



# **UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS PROGENITORES SOBRE LA  
CALIDAD ESPERMÁTICA Y TASA DE FERTILIDAD EN AVES  
RHODE ISLAND RED**

**TESIS QUE PRESENTA**

**FRANCISCO LÓPEZ SILVA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESORES:**

**DR. AURELIANO JUÁREZ CARATACHEA  
DR. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA**

**Morelia, Michoacán, Enero del 2007.**

---

---



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS PROGENITORES SOBRE LA  
CALIDAD ESPERMÁTICA Y TASA DE FERTILIDAD EN AVES  
RHODE ISLAND RED**

**TESIS QUE PRESENTA**

**FRANCISCO LÓPEZ SILVA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Morelia, Michoacán, Enero del 2007.**

---

---

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por la oportunidad que me dieron de estudiar en esta institución.

A mi amada madre Graciela Silva Zamudio y a mi padre Gabriel López Hernández por su apoyo económico y moral que me brindaron en mis cinco años de carrera.

A mis Hermanos Marco Antonio López Silva, C. P. Leticia López Silva, Víctor López Silva, Ing. Civil Noe López Silva y a Mi cuñada Gabriela Villagomez y a mi querida sobrina Jimena López Villagomez por su apoyo moral y la confianza que tuvieron en mi para que yo terminara mi carrera exitosamente.

A mis Asesores Dr. Aureliano Juárez Caratachea y Dr. Rogelio Garcidueñas Piña deseo mi gratitud quienes por su generosidad y bondad aceptaron ser mis asesores para que esta investigación se llevara a cabo, además de que me brindaron muy puntualmente su apoyo incondicional durante todo el proceso de investigación de mi tesis.

Al compañero MVZ Antonio López Romero y PMVZ Pedro López Romero por su apoyo que me ofrecieron para llevar a cabo la evaluación seminal de los gallos que se utilizaron en mi experimento.

A mis Amigos PMVZ Liberio Pascual Yescas e Iván Aragón Trejo por su apoyo incondicional que me ofrecieron para que la colección de semen e inseminación de las gallinas de mi investigación se llevara a cabo.

A mis compañeros de grupo PMVZ Pablo Cortez Calderón, PMVZ Víctor Hugo González Arellano, PMVZ Irma González Avalos, PMVZ Eréndira Morales Cruz por su apoyo y compañía que me ofrecieron durante toda mi etapa de estudiante que nunca olvidaré.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de esta tesis y de mis estudios.

A todos les mando mis más sincera...GRATITUD...

## **DEDICATORIAS**

En primera instancia dedico esta investigación de tesis de nivel licenciatura a mi familia, integrada por mis queridos padres el Sr. Gabriel López Hernández y Sra. Graciela Silva Zamudio y mis hermanos el Ing. Civil Noe López Silva, CP. Leticia López Silva, Marco Antonio López Silva, Víctor López Silva, mi pequeña sobrina Jimena y mi Cuñada Gabriela Villagomez...

A todos mis compañeros de grupo; PMVZ Víctor Hugo González Arellano, PMVZ Irma González Avalos, PMVZ Liberio Pascual Yescas, PMVZ Pablo Cortez Calderón, PMVZ José Sacramento Rebollo Sandoval, PMVZ Brenda López Olmos, PMVZ Juan Luís Ocaña; a todos mis amigos y amigas de la Facultad de Veterinaria..... a todos ellos que en diferente etapa de mi vida estudiantil me ayudaron a clarificar ideas, pensamientos y brindaron apoyo para encontrar verdaderas identidades personales, por compartir momentos agradables y desagradables que tienen mucha significancia para mi...

También dedico esta investigación al Dr. Aureliano Juárez Caratachea y al Dr. Rogelio Garcidueñas Piña, que con su criterio y dedicación científica y sobre todo por su gran capacidad para comprender a toda persona... para ustedes Dr. Cara y Dr. Roger...

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y tener buena salud, así como la oportunidad de disfrutar con mi familia y amigos, una de las etapas más felices de mi vida y por permitirme concluir una etapa más en mi vida...

A todos y cada uno de ellos... GRACIAS...

## ÍNDICE

|                                                                                       | Páginas   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                                                           | <b>01</b> |
| <b>1.1 Aspectos reproductivos de las aves.....</b>                                    | <b>05</b> |
| <b>1.1.1 Almacenamiento de espermatozoides en el oviducto<br/>de la gallina.....</b>  | <b>06</b> |
| <b>1.1.2 Fecundación.....</b>                                                         | <b>07</b> |
| <b>1.1.3 Incubación.....</b>                                                          | <b>09</b> |
| <b>1.2 Técnica de colección de semen.....</b>                                         | <b>10</b> |
| <b>1.3 Técnica de inseminación artificial.....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>1.4 Reemplazo de gallos viejos por gallos jóvenes en avicultura comercial.....</b> | <b>11</b> |
| <b>2. HIPÓTESIS.....</b>                                                              | <b>13</b> |
| <b>3. OBJETIVOS.....</b>                                                              | <b>13</b> |
| <b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                                   | <b>13</b> |
| <b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                                 | <b>16</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES.....</b>                                                           | <b>23</b> |
| <b>7. BLIBLIOGRAFÍA.....</b>                                                          | <b>24</b> |
| <b>8. ANEXOS.....</b>                                                                 | <b>29</b> |

# **INFLUENCIA DE LA EDAD DE LOS PROGENITORES SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA Y TASA DE FERTILIDAD EN AVES RHODE ISLAND RED**

Francisco López Silva<sup>1</sup>, Rogelio Garcidueñas Piña<sup>1</sup> y Aureliano Juárez Caratachea<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia e <sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Km 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro, municipio de Tarímbaro, Michoacán.

## **RESUMEN**

Se determinó la influencia de la edad de los progenitores sobre la calidad espermática y tasa de fertilidad en huevos de gallinas Rhode Island Red inseminadas con semen fresco y entero. Para ello se utilizaron 20 gallinas y 10 gallos de 60 semanas de edad (identificados como viejos) y 20 gallinas y 10 gallos de 30 semanas de edad (identificados como jóvenes), de la estirpe Rhode Island Red divididos en 4 lotes para inseminación artificial: lote A 10 gallinas jóvenes con semen de gallos jóvenes (JJ), lote B 10 gallinas viejas con semen de gallos jóvenes (VJ), lote C 10 gallinas viejas con semen de gallos viejos (VJ) y lote D 10 gallinas jóvenes con semen de gallos viejos (JV). La evaluación espermática se realizó dos veces por semana durante cuatro semanas hasta que se completaron 8 muestras por gallo y 80 muestras por grupo de gallos. Los resultados mas relevantes: (volumen del eyaculado (0.63 ml), total de espermatozoides en el eyaculado ( $2611 \times 10^6$ ), y espermatozoides vivos (89.2%) y muertos (10.7%)), fueron significativamente ( $p < 0.05$ ) mejores en los gallos jóvenes que en gallos viejos. Se concluyó que la tasa de fertilidad fue significativamente mejor en el grupo de gallinas jóvenes inseminadas con semen de gallos jóvenes (87%) y que la fertilidad atribuida a la edad del gallo fue estadísticamente más importante que la fertilidad atribuida a la edad de la gallina.

## 1. INTRODUCCIÓN

La fertilidad en reproductores es determinante para llegar al éxito en la industria avícola. A través de los años de intensa selección genética y mejoras en el manejo de la nutrición, se ha observado un constante y rápido incremento en las tasas de crecimiento de pollos de engorda, producidos para vender carne en el mercado (Bramwell, 2002). En cambio, la reducción de la fertilidad, es un factor que acelera la pérdida de recursos genéticos avícolas en el mundo (Pampín *et al.*, 1997). Se sabe, además, que la fertilidad en las aves se ve fuertemente afectada con la edad, tanto en el macho como en la hembra.

