

## Efectos del nivel de proteína de la dieta, sobre la condición corporal y la calidad reproductiva de reproductores pesados, criados en condiciones tropicales

J.A. Miguel<sup>1,\*</sup>, E. Acevedo<sup>\*\*</sup>, J. Ciria<sup>\*</sup>, B. Asenjo<sup>\*</sup> y J.L. Calvo<sup>\*</sup>

<sup>1</sup> autor para correspondencia: telf 975129404, email: jangel@agro.uva.es

\* Area de Producción Animal. E.U. Ingenierías Agrarias de Soria. Universidad de Valladolid Campus Universitario s/n 42004 Soria. España.

\*\* Universidad Nacional Experimental del Táchira. Avenida Universidad, San Cristóbal, Estado Táchira. Venezuela.

### Resumen

Se evalúa el efecto de diferentes niveles de proteína en la ración sobre la capacidad reproductora de machos en condiciones comerciales, en un ambiente de bosque húmedo tropical. Un total de 96 gallos Avian Farm fueron alimentados con piensos isocalóricos que contenían: 10, 12, 14, y 16% de proteína, desde la semana 20 hasta la 64 de edad y todos recibían la misma cantidad de alimento (130 g/día). El tratamiento de 16% de proteína sirvió como control. La condición corporal (peso corporal y excoriaciones plantares), calidad seminal (volumen, densidad, motilidad, espermatozoides totales y pH) y parámetros productivos de la incubación (porcentaje de fertilidad y nacimiento), fueron evaluados durante 10 períodos, cada uno de 28 días, desde las 28 a las 64 semanas de edad. No se observaron diferencias significativas en peso corporal entre tratamientos (4.584, 4.502, 4.547 y 4.733 kg para 10, 12, 14 y 16% de proteína, respectivamente) ni en la calidad seminal (volumen, densidad, motilidad, espermatozoides totales y pH). En excoriaciones plantares se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ), destacándose menor nivel de excoriaciones para el tratamiento de 10% y mayor para el de 16% de proteína (1,417 vs 1,621). Los parámetros productivos de la incubación presentaron diferencias estadísticas, el porcentaje de fertilidad ( $p < 0,05$ ) y porcentaje de nacimiento ( $p < 0,01$ ), entre los tratamientos, favorables al tratamiento de 16% de proteína pero similares al de 10% (95,61 vs 94,54) y (90,12 vs 88,53), respectivamente. Los presentes resultados nos permiten concluir que una reducción del nivel de la proteína en la dieta no afectó el peso vivo ni la calidad seminal, pero sí a los parámetros productivos de la incubación y a las excoriaciones plantares.

**Palabras clave:** machos, reproductores pesados, semen, fertilidad, proteína

### Summary

#### **Effects of the protein level of the diet, in corporal condition and reproductive capacity in heavy broilers breeder males, in tropical conditions**

An experiment was conducted to study the effects of different levels of protein in the diet over the reproductive capacity of heavy broiler breeder males, fed separately from the Females on tropical commercial conditions. Ninety six Avian Farm males were assigned to either 10, 12, 14 or 16% protein diet (isocaloric) from 20 to 64 weeks of age, and all groups received equal quantities of feed (130g/day). The 16 % protein diet served as control treatment. Corporal condition (body weight, and foot pad score), semen quality (volume, density, motility spermatozoa per ejaculated and pH), total eclosion (fertility and hatchability of egg) were evaluated during 10 periods, each one of 28 days. The results showed that protein treatment had no significant effects on body weight (4,584, 4,502, 4,547 y 4,733 for 10, 12, 14 and 16% protein) and semen quality (volume, density, motility, spermatozoa per

ejaculated and pH). Foot pad score showed significant ( $p < 0.01$ ) differences among treatments. Foot pad score was lower for the treatment of 10% and greater for the 16% of protein (1.417 and 1.621). Total eclosion presented difference statistics, fertility ( $p < 0.05$ ) and hatchability ( $p < 0.01$ ), between the treatments, favorable to treatment of 16% of protein but similar to that of 10% (95.61 vs 94.54) and (90.12 vs 88.53), respectively. Results from this broiler breeder study indicated that males can be fed 10% of dietary protein on a restricted basis with no adverse effects on body weight and semen quality, but it affects highly the total eclosion and food pad score.

