

EFFECTO DE LA EDAD, ORDEN DE EYACULADO Y SELECCION POR ALTA PRODUCCION DE HUEVOS EN ALGUNOS RASGOS SEMINALES Y MORFOLOGICOS DE GALLOS LEGHORNS.

José C. Segura Correa ^a

Jan S. Gavora ^b

R. Wayne Fairfull ^b

Robert S. Gowe ^b

RESUMEN

Se midieron algunos rasgos seminales y morfológicos en gallos de dos líneas control (líneas 5 y 7), dos líneas seleccionadas por porcentaje de postura, del primer huevo puesto hasta los 273 días de edad (líneas 1 y 9) y dos líneas seleccionadas (líneas 3 y 8) por número de huevos puestos hasta los 273 días de edad. El peso del semen por eyaculado (PS), su contenido espermático (CE%) y peso del contenido espermático (PCE = PS X CE%) se evaluaron en gallos de 8, 16, 20 y 29 meses de edad. El semen se colectó en dos días consecutivos. La edad de los gallos y el orden de eyaculado (día 1 y 2) tendieron a disminuir la producción de semen. Las pendientes de las líneas de regresión (edad sobre los rasgos seminales) fueron similares en las líneas control y seleccionadas, excepto para el contenido espermático de las líneas 7, 8 y 9. En general los gallos de las líneas seleccionadas por número de huevos produjeron menor semen con un CE% menor que las líneas control y las seleccionadas por porcentaje de postura. No se encontró diferencia en el peso de los testículos, tomados a los 29 meses, de edad, entre los gallos de las líneas seleccionadas y control. El tamaño de las barbillas de las líneas seleccionadas 3 y 8 tendió a ser mayor que el de sus respectivas líneas control, 5 y 7.

Téc. Pec. Méx. Vol. 29 No. 2 (1991)

INTRODUCCION

La producción de grandes cantidades de semen es importante para los criadores de aves ya que la inseminación artificial es el principal medio de reproducción de sus parvadas; por lo tanto, la producción de semen es un rasgo económicamente importante. El volumen de semen y la concentración de espermatozoides parece disminuir con la edad de los gallos ^{1,6,16,22,26,27}. En gallos White Leghorn, Jones y Lamoreux ¹³ observaron un aumento en la producción de semen, de las 12 a las 45 semanas de edad y una disminución de la semana 46 a la 52. Sin

embargo, en pollos de engorda, Wilson y col. ²⁷, observaron un aumento en la producción de espermatozoides de las 20 a las 55 semanas de edad. En este estudio se examina el efecto de la edad en la producción de semen de líneas seleccionadas por alta producción de huevos y sus respectivas líneas control con el objeto de observar alguna relación entre producción de semen y edad.

En los mamíferos parece existir una relación entre el tamaño de los testículos y la tasa de ovulación o tamaño de camada ^{7,11,12,14}. Sin embargo, en las aves, la relación entre la producción de semen y producción de huevos de gallina no está bien entendida. Jones y Lamoreux ¹³ observaron que los gallos de una línea seleccionada por alta fertilidad produjeron mayores cantidades de semen que los de otra línea seleccionada por baja fertilidad. En pavos, Nes-

a Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Apdo. Postal 116-4, Mérida, Yucatán, México.

b Animal Research Centre, Agriculture Canada, Genetic Bld. # 34 Ottawa, Ontario, Canada.

tor^{20,21} observó que la selección por alta producción de huevos incrementó el volumen de semen y viceversa. Sin embargo, los resultados en pollos no concuerdan con los anteriores^{9,17}. Otros objetivos de este estudio fueron determinar: a) la influencia de la selección por alta producción de huevos en la producción de semen, tamaño y peso de la barbilla y peso de los testículos; b) el efecto del orden de eyaculado sobre algunos rasgos seminales.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron dos líneas control y cuatro líneas seleccionadas por alta producción de huevos cuyo origen e historia han sido publicados con anterioridad^{8,10}. Brevemente, las líneas 1 y 9 se seleccionaron primordialmente por porcentaje de postura desde la edad al primer huevo puesto hasta los 273 días de edad. Las líneas 3 y 8 se seleccionaron primordialmente por el número de huevos puestos por gallina enjaulada hasta los 273 días de edad. En adición, las cuatro líneas mencionadas anteriormente, se seleccionaron por fertilidad, incubabilidad, sobrevivencia, peso del huevo, gravedad específica del huevo, calada del albumen, presencia de manchas de sangre en el huevo, forma de la cáscara y bajo peso vivo. Las líneas 5 y 7 se antuvieron como líneas control (sin selección). Las líneas 5 y 3 se originaron de la división de una población de White Leghorns de cresta simple (SCWL) en 1950. La línea 1 se derivó de la línea 3 en 1971. La línea 7 se originó de la cruce de 4 líneas comerciales de SCWL en 1958. En 1969, la línea 7 se dividió y se originaron las líneas 8 y 9. Las líneas seleccionadas se desarrollaron usando un procedimiento de selección consistente que involucraba diferente énfasis en los datos individuales o familiares dependiendo del rasgo⁸. Ninguna línea se seleccionó por producción de semen.