El potencial reproductivo de los gallos puede ser afectado por un sinnúmero de factores, incluyendo la edad, tipo, esquema de inseminación y número de espermatozoides inseminados (Kirby *et al.*, 1998). También Kirby *et al.* (2000) señalan que la fertilidad de las aves está asociada con múltiples factores endógenos como la edad de las aves, la época del año, la alimentación y el estado de salud, que influyen en la prolongación del tiempo de la capacidad fecundante de las células espermáticas acumuladas en el oviducto.

La fertilidad del lote, la frecuencia de apareamientos, y la libido de los machos declinan con la edad. En las hembras el deficiente aporte de nutrientes, la condición corporal, la falta de uniformidad de las gallinas en peso y estructura corporal, la edad, el programa de estímulos luminosos, y el estrés calórico son sólo algunas de las causas por las que la reproducción avícola puede verse alterada (Juárez y Conejo, 2004).

En animales domésticos como toros, cerdos y pollos, se han hecho muchos estudios sobre inseminación artificial (IA). Los métodos para la colección de semen y su tratamiento están bien establecidos y han contribuido al desarrollo de las técnicas de inseminación artificial (IA) en estas especies. En muchos casos el porcentaje de motilidad, densidad y anormalidades de los espermatozoides son usados para evaluar la fertilidad del gallo (Maeda, 2002). La inseminación artificial (IA) no es comúnmente aceptada por la industria avícola por lo que ésta no

representará una alternativa para la producción de huevo fértil en un futuro cercano (Bramwell, 2002).

El semen colectado de un gallo para inseminación artificial (IA) puede ser usado para inseminar de 20 a 30 gallinas, contra un gallo para 8 a 10 gallinas en esquemas de monta natural (Islam *et al.*, 2002). En las gallinas, los espermatozoides son almacenados por largos periodos después de una sola inseminación artificial (IA) o monta natural dentro de los túbulos de almacenamiento espermático, los cuales están localizados en la conexión útero-vaginal e infundíbulo de la gallina (Shubash *et al.*, 2005).

La función del almacenamiento de espermatozoides en los túbulos de almacenamiento espermático afecta significativamente la fertilidad en gallinas; sin embargo, después de la cópula o la inseminación artificial (IA) los espermatozoides pasan periodos prolongados (hasta de 32 días en la gallina y 70 en el pavo) dentro de los túbulos de almacenamiento espermático en el oviducto de la gallina (Hafez, 1996; Shubash *et al.*, 2005).

En relación con el periodo de almacenamiento y la capacidad fecundante del espermatozoide de gallo, Long *et al.* (2003), mencionan que espermatozoides fértiles pueden ser mantenidos de 45 a 112 días dentro del oviducto de pavas seguido de una inseminación artificial (IA) o una monta natural. Recientemente Ricaurte (2006), indica que los espermatozoides almacenados en las glándulas del oviducto pueden sobrevivir en ellas conservando su poder fecundante y ser liberados durante un periodo máximo de 21 días en el caso de la gallina.

Estos periodos usualmente varían en función de las hembras y también en función del número y la calidad de los espermatozoides inseminados, especialmente si estos han sido almacenados *in vitro*, observando así que la tasa de fecundación de los huevos alcanza su nivel máximo al segundo día tras la inseminación y se mantiene en meseta durante una semana y continua con una reducción rápida según una curva de tipo sigmoideal para anularse aproximadamente a los 20 días de la inseminación (Ricaurte, 2006).

Juárez y Conejo (2004), indican que el volumen espermático, así como la motilidad y la concentración de espermatozoides en el semen varía de un gallo a otro y que la mayor fertilidad se presenta durante la primer semana posterior a la inseminación, con descenso hacia el final de la segunda semana, aunque esta tasa de fertilidad aún se juzga aceptable, hasta llegar a 0% de la fertilidad a la quinta semana de realizada la inseminación, lo que indica que la capacidad fertilizadora desaparece a los 33 días. Por su parte, Moya y González (2001), indican que la fertilidad de las aves de 32 semanas de edad desapareció alrededor del día 36 de ovoposición, posterior a la inseminación.

Los gametos ascienden por el oviducto mediante contracciones de músculo liso, actividad ciliar o ambas cosas, y se acumulan en los pliegues mucosos y en las glándulas tubulares cortas en el infundíbulo distal (Hafez, 1996), no obstante Shubash *et al.* (2005), mencionan que los túbulos de almacenamiento espermático están formados por una simple capa de células no ciliadas. Trabajos realizados por Brillard y Mc Daniel (1986), sugieren que las repetidas inseminaciones artificiales (IA) son la causa de la disminución de la fertilidad en pavas viejas, pero es buena en gallinas.

Bilcik *et al.* (2005), detectaron que gallos reproductores pesados con alta concentración espermática tienen baja fertilidad. Aunque observaron que estos mismos gallos tienen una alta fertilidad cuando están alojados en jaulas individuales y sugirieron que la fertilidad del macho es un parámetro relativo que depende de la calidad reproductiva de otros machos competidores dentro del mismo grupo.

En las pavas, los túbulos de almacenamiento espermático son el primer sitio de almacén. Los espermatozoides residen dentro de estos sitios de almacén y deben ser liberados vía la interacción dinámica entre la movilidad espermática y una corriente de fluidos generados por células epiteliales de los túbulos de almacenamiento espermático (Zaniboni y Bakst, 2004). La fertilidad después de la primera semana de inseminación tiende a disminuir más rápidamente comparada con la incubabilidad del total de huevos colectados en gallinas Rhode Island Red (Zelleke *et al.*, 2005).

La unión útero-vaginal desempeña en la fecundación un importante papel selectivo, puesto que sólo puede ser superada por aquellos espermatozoides que tienen una adecuada motilidad. Aunque parece ser que la forma en que los espermatozoides son liberados no está vinculada a su motilidad sino, quizás, a la presencia de concentraciones derivadas de los flujos de secreción. Lo que sí se ha comprobado es que los espermatozoides que penetran en último lugar a los túbulos de almacenamiento espermático son, después, los primeros en salir de estos túbulos (Sauveur y Reviers, 1992).

Con dosis de 50 millones de células espermáticas, se han conseguido altos niveles de fertilidad. Sin embargo, dosis de 100 millones de células espermáticas proporcionan un margen de seguridad, independientemente de que el apareamiento sea natural o artificial. En las gallinas se almacenan aproximadamente de 5 a 7 millones de espermatozoides, en los túbulos útero-vaginales, a las pocas horas de efectuada la inseminación (Juárez y Conejo, 2004).

En las gallinas se recomienda que las inseminaciones se realicen en la zona media de la vagina para evitar el daño de la unión útero-vaginal y también se minimizan los riesgos de la expulsión de los espermatozoides. En las especies en las que es fácil provocar la eversión de la vagina por presión de la mano sobre el abdomen del ave (gallina, pava) debe de reducirse dicha presión desde el momento en que se introduce la cánula y especialmente antes de la introducción de los espermatozoides para evitar en lo posible el reflujo (Ricaurte, 2006).

La presencia de progesterona y receptores de estrógenos dentro de los túbulos de almacenamiento espermático de gallinas, pero no de pollas, sugieren que las hormonas esteroidales juegan un papel muy importante en el almacenamiento prolongado de espermatozoides (Long *et al.*, 2003).

