

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA CALIDAD DEL SEMEN EN GALLOS RHODE ISLAND ROJOS

EFFECT OF THE AGE ON SEMEN QUALITY OF RHODE ISLAND RED ROOSTERS

Juárez-Caratachea A.¹, Jiménez-Aguilar S.¹, Gutiérrez-Vázquez E.¹, Segura-Correa J.C.^{2*}

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, km 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro, Municipio de Tarímbaro, Michoacán, México.

²Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.

*jose.segura52@hotmail.com

Keywords: *Gallus domesticus*; Spermatic abnormalities; Seminal quality; Semen volume.

Palabras clave: *Gallus domesticus*; Anomalías espermáticas; Calidad seminal; Volumen de semen.

ABSTRACT

The objective was to determine the effect of the age on the quality of semen of Rhode Island Red roosters. One-hundred and forty-four ejaculates from 12 roosters were collected monthly from 6 to 18 months of age. The roosters were kept in individual cages and fed a commercial diet. Descriptive statistics and simple correlations between age and semen traits were obtained. Semen volume decreased with the age ($P = 0.0257$), with values of 0.445 to 0.385 ml. Progressive motility was also influenced by age ($P=0.0027$), with a reduction from 78 to 61%. Total sperm concentration decreased ($P=0.0000$), showing the highest decrease at 15 months of age. Spermatozoa viability was not influenced by age ($P=0.4622$), but spermatozoa abnormality increased with the age of the roosters, mainly those of the head and tail type. Body weight also increased with age ($P=0.0004$) from 2.45 to 2.90 kg. In conclusion, the semen traits, except sperm viability were affected by the age of the rooster.

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la edad sobre la calidad del semen en gallos Rhode Island Rojos. Se utilizaron 144 eyaculados obtenidos de 12 gallos colectados mensualmente, de los 6 a 18 meses de edad. Los gallos se mantuvieron en jaulas individuales y alimentados con base en una dieta comercial. Se obtuvieron estadísticas descriptivas y correlaciones simples entre edad y las características seminales. El volumen espermático descendió progresivamente con la edad de los gallos ($P = 0.0257$), con valores de 0.445 a 0.385 ml. La motilidad progresiva también fue influenciada por la edad ($P = 0.0027$), con descenso de 78 a 61%. La concentración espermática total disminuyó ($P = 0.0000$), mostrando el mayor descenso a los 15 meses de edad. La viabilidad espermática no se afectó con la edad ($P = 0.4622$), pero las anomalías espermáticas incrementaron con la edad de los gallos ($P = 0.0004$), principalmente las de la región cefálica y caudal del espermatozoide. El peso vivo del gallo aumentó con la edad ($P=0.000$), de 2.45 a 2.90 kg. Se concluyó que los indicadores espermáticos, excepto la viabilidad espermática, fueron influenciados por la edad del gallo.

INTRODUCCIÓN

La fertilidad de la parvada depende de diversos factores que influyen el estado reproductivo de los machos y hembras. En los gallos, la calidad seminal combinado con la libido y la capacidad de monta son de gran importancia económica. La fertilidad del gallo se refiere a la capacidad para producir y eyacular espermatozoides capaces de fertilizar óvulos (Okoro *et al.*, 2016). Según Wilson (2006) a partir de la semana 40 de edad, la fertilidad en la parvada comienza a disminuir, por lo que las gallinas reproductoras necesitan montas más frecuentes para mantener la fertilidad, y al mismo tiempo, los gallos están menos interesados en montar a las hembras. La producción de pollitos depende de la fertilidad de la parvada, por tanto, es importante comprender los factores que influyen en la fertilidad (King'ori, 2011). En la avicultura comercial se ha logrado

