferentes edades de producción. Obteniendo como variables de respuesta la edad del lote y el desinfectante utilizado.

a. Granja Liles 2 del lote numerado 157 que estaba iniciando postura. Este se encontraba entre la semana 25 – 40 de edad. Dicha granja posee: 6 galeras de las cuales las galeras 2, 4 y 6 fueron utilizadas para la prueba y las galeras 1, 3 y 5 para el tratamiento testigo.

b. Granja San Juan 8, lote numerado 153 de edad intermedio entre las semana 40-55 de edad. Las galeras 2 y 4 fueron utilizadas para la prueba, mientras que las galeras 1,3 y 5 para el tratamiento testigo.

c. Granja Sabana 5, lote 151, el cual fue el lote de mayor edad, entre 55 y 65 semanas, o sea al final de producción. Las galeras 3 y 4 fueron utilizadas para la prueba mientras que las galeras 1,2 y 5 para el tratamiento testigo.

La duración de la prueba fue de aproximadamente 15 semanas para los lotes 153 y 157, y de 10 semanas para el lote 151, este con una duración menor porque la edad de finalización de los lotes en reproductores pesados es en la semana 65 de edad y el lote 151 al inicio de la prueba se encontraba en la semana 55 de edad.

Las variables evaluadas, todas a nivel de la incubadora fueron: mortalidad embrionaria por fases, huevos explotados en incubación, incubabilidad; y a nivel de laboratorio la cantidad de unidades formadoras de colonia por huevo (UFC / Huevo), según el tratamiento utilizado.

Tratamientos

El tratamiento de desinfección de huevos fértiles se llevo a cabo de la siguiente manera:

Tratamiento Testigo: consistió en la desinfección de huevos fértiles con los productos de uso regular que son formalina y amonio cuaternario, y para su lavado el yodo.

Tratamiento Prueba: se utilizó un desinfectante orgánico a base de vitamina C para su desinfección y su lavado.

Tratamiento Testigo Negativo: no se le aplicó a los huevos ningún tipo de tratamiento o desinfectante.

En resumen, la prueba se realizó en un total de 16 galeras de las cuales los huevos recolectados de 7 de esas galeras fueron tratados con tratamiento prueba tanto para su desinfección y su lavado, y 9 de las galeras tratadas con el uso de la formalina (formaldehído + amonio cuaternario¹) para su desinfección y de yodo² para su lavado, siendo este el tratamiento testigo. Para el tratamiento testigo negativo se recolectaron huevos al azar en los lotes 153 y 157.

Aves experimentales

Se utilizaron 26981 hembras y 2387 machos de la línea genética comercial Cobb x Cobb para la prueba y para el testigo 27405 hembras y 2521 machos reproductores pesados de la misma línea genética.

¹ Sanofec-80. Fabricado por laboratorios Laquinsa

² Iofec-20. Fabricado por laboratorios Laquinsa

Cuadro 1. Distribución de animales evaluados con la prueba de desinfectante orgánico contra testigo

Tratamiento	Lote	Galera	Área m ²	Hembras
Testigo ¹	Lote 151	1	544	2640
Testigo		2	432	2100
Prueba ²		3	600	3240
Prueba		4	1080	5630
Testigo		5	1080	5626
Testigo	Lote 153	1	660	3018
Prueba		2	660	3377
Testigo		3	660	3129
Prueba		4	960	4780
Testigo		5	984	4784
Testigo	Lote 157	1	480	2259
Prueba		2	480	2428
Testigo		3	480	2052
Prueba		4	504	2739
Testigo		5	840	4183
Prueba		6	972	4787

1/ Tratamiento Testigo: formalina + amonio para la fumigación y el yodo para el lavado de huevo fértil.

2/ Tratamiento Prueba: desinfectante orgánico para la fumigación y el lavado de huevo fértil

Descripción de pruebas bacteriológicas realizadas a los huevos

Las pruebas de análisis de conteo de bacterias realizadas a los huevos fueron hechas por el laboratorio de bacteriología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional. Dichas pruebas consistieron en realizar un comparativo del contenido bacteriológico para determinar el recuento total de unidades formadoras de colonia por huevo (UFC / Huevo) entre los huevos

tratados con el desinfectante orgánico y los huevos testigo y compararlos con huevos que no recibieron ningún tipo de tratamiento (testigo negativo).

En cada uno de los lotes se recolectaron huevos para la prueba, testigo y testigo negativo de la siguiente forma:

Lote 151: 9 huevos de prueba y 9 huevos de testigo

Lote 153: 12 huevos de prueba y 11 huevos de testigo

Lote 157: 12 huevos de prueba y 11 huevos de testigo

Lote 153: 12 huevos testigo negativo

Lote 157: 8 huevos testigo negativo

Los huevos se recolectaron de manera habitual por ejemplo sin el uso de guantes tal como se recolectan del nido. Estos fueron enviados debidamente identificados junto con el total de huevos recolectados en el día en el vehículo de la incubadora alrededor de las 5:00 pm; una vez que los huevos se desalmacenaron del vehículo, se colocaron en una bolsa estéril transparente y se enviaron inmediatamente al laboratorio de bacteriología.

El método para realizar el conteo bacteriológico se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Se colocó cada huevo en una bolsa estéril.
2. A los huevos se les agregó 10ml de caldo neutralizante (D /E Neutralizing broth w/ tween) y se lavó muy bien la superficie con masajeo desde la parte externa de la bolsa.
3. Se realizaron diluciones seriadas del caldo de un 1 ml / L.
4. Seguidamente se plaqueó en placa de petri por el método de vaciado colocando 1 ml de cada dilución (incluyendo la suspensión inicial) en placas de

petri estériles por duplicado.

5. Se agregó agar estándar + TTC 0.5 % e incubó por 48 horas a 35°C

6. Se realizó el conteo de colonias

Se utilizó la siguiente fórmula para obtener el número de microorganismos presentes:

$UFC * dilución * 10ml = UFC / \text{huevo.}$

Análisis estadístico

En detalle las pruebas se realizaron con una cantidad determinada de mediciones y se comparó si el promedio de ellas difiere o no entre un desinfectante y otro. En este caso se aplicaron dos tipos de pruebas estadísticas: pruebas t-student y análisis de varianza (ANOVA).

La prueba t-student se utiliza para contrastar hipótesis sobre medias en poblaciones con una distribución normal.

El análisis de varianza (ANOVA) sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos.

Estas pruebas permitieron determinar si existen diferencias significativas entre promedios: las pruebas t-student compararon dos promedios, mientras que el anova permitió comparar 3 o más promedios a la vez.

En el caso de análisis de varianza anova, si la prueba determinó diferencias significativas, se aplican contrastes de medias mediante la prueba Tukey, este análisis se utiliza cuando no se tiene el mismo número de datos para todos los tratamientos evaluados; en este caso se compararon los promedios en pares

(todos contra todos) y se determinó en cuál o cuáles pares de medias hay diferencias y a favor de cuál tratamiento.

Pruebas Bacteriológicas

Se realizaron análisis estadísticos de los resultados obtenidos de las pruebas bacteriológicas para determinar si existe diferencia significativa entre la cantidad de unidades formadoras de colonia en los huevos (UFC / huevo), según el tratamiento utilizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de UFC (unidades formadoras de colonia) dentro de cada uno de los lotes

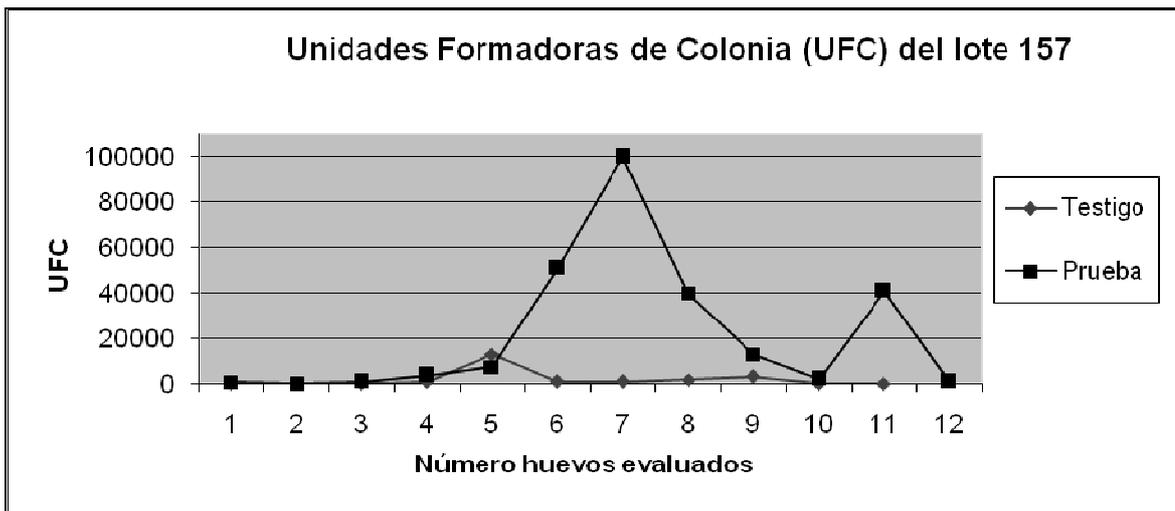
En el cuadro 2 se muestran los promedios obtenidos de las UFC dentro de cada uno de los lotes; este describe que no hay diferencias significativas en dicha variable. Esto indica que la edad del lote no produce ningún efecto en la cantidad de unidades formadoras de colonia en los huevos, tal como se muestra en las figuras 1,2 y 3.

Según Frazier (1981), el número total de UFC en las cáscaras de huevo de gallina varía entre 10^2 y 10^7 , con una media de 10^5 datos que concuerdan con las UFC promedio encontradas.

Cuadro 2. Comparación de UFC (unidades formadoras de colonia) dentro de cada uno de los lotes evaluados

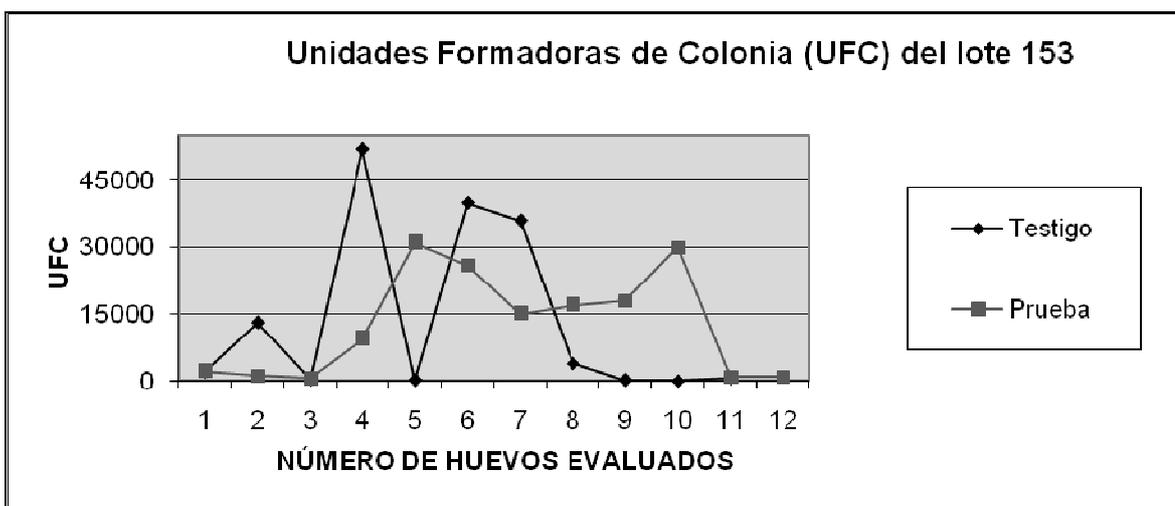
Lote	Edad semanas	n	Promedio de UFC/lote
151	55-65	18	8695,0 ^a
153	40-55	23	13056,0 ^a
157	25-40	23	12237,7 ^a

n= Cantidad de muestra de huevos evaluados, Valores con letras iguales en la misma columna no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).



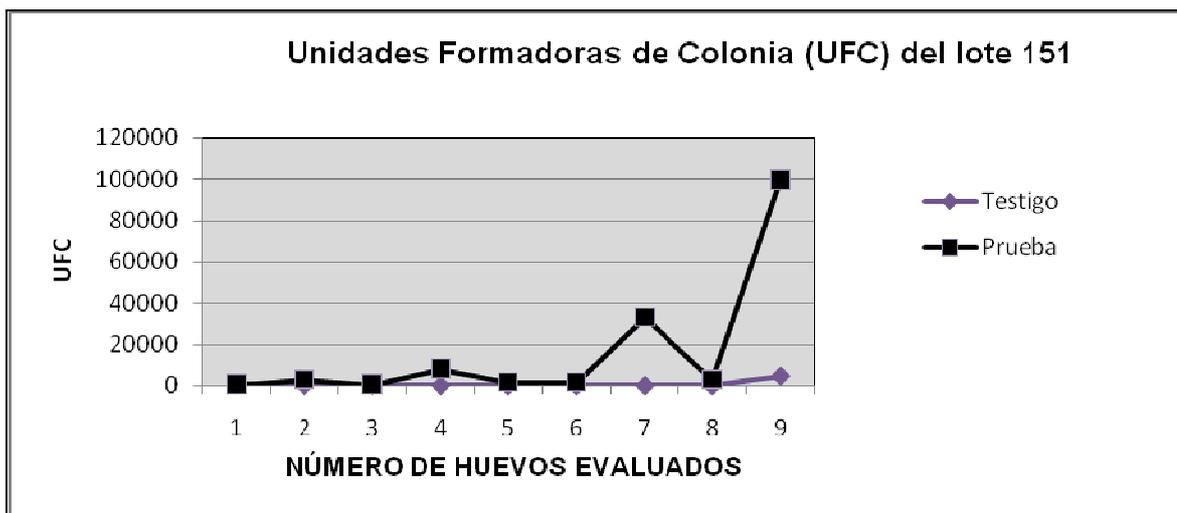
Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico; los resultados son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Figura 1. Comparación de UFC de huevos del lote 157 desinfectados con el desinfectante testigo (formalina) y prueba (desinfectante orgánico).