La actividad cíclica del oviducto influye sobre las condiciones de tránsito y de almacenamiento de espermatozoides, el éxito de las inseminaciones varía con el estadio de ciclo de puesta en el momento de la aplicación de los espermatozoides, se ha comprobado que la tasa de fecundación es mínima

cuando las inseminaciones se realizan muy próximas al tiempo en el que la gallina va a poner un huevo (Ricaurte, 2006).

Ricaurte, (2006) dice que se ha comprobado que la tasa media de fecundación de los huevos pasa de 8 al 96% cuando el número de espermatozoides es de 1 a 200 millones por dosis, pero no se consiguen mejoras en el porcentaje de fecundaciones, si este número se aumenta.

Resultados recientes muestran tasas de fecundación de 92 a 99%, con semen almacenado 24 horas y una dosis de 100 millones de espermatozoides/gallina (Ricaurte, 2006). Sin embargo, parece ser que con una inseminación cada semana, con dosis de 100 millones de células espermáticas es suficiente para obtener índices de fertilidad aceptables de 85 a 90% (Juárez y Conejo, 2004).

## **1.1 Aspectos reproductivos de las aves**

En la especie *Gallus*, las gallinas reproductoras de postura son fecundadas casi siempre por monta natural (Sauveur y Reviers, 1992). El ovario de la hembra inmadura contiene muchos miles de diminutos óvulos. Según el ave se aproxima a la madurez sexual una serie de folículos comienza a aumentar de tamaño de forma progresiva (Rose, 1997).

Se presume que una hembra joven tiene más de un millón de folículos en su ovario, por tanto no hay riesgo que se agoten. Las aves inmaduras no tienen un canal de comunicación organizado entre el hipotálamo, la adenohipófisis y el ovario. En la pubertad, esta comunicación se establece y las aves empiezan a reclutar folículos de un depósito de pequeños folículos en el ovario que se desarrolla, lo cual conduce a la iniciación de producción de huevos (Robinsón y Renema, 2001).

La gallina alcanza la madurez sexual a la edad de 18 a 20 semanas. Comienza a poner huevos en este momento y las tasas máximas de producción del 90% se presentan después de algunas semanas. La gallina, a diferencia de las hembras

de los mamíferos, tiene una sola fase folicular. Dado que la gallina no se preña, es innecesario un cuerpo amarillo. Por tanto, el ciclo de crecimiento folicular y cambios hormonales que culmina en la ovulación se denomina ciclo ovulatorio (Hafez, 1996).

La ovulación tiene lugar cuando se rompe el folículo y suelta el óvulo a la cavidad corporal. Esto es controlado mediante la liberación de la hormona luteinizante (LH) desde la glándula pituitaria 3 a 4 horas antes. La oleada de LH va unida a una liberación estimulante de progesterona desde el ovario. Un huevo totalmente formado a partir de la ovulación realizada el día anterior es puesto casi al mismo tiempo (Rose, 1997).

Al respecto Hafez (1996), dice que durante el ciclo hay un pequeño incremento corpuscular (al atardecer) en la LH sanguínea y una oleada preovulatoria 4 a 6 horas antes de la ovulación. A diferencia de lo que ocurre con la LH, las concentraciones sanguíneas de la hormona folículo estimulante (FSH) son relativamente constantes durante todo el ciclo, excepto por un descenso de 9 a 3 horas antes de la ovulación.

La liberación diaria de LH se limita a un periodo específico de 6 a 8 horas conocido como periodo abierto; no se sabe si la duración de este periodo varía con la edad o el genotipo. En gallinas, el atardecer es la señal que le permite al hipotálamo determinar el reloj circadiano (diario), para la liberación de LH para que ocurra la ovulación en el ovario de la gallina (Robinsón y Renema, 2001).

### **1.1.1 Almacenamiento de espermatozoides en el oviducto de la gallina**

Después de la cópula o inseminación artificial (IA) los espermatozoides pueden pasar periodos prolongados, según la especie, (hasta 32 días en la gallina y 70 en el pavo) dentro de los túbulos de almacenamiento espermático del oviducto localizados en la unión útero-vaginal e infundíbulo de la gallina y otras especies aviares (Hafez, 1996).

Moya y González (2001), mencionan que el tiempo que sobreviven los espermatozoides en el oviducto de las gallinas White Leghorn, que se inseminan a las 60 semanas de edad es significativamente menor con respecto a las aves inseminadas a las 32 semanas de edad.

Los túbulos de almacenamiento espermático son simples invaginaciones tubulares especializadas de epitelio de la unión útero-vaginal, en la cual dependiendo de la especie, los espermatozoides pueden permanecer por unos pocos días o hasta 10 semanas después de una monta natural o inseminación artificial (IA). Aunque los túbulos de almacenamiento espermático han sido sujetos a numerosos estudios en décadas pasadas, el proceso que involucra la entrada, almacenamiento y liberación de espermatozoides sigue sin conocerse (Freedman *et al.*, 2001).

En las especies aviares, los espermatozoides residen en el oviducto por periodos prolongados en estructuras especializadas conocidas como túbulos de almacenamiento espermático, pero poco se sabe acerca de la distribución relativa de espermatozoides en estos túbulos después de sucesivas inseminaciones por diferentes machos (King *et al.*, 2002).

Los espermatozoides se transfieren a la vagina por copulación o inseminación artificial (IA) y se mueven a través de la vagina y ascienden a los túbulos de almacenamiento espermático en la unión útero-vaginal de la mucosa. Aquí en estos túbulos los espermatozoides son almacenados por periodos variables, dependiendo de la especie, estado reproductivo y edad de la hembra. Los espermatozoides son liberados de los túbulos al tiempo de que la hembra produce el huevo para asegurar que los espermatozoides están presentes en el sitio de la fertilización (King *et al.*, 2002).

### **1.1.2 Fecundación**

El desarrollo de un nuevo individuo necesita la transferencia de los gametos masculinos hasta el tracto genital femenino para la fertilización de los

gametos femeninos. La presentación de los gametos masculinos antes de los femeninos en el oviducto implica que los óvulos se encuentran listos para la fertilización. Uno de los requisitos para la fertilización de un óvulo es que debe sufrir primero una división meiótica antes de la fertilización (Cunninham, 1999).

La fecundación en las aves normalmente tiene lugar en la base del infundíbulo. En condiciones normales es preciso que transcurra un día para encontrar en el infundíbulo la mitad del número inicial de espermatozoides. Esto explica por qué, en el caso de la gallina, el primer huevo puesto después de la inseminación rara vez está fecundado. A nivel del infundíbulo, la liberación de los espermatozoides parece estar garantizada por la simple dilatación mecánica originada por la llegada de la yema. En consecuencia, resulta muy fácil que los espermatozoides así liberados puedan asegurar la fecundación (Sauveur y Reviers, 1992).

El macho eyacula 1.5 a 8 mil millones de células espermáticas (espermatozoides), que se producen temprano por la mañana, y no al final del día. A medida que aumentan los apareamientos, el volumen de semen y el número de espermatozoides disminuirán. Muy rara vez una eyaculación contendrá menos de 100 millones de espermatozoides, siendo éste aparentemente el mínimo necesario requerido para una buena fertilización (North y Bell, 1993).

Aunque en esquemas de inseminación artificial (IA) las dosis de semen utilizadas para inseminar gallinas se definen con demasiada exactitud en función del volumen de semen, diluido o no, cuando lo que importa prioritariamente es el número de espermatozoides inseminados y su capacidad fecundante.