resolver parcialmente la baja fertilidad después de las 40 semanas de edad sustituyendo entre 10 y 25% de gallos viejos por gallos jóvenes, práctica conocida como Spiking. Esta práctica, tiene un costo extra pero justificable, sobre todo cuando se presentan problemas de baja fertilidad en la parvada (Bilcik y Russek, 2006). Estos autores también señalan que, en la práctica del Spiking, los machos compiten por las hembras desempeñando un papel importante en la fertilidad, y también compiten los espermatozoides de cada gallo en el oviducto de la gallina. Sin embargo, Haghbin y Fallah-Khair (2011) observaron que el Spiking no mejora la fertilidad ni el rendimiento de los machos. Por su parte López *et al.* (2007) mencionan que en la fertilidad de las aves es más importante la edad del gallo que la de la gallina. Se ha demostrado que de 26 a 28 semanas de edad los gallos no tienen problemas con la producción de espermatozoides; sin embargo, a medida que aumenta la edad declina la libido y por lo tanto la frecuencia de apareamientos. La raza y la edad son factores que afectan la calidad seminal. Diferencias en características seminales entre líneas genéticas de aves White Leghorn han sido reportadas por Segura *et al.* (1991). Sin embargo, se desconoce la edad precisa en la que declina la capacidad reproductiva del gallo Rhode Island Rojo bajo las condiciones de Michoacán, así como de la edad en los indicadores espermáticos (Juárez y Conejo, 2004). En los gallos adultos de razas productoras de carne, el tamaño testicular se mantiene en 30 g hasta las 30 semanas de edad, disminuyendo a 15 g en la semana 40, y a 10 g en la semana 60 de edad, lo que resulta en un descenso en la producción de espermatozoides (Ricaurte, 2006). Los procesos de envejecimiento de los espermatozoides se desarrollan en los conductos deferentes antes de la eyaculación, siendo un factor que determina anomalías espermáticas (Breque *et al.*, 2003). El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad seminal, a través de la evaluación de algunas variables espermáticas, en diferentes momentos de la vida de gallos raza Rhode Island Rojos, manejados bajo condiciones de confinamiento individual.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló de diciembre de 2012 a enero de 2014 en las instalaciones del sector avícola y de la Unidad de Servicios Integrales en Reproducción Animal, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El clima predominante en la zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura varía de -3 a 26 °C y la temporada de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, con precipitación anual de 731.9 a 2,054 mm (Enciclopedia, 2010). Se usaron 12 gallos Rhode Island rojos de 6 meses de edad, alojados en jaulas individuales en piso con dimensiones 70x70x75 cm (largo, ancho y alto, respectivamente). El alimento proporcionado fue de tipo comercial, para gallinas en postura: 16% de proteína cruda, 3.5% de Calcio, 0.5% de fósforo y 2850 kcal de EM por kg de alimento. Tanto el agua como el alimento se ofrecieron a voluntad. Durante el periodo de estudio los gallos recibieron 16 horas luz, y las mediciones espermáticas se realizaron mensualmente desde los 6 hasta los 18 meses de edad. El semen se obtuvo individualmente de cada gallo, mediante el método de masaje dorso abdominal no invasivo (Burrows y Quinn, 1937). Posteriormente el semen se evaluó según el procedimiento de clasificación espermática descrito por Moya (2003). Las variables espermáticas evaluadas fueron: volumen de eyaculado (VOL), motilidad progresiva (MP), concentración espermática total (CONT), viabilidad (VIA) y anomalías espermáticas (ANE), así como el peso vivo del gallo (PV, kg). El volumen del eyaculado de semen se midió directamente del tubo colector de semen y expresado en ml. La concentración espermática se determinó utilizando hemocitómetro diluyendo una muestra (1:400) en solución salina (1%) y expresada en número de espermatozoides por cm³. La lectura se realizó utilizando un microscopio con objetivo 40x y una cámara Neubauer. Para evaluar la motilidad espermática, una gota del semen diluido se colocó en una laminilla y cubreobjeto. La motilidad espermática se estimó mediante observación microscópica a 400x. La motilidad se expresó como el porcentaje de espermatozoides móviles con moderado a rápido movimiento progresivo. Para determinar la viabilidad espermática, se usó tinte eosin-nigrosin. Las anomalías espermáticas se determinaron observando y contando el número de anomalías en la cabeza y cola de los espermatozoides. Se obtuvieron estadísticas descriptivas para cada uno de los rasgos seminales mediante el paquete estadístico Statistic 8 y se estimaron las correlaciones entre la edad del gallo y las características espermáticas. Los resultados se presentan en figuras para apreciar el comportamiento de las variables, conforme avanzó la edad del gallo. La información de las anomalías espermáticas se presenta como tabla de frecuencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen de eyaculado, motilidad progresiva, concentración espermática total, porcentaje de anomalías espermáticas y peso vivo mostraron efecto significativo de la edad, no así la viabilidad.