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico; los resultados no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 2. Comparación de UFC de huevos del lote 153 desinfectados con el desinfectante testigo (formalina) y prueba (desinfectante orgánico).



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico, los resultados no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 3. Comparación de UFC de huevos del lote 151 utilizando desinfectante testigo (formalina) y prueba (desinfectante orgánico).

Comparación general de las UFC de los huevos desinfectados con la prueba (desinfectante orgánico) y el desinfectante testigo (formalina)

De acuerdo con el cuadro 3, las UFC en los huevos de los dos tratamientos, indican que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la cantidad de UFC por tratamiento.

Cuadro 3. Comparación del promedio general de UFC de huevos tratados con el desinfectante de prueba y el testigo

Tratamiento	n	Promedio general de UFC/tratamiento
Testigo ¹	31	5656.9 ^b
Prueba ²	33	17057.6 ^a

n= Cantidad de muestra de huevos evaluados

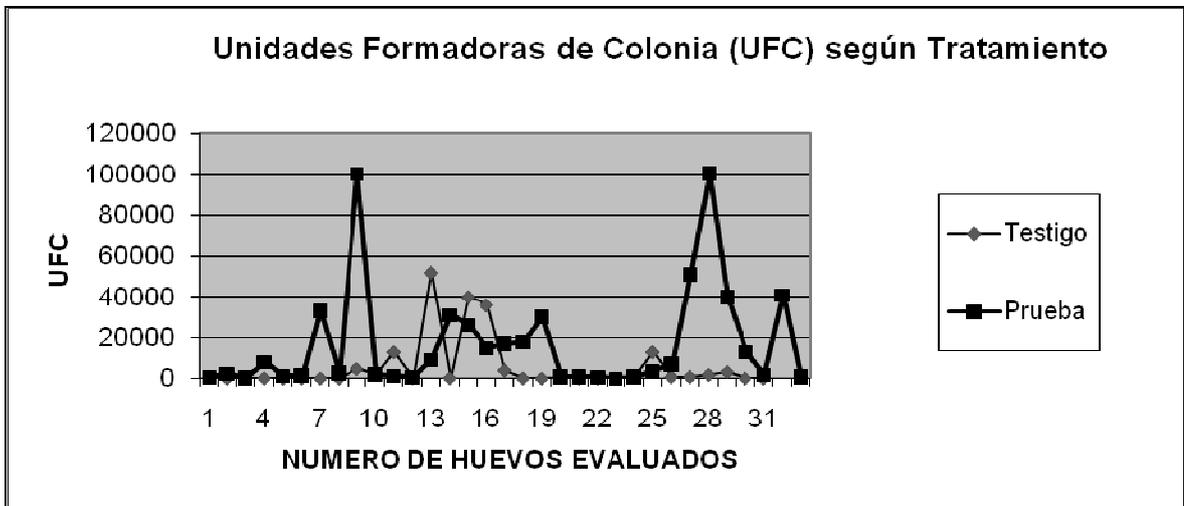
1/ Tratamiento Testigo: formalina+ amonio para la fumigación y el yodo para el lavado de huevo fértil.

2 / Tratamiento Prueba: desinfectante orgánico para la fumigación y el lavado de huevo fértil

Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Según el cuadro 3, el desinfectante testigo posee una efectividad mayor ya que los huevos tratados con éste resultaron con una cantidad menor de UFC que los huevos tratados con el desinfectante orgánico utilizado como prueba. En la

figura 4 se observa la cantidad de UFC general por huevo evaluado en cada uno de los dos tratamientos.



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico, los resultados no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 4. Comparación de UFC general, de huevos tratados con el desinfectante de prueba (orgánico) y desinfectante testigo (formalina)

Interacción entre tratamiento y lote

Con el fin de corroborar el efecto directo del tratamiento sobre la cantidad de unidades formadoras de colonias que se observaron en cada huevo, se realizó una prueba tomando en cuenta la interacción entre tratamiento y lote. El ANDEVA indica que no hay diferencias significativas en los valores promedio de UFC entre tratamientos y lotes. Como lo muestra el apéndice 1, la interacción no resulta significativa, lo que significa que la edad de las aves en el lote no interviene en el efecto de los tratamientos o desinfectante sobre la cantidad de unidades formadoras de colonias sobre el huevo.

Comparación de la cantidad de UFC/huevo para cada tratamiento dentro de cada uno de los lotes.

Se tomaron 9 mediciones en el lote 151 con una edad entre 55 y 65 semanas y con base en éstas los resultados indican que no hay diferencias significativas ($p \geq 0.05$). De forma similar para el lote 153, con una edad entre 40 y 55 semanas, pero utilizando 12 observaciones, ver cuadro 4. Esto significa que el tratamiento puesto a prueba y el tratamiento testigo producen el mismo efecto en el control de las unidades formadoras de colonia en huevos del lote adulto 151 y el lote de edad intermedia 153.

En cuanto al lote joven 157, parece que sí hay diferencias significativas ($p = 0.049$ al 5 % de significancia), y asumiendo desigualdad de varianzas entre las unidades formadoras de colonia por huevo para ambos tratamientos, aunque se debe considerar que la prueba se realizó con una muestra de 12 observaciones, lo que puede estar afectando estos resultados, cuadro 4 (apéndice 2). En este aspecto los huevos tratados con la prueba presentan mayor cantidad de UFC que los huevos utilizados como testigo, esto quiere decir que el rendimiento del tratamiento propuesto es inferior al rendimiento del tratamiento convencional.

Cuadro 4. Comparación de la cantidad de UFC (unidades formadoras de colonia) promedio para cada tratamiento dentro de cada uno de los lotes evaluados.

Tratamiento ^{1,2}	Lote	n	Promedio UFC/huevo/lote	ES
Prueba	151	9	16705,56 ^a ± 32902,74	10967,58
Testigo		9	684,44 ^a ± 1549,51	516,50
Prueba	153	12	12667,50 ^a ± 11853,20	3421,72
Testigo		11	13479,73 ^a ± 19469,81	5870,37
Prueba	157	12	21711,67 ^a ± 30845,51	8904,33
Testigo		11	1902,36 ^b ± 3807,59	1148,03

n = cantidad de muestra de huevos evaluados; ES=Error estándar del promedio

1/ Tratamiento Testigo: formalina+ amonio para la fumigación y el yodo para el lavado de huevo fértil.

2 / Tratamiento Prueba: desinfectante orgánico para la fumigación y el lavado de huevo fértil

Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Se comparó el lote 157 y el lote 153 con el fin de determinar si la edad de los mismos influye en el efecto que tienen los desinfectantes (tratamientos) en las unidades formadores de colonia (UFC).

El cuadro 5 presenta el análisis de las UFC dentro de cada uno de los lotes, indicando que no hay diferencias significativas entre los huevos del lote 153 y los huevos del lote 157, es decir, en promedio ambos lotes contienen una cantidad similar de UFC. Se aplicó un análisis de varianza (andeva) a un nivel de significancia del 5% ($p = 0.24$). Esto indica que la edad del lote, no produce ningún efecto en la cantidad de unidades formadoras de colonia sobre los huevos.

Cuadro 5. Comparación general de UFC (unidades formadoras de colonia) para el lote 153 y 157.

Variable	n	Promedio general de UFC/huevo/lote	ES
Lote 153			
40-55 sem ¹	35	44960 ± 88766	15004
Lote 157	31	351829 ± 1538608	276342
25-40 sem			

1/Sem = semanas
n=cantidad de muestra de huevos evaluados
ES = Error estándar

Comparación de UFC (unidades formadoras de colonia) general encontradas en cada tratamiento: prueba (desinfectante orgánico), testigo (formalina) y testigo negativo (sin ningún tratamiento) en los lotes 153 y 157.

Se realizó una comparación entre las UFC en los tratamientos: prueba (desinfectante orgánico), testigo (formalina + amonio cuaternario) y testigo negativo (sin ningún tratamiento) a nivel general para los lotes 153 y 157, (ver cuadro 6 apéndice 3), los resultados obtenidos en la comparación indican que no existen diferencias significativas en la cantidad de UFC en los huevos tratados con prueba y testigo; sin embargo para la cantidad de UFC en los huevos con testigo negativo hay una cantidad mayor de UFC , lo que indica que tanto la prueba como el testigo disminuyen la cantidad de UFC sobre los huevos, como lo muestran las figuras 5 y 6. Sin embargo en estas figuras en la muestra de huevo número 4, tanto en el lote 157 como 153, tienen datos de UFC que se salen del promedio obtenido esto puede deberse a la indebida manipulación del huevo en la galera, en el almacenamiento del huevo en el cuarto frío o durante su transporte a la incubadora, y posible error de laboratorio.

Cuadro 6. Comparación de UFC general (unidades formadoras de colonia) para los huevos de prueba, testigo y testigo negativo, de los lotes 153 y 157

Tratamiento	n	Promedio de UFC/huevo	ES
Prueba ¹	24	17190 ^a ±23315	4759
Testigo ²	22	7691 ^a ±14917	3180
Testigo negativo ³	20	594926 ^b ±1893077	423305

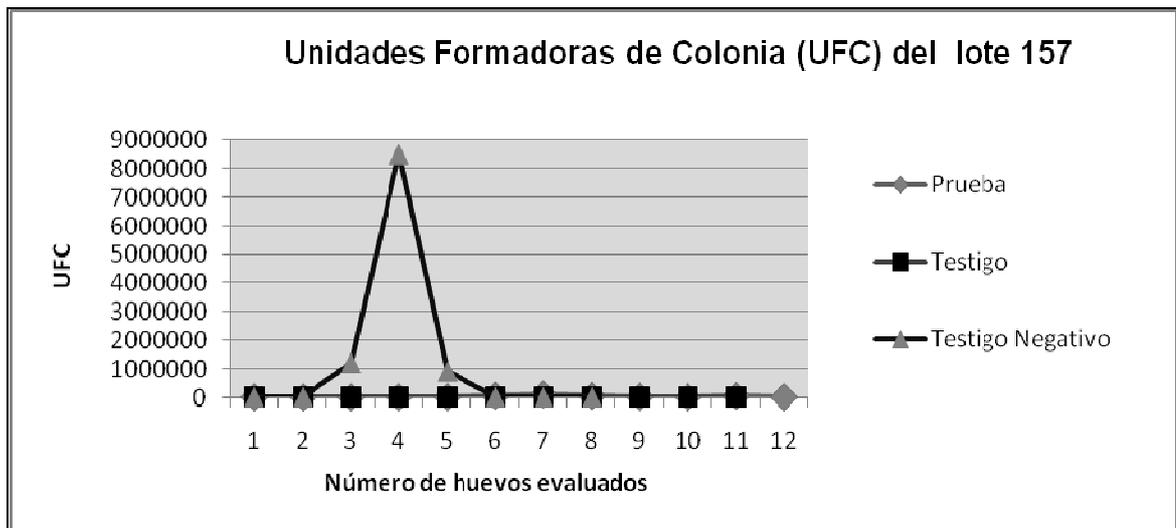
n=cantidad de muestra de huevos evaluados; ES =Error estándar

1/ Tratamiento Prueba: desinfectante orgánico para la fumigación y el lavado del huevo fértil

2/ Tratamiento Testigo: formalina + amonio para la fumigación y el yodo para el lavado de huevo fértil.

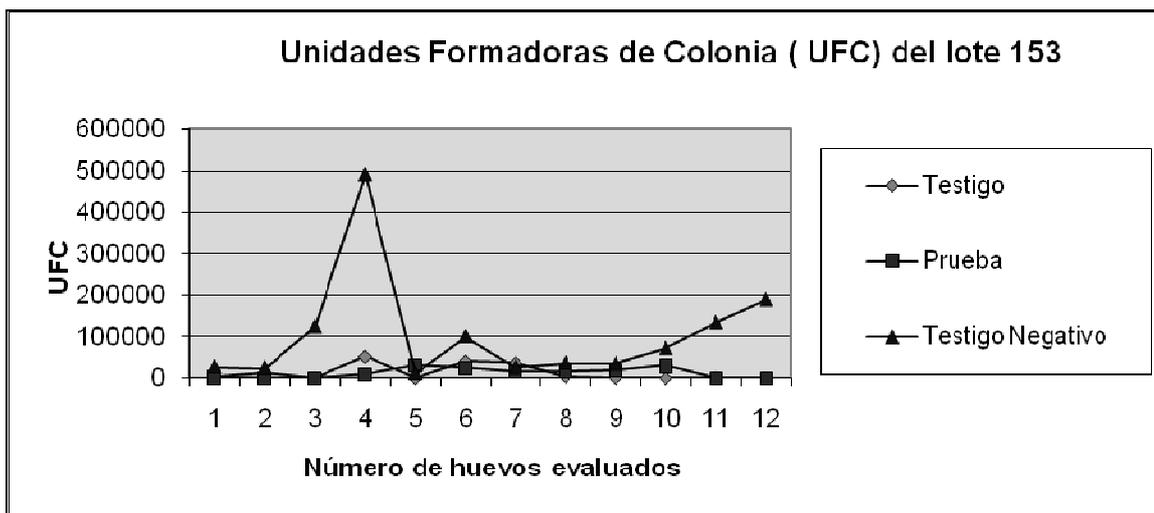
3/ Testigo Negativo: Sin ningún tipo de tratamiento.

Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico; tratamiento testigo negativo: sin ningún tipo de tratamiento; los resultados obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 5. Comparación de las UFC (unidades formadoras de colonia) en huevos, para los tratamientos: prueba (desinfectante orgánico), testigo (formalina) y testigo negativo (sin ningún tratamiento) en el lote 157.



Nota: Tratamiento Testigo: formalina + amonio; tratamiento Prueba: desinfectante organico; tratamiento testigo negativo: sin ningún tipo de tratamiento; los resultados obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 6. Comparación de las UFC en huevos para los tratamientos: prueba (desinfectante orgánico), testigo (formalina) y testigo negativo (sin ningún tratamiento) en el lote 153.