Resultados en reproductoras de mediana edad con dosis de 25 millones de espermatozoides pueden permitir la obtención de excelentes resultados de fecundación (tasas del 95%) al comienzo del periodo reproductivo (32-35 semanas de edad). Por el contrario, cuando las gallinas van envejeciendo (entre las 45 y 65 semanas de edad), es conveniente trabajar con dosis de 250, e incluso 300 millones de espermatozoides (Sauveur y Reviers, 1992).

### **1.1.3 Incubación**

Las aves gozan de una notable capacidad para conseguir que elevadas proporciones de sus huevos fértiles se desarrollen hasta ser pollitos sanos. Hasta el 90% de los huevos fértiles incubados por gallinas cluecas pueden producir pollitos y las incubadoras artificiales modernas alcanzan tasas similares de nacimientos.

Un huevo para incubar, fértil y recién puesto, contiene aproximadamente 56% de clara, 32% de yema y 12% de cáscara. Durante el tiempo transcurrido hasta la eclosión del pollito se produce una reducción del 12% en el peso del huevo. Esto es consecuencia de la pérdida de agua (Rose, 1997).

El periodo de incubación del huevo fértil de gallina es de 21 días, pero existen algunos factores que influyen en la duración de la incubación, como: Temperatura ambiental, tipo de huevo, edad de las reproductoras, tiempo de almacenamiento, tamaño del huevo e iluminación.

La temperatura óptima de incubación es de 37.7 ° C. Los embriones mueren a menos de 35 ° C y a más de 40 ° C. La humedad relativa ideal de incubación es de 55%, la cual varía según el tamaño y el color del huevo. Así, cuanto mayor sea el peso o el tamaño, menor será el porcentaje de humedad requerida (Quintana, 1999).

Una humedad relativa del 61% suele permitir una tasa correcta de pérdida de agua, aunque este hecho puede ser influenciado por otros factores variables tales como la porosidad de la cáscara, el movimiento del aire y las diferencias entre las estirpes.

El volteo de los huevos durante la incubación evita que los embriones en fase de desarrollo se adhieran a las membranas de la cáscara y reduce la posibilidad de mortalidad embrionaria.

Los huevos de gallina en incubación son volteados frecuentemente durante los 18 primeros días de incubación aunque el volteo entre los días 4 a 7 de la incubación es el periodo crítico. El volteo debe ser suave, especialmente durante los primeros días de incubación cuando se están organizando los vasos sanguíneos (Rose, 1997).

## **1.2 Técnica de colección de semen**

Los métodos aplicados para estimular la eyaculación son similares en todas las especies de aves domesticas. Se masajea suavemente el dorso del ave y al mismo tiempo se aplica también una ligera presión con los dedos alrededor de la base de la cola. El pene aparece pronto erecto en el interior de la cloaca.

Entonces se realiza una presión alrededor de la cloaca y la cola es llevada hacia el dorso del ave provocando que el pene sobresalga, y entonces el semen es liberado del conducto deferente de forma casi inmediata y se ordeña el semen procedente de las papilas tumefactas en la base del pene. La calidad del semen producido por un macho en cada eyaculado varía en cada ordeño y puede ser recogido en un tubo de ensayo de boca ancha (Rose, 1997).

Los gallos domésticos producen 0.5 a 1.0 ml de semen por eyaculado y los pavos producen solamente unos 0.2 ml de semen. El semen de gallos domésticos puede presentar de 3000 a 7000 millones de espermatozoides por eyaculado aunque este dato se puede variar considerablemente en función de la estirpe, el individuo, estado fisiológico y las condiciones de recogida del semen (Sauveur y Reviers, 1992; Hafez, 1996; Rose, 1997).

## **1.3 Técnica de inseminación artificial**

Debe de ser expuesto el oviducto de la gallina antes de ser inseminada. El oviducto de la gallina es vuelto de dentro afuera presionando la cola hacia el dorso y aplicando una suave presión sobre el abdomen del ave (Rose, 1997).

La inseminación puede realizarse con ayuda de una jeringa graduada (insulínica), provista de una cánula adecuada (Sauveur y Reviers, 1992). La cánula de la jeringa se inserta en el oviducto vuelto de dentro afuera (eversión) con suficiente profundidad para depositar los espermatozoides cerca de las glándulas que almacenan los espermatozoides en la vagina. La profundidad óptima oscila desde 20 mm en las gallinas domésticas y hasta 60 mm en patas (Rose, 1997).

El semen es bombeado desde la cánula al interior de la vagina. El inseminador tiene que descubrir el oviducto en el lado izquierdo de la cloaca con un dedo y entonces se hace pasar la cánula a lo largo de la parte lateral del dedo y hacia el interior del ave.

Las dosis de semen utilizadas para inseminar son calculadas con base al volumen de semen, y a la concentración espermática. El número de espermatozoides puede variar de 1 a 100-120 millones por dosis, pero si este número se aumenta, no se consiguen mejoras en el porcentaje de fecundaciones (Rose, 1997).

La tasa de fecundación y la duración del período fecundo se optimizan con dosis de 120 millones de espermatozoides. El periodo fecundo es algo más corto en las gallinas de aptitud carne que en las de aptitud puesta (Sauveur y Reviers, 1992).

#### **1.4 Reemplazo de gallos viejos por gallos jóvenes en avicultura comercial**

La fertilidad de la parvada depende del estado reproductivo de las aves (nivel de producción de huevo y semen), combinado con el interés y la capacidad de monta de las aves, especialmente de los gallos. Entre la semana 40-45 de edad, la fertilidad en la parvada comienza a disminuir, las gallinas reproductoras necesitan montas más frecuentes para mantener alta la fertilidad y al mismo tiempo los gallos están menos interesados en montar a las hembras.

Los gallos en este mismo tiempo pueden estar sobrepasados de peso, o tener pechugas muy amplias, lo que reduce la habilidad para realizar las montas. El aumento de peso de ambos sexos incrementa la mortalidad de las aves, causando pérdidas en la producción de huevo o un potencial bajo de fertilidad por el incremento en el número de hembras por macho (Wilson, 2006).

Se ha visto que en machos de muchas especies, el potencial fertilizante de los gallos varía dentro de la misma parvada. Por ejemplo, unos gallos son extremadamente fértiles y crean un nivel máximo de calidad espermática, y otros gallos son subfértiles y no producen suficientes espermatozoides de calidad. Esta variación en calidad de los gallos es causada por el manejo, medio ambiente, nutrición y genética (McDaniel, 2000).

El spiking es el cambio de gallos viejos por gallos jóvenes, lo que tiene un costo extra; pero en ocasiones se justifica cuando ha habido problemas dentro de la parvada (Quintana, 2005).

El interespiking es otro método para mejorar la fertilidad para tener éxito en algunas operaciones integradas, donde la empresa no manejó la cría de machos jóvenes como aves que remplazarían a machos viejos o donde no se tuvieron las medidas de bioseguridad correctas con los gallos jóvenes provenientes de otras explotaciones avícolas. El interespiking es el movimiento de gallos de un gallinero a otro dentro de la misma caseta. La fertilidad se incrementa muy rápido (como no hay periodo de aclimatación de los gallos a las gallinas y entre los mismos gallos), pero la fertilidad disminuirá 4-8 semanas después de realizar este procedimiento.

Después de las 40 semanas de edad la adición de gallos jóvenes a la parvada (spiking con 2%), es necesario para mantener una alta fertilidad, si la parvada se mantiene hasta las 67-69 semanas de edad. Si los gallos viejos tienen una buena condición física (no están sobrepesados o lastimados), la frecuencia de montas se incrementará 4-5 semanas después del spiking. Los gallos jóvenes tendrán una muy alta frecuencia de monta pero baja eficiencia de monta las 2 semanas después del spiking.