Volumen de eyaculado

El volumen de eyaculado disminuyó ($P=0.0199$) conforme se incrementó la edad de los gallos. La relación de la edad y volumen de eyaculado mostró una correlación negativa ($r = -0.1958$). El volumen descendió de 0.445 ml a 0.385 ml de los 6 a los 18 meses de edad (figura 1). Iaffaldano *et al.* (2007) y Ubah *et al.* (2017) mencionan variación en el volumen de eyaculado en las distintas razas de pavos, con marcada tendencia a disminuir por efecto de la edad. Segura y Aguayo (1995), en gallos Rhode Island en Yucatán, México obtuvieron un promedio de semen eyaculado de 0.40 ml. Crespo y Shivaprasad (2010) observaron que en las parvadas de reproductoras pesadas la fertilidad del huevo disminuyó por la atrofia testicular que presentan los gallos viejos, sosteniendo que el volumen testicular cambia de 30 g en gallos jóvenes, a 10 g en gallos viejos, lo que refleja menor volumen de eyaculado, como se apreció en el presente estudio.

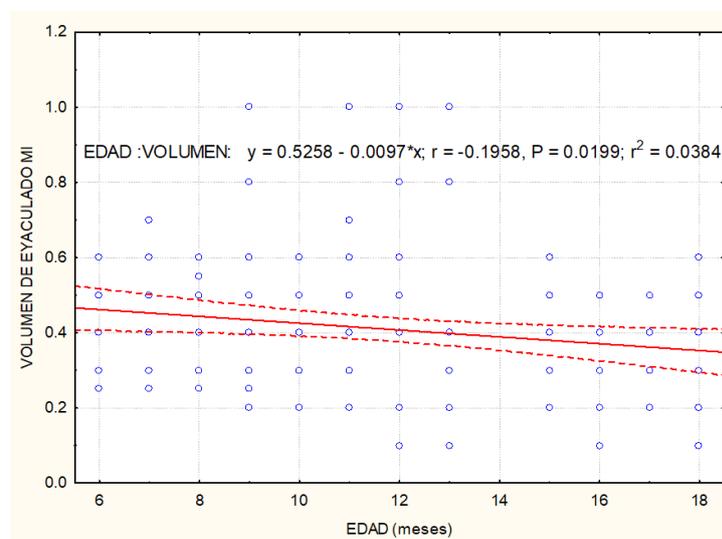


Figura 1. Volumen de eyaculado (ml) con respecto a la edad de gallos Rhode Island Rojos (*Ejaculate volume (ml) with respect to the age of Rhode Island Red roosters*). Línea continua: _____ recta de regresión. Líneas discontinuas - - - - - confiabilidad de la estimación.

Motilidad progresiva

La motilidad espermática disminuyó ($P = 0.0072$) a medida que aumentó la edad de los gallos. La correlación fue negativa ($r = -0.2254$), disminuyendo de 78 a 61% de los 6 a los 18 meses de edad (figura 2). Selvan (2007) encontró resultados similares, con cambio de la motilidad de 75 a 55% en gallos Denizli de 11 a 13 meses de edad, respectivamente. Parker y McDaniel (2004) sostienen que, la edad del gallo es el principal factor que afecta la motilidad progresiva del espermatozoide, existiendo una relación estrecha entre el volumen de eyaculado con la motilidad. Tabatabaei *et al.* (2010) observaron que la motilidad progresiva descendió hasta 10% en un periodo de muestreo de 20 semanas. Tendencia similar indican Modupe *et al.* (2012), quienes refieren una motilidad decreciente, a medida que avanzó la edad en gallos comerciales de estirpes pesadas.

Concentración espermática total

La concentración espermática total por eyaculado disminuyó ($P = 0.0000$) con la edad de los gallos, asociándose negativamente ($r = -0.4058$). El mayor descenso se observó entre los 14 y 18 meses de edad, con valores menores a dos mil millones (figura 3). Long *et al.* (2010) observaron que los gallos jóvenes promediaron 8,000 millones de espermatozoides/ml a los 6 meses, en tanto que a los 12 meses el promedio fue 5,000 millones/ml, lo que representa una disminución de 3,000 millones y, consecuentemente disminución de la fertilidad de los gallos. Segura y Aguayo en gallos Rhode Island (1995) notifican una concentración de 1950 millones de

espermatozoides/ml. Para Ajayi *et al.* (2011) y Elagib *et al.* (2012), la raza y la época del año son factores que, solos o en combinación, actúan sobre la conducta reproductiva del gallo para disminuir la concentración de espermatozoides.