Variables evaluadas a nivel de incubación para comparar la eficacia de la prueba (desinfectante orgánico) y el desinfectante testigo (formalina + amonio cuaternario)

Se realizaron las siguientes evaluaciones: mortalidad embrionaria, huevos explotados en incubación, incubabilidad. Cada evaluación de las variables respuestas se constituye de las siguientes pruebas: la primera contrasta ambos tratamientos, la segunda prueba contrasta el efecto de la edad de los lotes sobre los huevos, por lo que permitirá determinar si los lotes ejercen un efecto significativo en los huevos y finalmente se aplicaron tres pruebas a fin de contrastar el efecto de los tratamientos dentro de cada uno de los lotes, es decir, permitió determinar si el desinfectante orgánico propuesto es menor, igual o más eficaz que el desinfectante actual (formalina + amonio cuaternario), y si ese efecto varía con la edad del lote sobre los huevos.

Mortalidad embrionaria por fases

Para la mortalidad embrionaria se compararon los tratamientos en la fase de miraje (primeros 11 días de incubación). Para esta fase se definieron 5 variables respuesta: porcentaje de huevos contaminados, porcentaje de embriones, porcentaje de infertilidad, porcentaje de mortalidad 0 a 4 días y porcentaje mortalidad de 5 a 10 días.

En el apéndice 4, se presentan los resultados de las pruebas correspondientes a las variables de la primera fase (miraje). En ella se puede notar que, a nivel general, en ninguna de las variables respuesta: porcentaje de contaminados, de embriones, de infertilidad, de mortalidad 0 a 4 días y de 5 a 10 días, se presentan diferencias significativas, entre los tratamientos. Esto significa que al analizar todos los huevos, para todas las variables, no hay evidencia estadística de que los desinfectantes produzcan efectos diferentes. Esto indica que el rendimiento de ambos es similar, como se demuestra en el cuadro 7 (apéndice 5) y en la figura 7.

Cuadro 7. Comparación de la prueba y testigo para diferentes variables de respuesta a nivel general.

Tratamiento	Variable evaluadas	n	Promedio de huevos (%)	ES
Prueba ¹	Contaminados	96	0.05 ± 0.12	0.01
Testigo ²		96	0.04 ± 0.08	0.01
Prueba	Embriones	96	0.01 ± 0.04	0.00
Testigo		96	0.03 ± 0.09	0.01
Prueba	Infertilidad	96	7.35 ± 1.10	0.11
Testigo		96	7.39 ± 0.94	0.10
Prueba	de 0 a 4 días *	96	2.43 ± 1.05	0.11
Testigo		96	2.38 ± 0.88	0.09
Prueba	de 5 a 10 días *	96	0.15 ± 0.14	0.01
Testigo		96	0.16 ± 0.15	0.01

n = número de cargadas de huevos; *mortalidad; ES = Error estándar; 1/ Tratamiento Prueba: desinfectante orgánico para la fumigación y el lavado de huevo fértil; 2/ Tratamiento Testigo: formalina + amonio para la fumigación y el yodo para el lavado de huevo fértil. Promedios obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

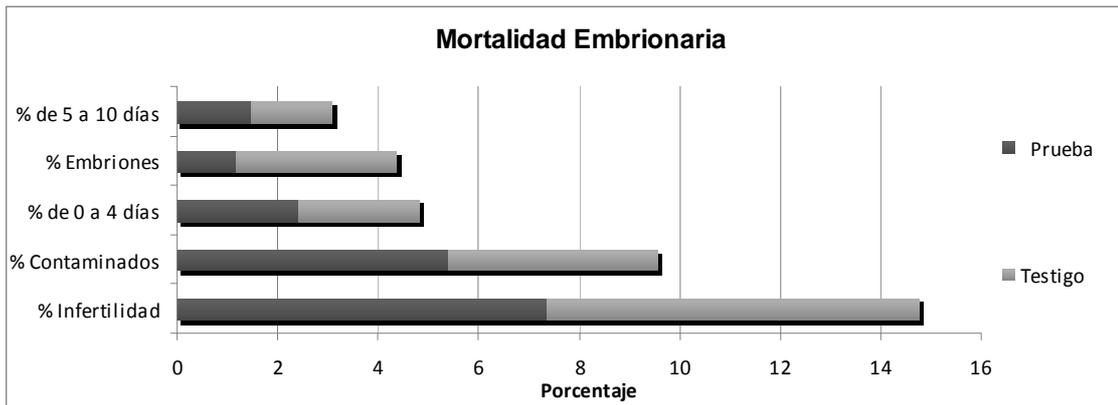
Al realizar las comparaciones para determinar diferencias entre los lotes, se obtiene suficiente evidencia estadística para concluir que existen diferencias significativas para todas las variables analizadas entre los lotes. Lo anterior indica que la edad del lote, produce un estímulo en el efecto de los tratamientos sobre los huevos, lo que significa que, al contrario de la prueba anterior, en uno o varios lotes, los tratamientos (desinfectantes) producen efectos distintos, de acuerdo a lo que se presenta en el cuadro 8 (apéndice 6)

Cuadro 8. Prueba Anova para diferentes variables de respuesta

Variable	Respuesta (%)	Variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contaminados		Inter-grupos	0.10	02	0.05	5.07	0.01
		Intra-grupos	1.85	189	0.01		
		Total	1.95	191			
Embriones		Inter-grupos	0.03	02	0.02	3.37	0.04
		Intra-grupos	0.88	189	0.00		
		Total	0.91	191			
Infertilidad		Inter-grupos	82.17	02	41.08	66.75	0.00
		Intra-grupos	116.33	189	0.62		
		Total	198.49	191			
de 0 a 4 días		Inter-grupos	76.33	02	38.16	70.66	0.00
		Intra-grupos	102.08	189	0.54		
		Total	178.41	191			
de 5 a 10 días		Inter-grupos	0.24	02	0.12	5.96	0.00
		Intra-grupos	3.77	189	0.02		
		Total	4.01	191			

n = cantidad de muestra de huevos evaluados

gl= grados de libertad, sig.: grado de significancia / *días de incubación



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico, los resultados obtenidos son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Figura 7. Porcentaje general de mortalidad embrionaria por fases para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina)

Para determinar en cuál o cuáles de los lotes se producen las diferencias se aplicaron comparaciones de medias con el estadístico Q de Tukey. Para todas las pruebas el estadístico Q = 2.36.

En el porcentaje de contaminados, existen diferencias significativas entre los lotes 151 y 153, obteniendo un porcentaje mayor para el lote 151 y entre el lote 153 y el 157, a favor del primero. No hay diferencias entre los lotes 157 y 151. Esto es indicio de que el 153 puede estar afectando el rendimiento de los tratamientos, ya que en este se presenta el menor porcentaje de contaminados y a la vez una mayor cantidad de embriones, y la cantidad de embriones en los otros dos lotes no es significativamente diferente como lo muestra el apéndice 7.

En el caso del porcentaje de embriones, las comparaciones de Tukey indican que no hay diferencias entre pares de lotes, a pesar de que la prueba general anova indica la existencia de diferencias significativas. Sin embargo, al realizar la prueba de diferencia de medias mediante el estadístico t de Student, resulta que el lote 153 resulta diferente de los otros dos.

En lo que respecta al porcentaje de infertilidad y al porcentaje de mortalidad de 0 a 4 días, los tres lotes resultan significativamente distintos entre si, es decir

el lote 151 tiene produce resultados diferentes del lote 153 y del lote 157, los resultados difieren entre el lote 153 y el lote 157, siendo mayor el porcentaje de infertilidad con más de un 8,5% en el lote 151 (ver apéndice 7) pero este resultado se presume que se presenta por ser el lote de mayor edad, ya que a mayor edad, la infertilidad aumenta (Cobb 2005) y no debido a el tratamiento. Por lo que se puede concluir para el caso de estas dos variables, que la edad del lote sobre los huevos parece tiene efecto en la eficacia de los desinfectantes.

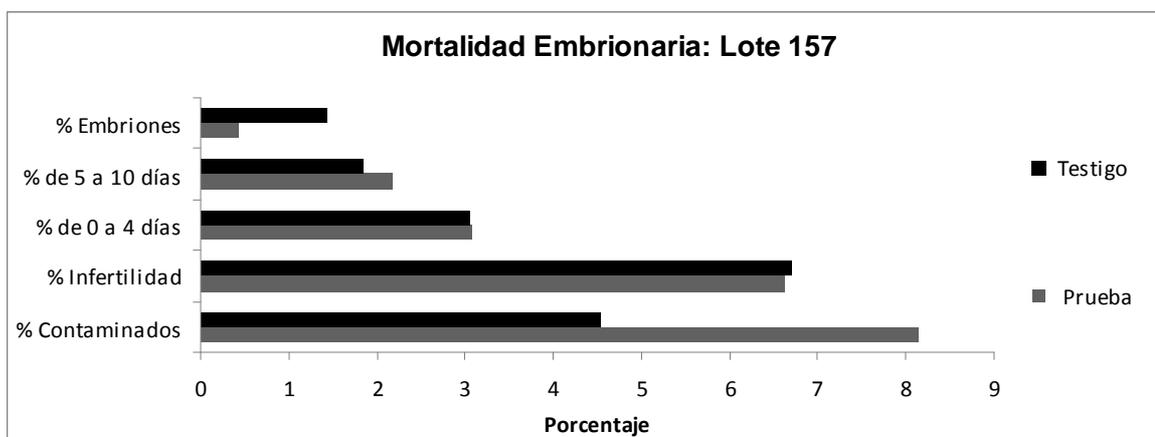
Finalmente, se presentan diferencias significativas entre los lotes 153 y 157, y entre este (157) y el lote 151, para el porcentaje de mortalidad de 5 a 10 días. Estos resultados indican que, para esta variable, el lote 157 es el que está causando un efecto en los resultados obtenidos, ya que no hay diferencias entre los huevos del lote 153 y los huevos del lote 151 (ver apéndice 7).

Comparación de la efectividad de los dos tratamientos: prueba y testigo en cada uno de los lotes evaluados

Al comparar la efectividad de los dos tratamientos (prueba y testigo), dentro de cada uno de los lotes se obtiene que para el lote 157 no se presenta diferencias significativas en ninguna de las variables respuesta, es decir, el porcentaje de embriones dentro del lote 157 es el mismo para los huevos tratados con el desinfectante orgánico (prueba) y el desinfectante testigo. Ver apéndice 8.

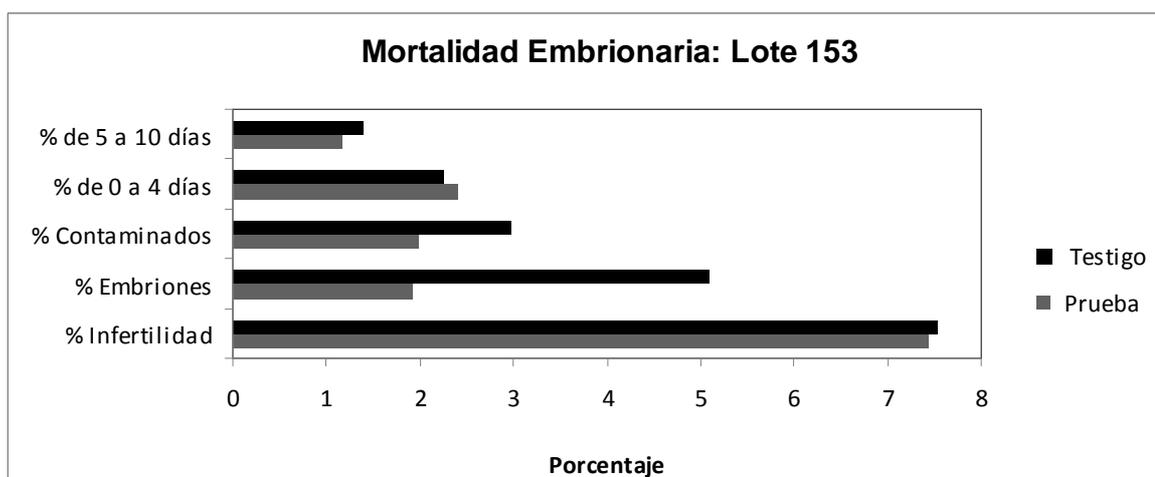
Sucede lo mismo en el lote 153, no hay diferencias significativas, entre el desinfectante orgánico y el testigo, es decir, ambos desinfectantes producen el mismo efecto en los huevos del lote 153 ver (apéndice 9).

En la mortalidad embrionaria medida en la primera fase (miraje), no hay evidencia de diferencias significativas, a nivel general, en el porcentaje de huevos contaminados, embriones, infertilidad, mortalidad de 0 a 4 días y de 5 a 10 días. A nivel de lote, solamente dentro del lote 151 se presentan diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad de 5 a 10 días a favor de la prueba, ver apéndice 11, siendo casi el doble de mortalidad en el testigo (0.16%) que en la prueba (0.09%). ver figuras 8, 9 y 10.



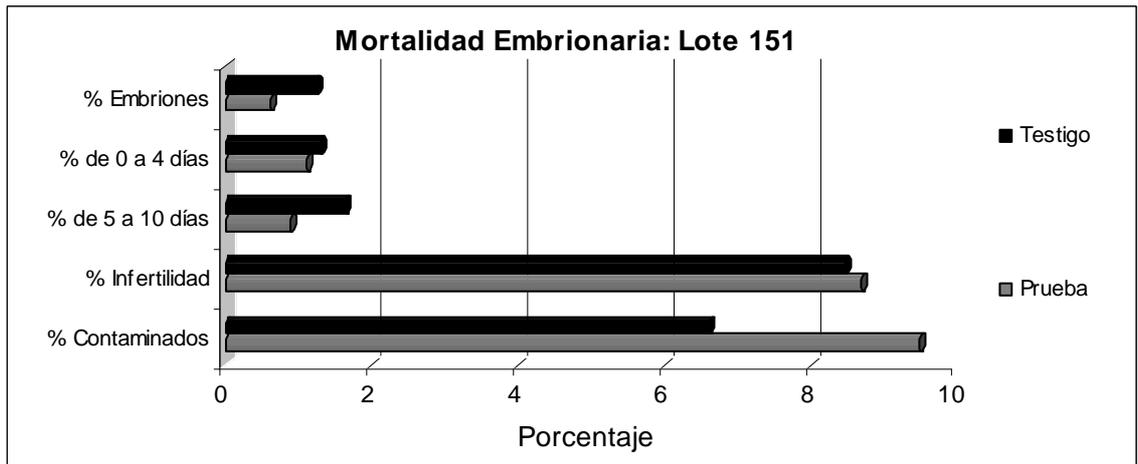
Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico

Figura 8. Porcentaje de mortalidad embrionaria por fases del lote 157 para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina).