Con respecto a las prácticas de manejo, los pollitos crecieron en corrales de piso pero a los 134 días de edad se pasaron a jaulas, dos por jaula (30 cm X 45 cm X 50

cm). Durante sus primeras 48 horas de vida se les proporcionó luz artificial todo el día (17 lux), la cual se redujo a 6 horas (1.6 lux) durante el período de crecimiento. A partir de los 116 días de edad, el período de luz se aumentó a 8 horas (11 lux). A todos los pollitos se les vacunó contra las enfermedades de Marek, Bronquitis infecciosa y Newcastle. Durante las fases de crecimiento y producción, los animales se alimentaron con dietas comerciales *ad libitum*.

Durante el período experimental, los gallos se mantuvieron en naves sin ventanas con luz (de 9 a 14 horas), temperatura controlada y en jaulas individuales. El número de gallos eyaculados a los 8, 16, 20 y 29 meses de edad fueron 1524, 520, 400 y 320, en forma respectiva. Los gallos de 8 meses se tomaron al azar de cada familia materna en cada línea mientras que los animales de 16 meses fueron los reproductores de las líneas seleccionadas, más dos gallos tomados al azar de cada familia paterna de estas últimas. A los 20 y 29 meses de edad sólo se utilizaron los gallos reproductores de cada línea. Los gallos se asignaron a varios grupos (bloques) y dentro de grupos se distribuyeron aleatoriamente en subgrupos de 5 a 8 gallos por línea. La distribución de subgrupos a las líneas y de machos a los subgrupos se hizo al azar.

Con anterioridad a la colección y evaluación de semen, los gallos tuvieron un período de adaptación a sus nuevas jaulas y ambiente. Durante ese período, los gallos se entrenaron eyaculándose de 3 a 6 veces. Después del período de adaptación los gallos se eyacularon en dos días consecutivos (orden de eyaculado, día 1 y 2) para normalizar sus reservas espermáticas y después de un día de descanso se eyacularon de nuevo para colectar y evaluar el semen. La colección de semen se llevó a cabo de acuerdo a la técnica de masaje abdominal⁵. Tres técnicos colectaron el semen en pequeños grupos de 16 a 24 gallos y el semen se llevó rápidamente al laboratorio localizado en el mismo edificio donde se pesó y evaluó.

El semen se colectó en tubos de ensayo

prepesados de 16 X 100 mm y se pesó en una balanza electrónica con una precisión de 0.001 g. El peso del semen se calculó luego como la diferencia entre el peso del tubo de ensayo con semen menos el correspondiente al tubo vacío. Después de agitar ligeramente el tubo de ensayo con semen, se tomó una muestra de éste en un tubo de hematocrito (85 μ l), se selló y centrifugó por tres minutos en una centrifugadora modelo MB (International Equipment Company, Needhan Hts, Mass., USA). El contenido espermático se midió usando el equipo de hematocrito y leyendo el resultado en un lector de hematocrito. Al producto del peso del semen por eyaculado (PS) por el contenido o paquete espermático (CE%) se le denominó peso del contenido espermático (PCE) por eyaculado.

El largo y ancho de la barbilla se midió en los gallos reproductores de las líneas control y seleccionadas cuando tenían 20 meses de edad, usando una regla flexible. El largo de la barbilla se midió de la base del pico a la base de la barbilla y el ancho se midió perpendicular al largo de la barbilla en su parte más amplia. A los 29 meses de edad los animales se sacrificaron (usando CO₂) para remover las barbillas y los testículos. Las barbillas y los testículos se pesaron con una precisión de 0.01 g. El área o tamaño de la barbilla se obtuvo multiplicando el largo de ésta por su ancho.