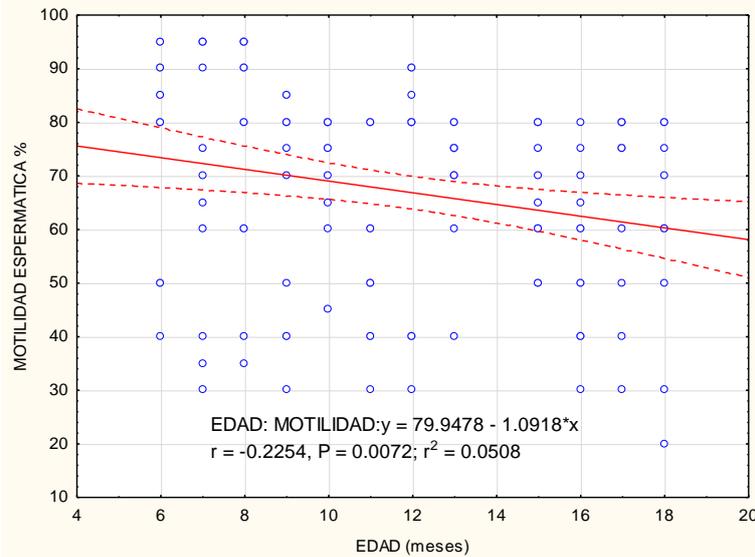


Figura 2. Porcentaje de motilidad espermática en relación a la edad de gallos Rhode Island rojos (*Sperm motility with relation to the age of Rhode Island Red roosters*). Línea continua: _____ recta de regresión. Líneas discontinuas - - - - - confiabilidad de la estimación.

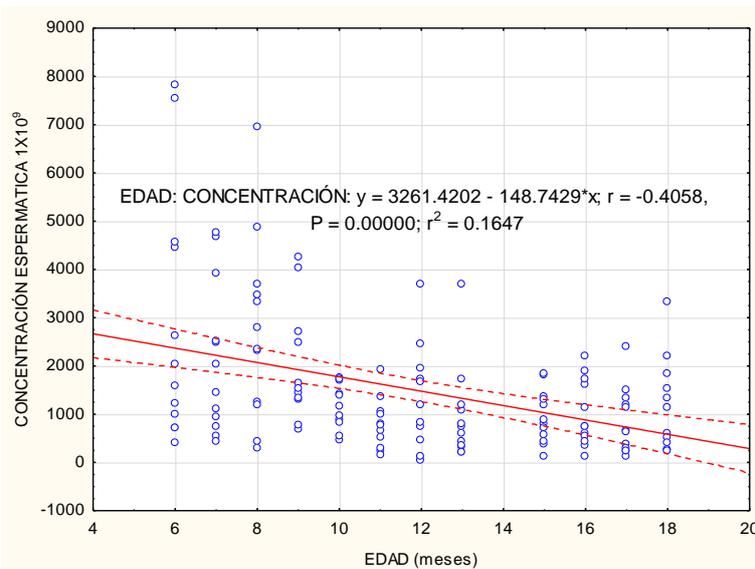


Figura 3. Concentración espermática según edad en gallos Rhode Island rojos según la edad (*Sperm concentration according to age of Rhode Island Red roosters*). Línea continua: _____ recta de regresión. Líneas discontinuas - - - - - confiabilidad de la estimación.

Viabilidad espermática

La viabilidad espermática y la edad de los gallos presentaron una correlación negativa baja ($r = -0.0585$), lo que significa que, conforme aumenta la edad de los gallos disminuye la viabilidad espermática; sin embargo, dicha asociación no fue significativa ($P = 0.4906$); por lo que prácticamente la viabilidad espermática se mantuvo igual durante el periodo de estudio (figura 4). Quizá este resultado se pueda atribuir a la técnica utilizada para medir la viabilidad, la cual se basó en el conteo de espermatozoides no teñidos con eosina-nigrosina, considerando los que presentaron algún grado de anomalía pero que estaban vivos. Esto debido a que el conteo se realizó al azar, lo que pudo elevar el porcentaje de este indicador espermático. Al respecto,

Denk *et al.* (2005) comentan que la viabilidad espermática en gallos semi-pesados se mantiene alta en toda la etapa reproductiva. La viabilidad espermática en el presente estudio es mayor que la notificada en gallos Rhode Island por Segura y Aguayo (1995).