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico

Figura 9. Porcentaje de mortalidad embrionaria por fases del lote 153 para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina)

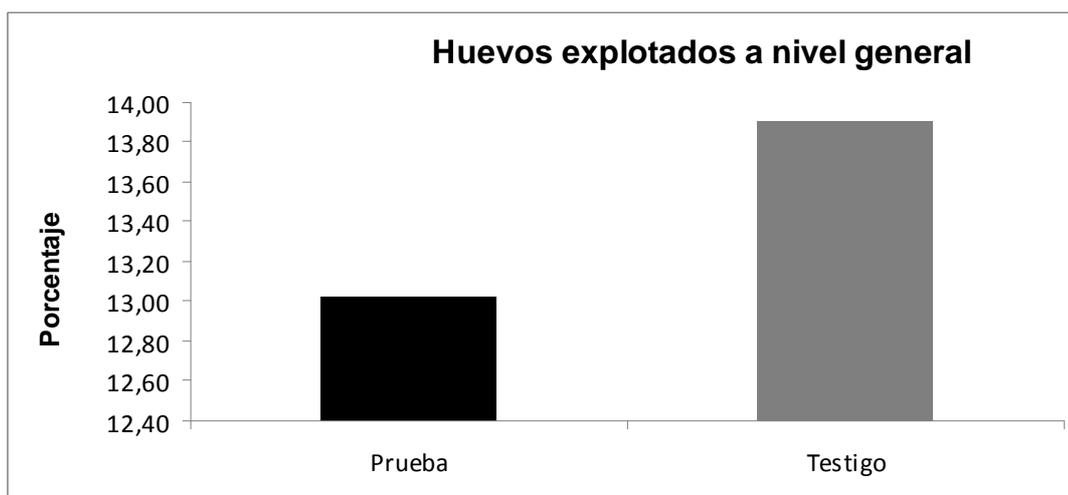


Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico

Figura 10. Porcentaje de mortalidad embrionaria por fases del lote 151 para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina)

Huevos explotados en incubación

La segunda evaluación se dirigió a medir el porcentaje de huevos explotados, para los cuales no hay evidencia estadística que indique que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados a nivel general. Esta prueba indica que el porcentaje de huevos explotados es similar en los huevos tratados con el desinfectante orgánico (prueba), que en aquellos que fueron tratados con el desinfectante testigo (formalina), tomando en cuenta a todos los huevos sin diferenciación alguna, como lo ilustra la figura 11. En este caso con la prueba se obtuvo 13.0 % mientras que con el testigo se obtuvo 13.9% de huevos explotados.



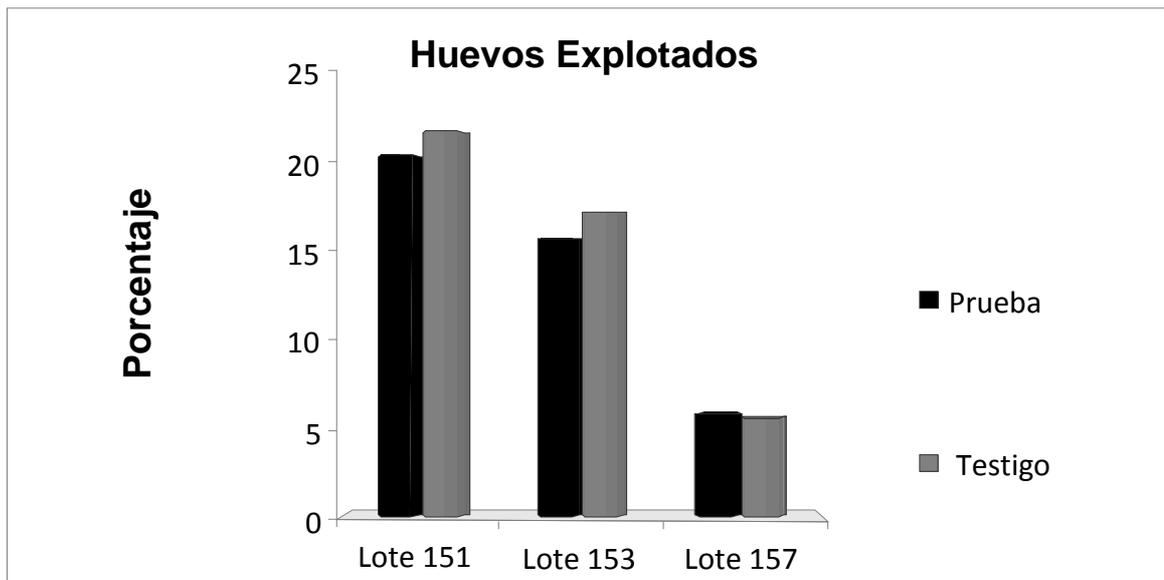
Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico, los resultados no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 11. Comparación general de porcentajes de huevos explotados para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina)

Porcentaje de huevos explotados en cada uno de los lotes

Al igual que en la prueba general de huevos explotados, dentro de ninguno de los tres lotes se presentan diferencias significativas en el porcentaje de huevos explotados, por lo que ambos desinfectantes (prueba y testigo) poseen el mismo rendimiento, tanto a nivel general como dentro de cada uno de los lotes (ver figura 12). Lo anterior indica que la edad del lote sobre los huevos no ejerce ningún efecto; en el rendimiento de los tratamientos sobre la cantidad de huevos explotados.

No hay diferencias significativas entre los tratamientos en la cantidad de huevos explotados en incubación, ni de forma general, ni dentro de los lotes (figura 12), por lo que la edad de los huevos no afecta esta variable.



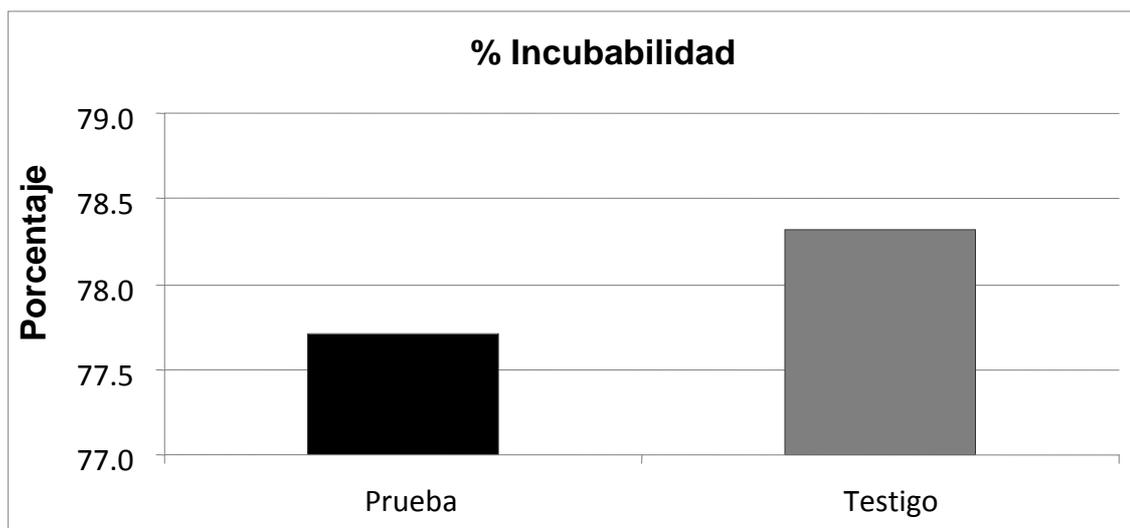
Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico, los resultados obtenidos entre los tratamientos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 12. Comparación de porcentaje de huevos explotados para el tratamiento de prueba (orgánico) y el testigo (formalina)

Al analizar el porcentaje de huevos explotados entre los lotes, se obtienen diferencias significativas es decir, la cantidad de huevos explotados en incubación es distinta en el lote 157, 153 y 151. Teóricamente la mayor contaminación del huevo se da en los lotes de mayor edad, ya que los poros de la cáscara del huevo se hacen más grandes y es más fácil que en este entren bacterias y lo contaminen. Los resultados obtenidos a nivel de lote están de acuerdo a lo esperado, ya que entre más viejo sea el lote se obtiene un porcentaje mayor de huevos contaminados por lo mencionado anteriormente.

Incubabilidad

En cuanto a la incubabilidad se obtuvo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos a nivel general como lo muestra el apéndice 12 y figura 13. Los huevos tratados con ambos desinfectantes presentaron alrededor de un 78% de incubabilidad.



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico, los resultados obtenidos entre los tratamientos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 13. Comparación de los porcentajes de incubabilidad general para los dos tratamientos: prueba (desinfectante orgánico) y testigo (formalina).

Comparación de Incubabilidad entre lotes

Al comparar la incubabilidad entre los lotes, se nota que hay diferencias significativas en la misma; es distinta entre los lotes, ver cuadro 9.

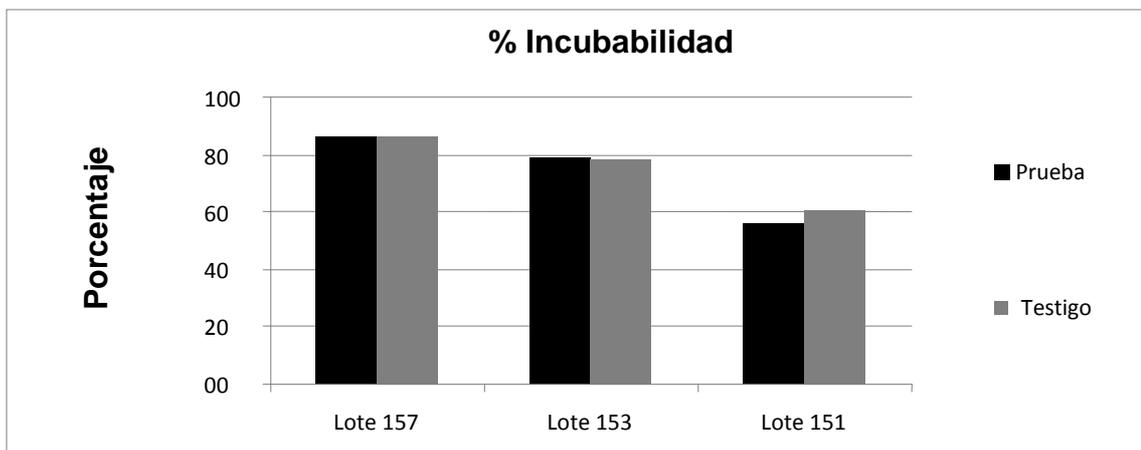
Según las comparaciones múltiples de Tukey la incubabilidad es distinta en cada uno de los lotes ($p = 0.00$) y $Q = 2.36$. En este sentido se debe aclarar que el porcentaje de incubabilidad es mayor en el lote joven 157. En sí teóricamente la incubabilidad aumenta cuando la edad del lote es joven (Cobb 2005).

Cuadro 9. Promedio de porcentajes de incubabilidad para los lotes evaluados

Lote	n	Promedio de Incubabilidad (%)	ES
151	32	58 ^a ± 0.6	0.01
153	92	79 ^b ± 0.8	0.01
157	68	86 ^c ± 0.2	0.00
Total	192	78 ± 11	0.01

n = Cantidad de huevos de muestra evaluados; ES = Error estándar; Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

En cuanto a la incubabilidad, solamente dentro del lote 151 como se muestra en la figura 14 se presentan diferencias significativas entre el desinfectante orgánico (prueba) y el testigo (formalina + amonio cuaternario), a favor del segundo, por presentar un porcentaje de incubabilidad mayor.



Nota: Tratamiento testigo: formalina + amonio; tratamiento prueba: desinfectante orgánico; para los lotes 157 y 153 no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) y para el lote 151 existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Figura 14. Comparación de los porcentajes de incubabilidad para los dos tratamientos: prueba (orgánico) y testigo (formalina) en cada uno de los lotes evaluados.

La figura 14 indica que los tratamientos producen un efecto diferencial en los huevos del lote 151. En los huevos de los lotes 151 y 153, ambos tratamientos producen un efecto que no es diferente entre sí. Esto es indicio que a mayor edad del lote, menor es el rendimiento de la prueba, ya que los huevos tratados con el testigo produjeron una incubabilidad mayor (60%) que los huevos tratados con la prueba (56%).

Análisis de costos para la parte I del proyecto realizado en las granjas de la Corporación Pipasa

El cuadro 10 muestra la comparación de costos, entre el uso del desinfectante orgánico Bioclean® donde se aprecia que este es más costoso que la mezcla de formalina y amonio cuaternario, sin embargo es importante recalcar que el objetivo primordial de la prueba no fue el hecho de disminuir costos sino realizar una comparación con el de uso habitual en la corporación Pipasa y aportar una opción alternativa de desinfección del huevo fértil para que se tenga una opción ya probada de desinfección, es caso de que en Costa Rica se llegue a prohibir el uso de la formalina por los problemas ocasionados al personal que se expone diariamente a este, los cuales ya fueron mencionados anteriormente.