**Key words:** males, heavy breeder, semen, fertility, protein.

### Introducción

La avicultura venezolana es una de las grandes industrias generadoras de productos de fácil acceso al consumidor, sin embargo, para que ese acceso continúe con la misma tendencia se hace necesario producir mayores volúmenes y en forma más eficiente. El estudio del manejo reproductivo y los factores que inciden directamente sobre la fertilidad del gallo reproductor pesado, pueden contribuir a mejorar la productividad de las aves reproductoras. Cabe señalar que, aunque existen gran cantidad de estudios sobre el comportamiento reproductivo de las aves (machos) y los factores que directa o indirectamente afectan la fertilidad de los gallos reproductores pesados, la mayor parte de ellos han sido realizados con animales seleccionados y criados en climas templados, siendo pocos los estudios realizados con estos animales en condiciones tropicales. Por lo tanto, consideramos que el estudio de los factores que influyen en la fertilidad de los machos reproductores bajo esas condiciones tropicales de explotación, puede contribuir a la mejora de la producción y la productividad de la industria avícola.

Son numerosas las referencias sobre los factores que afectan directa e indirectamente la acción reproductiva de *Gallus domesticus*, de hecho, factores externos como la fotoestimulación, la nutrición, las interacciones sociales y factores internos como la edad, el peso corporal, el tipo genético, los hormonales y el

metabolismo afectan al comportamiento reproductivo, aun cuando, los factores relacionados con el manejo general y sus interrelaciones con el ambiente constituyen la base fundamental de las variaciones totales.

Varios trabajos (Wilson et al., 1979; Sexton, 1983; Sauveur, 1988 y Moya, 1991) han contribuido a la recopilación de información sobre los factores que afectan la capacidad reproductiva del gallo. Otros estudios sobre sistemas de alimentación y nivel de proteína (McDaniel, 1989; Wilson et al., 1987a; Fontana et al., 1990b y Hocking, 1989) y sobre características espermáticas (Brillard y McDaniel, 1985), luminosidad y ambiente (Ingkasuwan y Ogasawara, 1966; Clark y Sarakoon, 1967; Siegel et al., 1969 y Edens, 1983), demuestran que existen variaciones en el comportamiento reproductivo de esta especie, en lo que respecta al manejo general de las líneas, manejo de los sistemas de alimentación y medio ambiente. También se ha observado (Crawford, 1990) que las aves introducidas desde Europa o Norte América a países Tropicales son menos tolerantes a las condiciones ambientales y climáticas que aquellas de origen indígena.

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de diferentes niveles de proteína en la ración, sobre la condición corporal y la capacidad reproductiva de machos reproductores pesados, alimentados independientemente de las hembras, bajo explotación comercial en condiciones tropicales.

### Materiales y Métodos

#### Material animal y manejo

Un total de 12.000 hembras y 1.500 machos reproductores pesados de la línea Avian Farm fueron criados, siguiendo las instrucciones de la guía de manejo y equipamiento para reproductores hembra y macho recomendada por Avian Farm Internacional (1985), en la granja de reproducción denominada "La Bonita", situada geográficamente a 71° 48' 58" de longitud oeste y 8° 28' 22" de latitud norte, clasificada como Bosque Húmedo Tropical con temperaturas promedio de 27,10°C y 57,60% de humedad relativa, a 410 metros sobre el nivel del mar, con precipitación promedio anual de 174,90 mm y localizada a 700 kilómetros de Caracas. Al llegar las aves fueron acondicionadas en dos naves comerciales de 100 metros de largo por 12 de ancho, subdividido en ocho apartados internos de 12x12 metros, provista de 3/4 de perchas, donde se alojaron 600 hembras y 60 machos por división. Cada parque fue dotado de comederos automáticos con rejilla para hembras y de comederos normales manuales para machos. La iluminación artificial se inició con 14 horas de luz a la edad de 20 semanas, aumentando hasta las 20 horas diarias a la edad de 56 semanas.