Los datos de muestras de semen que contenían sangre o heces y de animales enfermos (cresta palida y/o bajo peso vivo) se excluyeron de los análisis estadísticos. Antes del análisis los datos de PS se transformaron a logaritmos naturales; los datos de PCE se transformaron usando la función de raíz cuadrada y los de CE% con las funciones raíz cuadrada y arcoseno. El modelo estadístico de efectos fijos que describió dichos rasgos seminales fue,

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + E_j + S_k + BS_{ik} + b(W_{ijk} - W_{...}) + e_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} es la ijk -ésima observación; μ es la media general; B_i es el efecto del i -ésimo

bloque, E_j es el efecto del j -ésimo eyaculado; S_k es el efecto de la k -ésima línea; BS_{ik} es la interacción bloque por línea; b es la regresión parcial del peso vivo sobre PS, CE% o PCE; W_{ijk} es el peso vivo del ijk -ésimo gallo; $W_{...}$ es la media de peso vivo de los gallos; y e_{ijk} es el error aleatorio NID (0, σ^2).

El modelo estadístico para las medidas de la barbilla y peso de los testículos incluyó solamente los efectos de línea, peso vivo y el error aleatorio. Para examinar el efecto de la edad sobre los rasgos seminales, sólo se utilizaron los datos de los animales medidos a las edades de 8, 16, 20 y 29 meses. El número de gallos por línea fueron 23, 18 y 58 para las líneas 1, 3 y 5 y 66, 28 y 22 para las líneas 7, 8 y 9, en forma respectiva. En adición se compararon las líneas de regresión de los rasgos seminales sobre edad para las líneas control y sus respectivas líneas seleccionadas.²⁴

El modelo estadístico utilizado fue,

$$Y_{ij} = a + bX_{ij} + e_{ij}$$

donde: Y_{ij} denota la ij -ésima observación de cualquier rasgo seminal en la i -ésima línea; a y b denotan el intercepto y la pendiente de las líneas de regresión, en forma respectiva; X_{ij} es la edad de los gallos en la i -ésima línea; y e_{ij} es el error aleatorio NID (0, σ^2).

Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS²³

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la selección. La selección por alta producción de huevos y otros rasgos de interés económico a logrado incrementos promedios de dos huevos por generación⁸. Sin embargo, esta selección no afectó la producción de semen (Cuadros 1 y 2), ya que no se encontró diferencia en los rasgos seminales de las líneas 8 y 9 comparados con la línea control 7. Los gallos de la línea 1, por otro lado, produjeron más semen y espermatozoides que las líneas 3 y 5 y ésta última más que la línea 3. La falta de respuesta correlacionada, a la selección por número de huevos y porcentaje de postura

CUADRO 1. Medias mínimo cuadráticas para peso del semen por eyaculado (PS), contenido espermático (CE%) y peso del contenido espermático (PCE) por eyaculado, para las líneas 1, 3 y 5, medidos a los 8, 16, 20 y 29 meses de edad.

LINEA Y TIPO*	N	PS (mg)	CE% (%)	PCE (mg)
8 MESES				
1 S	544	374.3b	16.7b	65.6b
3 S	503	336.9a	14.9a	52.7a
5 C	253	350.7a	16.3b	60.2b
16 MESES				
1 S	157	375.5b	17.0b	64.6c
3 S	157	318.5a	14.6a	46.9a
5 C	128	359.4b	15.2ab	54.8b
20 MESES				
1 S	74	384.8b	14.7b	56.8b
3 S	73	339.1a	12.3a	37.8a
5 C	148	319.6a	13.0ab	42.1a
29 MESES				
1 S	65	382.6b	13.6b	52.1b
3 S	66	303.5a	12.3a	37.8a
5 C	126	314.4a	13.5b	43.1b
ERRORES				
ESTANDAR		.01-.04	.001-.006	.04-.20

* C= Línea control; S= Línea seleccionada.

a,b,c medias con distintas literales en una misma columna y edad son diferentes ($P < 0.05$).

encontrada en este estudio coincide con los resultados obtenidos por Frankham y Doornenbal⁹ en dos líneas de SCWL seleccionadas por alta producción de huevos y su correspondiente línea control. Los resultados aquí obtenidos también coinciden con los de Marks¹⁷, quien después de seleccionar e incrementar el CE% en las líneas por él seleccionadas no observó ninguna respuesta correlacionada en la producción de huevos.