Cuadro 10. Comparación de costos entre desinfectante orgánico (Bioclean) y mezcla de formalina y sanofec

Desinfección		
	Bioclean® *	Mezcla (\$)
Precio (\$)	11 / litro	10.6/ litro
dosis ml / bomba	180	235
costo bomba (18 l) ¢	1030	315
costo bomba (18 l) \$	1.84	0.56
Lavado		
	bioclean	Yodo
Precio (\$)	11 / litro	3.36 / litro
dosis ml / bomba	180	18
costo bomba (18 l) ¢	1030	34
costo bomba (18 l) \$	1.84	0.060
Costo Desinf. + Lavado ¢	2060	349

Notas: la mezcla para la fumigación consiste en: 7 ml/ galón de sanofec + formalina 40 ml /galón y la mezcla para el lavado se usa yodo en dosis de 4 ml /galón (1 ml /Litro);Tipo de cambio :1\$ = ¢ 560 (15 de noviembre 2008)

* Fabricado por CITREX Inc. conocido en el mercado como Bioclean®

PARTE II

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ALTERNATIVO PARA MACHOS REPRODUCTORES PESADOS

Manejo general de la alimentación de machos reproductores pesados

En las granjas de reproductoras pesadas, los machos y las hembras utilizan un sistema de alimentación separada por sexos, lo cual permite el control efectivo del peso corporal y la uniformidad de las hembras. Los machos al principio pueden introducir su cabeza y robar alimento del comedero de las hembras, perdiéndose el control anterior y provocando que los machos ganen peso y sean menos eficientes en su copulación.

Un buen sistema de alimentación de machos junto con un sistema eficaz de impedir el acceso de éstos al alimento de las hembras es la mejor herramienta que dispone el granjero para el control del peso del macho, siendo esto un factor cada vez más determinante en la fertilidad.

El entrenamiento es clave para el éxito de la alimentación separada por sexos. Los machos necesitan identificar y usar rápidamente sus comederos específicos. La mejor opción es tener el mismo tipo de comedero para machos durante el levante y la producción.

Una instalación tradicional incluye un sistema de exclusión de machos colocado sobre los comederos de las hembras (rejilla) y una línea de bandejas, comederos de canal o tubos para los machos, que se coloca a una altura mayor para que las hembras no puedan robar alimento de los machos. El sistema de alimentación tradicional de los machos consiste en servir el alimento 10 minutos después de que se sirvió el alimento a la hembra. Estas reciben su ración en canaletas en donde el macho no puede introducir su cabeza. Por su parte los machos cuentan con comederos lineales o cilíndricos a una altura de 50 cm, de

tal manera que no permita el robo de alimento por parte de la hembra, y que tampoco dificulte la buena alimentación del macho.

Se ha demostrado que el uso de raciones específicas para machos reproductores pesados o diferentes a las de las hembras a partir de las 28 semanas, resulta benéfico para el mantenimiento de las condiciones fisiológicas de los machos y para su fertilidad, esto porque los machos alimentados excesivamente no copulan las veces necesarias (Nilipour 2007).

McDaniel (1989) indica que una de las mayores causas de la baja en la fertilidad y al mismo tiempo en el nacimiento de los pollitos, es la baja eficiencia y frecuencia de cruzamiento de los gallos, como consecuencia de un aumento desmesurado en su peso corporal. Igualmente, debido al exceso de peso corporal, se originan los problemas de renqueras que dificultan la cópula.

Comúnmente, en la avicultura de carne los esfuerzos para optimizar los resultados reproductivos se han centralizado en el control del peso de la hembra, desplazando a un segundo plano el papel del macho. Sin embargo, la importancia en el control del peso del macho reside en que es un factor esencial para que efectúe su función reproductiva correctamente.

En la práctica, el manejo de los machos es a menudo bastante deficiente, lo que refleja una subvaloración de la importancia de los machos en el proceso reproductivo. Cuando los resultados de fertilidad no son satisfactorios, a menudo se cree que los machos no producen suficiente semen; ya sea por falta de alimento, o por sobrepeso.

North y Bell (1990) observan que los machos solo representan el 10 por ciento de un lote de cría de reproductores pesados para carne, siendo los que transmiten la mitad del material genético, por lo que se les debe prestar una especial atención.

Los programas de mejora genética de los machos se han centrado en los caracteres productivos tales como índice de conversión, velocidad de crecimiento o rendimiento de la canal o de las partes de mayor valor económico como la pechuga, dejando la selección de caracteres reproductivos para las hembras (Catalá 2005).

El estándar de peso de la línea genética comercial COBB para machos reproductores pesados, está diseñado para mantener liviano al macho cuando empieza la producción (no más de 4 Kg. a las 30 semanas y tener un crecimiento positivo consistente de cerca de 25 g. por semana, desde la semana 30 hasta el final de su producción).

Los machos que crecen demasiado a las 30 semanas (4500-4600 g), son lo que presentan mayores problemas en la fertilidad. Los machos no deben tener sobrepeso ya que la eficacia del apareamiento empieza a disminuir, porque ellos no pueden completar sus apareamientos. A medida que los machos se vuelven más pesados, caminan en forma aplanada y desequilibrados y el resultado es un apareamiento ineficaz.

En situaciones en que los machos son dominantes, muy activos o se alojan demasiados individuos, a menudo observamos que la fertilidad disminuye simplemente porque la hembra intenta evitar la monta. Machos pesados con hembras relativamente pequeñas resultará perjudicial para las hembras. Esto puede provocar un desequilibrio relativo para el macho en el momento de la monta y por tanto producir otro tipo de problemas. El comienzo del problema es el sobrepeso de los machos comparado con el de las hembras, y a menudo no se reconoce ni se soluciona mediante un adecuado manejo de la alimentación durante la producción.

Los sistemas de alimentación separada por sexos permiten controlar la ingesta de los machos al tiempo que modifica el comportamiento de los mismos;

los machos se hacen más agresivos y por ello, los machos menos dominantes también comienzan a montar. Esto resulta en una mejor fertilidad ya que hay más machos activos. Para conseguir unos resultados óptimos, es esencial un programa de manejo enfocado hacia la diferencia de necesidades alimenticias entre machos y hembras y un buen plan de control de peso del lote.

Como los machos comen más rápido que las hembras y la cantidad es menor, al terminar su alimento buscan robar el alimento del comedero de las hembras, lo que provoca que estos suban de peso más de lo que deberían, tomando en cuenta no solo la cantidad de alimento que comen sino que la calidad nutricional del alimento de las hembras es superior. Como consecuencia se dificulta el control de peso de los machos y la tendencia a engordar los hace menos eficientes para la reproducción. Además, las hembras pueden estar comiendo menos, lo que afecta su peso y como consecuencia la producción de huevos. El alimento de las hembras es más caro y es subutilizado por el macho y no aprovechado por las hembras, esto genera un gasto innecesario en alimento. Por las razones anteriores se justifica la implementación de sistemas de alimentación alternativos.

Respaldado por todo lo anterior se implementa la alternativa de sistema alimentación separada por sexos para poder lograr un mayor control de peso y a la vez se recalca la importancia del uso de ésta, durante la producción. Una verdadera alimentación separada por sexos implica que los machos no tengan acceso al alimento de las hembras y viceversa.

Entre los objetivos planteados se propuso la implementación del sistema alternativo de alimentación para machos reproductores pesados, se evaluó su efectividad comparando parámetros reproductivos como la infertilidad e incubabilidad, y también su peso y consumo de los machos con el sistema de alimentación actual y el sistema propuesto.

Se esperaba que la implementación de una nueva alternativa en el sistema de alimentación de machos reproductores pesados fuera significativa porque se podría llegar a obtener un mejor control del peso del macho, éste sería alimentado de una forma más ajustada, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales, y evaluar al finalizar el proyecto aspectos tales como peso del macho, consumo, la fertilidad, incubabilidad. Además, este sistema de alimentación representa un ahorro para la Corporación Pipasa S.A. porque no se incurre en la sobrealimentación de los machos con una dieta de hembras que es más costosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta prueba se realizó en el lote número 157 de la línea genética Cobb x Cobb en un período de 25 semanas, con machos entre la semana 22 a la 47 semanas de edad. Este lote estuvo localizado en el distrito de San Pedro de Poás, provincia de Alajuela.

Tratamientos

La prueba consistió en la evaluación de dos sistemas de alimentación para machos reproductores pesados utilizados en la Corporación Pipasa, S.A. Estos fueron:

1. **Testigo:** sistema de alimentación convencional con alimentación separada para el macho, utilizando un tipo de comedero más alto para el macho y evitar que la hembra robe alimento, para la hembra canaletas donde el macho no puede introducir su cabeza.
2. **Prueba:** Sistema alternativo de alimentación donde se mantiene el macho separado a la hora de la alimentación en un aparto dentro de la misma galera, donde las hembras no tienen acceso. Este sistema alternativo de alimentación ha sido denominado por algunos productores como “servicio de restaurante”, el cual ya se había evaluado en Brasil para el manejo de machos reproductores pesados.

Descripción del sistema alternativo de alimentación

Se procedió a construir un aparto dentro de la misma galera que ocupó aproximadamente un 10% del área total, ubicado al fondo de la misma. Este encierro fue construido con cedazo con un tipo de zócalo de aproximadamente 40 cm de alto, este permitió que los machos que aún no habían ingresado pudieran observar a los otros ya alimentándose para que así se guíen e ingresen. Como equipo de alimentación se instalaron comederos tipo canaleta colgantes a una altura de 35 cm del suelo en el cual cada macho tuvo un espacio de 25-30 cm para comer, no se instalaron bebederos en este aparto con el objetivo de que cuando los machos salgan del aparto se distribuyan rápidamente por toda el área

de la galera en busca de los bebederos. En un principio los machos permanecieron dentro de este encierro por aproximadamente 3 horas, pero según se fueron evaluando parámetros se disminuyó el tiempo de permanencia.

A los machos de 21 semanas de edad se los acostumbró a ingresar al aparto dentro de la galera mediante el sonido de silbatos y aplausos realizado por el encargado de la galera. Después de un periodo de acostumbramiento del macho, ingresaron las hembras a las galeras las cuales fueron alimentadas en sus respectivos comederos, simultáneamente los machos ingresan diariamente a su aparto aplicando el método mencionado anteriormente (Fonseca 2007).

Se procedió a pesar los machos que se encontraban en la prueba así como los de control una vez por semana durante un promedio de 25 semanas para evaluar su ganancia de peso, consumo, infertilidad y su incubabilidad.

Las galeras que se utilizaron para la prueba de alimentación alternativa fueron: galera 5 como prueba, (sistema alternativo de alimentación) y la galera 6 como testigo (sistema convencional) según se indica en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Distribución de animales en el lote 157 por sistema de alimentación

Tratamiento	Galera	Área (m ²)	Hembras	Machos
Prueba ¹	5	840	4183	321
Testigo ²	6	972	4787	368

1/ Prueba: Sistema Alternativo de alimentación. 2. / Testigo: Sistema Alimentación Convencional

El estudio se basó en comparaciones de medias mediante la prueba t-Student, con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

El objetivo del análisis fue determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el peso, consumo, incubabilidad e infertilidad utilizando el sistema alternativo de alimentación conocido como Servicio de Restaurante.

Con respecto a las comparaciones de promedios, no se presentan diferencias significativas entre los sistemas de alimentación, al mostrar un estadístico de prueba $t = -4.36$ con 50 grados de libertad y un tamaño de muestra de 26 para cada método de alimentación (Apéndice 15).

Cuadro 12. Promedios obtenidos para las variables evaluadas

Variable	Tratamiento	n	Promedio
Peso Real (g)	Prueba ¹	26	4741,38
	Testigo ²	26	4513,23
Consumo (g)	Prueba	26	142,44
	Testigo	26	147,55
Infertilidad (%)	Prueba	16	6,76
	Testigo	16	6,64
Incubabilidad (%)	Prueba	16	86,41
	Testigo	16	86,23

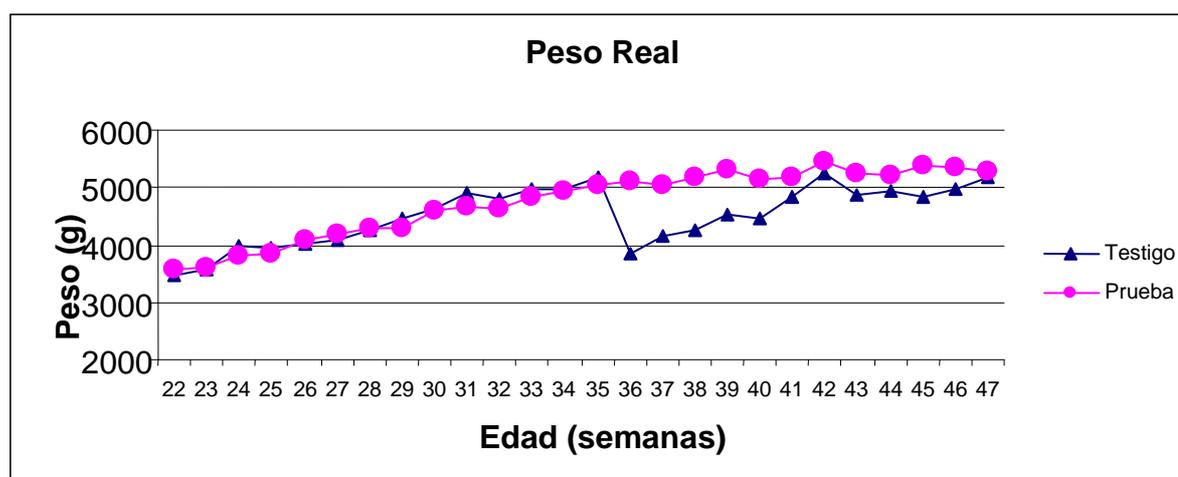
1/ Prueba: Sistema Alternativo de alimentación.

2/ Testigo: Sistema Alimentación Convencional

Según los resultados obtenidos en el cuadro 12, se puede observar que para la variable de peso con el tratamiento de prueba se obtiene un peso mayor con un consumo de alimento menor por lo que sería conveniente disminuir la cantidad de alimento diaria suministrada, ó podría diluirse la fórmula usada para alimentar los machos reproductores pesados si se implementara este sistema alternativo de alimentación.