A la edad de 24 semanas se eligieron al azar 96 machos (6 por división) a los que se les determinó el peso corporal y se identificaron, procediéndose a asignar 6 machos a cada una de las 4 repeticiones de los 4 tratamientos. Inmediatamente se realizó el sorteo de las dietas proteicas que contenían 10, 12, 14 y 16% de proteína, respectivamente, y 2.769 kcal de EM/kg (tabla 1). La dieta con el 16% de proteína fue designada como dieta control. El consumo de alimento por gallo fue restringido en todos los tratamientos a la cantidad de 130 g/animal/día.

#### Controles

Previo al inicio de las evaluaciones, cada gallo identificado fue desplumado en su parte cloacal al objeto de obtener las muestras de semen en la forma más limpia posible; seguidamente se determinó su peso corporal. A continuación fue estimado, mediante observación visual, el estado de excoriación presente en los tarsos, clasificándolas de acuerdo al grado de destrucción del tejido conjuntivo del cojinete plantar en normal (1), ligera (2) y severa (3).

La recolección del semen, con una frecuencia de 48 h (según algunos investigadores como McDaniel y Sexton (1977) y Hernández et al. (2005), es como se obtiene el semen de mejor calidad), se realizó mediante el método de masaje abdominal de gallos identificados y previamente entrenados (Francesch, 1994), obtenido el semen en tubos de centrifuga, midiendo inmediatamente su volumen en ml y su densidad en tres tonalidades: blanco lechoso (3), blanco intermedio (2) y blanco claro (1). El pH fue medido con ayuda de un pHmetro portátil Crison 507, usando solución de calibración de pH 4,00 y 7,02. La motilidad se determinó a partir de una gota de semen colocada en un portaobjetos y observada al microscopio, determinando el tipo de movimiento del espermatozoide. La técnica a seguir para evaluar la motilidad se basa en determinar el tipo de movimiento del espermatozoide en el eyaculado, según una clasificación de 0 a 5 que comprende: 0=Espermatozoides inmóviles. 1=Espermatozoides con movimientos lentos sin desplazamientos. 2=Espermatozoides con movimientos más vigorosos y casi ninguna o poca progresión. 3=Espermatozoides con movimientos y desplazamientos lentos. 4=Espermatozoides con progresiones rápidas. 5=Espermatozoides con movimientos progresivos muy rápidos (forma de tirabuzón).

Tabla 1. Composición y valor nutritivo de las raciones experimentales  
Table 1. Composition and nutritive value of the experimental rations

Ingredientes	Contenido en proteína (%)			
	16	14	12	10
Sorgo (g/kg)	602,0	625,0	643,0	659,0
Soja 48,5% (g/kg)	158,0	100,0	44,0	10,0
Salvado de trigo (g/kg)	196,0	230,0	268,0	283,0
Pronaquin 9/22,5 (g/kg)	19,0	19,0	19,0	19,0
Fosfato (g/kg)	7,0	7,0	7,0	7,0
Carbonato Cálcico (g/kg)	11,0	11,0	11,0	11,0
Sal (g/kg)	3,0	3,6	3,5	3,7
DL Metionina (g/kg)	1,0	1,4	1,5	1,7
L Lisina HCL (g/kg)	-	-	-	2,6
Premezcla Vitamínica <sup>(1)</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5
Premezcla Mineral <sup>(1)</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5
Análisis químico				
E. Metabolizable (kcal/kg)	2770	2770	2770	2770
Arginina (g/kg)	5,3	5,3	5,6	5,6
Lisina (g/kg)	5,4	5,6	5,4	5,6
Metionina (g/kg)	3,2	3,2	3,1	3,1
Metionina+Cistina (g/kg)	5,0	5,3	4,8	4,6
Calcio (g/kg)	10,3	10,2	10,1	10,1
Fósforo (g/kg)	4,2	4,2	4,2	4,2
Fibra Bruta (g/kg)	36,6	38,0	39,3	39,7
Sodio (g/kg)	2,0	2,2	2,0	2,1