Las medias mínimo cuadráticas para tamaño y peso de la barbilla se presentan en el Cuadro 3. Los gallos de la línea 3 tuvieron barbillas de mayor tamaño y peso que los gallos de las líneas 1 y 5, aunque sólo las

diferencias con la línea control fueron significativas ($P < 0.05$). Los gallos de la línea 8, por otro lado, tuvieron barbillas de mayor tamaño que los gallos de la línea 9, aunque los pesos fueron similares. Los gallos de las líneas 3 y 8 seleccionadas por número de huevos tuvieron barbillas más grandes que las líneas control 5 y 7 y que las líneas 1 y 9, éstas últimas seleccionadas por porcentaje de postura. La diferencia en el tamaño de la barbilla entre las líneas seleccionadas por producción de huevos y porcentaje de postura sugiere que la selección por esos dos rasgos afecta a dos mecanismos fisiológicos diferentes.

La similitud en el tamaño de los testículos

CUADRO 2. Medias mínimo cuadráticas para peso del semen por eyaculado (PS), contenido espermático (CE%) y peso del contenido espermático (PCE) por eyaculado, para las líneas 7, 8 y 9, medidos a los 8, 16, 20 y 29 meses de edad.

LINEA Y TIPO*	N	PS (mg)	CE%	PCE (mg)
8 MESES				
7 C	269	391.8a	15.4b	63.1b
8 S	580	405.0a	13.6a	57.6a
9 S	546	400.8a	14.0a	58.3a
16 MESES				
7 C	145	377.0a	15.0b	56.9b
8 S	178	364.7a	14.0a	50.7a
9 S	181	374.2b	14.0a	53.0b
20 MESES				
7 C	143	394.8a	11.8ab	47.7a
8 S	77	395.7a	11.3a	44.7a
9 S	71	413.5a	11.7ab	50.6a
29 MESES				
7 C	140	364.2b	14.4b	52.4b
8 S	73	355.8a	12.4a	43.8a
9 S	74	377.3b	14.5b	55.5b
ERRORES				
ESTANDAR		.01-.04	.001-.006	.04-.20

* C= Línea control; S= Línea seleccionada.

a,b,c medias con distintas literales en una misma columna y edad son diferentes ($P < 0.05$).

de la línea control 7 y seleccionadas 8 y 9 y los testículos más pequeños de los gallos de la línea 3 *versus* los de la línea control 5, (Cuadro 3) indica que el peso de los testículos y la producción de huevos pudieran no estar correlacionadas positivamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Jones y Lamoreux¹³, quienes no encontraron diferencias en el tamaño de los testículos medidos a las 12, 24 y 30 semanas de edad en machos de dos líneas de SCWL seleccionadas por alta y baja fertilidad pero que diferían en su producción de huevos. Los resultados de este estudio parecen contradecir a los obtenidos en mamíferos en donde la selección por tasa de ovulación o

tamaño de camada produce cambios en el peso de los testículos en la misma dirección que los rasgos de las hembras y viceversa^{1,4,7,11}. Sin embargo, la tasa de ovulación en los mamíferos y las aves pueden estar bajo diferentes mecanismos fisiológicos y genéticos, la ovulación en los mamíferos de parto múltiple es un proceso simultáneo (un número de huevos se liberan a la vez) mientras que la ovulación en las aves es un proceso secuencial (los óvulos son liberados normalmente uno a la vez).

Efecto de la Edad. Las figuras 1 y 2 indican que la producción de semen y espermatozoides tiende a declinar con la edad de los

CUADRO 3. Medias mínimo cuadráticas por línea e intervalo de errores estándar del tamaño de las barbillas y testículos.

No. y TIPO DE LINEA*	N**	BARBILLAS				PESO DE LOS TESTÍCULOS (g)
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	INDICE (cm ²)	PESO (g)	
1 S	40	7.3a	6.4a	47.7ab	22.4ab	23.0b
3 S	38	7.7ab	6.9b	53.4bc	25.9b	18.9a
5 C	76	7.7a	6.3a	47.1a	21.0a	21.8b
7 C	79	8.3c	7.2bc	60.9de	30.5c	28.8c
8 S	40	8.7c	7.4c	65.3e	31.2c	28.3c
9 S	38	8.2bc	7.0bc	58.3cd	29.8bc	29.2c
ERRORES ESTANDAR		.01-.02	.01-.02	1.6-2.5	1.1-1.5	.80-1.0

* C= Línea control; S= Línea seleccionada.