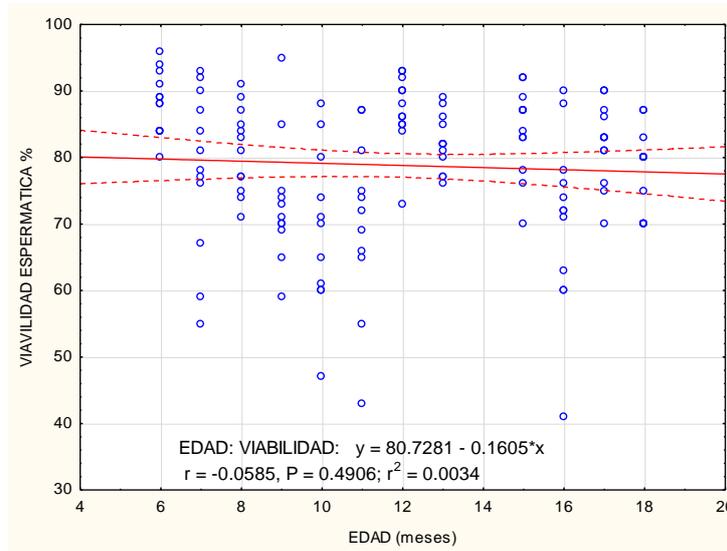


Figura 4. Viabilidad espermática con respecto a la edad de gallos Rhode Island rojos (*Sperm viability according to age of Rhode Island Red roosters*). Línea continua: _____ recta de regresión. Líneas discontinuas - - - - - confiabilidad de la estimación.

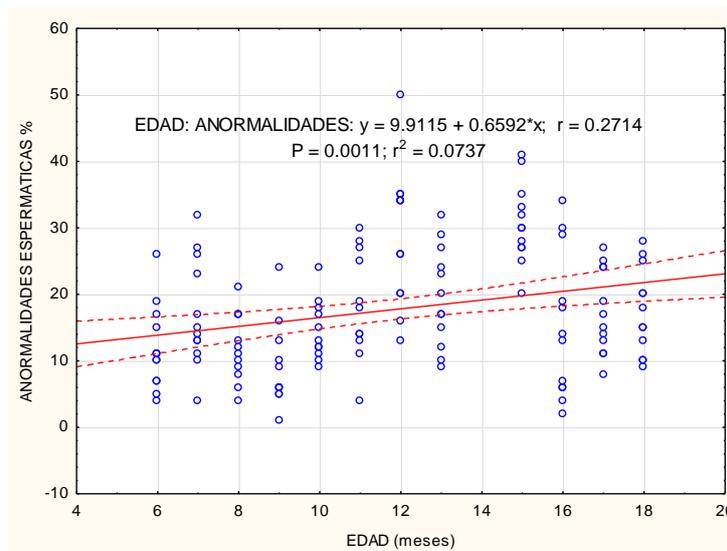


Figura 5. Porcentaje de anomalías espermáticas según la edad de gallos Rhode Island rojos (*Percentage of abnormal spermatozoa according to age of Rhode Island Red roosters*). Línea continua: _____ recta de regresión. Líneas discontinuas - - - - - confiabilidad de la estimación.

Anomalías espermáticas

El porcentaje de anomalías incrementó ($P = 0.0011$) conforme avanzó la edad de los gallos, obteniéndose una correlación positiva ($r = 0.2714$). En general, la tasa de malformaciones incrementó de 12 a 22 % durante el periodo de estudio, con alta variabilidad entre gallo y muestreo (figura 5). Iaffaldano *et al.* (2007) mencionan que, las anomalías espermáticas están influenciadas por la estación calurosa del año, el fotoperiodo, la edad y la raza del pavo. Las frecuencias de anomalías aquí observadas son similares a las calculadas por Ortiz *et al.* (2009) en gallos reproductores de engorda, quienes concluyeron que la frecuencia de anomalías espermáticas incrementa con la edad del gallo. En gallos Rhode Island rojos Segura y Aguayo (1995) reportaron anomalías espermáticas de 16.6% en gallos de 17 a 30 semanas de edad.

Clasificación y frecuencia de anomalías espermáticas

Del total de anomalías espermáticas encontradas, las cabezas amorfas o en forma de sacacorcho, dobladas o hinchadas fueron las más abundantes (Tabla I). Tabatabaei *et al.* (2009) mencionan que, este tipo de daños se presentan en la última fase de desarrollo del espermatozoide, mientras que Ricaurte (2006), atribuye las anomalías al fotoperiodo. Tabatabaei *et al.* (2010) lo asocian con la edad del gallo. Ajayi *et al.* (2011) asocian las malformaciones con el momento del frotis, Alkan *et al.* (2002), a los largos intervalos entre colectas y Tabatabaei *et al.* (2011) con bajos niveles de vitamina A y selenio. Otras formas de alteración espermática correspondieron a cabezas dobladas 90° y 180°. Según Elagib *et al.* (2012), la anatomía longitudinal de la cabeza del espermatozoide y la manipulación del técnico inducen el doblez de la zona cefálica del espermatozoide. La flexión de la pieza media del espermatozoide es una alteración, la cual puede deberse a la madurez del gallo, siendo los conductos deferentes factor de maduración y malformación del espermatozoide (Okoro *et al.*, 2016).