Sin embargo cabe señalar que en la semana 36 en la galera con tratamiento testigo se realizó reemplazo de machos por lo que se introdujeron (machos más jóvenes por lo tanto menos pesados) afectando considerablemente la media de los pesos, perjudicando los resultados de la prueba en forma negativa. Ver figura 15. A sí mismo es importante recalcar que aunque estos machos pertenecientes a la galera testigo ingresaron después, en un período de 7 semanas lograron alcanzar el peso promedio de los machos de la galera con tratamiento de prueba.

Según lo demuestran los resultados obtenidos en el cuadro 12 se aprecia que el peso real, el consumo alimenticio, la infertilidad y la incubabilidad no se ven afectados por el sistema de consumo, o dicho de otra forma, el sistema alternativo propuesto conocido como sistema de restaurante produce el mismo efecto sobre las variables evaluadas que el sistema actual de alimentación.

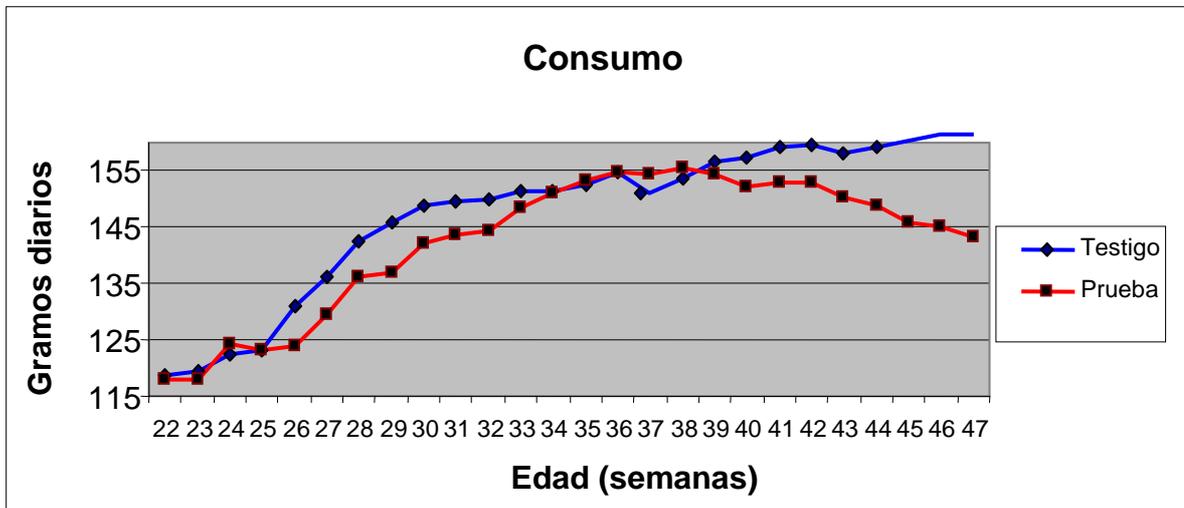


Nota: Testigo: Sistema Alimentación Convencional; Prueba: Sistema Alternativo de alimentación. no existen diferencia significativa ($p > 0.05$)

Figura 15. Comportamiento promedio del peso de los machos alimentados con la prueba y con el testigo.

En la figura 16 se puede observar la marcada diferencia que se obtiene en el consumo de alimento de los machos reproductores pesados utilizando el sistema alternativo de alimentación (Prueba) y el sistema convencional (testigo). En la figura 16 se puede apreciar que los machos alimentados con el tratamiento de prueba en cada semana evaluada estuvieron consumiendo una cantidad de

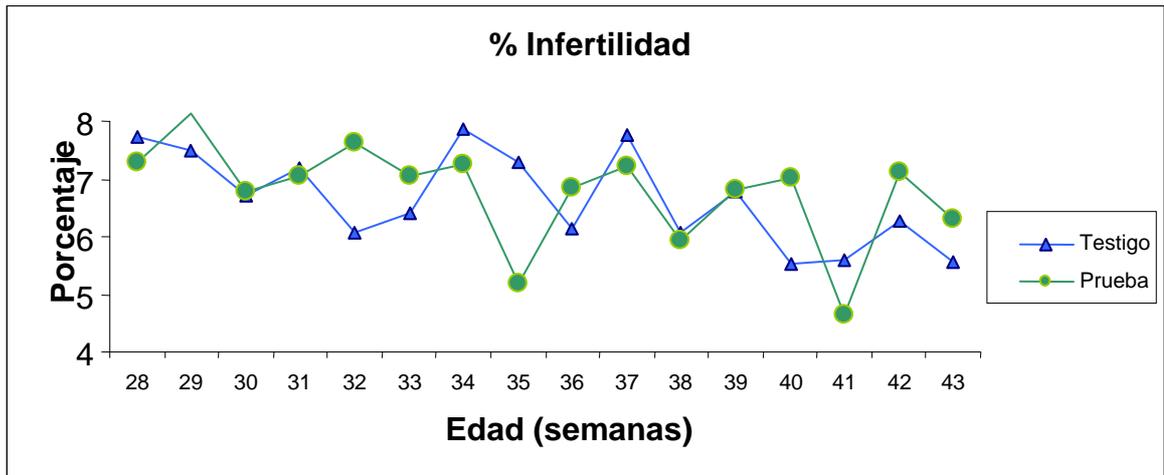
alimento inferior comparado con los machos con el tratamiento control o sistema de alimentación convencional.



Nota: Testigo: Sistema Alimentación Convencional; Prueba: Sistema Alternativo de alimentación; no existe diferencia significativa ($p > 0.05$)

Figura 16. Comportamiento del consumo de machos reproductores pesados con la prueba y con el testigo

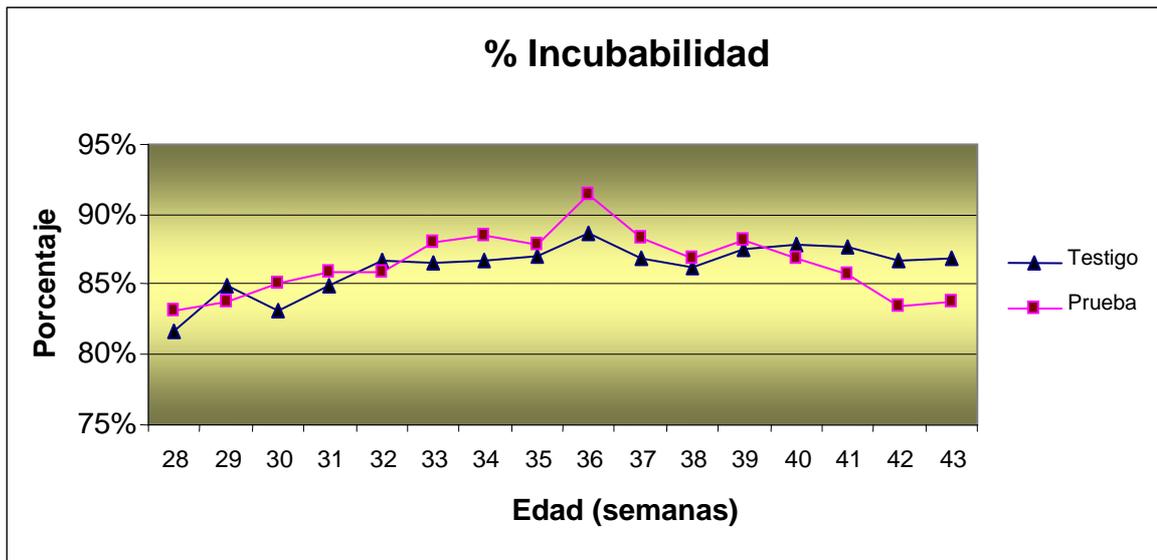
En cuanto al porcentaje de infertilidad en los huevos evaluados se observa en la figura 17, que no se sigue una tendencia definida en ninguno de los dos tratamientos comparados ya que los promedios obtenidos de infertilidad durante el periodo de evaluación para el tratamiento testigo fue de 6,64% y para el tratamiento puesto a prueba de 6,76%, no obteniéndose diferencias significativas entre los sistemas evaluados.



Nota: Testigo: Sistema Alimentación Convencional; Prueba: Sistema Alternativo de alimentación; no existe diferencia significativa ($p > 0.05$)

Figura 17. Comportamiento del porcentaje de infertilidad en machos reproductores pesados alimentados con prueba y testigo.

Según se observa en la figura 18 no se obtienen diferencias significativas en la variable de porcentaje de incubabilidad durante el periodo de evaluación, obteniendo un porcentaje de incubabilidad para el tratamiento testigo de 86,23% y para el tratamiento puesto a prueba de 86,41%, mostrándose una tendencia muy similar para los tratamientos evaluados.



Nota: Testigo: Sistema Alimentación Convencional; Prueba: Sistema Alternativo de alimentación; no existe diferencia significativa ($p > 0.05$)

Figura 18. Comportamiento del porcentaje de incubabilidad de machos reproductores pesados con prueba y testigo.

PARTE III

VARIACIÓN EN LA FORMA DE PRESENTACIÓN DE LA DIETA PARA MACHOS REPRODUCTORES PESADOS

ANTECEDENTES

En el mercado existen diferentes tipos de alimentos entre ellos tenemos:

1. Harina
2. Pellet
3. Migaja

El tamaño de partícula, (fino, mediano, y grueso); y la forma de ofrecer el alimento concentrado, (harina, migaja, pellet), son variables que determinan el rendimiento productivo; de ahí la importancia de buscar el punto de equilibrio entre las variables para optimizar la producción.

El pellet resulta de la combinación de humedad, calor y presión para moldear un alimento en harina (partículas pequeñas) convirtiéndolo en un alimento de partículas de mayor tamaño o pellets, la migaja lleva el mismo proceso que el pellet, solo que este es cortado o triturado para obtener un tamaño de partícula menor.

La alimentación con pellet y con migaja posee ventajas nutricionales y físicas lo que permite obtener una mejora en la conversión alimenticia debido a una mayor digestibilidad, menos tiempo para comer (menos gasto energía de mantenimiento) y alimento menos contaminado.

Nutricionales

- La aplicación de calor y presión a un alimento húmedo permite gelatinizar o hidrolizar los componentes del alimento, o sea se obtiene un acondicionamiento.
- El proceso aumenta la digestibilidad de esos componentes obteniendo así mayor aporte de energía y aminoácidos.
- Menor segregación o separación de ingredientes evitando que se pierda el balance de la dieta.

Físicas

- Menor desperdicio debido a que se reduce la escogencia o rechazo por parte de las aves de partículas del alimento por tamaño o palatabilidad.
- Mayor densidad del alimento para almacenar, transportar, distribuir, etc.

La forma práctica de alimentar las aves ha sido muy discutida bajo diferentes planteamientos; se han publicado resultados de experimentos con diferentes líneas de pollo de engorde y líneas de gallinas ponedoras; evaluando el tamaño de partícula, aditivos y el tipo de alimento. Las evaluaciones se han concentrado en este campo y no se han realizado experimentos en la alimentación de machos reproductores pesados porque en esta área de la avicultura no se acostumbra medir la conversión alimenticia y lo que más importancia tiene, es el control del consumo y del peso tanto de las hembras como de los machos reproductores pesados.

MATERIALES Y METODOS

El sistema alternativo de alimentación conocido como “Servicio Restaurante” descrito y evaluado en la segunda parte fue implementado en la granja Sabana 5 lote 161 que se encontraba entre la semana 29-35 de edad; ubicado en el distrito de Sabana Redonda, cantón Poás, provincia de Alajuela.

Además se evaluó una presentación diferente en su dieta ya que se cambió el pellet por la migaja, con lo cual se buscaba que el macho tardara más tiempo consumiendo su alimento y se mejorara su conversión alimenticia.

Las galeras 1,2 y 5 fueron utilizadas como testigo con presentación de su dieta en forma de pellet y las galeras 3 y 4 como prueba utilizando presentación de la dieta en forma de migaja como lo muestra el cuadro 13. En ambos casos se utilizó el sistema alternativo de alimentación separada para machos reproductores pesados denominado como “Servicio de Restaurante”.

Cuadro 13. Distribución de animales por dieta

Tratamiento	Galera	Área (m ²)	Hembras	Machos
Pellet ¹	1	544	2576	237
Pellet	2	432	2182	204
Migaja ²	3	600	3050	258
Migaja	4	1080	5226	519
Pellet	5	1080	5194	519

1/testigo ; 2/Prueba

La duración aproximada de la prueba fue de siete semanas, la semana 29 hasta la semana 35 de edad se intentó obtener más mediciones pero por motivos de cambios constantes de personal en la granja se finalizó antes de lo previsto.

Las variables a evaluar fueron las siguientes: peso corporal y uniformidad del peso de los machos, infertilidad e incubabilidad de huevos fértiles.

Las pruebas de alimentación se evaluaron mediante resultados basados en observaciones obteniendo promedios y desviaciones estándar ya que no se pudieron realizar comparaciones con base en repeticiones. Por ser una muestra pequeña se utilizó la prueba *t*-Student. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia del 5%.

El objetivo de la prueba fue determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el peso y uniformidad promedio, la incubabilidad e infertilidad entre los machos alimentados con pellet y los machos alimentados con migaja. Esta prueba se realizó a nivel general, pero también se contrastó a nivel de galera, tomando en cuenta las 5 galeras del lote 161.

RESULTADOS

Primeramente se realizó una comparación de promedios general entre las galeras 1 y 2 con alimento tipo pellet y la galera 3 y 4 con alimento tipo migaja, para comparar tanto el peso de los machos como la uniformidad, obteniendo los resultados presentados en el cuadro 14.