** N= Número de observaciones por línea.

a,b,c,d,e. Columnas con letras distintas son diferentes (P < 0.05).

animales, como lo indican los signos negativos de los coeficientes de regresión, no encontrándose diferencias en las pendientes, excepto para CE% de las líneas 7, 8 y 9. Lo que sugiere que el efecto de la edad fue similar en todas las líneas. Por lo tanto, es de esperar que sean necesarios más gallos cuando se intentan usar en la inseminación artificial por un largo período de reproducción.

Un efecto reductor en la producción de semen y espermatozoides con el avance de la edad ha sido encontrado en las aves domésticas por otros autores^{1,6,16,22,25,26}. Bask y Cecil⁴ observaron una disminución en el número de espermatozoides contenidos en los testículos y los tubos deferentes en pavos adultos (32 a 52 semanas de edad) y reportan una relación negativa entre éstos y la edad (-0.32 y -0.46).

Efecto del orden de Eyaculado. En general, la cantidad de semen por eyaculado disminuyó con la segunda eyaculación, siendo el CE% afectado en menor grado (Cuadro 4). La disminución en la producción total de espermatozoides se debió básicamente a

una reducción en el volumen o peso del semen ya que las medias del CE% para el primer y segundo eyaculado fueron similares (Cuadro 4). Ya ha sido observado con anterioridad que al incrementar la frecuencia de la colección de semen se reduce en primera instancia la cantidad de semen eyaculado y luego la concentración de espermatozoides^{2,3,15,18,19}

CONCLUSIONES

La selección por alta producción de huevos y otros rasgos de interés económico no afectó la producción de semen o tamaño de los testículos, ya que no se encontró diferencia en las medias de los rasgos seminales de las líneas de control y seleccionadas. Sin embargo, la selección por el número de huevos producidos por gallina enjaulada parece aumentar el tamaño de las barbillas. La edad de los gallos tiende a disminuir la producción de semen en la misma magnitud, en las líneas aquí examinadas. La cantidad de semen eyaculado, pero no la concentración de espermatozoides, disminuyó con el orden de eyaculado.