(1) Composición de la premezcla vitamínica y mineral por kg de ración: vitamina A, 37 mg; vitamina D mg; riboflavina, 20 mg; colina, 500 mg; niacina, 35 mg; vitamina B12, 20 mg; manganeso, 625 mg; zinc, 100 mg; hierro, 250 mg; cobre, 43,8 mg; cobalto, 0,55 mg; sulfato potásico, 18,8 mg y sodio, 0,7 mg.

La concentración se determinó mediante el recuento de los espermatozoides en la cámara de Neubauer, previa dilución de 1/1.000 en un matraz aforado de 50 ml con cloruro de sodio al 3%. El recuento de espermatozoides en la cámara de Neubauer se realizó por duplicado para obtener el promedio de las dos lecturas, obteniéndose de esta manera el número de espermatozoides por ml (Brillard y McDaniel, 1985). Los espermatozoides totales por eyaculado se determinaron mediante la multiplicación del volumen del eyaculado por la concentración determinada x 1.000.

Para evaluar la fertilidad, los huevos eran conservados en refrigeración a 18°C y 70% de humedad, y sin incubación previa, fueron observados con una fuente de luz intensa, para detectar si eran fértiles o infértiles. Finalmente se seleccionaron 720 huevos por cada tratamiento, los cuales fueron mantenidos en las mismas condiciones de temperatura y humedad antes señaladas durante dos días, para ser enviados a la planta de incubación. Al finalizar el período de eclosión, se determinó el porcentaje total de nacimientos sobre la base del total de huevos colocados por tratamiento.

El diseño utilizado fue el completamente aleatorio con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y seis observaciones por repetición (Steel y Torrie, 1980).

#### Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante modelo lineal general de análisis de varianza del programa informático SPSS 10.0 para Windows (1999). Se aceptó un nivel de significación de  $p < 0,05$  y  $p < 0,01$  y se utilizó el método de Scheffé para comparar medias.

#### Resultados y Discusión

##### Condición corporal

En la tabla 2 se presenta el peso corporal de machos reproductores pesados, en función de los niveles de proteína en la ración.

Los promedios sobre el peso corporal no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos que consumieron la ración control (16%) y aquellos alimentados con 10, 12 y 14% de proteína, destacándose el menor peso corporal para los gallos alimentados con 12% de proteína, lo cual concuerda con lo descrito por Wilson et al. (1987a), mientras que otros autores (Brown y McCartney, 1983) encontraron pérdidas de peso corporal cuando sometieron gallos a una dieta de 17% de proteína, con un consumo de 131 g de alimento y 390 kcal/día, lo cual discrepa con los presentes resultados.

Sin embargo, estos resultados concuerdan con otras investigaciones (Wilson et al., 1987b) en las que trabajando con niveles de 9, 12 y 15% de proteína y 2819 Kcal/kg de energía metabolizable y consumo de 120 g/día, encuentran un efecto lineal sobre el peso corporal, aunque estas diferencias no fueron significativas (Wilson et al., 1987a). En la misma línea de estos resultados se

Tabla 2. Medias  $\pm$  SEM del efecto de la utilización de diferentes niveles de proteína sobre la condición corporal, la calidad del semen, la fertilidad y el porcentaje de nacimientos en reproductores pesados  
Table 2. Means  $\pm$  SEM effect of different protein levels on body condition, semen quality, fertility and hatchability from heavy breeder males