Tabla I. Frecuencia del número (%) de anomalías espermáticas por mes (diciembre 2012-diciembre 2013), en gallos Rhode Island Rojos (*Frequency of the number (%) of abnormal sperms per month, (December 2012- December 2013) in Rhode Island Red roosters*).

Edad (meses)	Ca1	Ca2	Ca3	Ca4	Ca5	Ca6	Sa	Fpm	Hpm	Ch	Co1	Co2	Co3	# total (%)
6 (Dic)	6	11	1	3	21	46	0	21	1	0	17	8	0	135(5.2)*
7 (Ene)	31	24	12	1	45	30	0	19	4	0	15	13	0	194(7.5)*
8 (Feb)	33	20	1	5	5	33	0	11	0	0	18	1	0	127(4.9)*
9 (Mar)	9	12	0	3	0	33	0	0	0	0	8	28	9	102(3.9)*
10 (Abr)	11	27	0	0	0	42	0	0	0	0	2	46	24	152(6.3)**
11 (May)	1	15	0	27	0	30	0	0	0	0	0	73	40	186(7.7)**
12 (Jun)	85	41	0	2	0	77	0	0	0	0	9	123	0	337(14.0)**
13 (Jul)	22	22	0	1	3	85	1	0	0	0	11	51	18	214(8.9)**
15 (Sep)	74	43	4	7	4	70	84	0	0	0	21	59	0	366(15.2)**
16 (Oct)	6	3	0	4	0	121	0	0	0	0	0	48	0	182(4.3)**
17 (Nov)	16	6	0	5	0	55	0	0	0	3	0	123	0	208(8.7)**
18 (Dic)	7	6	0	8	0	64	0	0	0	4	0	120	0	209(8.7)**

Ca1= cabeza amorfa o sacacorcho; Ca2= cabeza hinchada; Ca3= cabeza pequeña; Ca4= cabeza desprendida; Ca5= cabeza anudada; Ca6= cabeza doblada 90° y 180°; Sa= separación del acrosoma; Fpm= flexión de la pieza media; Co1= cola enrollada; Co2= cola doblada a 90° y 180°; Co3= doble cola. * Número total de espermatozoides contados en los meses de diciembre 2012 a marzo de 2013 ** Número total de espermatozoides contados de abril a diciembre 2013 (2400).

Los porcentajes generales de anomalías espermáticas de las regiones cefálica (4.66%), media y caudal (3.0%) fueron 4.7, 0.5 y 3.0%, respectivamente. Tabatabaei *et al.* (2010) y Ajayi *et al.* (2011) observaron que, al avanzar la edad, la frecuencia de anomalías en la pieza craneal se incrementó en gallos indígenas de Turquía. La frecuencia de anomalías presentes en la región media del espermatozoide fue baja, y menor a la reportada por Tuncer *et al.* (2006) en gallos de raza Denizli (2.47%). La segunda región con mayor cantidad de defectos morfológicos fue la cola del espermatozoide, resultado que coincide con lo encontrado por Tabatabaei *et al.* (2009), quienes en híbridos Ross-308 y gallos indígenas en Irán identificaron, en ambos grupos genéticos, alto porcentaje de anomalías en la zona caudal; aunque dichos resultados los atribuyen al manejo inadecuado de los eyaculados durante el procesamiento para microscopía. Por su parte, Ajayi *et al.* (2011) atribuyen los mismos hallazgos a la edad del gallo, además del manejo incorrecto en el laboratorio.

Peso vivo del gallo

El peso vivo de los gallos aumentó conforme avanzó la edad ($P=0.0000$) mostrando una correlación positiva ($r=0.4586$) (figura 6). El incremento de peso en gallos también ha sido observado por Inma (2009) en estirpes pesadas. Kabir *et al.* (2007) señalaron que, el peso y la edad en los gallos se incrementa paralelamente; sin embargo, observaron una correlación negativa entre la edad y la calidad del semen observando a mayor edad de los gallos menor concentración espermática.