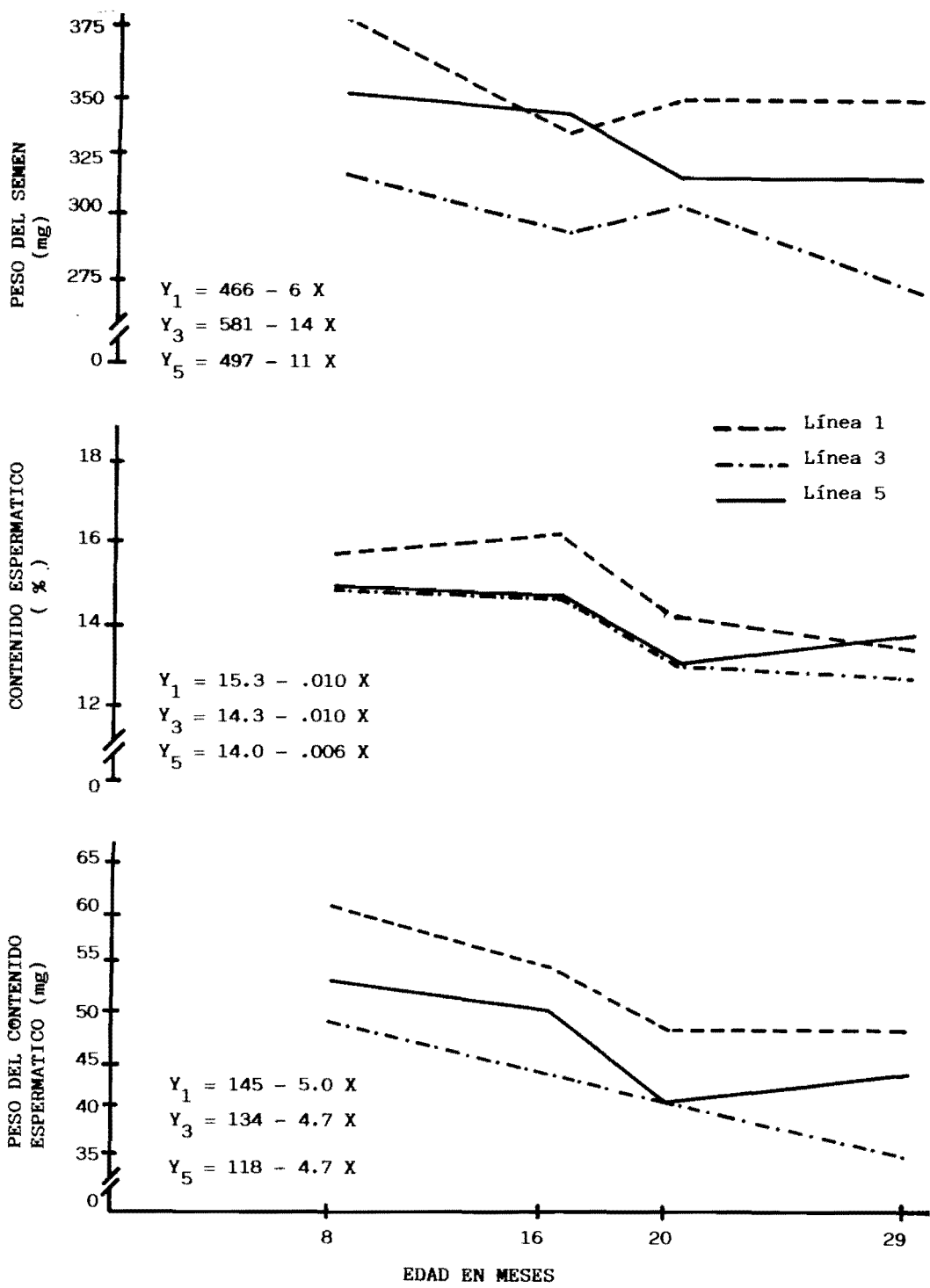


FIGURA 1. Efecto de la edad en el peso del semen, contenido espermático y peso del contenido espermático por eyaculado.