Hay varios caminos para cometer errores en un programa de spiking. Los errores más críticos son ignorar la salud y el estado parasitario de los machos agregados, uso de machos con pobre condición física, uso de machos inmaduros o agregar machos jóvenes a un radio de alta población de gallos viejos (Wilson, 2006).

Alrededor de las 40 semanas de edad, algunos gallos pierden su vida sexual activa por problemas de sobrepeso o pododermatitis. El manejo para una óptima fertilidad es un proceso activo que persiste durante la vida productiva de la parvada y se requiere pesar frecuentemente aves de ambos sexos y agregar machos jóvenes cuando sea necesario (Wilson, 2006).

## **2. HIPÓTESIS**

Con base en los antecedentes ya indicados, en los que se destaca la influencia de la edad de la parvada sobre el comportamiento reproductivo de las aves domésticas, es factible que la reproducción entre gallos y gallinas jóvenes muestre mejor tasa de fertilidad, en comparación con la reproducción entre gallos y gallinas viejos.

## **3. OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo consistió en determinar la influencia de la edad de las aves domésticas sobre la capacidad reproductiva, expresada como calidad espermática y tasa de fertilidad.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Sector Avícola, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), que se localiza en el kilómetro 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro, en el municipio de Tarímbaro, Michoacán.

Las coordenadas de la región son de 19°48' de latitud Norte y 101°10' de longitud Oeste, a una altura de 1,860 metros sobre el nivel del mar (msnm). Limita al norte con Copándaro y Cuitzeo, al este con Álvaro Obregón, al sur con Morelia y Charo, y al oeste con Chucándiro. La distancia a la ciudad de Morelia, capital del estado de Michoacán es de 12 km. Su clima es templado con lluvias en verano con una precipitación pluvial anual de 609 mm y temperaturas que oscilan de 2.5 a 25.1°C (Enciclopedia de los Municipios de Michoacán, 2000).

La etapa experimental consistió en utilizar gallos y gallinas Rhode Island Red, de diferentes edades: 20 gallinas y 10 gallos de 60 semanas de edad (identificados como viejos) y 20 gallinas y 10 gallos de 30 semanas de edad (identificados como jóvenes), distribuidas aleatoriamente en cuatro lotes para inseminación artificial (IA): lote A: 10 gallinas jóvenes con semen de los gallos jóvenes; lote B: 10 gallinas viejas con semen de gallos jóvenes; lote C: 10 gallinas viejas con semen de gallos viejos y lote D: 10 gallinas jóvenes con semen de gallos viejos.

El trabajo inició con la selección de las aves, principalmente aquellas con buen estado de salud y que los gallos respondieran al estímulo eyaculatorio; el adiestramiento de los gallos consistió en la aplicación de masaje dorsoabdominal para la recolección de semen. La evaluación espermática se realizó en el Laboratorio de Reproducción Animal de la FMVZ – UMSNH, dos veces por semana durante 4 semanas hasta que se completaran 8 muestras por gallo y 80 muestras por grupo de gallos (jóvenes y viejos) y con base en la concentración espermática por ml de eyaculado se seleccionaron los seis gallos para el experimento.

Los animales seleccionados se colocaron en jaulas individuales tipo batería (numeradas) con dimensiones de 40 x 40 x 45 cm. El alimento que recibieron fue de tipo comercial, específico para gallinas en postura, es decir: 16 % de proteína cruda, 2860 kcal de energía metabolizable por kg de alimento, 3.5 % de calcio y 0.45 % de fósforo disponible, como lo recomienda Quintana (1999).

En los cuatro lotes la inseminación artificial (IA) se realizó a intervalos de cada cuatro días durante un periodo de 28 días, con semen fresco, sin diluir. Para ello

se recolectó el semen de dos gallos en el mismo tubo de ensaye y con el pool de semen se inseminaron las 10 gallinas de cada lote, dejando dos gallos como reserva. El depósito del semen en el oviducto de la gallina se realizó con una jeringa para insulina (sin la aguja), en dosis que garantizaron de 120 a 150 millones de espermatozoides por inseminación, como lo recomiendan Juárez y Conejo, (2004).

La recolección del huevo fértil para incubar inició al tercer día post-inseminación; a partir de ese día se recolectó diariamente, se marcó con lápiz de carbón (fecha y lotes de procedencia: JJ, JV, VV, VJ), según se tratara de joven con joven, joven con viejo, viejo con viejo y viejo con joven, el huevo se desinfectó por inmersión en una solución de yodo al 3%, sin periodo de almacenamiento se cargó a la incubadora diariamente durante un lapso de 30 días.

La incubación se realizó en una incubadora eléctrica, con volteo automático y capacidad para 1000 huevos. La temperatura de incubación fue de 37.7 °C y 55 % de humedad relativa como lo señalan Sauveur y Reviers, (1992) y Quintana (1999). El día 22 de incubación se contabilizaron los pollitos nacidos de cada lote, se retiraron los huevos no eclosionados y se les practicó el embriodiagnóstico para determinar su estado de fertilidad.

Las variables registradas fueron: número de huevos puestos a incubar de cada lote; huevos eclosionados; huevos picados no eclosionados; huevos con embrión muerto y huevos infértiles. La tasa de fertilidad se calculó considerando la cantidad de pollitos nacidos, más lo huevos picados no eclosionados y los huevos con embrión muerto, dividido entre el total de huevos cargados a la incubadora y multiplicado por 100. La tasa de infertilidad se obtuvo mediante el cociente de huevos infértiles dividido con el total de huevos cargados a la incubadora y multiplicado por 100.

Los resultados que arrojó el estudio se procesaron estadísticamente mediante estadística paramétrica y no paramétrica. Para determinar la influencia de la edad sobre fertilidad de la parvada, y concluir cuál es el tipo de cruzamiento con mejores índices de fertilidad: gallina joven con gallo joven o gallina joven con

gallo viejo; gallina vieja con gallo viejo o gallina vieja con gallo joven, se utilizó la prueba de  $\chi^2$ . Para probar las diferencias entre los valores espermáticos de gallos jóvenes y viejos se hizo una comparación de medias para datos al azar de acuerdo a los procedimientos de Steel y Torrie (1980), y utilizando el programa estadístico SAS (1996).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que arrojó la evaluación seminal muestran diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en volumen del eyaculado (ml), entre gallos jóvenes y gallos viejos como se muestra en el Cuadro 1. Según Hafez, (1996), son muchos los factores que influyen en la producción de semen, (por ejemplo, edad de inicio en la producción de semen y calidad en individuos dentro de la misma especie).

Cuadro 1. Valores espermáticos promedio de gallos jóvenes y gallos viejos (n = 80 evaluaciones)

| Indicador                     | Gallos                |                       |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                               | Jóvenes               | Viejos                |
| Volumen de eyaculado (ml)     | $0.63 \pm 0.19^a$     | $0.37 \pm 0.17^b$     |
| Concentración espermática     | $4,389 \times 10^6^a$ | $4,082 \times 10^6^a$ |
| Espermatozoides por eyaculado | $2,611 \times 10^6^a$ | $1,337 \times 10^6^b$ |
| Motilidad espermática (%)     | $89.8 \pm 2.6^a$      | $84.7 \pm 7.9^a$      |
| Morfología normal (%)         | $88.5 \pm 5.2^a$      | $87.4 \pm 10.4^a$     |
| Espermatozoides vivos (%)     | $89.2 \pm 6.2^a$      | $84.7 \pm 3.3^b$      |
| Espermatozoides muertos (%)   | $10.7 \pm 6.3^a$      | $15.3 \pm 3.3^b$      |

<sup>a,b</sup> Promedios con letras diferentes dentro de las filas muestran diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Cuicas y Reyes, (2003), reportan que la evaluación seminal de gallos jóvenes Plymouth Rock Barred y Rhode Island Red, de 28 semanas de edad varió en

volumen de 0.70 a 1.3 ml, valores dentro de los cuales quedan comprendidos los datos obtenidos en el presente estudio con los gallos jóvenes ( $0.63 \pm 0.19$  ml).