Peso y uniformidad

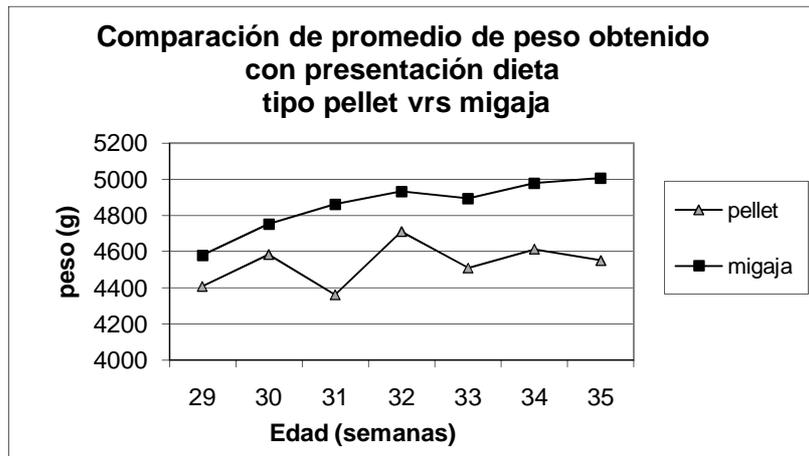
Cuadro 14. Promedios de peso y uniformidad de peso obtenida en machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja.

Tratamiento	n	Peso (g)	ES	Uniformidad	ES
Pellet ¹	14	4485 ^a ±255	68	79±8	2
Migaja ²	14	4811 ^b ±162	43	80±6	1

n= número de semanas evaluadas; ES=error estándar; 1/Testigo; 2/Prueba; Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Con respecto a la comparación de promedios, se nota como solamente el peso corporal presenta diferencias significativas entre los machos alimentados con pellet y los alimentados con migaja. Estas diferencias, desfavorecen a la

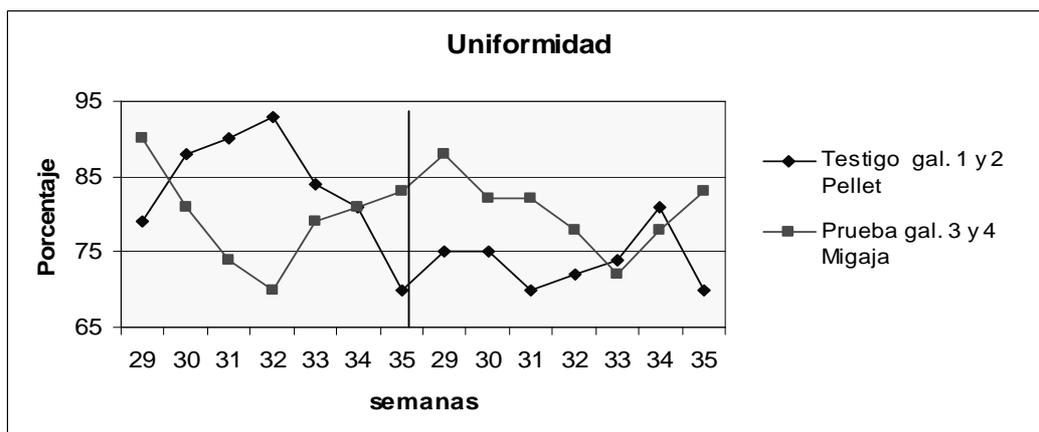
prueba por presentar un peso promedio mayor. Con un promedio de consumo diario de 145 g por macho, es decir la alimentación con tratamiento prueba produce un efecto de aumento de peso mayor que el tratamiento testigo, contrario con los resultados obtenidos en la segunda parte, porque en el sistema de alimentación tradicional se obtuvo un consumo promedio de 151g, obteniendo un peso menor, pero consumiendo más alimento. Figura 19.



Resultados obtenidos son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Figura 19. Comparación del peso obtenido utilizando dieta tipo pellet o migaja.

En cuanto a la uniformidad del peso corporal (figura 20), esta no se ve afectada por la presentación del alimento, o dicho de otra forma, la alimentación con migaja produce el mismo efecto en la medida de uniformidad sobre el peso de los machos que la presentación de la dieta actual en forma de pellet.



Resultados obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 20. Comparación de la uniformidad entre machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja

Al comparar ambos tratamientos a nivel de galera, específicamente la galera 1 con alimento tipo pellet (testigo) y la galera 3 con alimento tipo migaja (prueba), se obtienen los resultados mostrados en el cuadro 15.

Como es de esperar por los resultados obtenidos a nivel general se presenta una desventaja en alimentar los machos con dieta tipo migaja porque ganan mayor peso, en cambio con alimento tipo pellet obtienen una ganancia menor. Obteniendo una media de peso para los alimentados con migaja de 4857g y para los alimentados con pellet una media de peso de 4533 g. (cuadro 15).

Cuadro 15. Promedio de Peso y Uniformidad obtenida en machos alimentados con dieta tipo pellet y migaja en galeras 1 y 3.

Tratamiento	n	Peso (g)	ES	Uniformidad	ES
Pellet ¹	7	4533 ^a ±120	45	84 ^a ±8	3
Migaja ²	7	4857 ^b ±148	56	80 ^a ±6	2

n= número de semanas evaluadas; ES=error estándar; 1/Testigo ; 2/ Prueba ; Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).

Si se replica la prueba anterior, pero esta vez comparando la galera 1 con alimento tipo pellet (testigo) con la galera 3 (prueba) que se alimentó con migaja y la galera 2 con alimento tipo pellet (testigo) la galera 4 (prueba) que se alimentó con migaja se obtienen resultados similares, se presentan diferencias significativas en el peso ($p = 0.02$) desfavoreciendo a la prueba con un promedio de peso de 4857 gr. (figura 21).

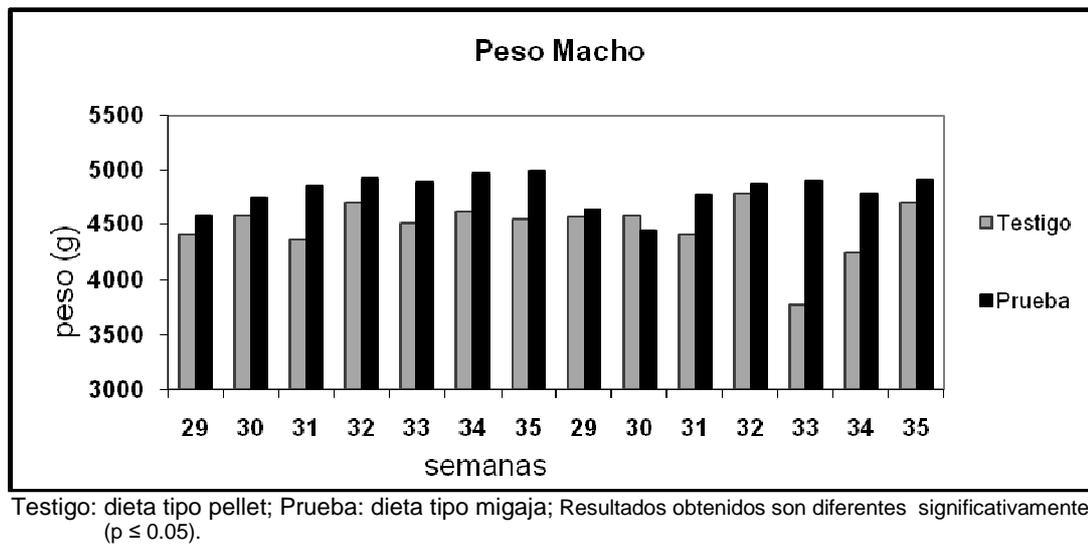
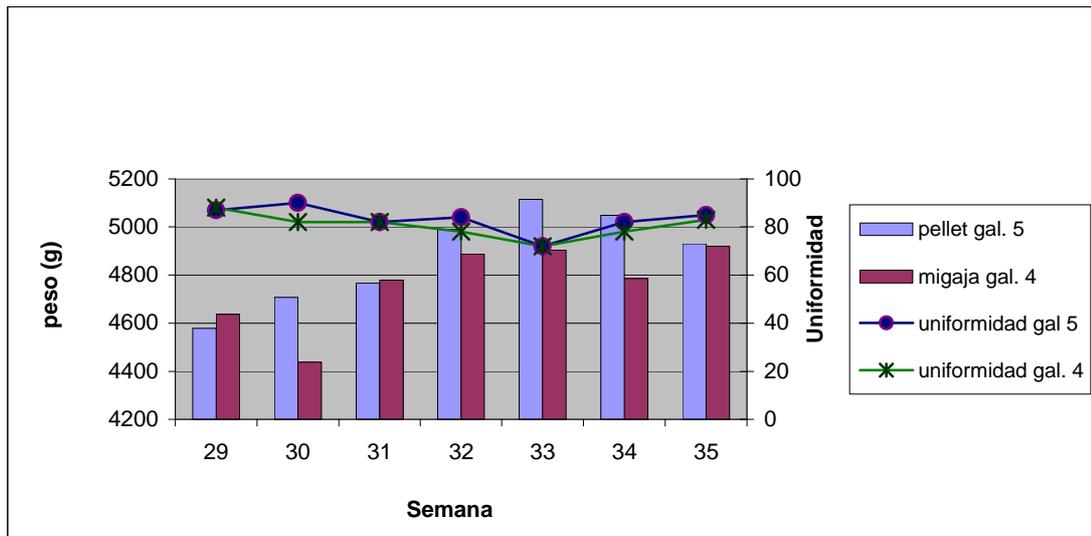


Figura 21. Comparación promedio del peso de los machos alimentados con dieta tipo pellet (testigo) comparado con migaja (prueba).

Ahora bien, si se realiza una comparación entre la presentación del alimento para las variables de peso y uniformidad entre la prueba galera 4 con migaja y un testigo diferente (galera 5) se obtiene el apéndice 16 y 17 en los cuales se nota que no existen diferencias significativas entre la alimentación con migaja y la alimentación con pellet a nivel de peso ($p = 0.28$) y a nivel de uniformidad ($p = 0.36$) figura 22.

Esto quiere decir que alimentar a los machos con migaja no tiene ningún efecto en estas dos variables.



Resultados obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 22. Comparación de peso y uniformidad promedios entre machos alimentados con pellet (testigo) y migaja (prueba)

Lo anterior indica que la alimentación con migaja produce efectos similares a la alimentación con pellet, aunque estos resultados no se obtuvieron en la galera 5, lo que indica que esta galera puede estar influyendo en el efecto de migaja. Se debe considerar también, que estos resultados pueden deberse a la poca cantidad de observaciones con las que se realizó la prueba y no por el efecto de los tratamientos.

En el caso de uniformidad (figura 22), esta no parece verse afectada por el tipo de alimento que se les suministre, ya que no hay evidencia de diferencias significativas entre los machos alimentados con pellet y con migaja en ambas galeras. Cuadro 16.

Incubabilidad e infertilidad

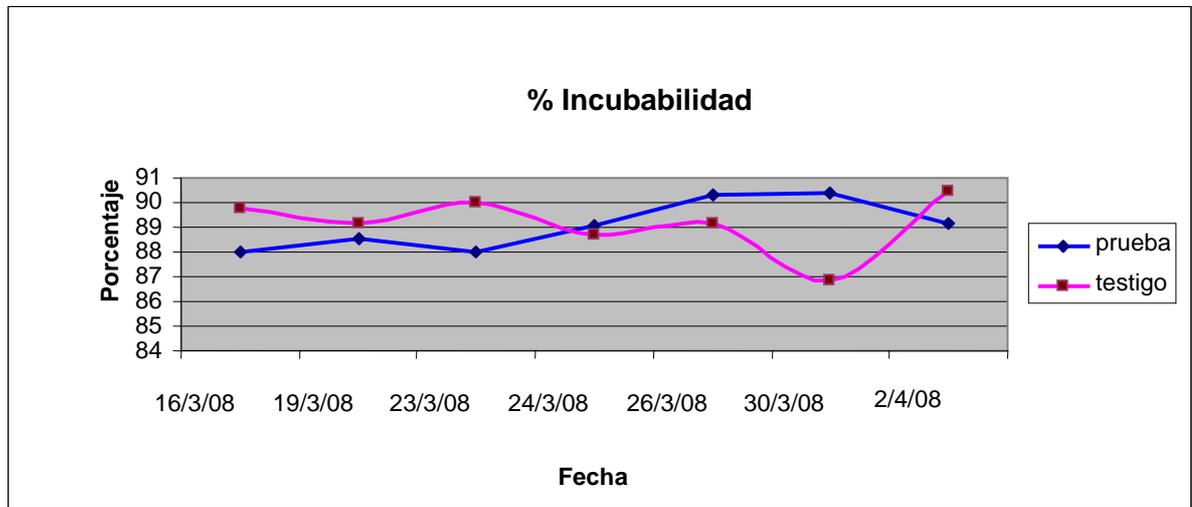
En cuanto a las pruebas aplicadas a la infertilidad y a la incubabilidad, el apéndice 18 muestra los resultados estadísticos obtenidos y el cuadro 15 los promedios obtenidos en estas dos variables evaluadas. En este caso se observa que no hay evidencia de diferencia significativa en los efectos de los tratamientos

sobre los machos en cuanto a la incubabilidad y la infertilidad, es decir ambos tratamientos migaja y pellet, (prueba y testigo) producen el mismo efecto. (Figura 23 y 24).