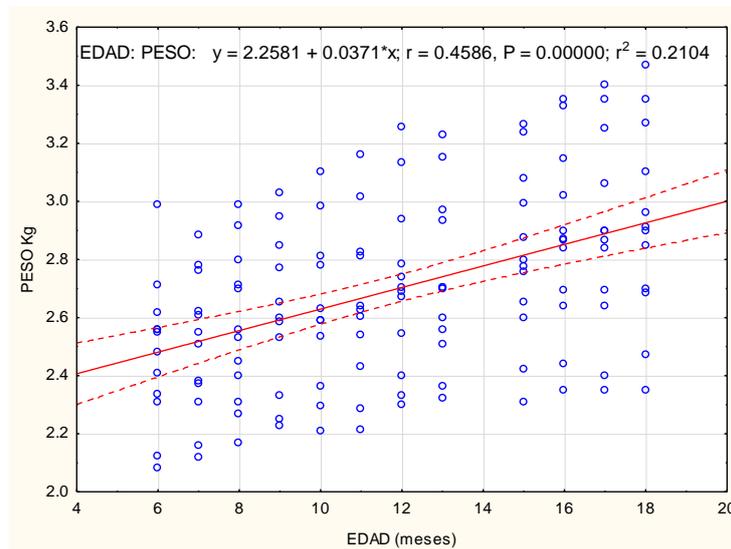


Figura 6. Peso vivo según edad de gallos Rhode Island rojos (*Life body weight according to the age of Rhode Island Red roosters*). Línea continua: _____ recta de regresión. Líneas discontinuas - - - - - confiabilidad de la estimación.

CONCLUSIONES

El volumen espermático, motilidad progresiva y concentración espermática del semen de los gallos Rhode Island Red disminuyó con la edad. Sin embargo, la viabilidad espermática no mostró efecto de la edad. La frecuencia de anomalías espermáticas se incrementó con la edad, principalmente de la región cefálica y caudal del espermatozoide. El peso vivo del gallo aumentó con la edad. Por tanto, la edad del gallo afecta negativamente la calidad del semen.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajayi F.O., Agaviezor B.O. & Ajuagu P.K. 2011. Semen characteristics of three strains of local cocks in the humid tropical environment of Nigeria. *International Journal of Animal Veterinary Advances* 3(3), 125-127.
- Alkan S., Baran A., Özdas, Ö. B. & Evecen, M. 2002. Morphological defects in turkey semen. *Journal of Veterinary Animal Science* 26, 1087-1092.
- Bilcik B., Estevez I. & Russek-Cohen E. 2006. Application of the sperm mobility assay to primary broiler breeder stock. *Journal of Applied Poultry Research* 15, 280-286.
- Breque C.P., Surai Y. & Brillard J.P. 2003. Roles de los antioxidantes en el almacenamiento prolongado de los espermatozoides aviar *in vivo* e *in vitro*. *Molecular Reproduction Progress* 66:314-323.
- Burrows W.H. & Quinn J.P. 1937. The collection of spermatozoa from domestic fowl and turkey. *Poultry Science* 16, 19-24.
- Crespo R. & Shivaprasad H.L. 2010. Decrease of fertility in a broiler breeder flock due to testicular atrophy. *Journal of Avian Diseases* 54(1), 142-145.
- Denk G.A., Holzmann A., Peters A., Vermeirssen M.E. & Kempenaers B. 2005. Paternity in mallards: effects of sperm quality and female sperm selection for inbreeding avoidance. *Behavioral Ecology* 16(5), 825-833.
- Elagib H.A.A., Musharaf N.A., Makawi S.A. & Mohammed H.E. 2012. The effect of age and season on semen characteristics of White leghorn cocks under Sudan condition. *International Journal of Poultry Science* 11, 47-49.
- Enciclopedia de los Municipios de Michoacán, México ©. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. [En línea] http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_Michoacán. [Consulta: 7 de febrero, 2012].
- Hagbhin N.H. & Fallah-Khair A. 2011. Effect of spiking of young males in different percentage on economic performance of broiler breeder flock. *Journal of Agriculture* 9(3), 564-269.