Por su parte Valdés (2006) al evaluar gallos de 36 semanas de edad, obtuvo en promedio 0.5 ml de semen, valor próximo al promedio observado en los gallos jóvenes usados en el presente trabajo.

Rose, (1997) menciona que los gallos alcanzan niveles máximos de volumen y calidad de semen alrededor de 3 semanas después de alcanzada la madurez sexual, esto es, alrededor de la semana 26 de edad, dependiendo de la estirpe de que se trate, ya que estirpes pesadas alcanzan la madurez sexual después de la semana 22 de vida.

Estudios similares hechos por Bilcik *et al.* (2005), al evaluar gallos reproductores pesados durante dos años de edad, reportan volumen seminal similar al observado en este trabajo de 0.33 a 0.67 ml, en gallos previamente clasificados como gallos de baja frecuencia de monta, aunque también reportan un volumen seminal de 0.26 a 0.67 ml en gallos de la misma estirpe y edad, pero clasificados como gallos con alta frecuencia de monta. Lo que valida los resultados espermáticos del presente estudio.

Además de la similitud de los datos en ambos grupos, cabe destacar que la primera evaluación de estos gallos se realizó a las 26 semanas de edad y la última alrededor de los dos años de edad. Lo que parece explicar el por qué los datos reportados por Bilcik *et al.*, (2005), caen dentro de los rangos de los grupos de gallos jóvenes y gallos viejos, aquí estudiados.

En relación al número total de espermatozoides por eyaculado, Valdés (2006) encontró un promedio de 2467 millones de espermatozoides por eyaculado, dato similar al obtenido en este estudio (2611 millones de espermatozoides) en gallos de 30 semanas de edad (Cuadro 1). Este valor también coincide con el observado en gallos jóvenes, reportado por Cuicas y Reyes, (2003), al evaluar gallos de 28 semanas de edad.

Sauveur y Reviers, (1992), menciona que los gallos producen espermatozoides en suficiente cantidad y calidad alrededor de las 22 semanas de edad y cuando estos alcanzan la edad de 26-28 semanas de edad, la producción de espermatozoides no constituye, normalmente, ningún factor limitante de la eficacia de la reproducción.

El porcentaje de espermatozoides vivos y muertos encontrado por Cuicas y Reyes, (2003), al evaluar gallos de 28 semanas de edad, oscila de 94.5 a 96.3% y 2.6 a 5.2% respectivamente, datos similares a los encontrados en este estudio en el grupo de gallos jóvenes, como se muestra en el (Cuadro 1)  $89.2 \pm 6.2\%$  y  $10.7 \pm 6.3\%$ .

Parker y McDaniel, (2004), mencionan que hay una relación muy estrecha entre la concentración espermática, motilidad y espermatozoides vivos en un eyaculado de gallo. Esto parece explicar por qué en gallos viejos se presenta un mayor porcentaje de espermatozoides muertos y en consecuencia baja la motilidad de los espermatozoides, siendo la motilidad una característica muy importante para que el espermatozoide llegue al sitio de la fertilización en el oviducto de la gallina.

Acerca de la tasa de fertilidad en gallinas y gallos de diferentes edades resultó mejor en el grupo de gallos jóvenes con gallinas jóvenes, en comparación con los tres grupos restantes ( $P < 0.05$ ), (Cuadro 2). En relación con este índice, Islam *et al.* (2002), mencionan que la fertilidad en gallinas Rhode Island Red es de 89.5%, lo que corresponde a 2.5% arriba de la tasa de fertilidad observada en el presente trabajo en el grupo de gallos jóvenes con gallinas jóvenes, es decir, prácticamente iguales.

Esta fertilidad observada en el grupo de gallos jóvenes con gallinas jóvenes fue mejor comparado con el grupo de gallinas viejas, ya que los espermatozoides son almacenados por largos periodos dentro de los túbulos de almacenamiento espermático y conforme la gallina va envejeciendo, estos túbulos reducen su tamaño y amplitud. Las gallinas viejas tienen menos posibilidades de almacenar espermatozoides dentro de estos túbulos por que los espermatozoides no entran a éstos, mientras que el sistema inmunológico los reconoce como células

extrañas al organismo y los fagocita y en consecuencia disminuye la fertilidad en gallinas viejas (Shubash *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Fertilidad y número total de huevos incubados de gallinas y gallos Rhode Island Red de diferentes edades.

| Variable          | Edad                   |                        |                        |                        | total |
|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|
|                   | JJ                     | JV                     | VV                     | VJ                     |       |
| Huevos Fértiles   | 198 (87%) <sup>a</sup> | 128 (76%) <sup>b</sup> | 119 (71%) <sup>b</sup> | 173 (72%) <sup>b</sup> | 618   |
| Huevos Infértiles | 30 (13%) <sup>a</sup>  | 40 (24%) <sup>b</sup>  | 49 (29%) <sup>b</sup>  | 67 (28%) <sup>b</sup>  | 186   |

Donde: JJ: gallo joven con gallina joven; JV: gallo joven con gallina vieja; VV: gallo viejo con gallina vieja; VJ: gallo viejo con gallina joven. ( $p < 0.05$ ).

En un trabajo realizado por Moya *et al.* (1999) con patas de 46-48 semanas de edad obtuvieron índices de fertilidad de 87.1%, 83.8% y 79.3% en patas inseminadas a intervalos de 4, 7 y 10 días con un total de 5 dosis de inseminación que garantizaron 150 millones de espermatozoides por dosis. Lo que refleja que a intervalos de 4 días de inseminación se obtienen resultados de fertilidad, similares a los obtenidos en este estudio, cuando se inseminó una gallina joven con semen de un gallo joven.

Moya y González (2001), reportan fertilidad de 87.2% y 68% en gallinas de 32 y 60 semanas de edad respectivamente, durante los primeros 7 días de incubación y fertilidad de 65.1% y 60.5%, después de 7 días de incubación, al evaluar la capacidad fertilizante del semen en el oviducto de gallinas.

Kirby *et al.* (1998), al evaluar la habilidad fertilizante de los espermatozoides de 5 líneas avícolas de 30 semanas de edad, reportan fertilidad de 85.5% durante los primeros 7 días posteriores a la única inseminación en la cual se inseminaron 80 millones de células espermáticas, siendo este dato similar al encontrado en el grupo de gallos y gallinas jóvenes del presente estudio.

Juárez (1996) al incubar huevo de gallina criolla obtuvo un tasa de fertilidad del 86.7%, índice de fertilidad también similar al obtenido en el grupo gallos jóvenes con gallinas jóvenes, cabe resaltar que no se menciona la edad de las gallinas con las que se trabajó. Aunque al parecer la recolección de huevo para incubar provenía de grupos de gallinas de diferentes edades.

Cuicas y Reyes (2003), observaron fertilidad de 81.6% seis días posteriores a la primera inseminación y 70.8%, 74.99%, 75.71% a los 13, 14 y 15 días, respectivamente, posteriores a que se recolectaron los primeros huevos para incubar, esto es 3, 4 y 5 días posteriores a la última inseminación, aunque estos autores evaluaron la capacidad fertilizante de los espermatozoides en el oviducto de la gallina.