Cuadro 16. Porcentaje de Incubabilidad e infertilidad general obtenida entre los machos alimentados con dieta tipo pellet vrs migaja

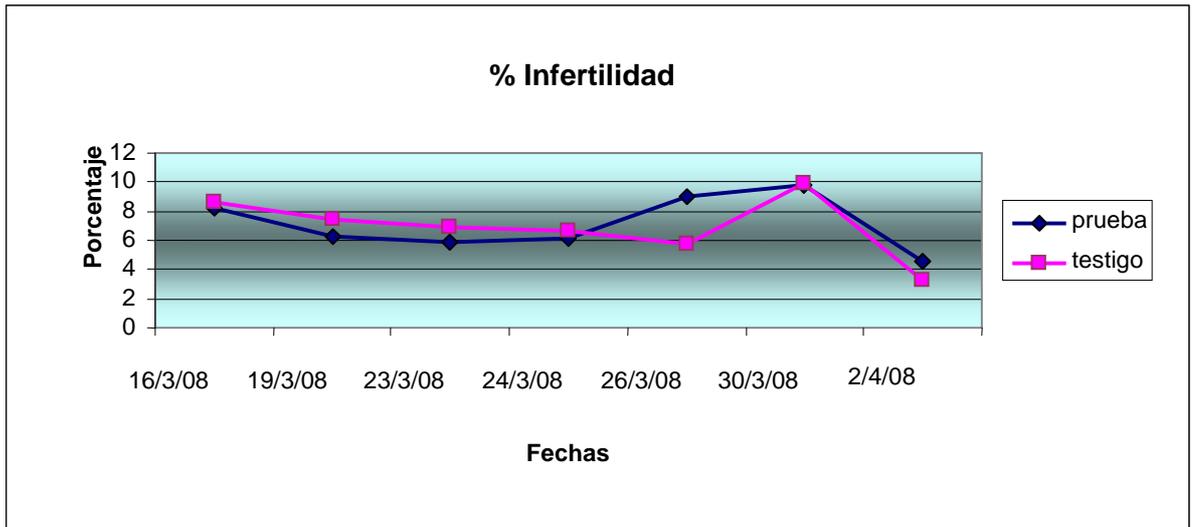
Tratamiento	n	% Incubabilidad	ES	% Infertilidad	ES
Pellet ¹	7	89 ^a ±1	0	7 ^a ±2	1
Migaja ²	7	89 ^a ±1	0	7 ^a ±2	1

n= número de semanas evaluadas; ES=error estándar; 1/Testigo ; 2/Prueba ; Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes significativamente ($p \leq 0.05$).



Nota: Testigo: dieta tipo pellet; Prueba: dieta tipo migaja; resultados obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 23. Comportamiento del porcentaje de incubabilidad de los machos alimentados con dieta tipo pellet (testigo) y la migaja (prueba)



Nota: Testigo: dieta tipo pellet; Prueba: dieta tipo migaja; resultados obtenidos no son diferentes significativamente ($p > 0.05$).

Figura 24. Comportamiento del porcentaje de infertilidad de los machos alimentados con dieta tipo pellet (testigo) vrs migaja (prueba)

Comparación Económica del Sistema Alternativo de Alimentación con el Sistema Tradicional para Machos Reproductores Pesados

En los cuadros 17 y 18 se muestra una comparación del consumo de los machos reproductores durante el período evaluado (25-47 semanas) y la diferencia de costos con respecto al consumo de alimento ya que con el sistema alternativo de alimentación conocido como “Servicio de Restaurante”, hay un menor consumo de alimento comparado con el del sistema tradicional. Esta diferencia en términos económicos es de 68 kg. (¢12000) menos en gasto de alimento comparado con el sistema tradicional, por galera en 22 semanas que se evaluaron los dos sistemas.

CUADRO 17. Comparación de consumo de alimento entre el sistema servicio de alimentación alternativo¹ y sistema tradicional de alimentación para machos reproductores pesados.

SEMANA	RESTAURANTE			NORMALES			DIF. CONS. ³	CONS*# MACHOS ⁴
	CONSUMO DIARIO	CONS.SEM. ²	# MACHOS	CONSUMO DIARIO	CONS. SEM.	# MACHOS		
25	123,21	862,47	321	123,1	861,7	368	0,13	49,46
26	124,11	868,77	319	130,94	916,58	365	8,35	3.046,19
27	129,35	905,45	394	136,05	952,35	412	8,19	3.372,99
28	136,07	952,49	390	142,46	997,22	411	7,81	3.209,12
29	136,89	958,23	389	145,72	1020,04	407	10,79	4.391,35
30	142,13	994,91	386	148,98	1042,86	397	8,37	3.322,95
31	143,60	1005,2	384	149,55	1046,85	395	7,27	2.871,82
32	144,22	1009,54	382	150,13	1050,91	394	7,22	2.845,29
33	148,59	1040,13	402	151,45	1060,15	457	3,49	1.597,07
34	151,24	1058,68	401	151,4	1059,8	453	0,20	88,56
35	153,28	1072,96	393	152,51	1067,57	449	(0,94)	(422,45)
36	154,92	1084,44	390	154,62	1082,34	439	(0,37)	(160,93)
37	154,41	1080,87	384	151,21	1058,47	478	(3,91)	(1.869,05)
38	155,61	1089,27	381	153,84	1076,88	472	(2,16)	(1.020,84)
39	154,39	1080,73	378	156,72	1097,04	466	2,85	1.326,74
40	152,35	1066,45	376	157,36	1101,52	458	6,12	2.803,79
41	152,75	1069,25	375	159,27	1114,89	455	7,97	3.624,95
42	152,87	1070,09	370	159,52	1116,64	453	8,13	3.680,97
43	150,39	1052,73	428	158,16	1107,12	489	9,49	4.642,72
44	148,66	1040,62	418	159,42	1115,94	484	13,15	6.363,56
45	145,98	1021,86	418	160,46	1123,22	482	17,69	8.528,22
46	144,96	1014,72	417	161,44	1130,08	479	20,14	9.645,74
47	143,20	1002,4	412	161,35	1129,45	472	22,18	10.467,94

1/ Conocido como "Servicio Restaurante" y de origen brasileño; 2/Cons.sem = Consumo semanal; 3/Dif.cons =Diferencia de consumo entre el sistema servicio restaurante y sistema alimentación tradicional; 4/Cons *#machos = consumo diario por número total de machos.

Cuadro 18. Comparación económica de los sistemas evaluados para la alimentación de machos reproductores pesados.

Consumo total (22 semanas) a favor del sistema de restaurante	72,41 kg
Consumo a favor del sistema de tradicional	3,42 kg
Diferencia a favor del sistema de restaurante	68,89 kg
Precio por kilogramo de alimento	¢ 174,56
Diferencia de costo de alimentación por macho a favor del sistema restaurante.	¢32
Diferencia en el costo de alimentación por galera (22 semanas)	¢ 12.041

Tipo de cambio :1\$ =¢ 560 (15 de noviembre 2008)

CONCLUSIONES

Del presente proyecto de investigación se obtiene las siguientes conclusiones:

1- Con relación a la evaluación de un desinfectante orgánico (tratamiento prueba) comparado al desinfectante de uso regular conformado por una mezcla de formalina y amonio cuaternario (tratamiento testigo), se puede concluir lo siguiente:

- a. La edad de las aves reproductoras pesadas no tuvo ningún efecto sobre la cantidad de unidades formadoras de colonia en el huevo.
- b. No existen diferencias significativas en la eficacia de los desinfectantes testigo y prueba; para controlar la mortalidad embrionaria, el número de huevos explotados en incubación y en la incubabilidad. Sin embargo es importante aclarar que en las variables de porcentajes de huevos contaminados y explotados mostraron una tendencia mayor con respecto al desinfectante químico
- c. La aplicación de los desinfectantes tanto el de prueba como el testigo; disminuye la cantidad de UFC comparado con los huevos que no tuvieron ningún tipo de tratamiento.

2- Respecto a la evaluación del sistema alternativo de alimentación se puede concluir lo siguiente:

- a. No existe diferencia significativa entre los sistemas de alimentación en las variables de peso del macho, la infertilidad ni en la incubabilidad al utilizar el sistema alternativo de alimentación y el sistema de alimentación convencional.
- b. El sistema alternativo de alimentación estimula el aumento de peso en los machos reproductores pesados con un consumo de alimento menor, por lo que representa un ahorro en el gasto de alimento.

3- Referente a la variación en la forma de presentación del alimento se concluye lo siguiente:

- a. Se presenta un aumento significativo en el peso del macho reproductor pesado cuando estos son alimentados con dieta tipo migaja.
- b. Las variables de porcentaje de infertilidad y de porcentaje de incubabilidad no se ven afectadas por la forma de presentación de la dieta, es decir ambos tratamientos pellet y migaja producen el mismo efecto
- c. La alimentación con pellet o migaja produce el mismo efecto en la variable de uniformidad de peso sobre los machos reproductores pesados.

RECOMENDACIONES

Con la experiencia obtenida en la realización de este proyecto de investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

1- Con relación a la evaluación de un desinfectante orgánico (tratamiento prueba) comparado al desinfectante de uso regular conformado por una mezcla de formalina y amonio cuaternario (tratamiento testigo), se puede recomendar lo siguiente:

- a. Continuar con la evaluación del desinfectante orgánico estudiado junto a otros disponibles en el mercado, con el fin de definir si es factible incluir este tipo de productos en el sistema de rotación, como alternativa a los productos químicos tradicionales.
 - b. Repetir la prueba de desinfección con una mayor cantidad de huevos y con diferentes lotes, ya que la cantidad de huevos evaluados fue insuficiente para obtener resultados confiables.
 - c. El desinfectante de uso tradicional es de menor costo comparado con el desinfectante orgánico propuesto, sin embargo su uso se justifica debido a la garantía de no ser tóxico para el personal expuesto a su uso, este podría implementarse en el sistema de rotación ya que este desinfecta de manera similar los huevos fértiles comparándolo con el desinfectante químico.
 - d. Buscar otro método de evaluación en laboratorio para comparar la eficacia de los dos desinfectantes evaluados.
2. Referente al sistema alternativo de alimentación y la presentación de su dieta se recomienda lo siguiente:
- a. Intentar evaluar en un periodo de tiempo mas largo la prueba de presentación de dieta ya que los machos reproductores pesados aumentan de peso consumiendo menos cantidad de alimento.
 - b. Podría suministrarse menos cantidad de alimento tipo migaja o diluirse la fórmula usada para alimentar los machos reproductores pesados, esto

porque se obtuvo un efecto contrario al esperado ya que con un menor consumo se alcanzó un mayor peso con respecto a los machos alimentados con la dieta tipo pellet.

- c. Implementar el sistema restaurante tomando en cuenta las siguientes variantes:
 - i. Evaluar la disminución del tiempo de encierro para los machos reproductores pesados cuando se los alimenta en el aparto dentro de la galera.
 - ii. Evaluar el espacio del aparto, haciéndolo de lado a lado en un extremo de la galera, para que no queden espacios vacíos entre aparto y las paredes de las galeras.

Literatura Citada

- AVIAGEN. 2001. Manual Ross 308. Alabama. USA. Corporación Aviagen.
- CORPORACIÓN PIPASA, 2003, Manual de Procedimientos: Reproducción Alajuela. 64 págs.
- CATALÁ, G. P. 2005. Manejo nutricional de los reproductores pesados machos: clave del éxito reproductivo. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, España. www.produccion-animal.com.ar / www.produccionbovina.com Con acceso el 29 de julio del 2008.
- COBB, 2005. Guía de Manejo de la Reproductora Cobb. Aviagen.
- CUENCA P., RAMÍREZ V. 2004. Aberraciones cromosómicas en trabajadoras expuestas a plaguicidas. Biología Tropical 52 (3): 623-628
- FONSECA A. 2007. Comunicación personal. Indicaciones para la ejecución de los objetivos del Proyecto de Graduación. Corporación Pipasa
- FRAZIER, W. 1981. Microbiología de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia. España
- MCDANIEL G.R. 1989. Sex separate feeding of broilers parent stock. 7th European Symposium on Poultry Nutrition. Girona. España.
- LEDOUX L., 2008. Finding alternatives to formaldehyde. International Hatchery Practice 22 (3): 11-13.
- NILIPOUR, A., 2007. La alimentación de las Reproductoras. Disponible desde Internet en: <http://www.wattpoultry.com/industriaavicola/article.aspx?id=7546>>. Con acceso el 29 de julio del 2008.

NORTH M.O., BELL D.D. 1990. Manual de producción avícola. Tercera Edición.
Editorial Manual Moderno. España.

RICAURTE G. 2006. Análisis de control de calidad en incubación de huevos.

Disponible en Internet en

http://www.engormix.com/articulo_analisis_control_calidad_forumsvew9220.htm> con acceso el
14 setiembre de 2007]

ROSS, 2005. Guía de Manejo de la Reproductora Ross. Aviagen.

STEINLAGE T.*et al.*2002. Comparison of two formaldehyde administration

methods of in ovo-injected eggs. Avian Diseases, 46 (4):964-970 Disponible en
internet en

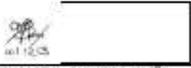
<http://www.bioone.org/bioone/?request=getabstract&issn=00052086&volume=046&issue=04&page=0964> -

Anexos y Apéndices

Anexo 1

Corp. PIPASA		Laboratorio de Control de Calidad			Fecha	24-01-2008
Sist. Analisis de Muestras de Laboratorio.		Informe de Resultados			Pag:	1
Consecutivo 08-001865 F.Solicitud: 22-01-08 F.Recibido: 22-01-08 F.Resultado:24-01-08						
Area Solic.: 400101 CONCENTRADOS SAN RAFAEL						
Interesado: JONATHAN CASTRO				Numero Muestras: 2		
Area Lab.: 2 QUIMICA				Estado: Resuelto		

M000000404 R-4 PELLETS		F.Lote:22-JAN-08		# Lote: K 0408		
Proveedor: 48 - COBESA						
	Codigo	Analisis		Resultado	Comentario	
2-00097	2-00056	Grasa	*	*3,34	8845	
2-00097	2-00058	Fibra Cruda	*	*3,02	8845	
2-00097	2-00054	Humedad	*	*12,11	8845	
2-00097	2-00055	Proteina	*	*14,51	8845	
2-00097	2-00056	Grasa	*	*3,01	8846 ALIMENTO (CRABLE)	
2-00097	2-00058	Fibra Cruda	*	*2,51	8846 ALIMENTO (CRABLE)	
2-00097	2-00054	Humedad	*	*11,97	8846 ALIMENTO (CRABLE)	
2-00097	2-00055	Proteina	*	*16,81	8846 ALIMENTO (CRABLE)	

Referencias -----						
* Analisis realizado con el equipo NIR						
Notas Generales -----						
[24-01-08 - Invitas:] EL COMENTARIO 8845 CORRESPONDE A LA MUESTRA NIGUA EL COMENTARIO 8846(CRABLE) LA MUESTRA PELLET						
Hecho Por: <input type="text" value="SACH. EVELYN RODRIGUEZ CHAVES"/>						
						
		SR. GUILLERMO BARQUERO URENA		SACH. LAURA VINTAS ANGULO		
		JEFE DEL LABORATORIO		ENCARGADO DE LAB. QUIMICO		