- Inma E. 2009. Manejo de aves reproductoras para optimizar la fertilidad. XLVI Symposium Científico de Avicultura. Zaragoza, 29 de septiembre a 2 de octubre 2009. 45-55.
- Iaffaldano N., Manchisi A. & Rosato M.P. 2007. The preservality of turkey semen quality during liquid storage in relation to strain and age of males. *Animal Reproduction Science* DOI: 101-116.
- Juárez C. A. & Conejo N.J. 2004. Capacitación reproductiva de la parvada. *Los Avicultores y su Entorno* 7(39), 40-44.
- Kabir M., Oni O.O. & Akpa, G.N. 2007. Osborne selection index and semen traits interrelationships in Rhode Island Red and White breeder cocks. *International Journal of Poultry Science* 6:999-1002.
- King'ori A.M. 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science* 10(6), 483-492.
- Long J. A., Bongalhardo D. C., Pelaéz J., Saxena S., Settar P., Sullivan N. P. O. & Fulton J. E. 2010. Rooster semen cryopreservation. Effect of pedigree line and male age on post-thaw sperm function. *Poultry Science* (89), 966-973.
- López S.F., Garcidueñas P.R. y Juárez C.A. 2007. Influencia de la edad de las aves domésticas sobre la tasa de fertilidad del huevo. *Los Avicultores y su Entorno* 10(59), 48-54.
- Modupe O., Chidiebere A.L. & Bartholomew I.N. 2012. Semen quality characteristics and effect of mating ratio on reproductive performance of Hubbard broiler breeders. *Journal of Agricultural Science* 5(1), 154-159.
- Moya A. 2003. Introducción de la inseminación artificial en el desarrollo de la cría de los pavos. *Revista Cubana de Ciencia Avícola* 27(2), 129-133.
- Okoro V.M.O., Nwokeocha A.C.C., Ijezie C.O., Mbajiorgu C.A. & Mbajiorgu E.F. 2016. Effect of varying dietary supplemental inclusion levels of onion and garlic on semen quality characteristics of Hubbard White breeder broiler cocks aged 35-41 weeks old. *Indian Journal of Animal Research* 50(6), 922-929.
- Ortiz R.R., Cortes M.R.K. & Juárez, C.A. 2009. Características seminales de gallos a 40, 50 y 60 semanas de edad. *Los Avicultores y su Entorno* 12(71), 138-140.
- Parker H.M. & McDaniel C. D. 2004. The optimum semen dilution for the sperm quality index that is most predictive of broiler breeder fertility. *International Journal of Poultry Science* 3(9), 588-592.
- Ricaurte S.L. 2006. Importancia de un buen manejo de la reproducción en la avicultura. *Revista Electrónica Veterinaria* 7(04), 1-16.
- Segura C. J.C., Gavora J.S., Fairfull R.W. & Gowe R.S. 1991. Efecto de la edad, orden de eyaculado y selección por alta producción de huevos en algunos rasgos seminales y morfológicos de gallos Leghorn. *Técnica Pecuaria en México* 29(2), 69-78.
- Segura C., J.C. & A.M. Aguayo A. 1995. Edad a la pubertad y características seminales de gallos Rhode Island y Criollos Cuello Desnudo bajo condiciones tropicales. *Veterinaria México* 26(4): 375-379.
- Selvan S.T. 2007. Influence of dietary protein, calcium and vitamin-E on the semen quality in broiler breeder males. *Tamil Nadu Journal of Veterinary and Animal Science* 3, 60-64.
- Tabatabaei S., Batavani R.A. & Talebi A.R. 2009. Comparison of semen quality in indigenous and Ross broiler breeder roosters. *Journal of Animal Veterinary Advances* 8(1), 90-93.
- Tabatabaei S., Chaji M. & Mohammadabadi T. 2010. Correlation between age of rooster and semen quality in Iranian indigenous broiler breeder chickens. *Journal of Animal Veterinary Advances* 9(1), 195-198.
- Tabatabaei S., Batavani R. & Ayen E. 2011. Effects of vitamin E edition to chicken semen on sperm quality during in vitro storage of semen. *Veterinary Research* 2(2), 103-111.
- Tuncer P.B., Kinet H., Özdoğan N. & Demiral Ö.O. 2006. Denizli horozlarında bazı spermatolojik özelliklerin değerlendirilmesi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 3(1), 37-42.
- Ubah S.A., Muhammad S.A., Obudu Ch.E. & Ogunbodede M.A. 2017. Semen quality of cockerel breeders Gallus domesticus in two climates in Nigeria. *Biomedical Science* 3(1), 21-27.
- Wilson J.L. 2006. Factors that influence broiler breeder flock fertility. <http://www.poultryworkshop.com/Presentations/Dr.%20Jeanna%20Wilson/The%20Male%20Breeder-Higher%20Performance.pdf>. The University of Georgia Athens. pp. 1-3.