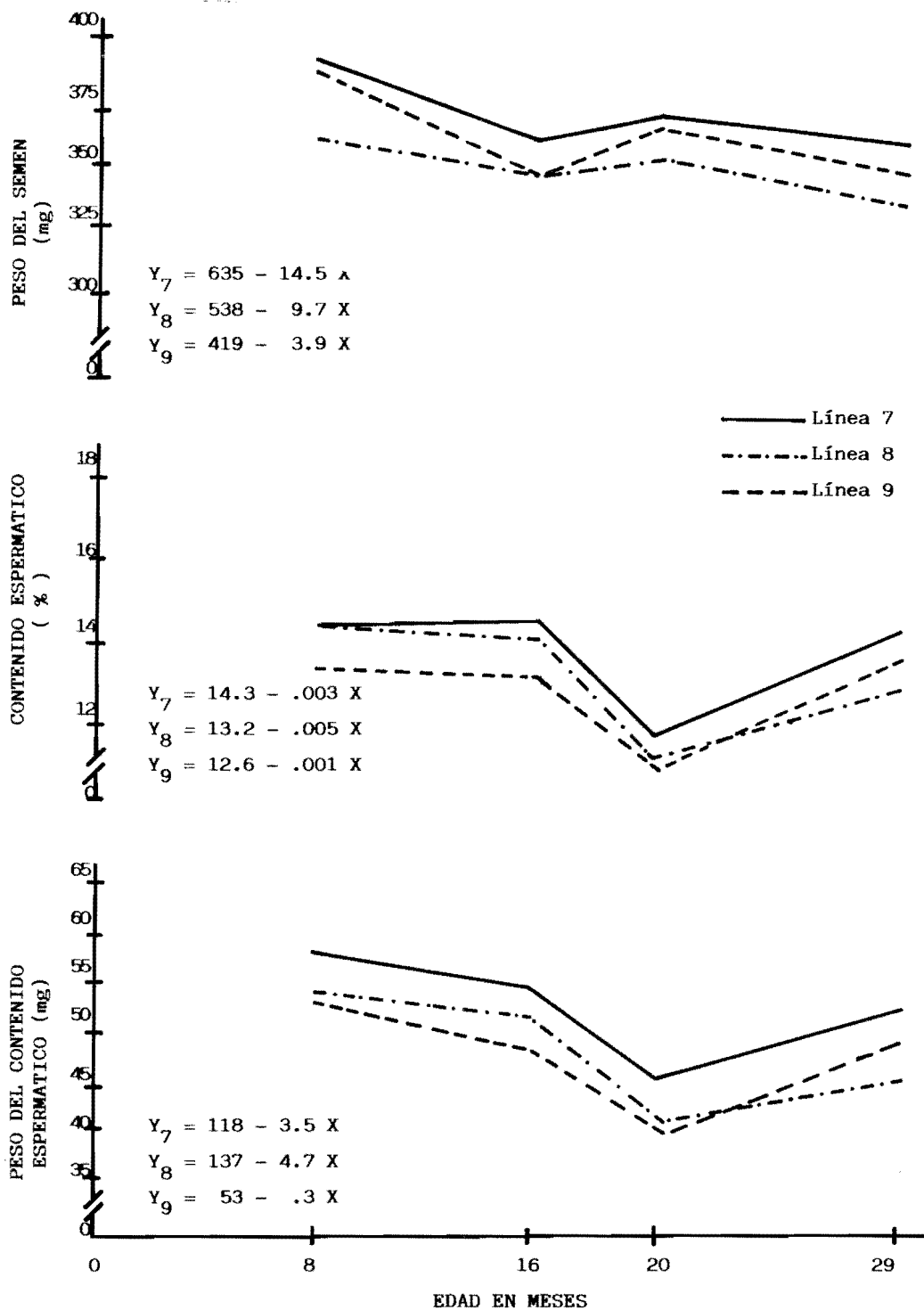


FIGURA 2. Efecto de la edad sobre peso del semen, contenido espermático y peso del contenido espermático por eyaculado.

CUADRO 4. Medias mínimo cuadráticas por orden de eyaculado e intervalo de errores estandar para peso del semen (PS), contenido espermático (PCE) por eyaculado en gallos Leghorn, medidos a los 8, 16, 20 y 29 meses de edad.

ORDEN DE EYACULADO	N	PS (mg)	CE% (%)	PCE (mg)
8 MESES				
1	1492	401.7b	15.5a	64.9b
2	1491	358.5a	15.0a	56.0a
16 MESES				
1	560	382.9b	15.1a	57.9b
2	537	356.2a	15.0a	53.6a
20 MESES				
1	292	385.2b	12.7a	49.7b
2	294	364.0a	12.4a	45.1a
29 MESES				
1	275	362.9b	13.7a	50.1b
2	269	336.3a	13.2a	44.8a

a,b medias con distintas literales en una misma columna y edad son diferentes ($P < 0.05$).

SUMMARY

Male reproductive and morphological traits were measured on two unselected control (strains 5 and 7), two strains selected for laying rate (strains 1 and 9) and two strains selected for number of eggs laid up to 273 days of age (strains 3 and 8). The strains 1, 3, 8 and 9 were selected also for egg weight, fertility, egg quality and now live weight. Semen weight, packed sperm volume and total sperm weight were measured at 8, 16, 20 and 29 months of age and wattle and testes weights at 20 and 29 months. Semen was collected in two consecutive days. Advancing age and ejaculate sequence tended to decrease semen production traits. The slopes of the regression lines for the selected and their respective unselected control strains were similar, except for packed sperm volume of the lines 7, 8 and 9. In general, the roosters of the strains selected for number of eggs produced less semen of poorer quality than their respective control strains and the strains selected for laying rate. Also there were no differences in the testes weights of the control and selected strains. It appear to be a difference in wattle size of the strains selected for hen-housed egg production (strains 3 and 8) and hen-day rate of egg production (strains 1 and 9).

LITERATURA CITADA

1. ANSAH, G.A., CROBER, D.C., BUCKLAND, R.B., SEFTON, A.E. and KENNEDY, B.W., 1980. Artificial insemination of individually caged broiler breeders. I. Reproductive performance of males in relation to age and strain of females. *Poultry Sci.* 59:428.
2. ANSAH, G.A., BUCKLAND, R.B., CHAN, C.W. and TOUCHBURN, S.P., 1984. Effects of frequency of semen collection and insemination, and number of spermatozoa inseminated on reproductive performance of turkeys. *Can. J. Anim. Sci.* 64:351.
3. BAKST, M.R. and CECIL, H.C., 1981. Changes in the characteristics of turkey ejaculated semen and ductus deferens semen with repeated ejaculations. *Reproduc. Nutr. Develop.* 64:351.
4. BAKST, M.R. and CECIL, H.C., 1984. Correlation of body weight and age testes weight, testicular sperm number and ductus deferentis sperm number in mature turkeys. *10th International Congress of Animal Reproduction and Artificial Insemination*, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA. II: 257.