Cabe resaltar que Moya *et al.* (1999), al inseminar con dosis de 150 millones de espermatozoides patas Pekín blancas de 26 semanas de edad, con tres dosis seminales a intervalo de cuatro días, obtiene resultados de 88% y 85.1% en patas inseminadas por la mañana y la tarde respectivamente. Índice de fertilidad muy parecido al encontrado en este trabajo con gallinas y gallos de 30 semanas de edad. Lo que parece indicar que una gallina o una pata joven es capaz de retener más espermatozoides en los túbulos de almacenamiento espermático comparado con gallinas y patas viejas que su capacidad de retención de espermatozoides es muy bajo.

También Moya *et al.* (1999), reportan tasas de fertilidad del 73.1%, 88.2%, y 86.6% en patas de 36 a 38 semanas de edad inseminadas con 50, 150 y 250 millones de células espermáticas, cada pata recibió un total de 5 dosis de semen a intervalos de 5 días de aplicación entre una dosis y otra. Lo que parece indicar que tanto en patos como en gallinas al aumentar a más de 200 millones de espermatozoides por dosis no parece mejorar la tasa de fertilidad en estas especies avícolas y con dosis que contengan menos de 50 millones de espermatozoides afectan considerablemente la fertilidad.

Valdés (2006), reporta tasas de fertilidad del 83.1% y 74.7% en gallinas inseminadas cada 7 y 10 días respectivamente, datos similares a los observados

en este estudio en huevos de gallinas jóvenes y viejas del 82.32% y 71.56% respectivamente, inseminadas con semen de gallos jóvenes o viejos como se muestra en el (Cuadro 3), aunque en este trabajo los intervalos entre una inseminación y otra fueron de 4 días en todos los grupos.

Cuadro 3. Porcentaje de fertilidad de huevo de gallinas inseminadas con semen de gallos jóvenes o viejos Rhode Island Red.

| Variable          | Edad                      |                           | Total |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
|                   | J                         | V                         |       |
| Huevos Fértiles   | 326 (82.32%) <sup>a</sup> | 292 (71.56%) <sup>b</sup> | 618   |
| Huevos Infértiles | 70 (17.68%) <sup>a</sup>  | 116 (28.43%) <sup>b</sup> | 186   |

Donde: J: Gallos jóvenes; V: Gallos viejos. ( $p < 0.05$ ).

La fertilidad, en el pasado y el presente se le ha atribuido tanto a la edad del gallo como a la de la gallina, pero en el presente estudio se observó que la fertilidad es atribuible más a la edad del macho que a la de la hembra, ya que mostró diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3).

Esta fertilidad atribuida más a la edad del gallo que a la de la gallina indica que con el incremento de la edad de los gallos disminuye la actividad de los mismos, se reduce la proporción de cubriciones eficaces por el incremento de su peso y baja la calidad de los espermatozoides (Sauveur y Reviers, 1992).

Mientras la producción espermática de los machos disminuye con la edad, la gallina necesita mayor número de espermatozoides inseminados para mantener un alto porcentaje de fecundaciones, lo que obliga a buscar márgenes de seguridad. Aunque el problema no es la cantidad de espermatozoides, si no la forma como el gallo distribuye dicha producción entre las gallinas (Sauveur y Reviers, 1992). Esto se refleja en el porcentaje de fertilidad de gallos viejos con gallinas viejas en el presente estudio (71%).

Bilcik *et al.* (2005), al inseminar gallinas obtienen fertilidad del 72%, dato similar al encontrado en el grupo de huevos de gallinas viejas del 73.51% cuando se inseminó este grupo de gallinas con gallos jóvenes o viejos como lo muestra el (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de fertilidad de huevo de gallinas jóvenes y viejas Rhode Island Red.

| Variable          | Edad                      |                           | Total |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
|                   | J                         | V                         |       |
| Huevos Fértiles   | 371 (79.27%) <sup>a</sup> | 247 (73.51%) <sup>a</sup> | 618   |
| Huevos Infértiles | 97 (20.72%) <sup>a</sup>  | 89 (26.48%) <sup>a</sup>  | 186   |

Donde: J: Gallinas jóvenes; V: Gallinas viejas. (p>0.05).

La comparación de la fertilidad entre las gallinas jóvenes y viejas (Cuadro 4). Coincide con lo reportado por Das (2003) en el sentido de que la especie aviares tienen unas estructuras especializadas dentro de su aparato reproductor conocidas como túbulos de almacenamiento espermático, localizados en la unión útero-vaginal e infundibulum y que las aves jóvenes tienen una mayor capacidad de almacenamiento de espermatozoides, lo que parece explicar por qué el porcentaje de fertilidad es mayor en gallinas jóvenes comparado con gallinas viejas.

Para King *et al.* (2002) los espermatozoides permanecen en estos túbulos de almacenamiento espermático periodos variables, dependiendo de la especie, estado reproductivo y edad de la gallinas, lo que confirma que la fertilidad es mejor en gallinas jóvenes que en las gallinas viejas, aunque no hay que olvidar que en la fertilidad es de más importancia la edad del gallo que la de la gallina, como se muestra en los (Cuadros 3 y 4).

## 6. CONCLUSIONES

1. Los resultados del presente estudio permiten concluir que los ml de eyaculado (0.63), la cantidad de espermatozoides por eyaculado ( $2611 \times 10^6$ ), y la proporción de espermatozoides vivos (89.2%) y muertos (10.7%) fueron mejores en los gallos jóvenes en comparación con los mismos indicadores en los gallos viejos.
2. La tasa de fertilidad del huevo por la influencia de la edad de los progenitores, fue significativamente ( $p < 0.05$ ) mejor en el grupo de gallinas jóvenes inseminadas con semen de gallos jóvenes del (87%), comparadas con los otros tres grupos de aves.
3. La fertilidad del huevo atribuida a la edad del gallo fue estadísticamente mejor ( $p < 0.05$ ), para los gallos jóvenes, comparada con la fertilidad atribuida a la edad de la gallina, la cual no mostró diferencias estadísticamente significativas. Esto permite concluir que en la fertilidad de las aves es más importante la edad del gallo que la de la gallina.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Bilcik, B., I. Estevez and E. Russek -Cohen. 2005. Reproductive success of broiler breeders in natural mating systems: The Effect of Male-Male Competition, Sperm Quality, and Morphological Characteristics. [En línea]. Poultry Science 84(9):1453-1454. <http://ps.fass.org/cgi/reprint/84/9/1453> [Consulta: 01 de Octubre, 2006]

Bramwell, R. K. 2002. Fertility and embryonic mortality in breeders. [En línea]. Avian Advice .4 (2):1-3. [http://www.poultryscience.uark.edu/pdf/avian\\_advice\\_4.2.pdf](http://www.poultryscience.uark.edu/pdf/avian_advice_4.2.pdf). [Consulta: 21 de Noviembre, 2006].

Brillard, J.P and G.R McDaniel.1986. Influence of spermatozoa numbers and insemination frequency on fertility in dwarf broiler breeder hens. Poultry Science. 65: 2330-2334.

Cuicas, H. R. Y Reyes, S. P. 2003. Evaluación *in Vitro* e *in Vivo* de la capacidad reproductiva de gallos híbridos de las razas Plymouth Rock Barred y Rhode Island Red. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.

Cunningham, J. G. 1999. Fisiología veterinaria. 2ª edición. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. p: 531-532

Das, S. K. 2003. Evidence for the Innervation of Sperm-glands (SHG) of Native Chicken's (*Gallus Domesticus*) Oviduct. [En línea]. International Journal of Poultry Sciencie. 2 (4): 259-260. <http://www.pjbs.org/ijps/fin78.pdf> [Consulta 07 de Diciembre, 2006].