5. BURROWS, W.H. and QUINN, J.P., 1937. The collection of spermatozoa from the domestic fowl. *Poultry Sci.* 16:19.
6. CLARK, C.E. and SARAHOON, K., 1967. Influence of ambient temperature on reproductive traits of male and female chickens. *Poultry Sci.* 46:1093.
7. EISEN, E.J. and JOHNSON, B.H., 1981. Correlated responses in male reproductive traits in mice selected for litter size and body weight. *Genetics.* 99:513.
8. FAIRFULL, R.W., GOWE, R.S. and EMSLEY, J.A.B., 1983. Diallel cross of six long-term selected Leghorn strains with emphasis on heterosis effects. *Br. Poultry Sci.* 24:133.
9. FRAKHAM, R. and DOORNENBAL, H., 1972. Semen characteristics of lines selected for increased part-reord egg production. *Poultry Sci.* 51:1468.
10. GOWE, R.S. and FAURFULL, R.W., 1980. Performance of six long term multi-trait selected Leghorn strains and three control strains, and a strain cross evaluation strains, and a strain cross evaluation of the selected strains. *1980 South Pacific Poultry Science Convention.* Auckland, New Zealand.
11. ISLAM, A.B.M.M., HILL, W.G. and LAND, R.B., 1976. Ovulation rate of lines of mice selected for testes weight. *Genet. Research.* 27:23.
12. JOAKIMSEN, O. and BECKER, R.L., 1977. Selection for litter size in mice. *Acta Agric. Scand.* 27: 307.
13. JONES, D.G. and LAMOREUX, W.F., 1942. Semen production of White Leghorn males from strains selected for high and low fecundity. *Poultry Sci.* 21:173.
14. LAND, R.B. and FALCONER, D.S., 1969. Genetic studies of ovulation rate in the mouse. *Genet. Research.* 13:25.
15. LORENZ, F.W., WILSON, N.E. and ASMUNDSON, V.S., 1955. Relation of frequency of collection to amount of semen obtained from turkeys males. *Poultry Sci.* 34:634.
16. MARINI, P.J. and GOODMAN, B.L., 1969. Semen characteristics as influenced by selection for divergent growth rate in chickens. *Poultry Sci.* 48: 859.
17. MARKS, H.L., 1981. Selection for egg mass in the domestic fowl. 2. Packed sperm volume, fertility and hatchability responses. *Poultry Sci.* 60:1482.
18. MCCARTNEY, M.G., CAMBERLIN, V.D., CARTER, R.D. and WYNE, J.W., 1958. Effect of semen collection on fertility, hatchability and spermatozoa concentration in the turkey. *Poultry Sci.* 37:363.
19. MCDANIEL, G.R. and SEXTON, T.J., 1977. Frequency of semen collection in relation to smen volume, sperm concentration and fertility in the chicken. *Poultry Sci.* 56: 1989.
20. NESTOR, K.E., 1976. Selection for increased semen yield in the turkey. *Poultry Sci.* 55:2363.
21. NESTOR, K.E., 1977. The influence of a genetic change in egg production, body weight, fertility or response to cold stress on semen yield in the turkeys. *Poultry Sci.* 56: 421.
22. RIVIERS, M. de, and WILLIAMS, J., 1981. Predicting the adult daily sperm output after the first ejaculate in cockerels raised under different photoschedules. *Reprod. Nutr. Develop.* 1(6B): 1113.
23. SAS INSTITUTE INC., 1982. SAS User's Guide: statistics, 1982 Edition. *SAS Institute Inc.* Cary, North Carolina USA.: 243.
24. SNEDECOR, G.W. and COCHRAN, W.G., 1967. Statistical Methods Sixth Edition. *The Iowa State University Press.* Ames Iowa, USA.: 528.
25. WAMBEKE, VAN F., MOERMANS, R. and GROOTE DE, G., 1981. A comparison of the reproductive and growth performances of offspring from broiler breeder males selected for early growth rate using artificial insemination and unselected males kept on deep litter. *Reprod. Nutr. Develop.* 21: 1059.
26. WHEELER, N.C. and ANDREWS, F.N., 1943. The influence of season on smen production in the domestic fowl. *Poultry Sci.* 22:361.
27. WILSON, H.R., PIESCO, N.P., MILLER, E.R. and NESBETH, W.G., 1979. Prediction of the fertility potential of broiler breeder males. *World's Poultry Sci. J.* 35:95.