Enciclopedia de los Municipios de Michoacán. 2000. Centro Estatal de Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Michoacán. [En línea]. [http://www.michoacan.gob.mx/municipios/89medio\\_fisico.htm](http://www.michoacan.gob.mx/municipios/89medio_fisico.htm). [28 de Septiembre, 2006].

Freedman, S. L., Akuffo, V. G and Bakst, M. R. 2001. Evidence for the innervation of sperm storage tubules in the oviduct of the turkey (Meleagris Gallopavo). [En línea]. Journal of Reproduction Research. 121 (5): 809-814. <http://www.reproduction-online.org/cgi/reprint/121/5/809> [Consulta: 07 de Diciembre, 2006].

Hafez, E.S.E. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. 6ª ed. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. p: 368-369; 374.

Islam, M. S., M.A.R. Howlider., F. Kabir and J. Alam. 2002. Comparative assessment of fertility and hatchability of Barred Plymouth Rock, White Leghorn, Rhode Island Red and White Rock hen. [En línea]. International Journal of Poultry Science. 1(4):85-90. <http://www.pjbs.org/ijps/fin13.pdf> [Consulta : 25 de Octubre, 2006].

Juárez, C. A. 1996. Incubación de huevo de gallina criolla en condiciones ambientales del trópico seco. Revista Cubana de Ciencia Avícola. 20(1):59-63.

Juárez, C. A. y Conejo, N. J. 2004. Capacidad reproductiva de la parvada. Los Avicultores y su Entorno. 7(39):41-44.

King, L. M., Brillard, J. P., Garret, W. M and Bakst, M. R. 2002. Segregation of spermatozoa within sperm storage tubules of fowl and turkey hens. [En línea]. Journal of Reproduction Research. 123 (1):79-86. <http://www.reproduction-online.org/cgi/reprint/123/1/79> [Consulta: 30 de Noviembre, 2006].

Kirby, J.D., C.J. Tressler and Y.K. Kirby. 1998. Evaluation of the duration of sperm fertilizing ability in five lines of commercial broiler breeder and Delaware cross males. [En línea]. Poultry Science. 77: 1688-1694. <http://ps.fass.org/cgi/reprint/77/11/1688> [Consulta: 28 de Agosto, 2006].

Kirby, J.D., D.D. Rhoads and D.P. Froman. 2000. Heritable sperm degeneration in the domestic fowl. In the testis: From Stem Cell to Sperm Function. E. Goldberg ed. Springer Verlag Ny.

Long, E. L., T.S. Sonstegard., J.A Long., C.P.V. Tassel and K.A Zuelke. 2003. Serial analysis of gene expression in turkey sperm storage tubules in the presence and absence of resident sperm. [En línea]. Biology of Reproduction. 69 (2):469-474. <http://www.biolreprod.org/cgi/reprint/69/2/469>. [Consulta: 12 de Noviembre, 2006].

Maeda, T. 2002. Motility of Japanese Quail (*Coturnix Japonica*) Sperm diluted with chicken seminal Fluid. [En línea]. Journal of Poultry Science. 39 (3): 185-187. [http://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/39/3/185/\\_pdf](http://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/39/3/185/_pdf) [Consulta: 01 de Agosto, 2006].

McDaniel, C. 2000. The only good Broiler Breeder egg is a fertilized egg. [En línea]. <http://msucares.com/pubs/infosheets/is1610.pdf>. [Consulta: 05 de Noviembre, 2006].

Moya, A., Milanes, C. y Pérez, A. 1999. Influencia del horario, concentración espermática y frecuencia de inseminación sobre la fertilidad de patas Pekín blanco. Revista Cubana de ciencia Avícola. 23(2):141-145.

Moya, A. y González, E. 2001. Influencia de la edad de las gallinas White Leghorn en la retención de la capacidad fertilizante del semen en el oviducto. Revista Cubana de Ciencia Avícola. 25: 159-163.

North, O. M. y Bell, D. D. 1993. Manual de producción avícola. Ed. Manual Moderno. México, D.F. p. 44 y 45.

Pampín, M., R. Sarda., I. Sevilla., C. Ruiz y F. Elías.1997. Caracterización de aves semirústicas. II Peso del huevo, fertilidad e incubación. Revista Cubana de ciencia Avícola. 21(1):37-38.

Parker, H.M. and McDaniel, C.D. 2004. The Optimum Semen Dilution for the Sperm Quality Index that is Most Predictive of Broiler Breeder Fertility. [En línea]. International Journal of Poultry Sciencie. 3 (9). 588-592. <http://www.pjbs.org/ijps/fin259.pdf> [Consulta: 07 de Diciembre, 2006].

Quintana, J. A. 1999. Avitecnia: manejo de las aves domésticas más comunes. 3ª ed. Ed. Trillas. México D.F. p: 280-281; 251:253.

Quintana, J. A. 2005. Aves: Mejoramiento Genético. 2ª edición. México D.F. p: 121.

Ricaurte, G. S. L. 2006. Importancia de un buen manejo de la reproducción en la avicultura. [En línea]. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html> fecha de consulta (entre corchetes). [28 de Julio, 2006].

Robinsón, F. E. y Renema, R. A. 2001. Los fotoperiodos en reproductoras de engorde. Revista Acontecer Avícola. 7(47):14-21.

Rose, S. P. 1997. Principios de la ciencia avícola. 1ª ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p: 47-49; 82-90; 95-98.

Sauveur, B. y Reviers, M. 1992. Reproducción de las aves. 2ª ed. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. p: 74-76; 221; 228; 271-275; 281-282; 318-323.

S. A. S. System for Windows. [cd-software] SAS (r) Propietary Software Release 6.12 TS020 Licensed to University of Minessota Site 000901200. Copyrighty © 1989-1996 by SAS Institute Inc. Cary, N.C. USA. 27573 Unpublished All Right Reserved.

Shubash, C. Das., N, Naohiro and Y, Yukinori. 2005. Effects of repeated Artificial Insemination on the structure and function of Oviductal Sperm Storage Tubules in Hens. [En línea]. Journal of Poultry Science. 42 (1):39-47. <http://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/42/1/39/pdf> [Consulta: 18 de Noviembre, 2006].

Steel R. G. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics a Biometrical Approach. 2ª Ed. McGraw-Hill.

Valdés, G. L. 2006. Efecto de la frecuencia de inseminación artificial sobre la tasa de fertilidad de las gallinas. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.

Wilson, J. L. 2006. Factors that influence Broiler Breeder Flock Fertility. [En línea]. <http://www.poultryworkshop.com/Presentations/Dr.%20Jeanna%20Wilson/The%20Male%20Breeder-Higher%20Performance.pdf>. The University of Georgia Athens. 1-3. [Consulta: 06 de Diciembre, 2006].

Zaniboni, L. and M.R. Bakst. 2004. Localization of aquaporins in the sperm storage tubules in the turkey oviduct. [En línea]. Poultry Science. 83 (7):1209. <http://ps.fass.org/cgi/reprint/83/7/1209> [Consulta: 10 de Octubre, 2006].

Zelleke, G., R.P. Moudgal and A. Asmare. 2005. Fertility and Hatchability in RIR and WL breeds as functionally modified by crossing them in alternate sex combinations (*Gallus domesticus*). [En línea]. British Poultry Science. 46(1):119-123. <http://www.journalsonline.tandf.co.uk> [Consulta: 12 de Noviembre, 2006].

## 8. ANEXOS



Imagen 1. Técnica de extracción de semen.



Imágenes 2 y 3. Técnica de eversión del oviducto.



Imágenes 4 y 5. Técnica de inseminación artificial.