Condición corporal	Peso vivo (g)	Nivel de proteína (%)				
		10	12	14	16	
Condición corporal	Excoriaciones plantares (1-3)	4584 $\pm$ 421	4502 $\pm$ 364	4547 $\pm$ 260	4733 $\pm$ 381	n.s.
		1,42 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup>	1,53 $\pm$ 0,65 <sup>b</sup>	1,54 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup>	1,62 $\pm$ 0,73 <sup>b</sup>	**
Calidad del semen	Volumen (ml)	0,17 $\pm$ 0,09	0,17 $\pm$ 0,09	0,18 $\pm$ 0,12	0,16 $\pm$ 0,09	n.s.
	Densidad (1-3)	1,90 $\pm$ 0,92	2,15 $\pm$ 0,88	2,14 $\pm$ 0,49	2,09 $\pm$ 0,92	n.s.
	Motilidad (1-5)	3,88 $\pm$ 0,91	3,80 $\pm$ 0,92	3,77 $\pm$ 0,95	3,69 $\pm$ 0,95	n.s.
	Espermatozoides totales ( $\times 10^9$ )	4,16 $\pm$ 3,42	3,56 $\pm$ 2,70	3,65 $\pm$ 2,97	3,72 $\pm$ 3,29	n.s.
	pH (1-14)	7,26 $\pm$ 0,51	7,22 $\pm$ 0,49	7,15 $\pm$ 0,54	7,15 $\pm$ 0,48	n.s.
Parámetros de la incubación	Porcentaje de fertilidad (%)	94,54 $\pm$ 2,13 <sup>ab</sup>	94,06 $\pm$ 2,35 <sup>b</sup>	94,99 $\pm$ 2,10 <sup>ab</sup>	95,61 $\pm$ 2,23 <sup>a</sup>	*
	Porcentaje de nacimientos (%)	88,53 $\pm$ 3,45 <sup>ab</sup>	87,79 $\pm$ 3,49 <sup>b</sup>	89,22 $\pm$ 2,97 <sup>ab</sup>	90,12 $\pm$ 3,20 <sup>a</sup>	*

n.s.: diferencias no significativas, \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ )

encuentran otros (Fontana et al., 1990a) en que trabajando con niveles de proteína de 12 y 14% no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

De la misma manera, se presentan en la tabla 2 los valores correspondientes a las excoriaciones plantares, donde se obtienen diferencias altamente significativas para la variable en estudio, destacándose mayor nivel de excoriación para el tratamiento con 16% de proteína y menor para el menor nivel de proteína, en consecuencia, se puede concluir que independientemente del nivel de proteína se observa cierta tendencia al aumento del grado de excoriación asociado con el consumo proteico y aunque no se encontraron diferencias en el peso corporal. Se ha apuntado por otros autores (McDaniel, 1989) que la baja en la fertilidad y el nacimiento de los pollitos es producto de la baja eficiencia y frecuencia de cruzamiento de los gallos, como consecuencia de un aumento desmesurado en su peso corporal. Igualmente, debido al exceso de peso corporal que originan las excoriaciones plantares, estas dificultan la copulación.

#### Calidad del semen

El análisis de los resultados, en forma general, para la calidad del semen se realizó sobre la base de 804 eyaculados, y en la tabla 2 se presenta el valor medio y la desviación estándar de las medias totales para las variables en estudio (volumen, densidad, motilidad, espermatozoides totales y pH).

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las variables relacionadas con la calidad del semen estudiado. Estos resultados concuerdan con los previamente citados en donde los machos fueron alimentados con dietas de baja proteína en la etapa de cría y producción sin afectar significativamente los parámetros estu-

diados (Arscott y Parker, 1963; Jones et al., 1967 y Wilson et al., 1987a). Similares resultados fueron obtenidos en otros trabajos (Hocking, 1989) con niveles desde 8 a 40% de proteína, no observando evidencias de interacción entre la edad y el tratamiento en el volumen y la concentración del semen eyaculado. De la misma manera Fontana et al. (1990a), utilizando niveles de 12 y 14% de proteína en la dieta, observan que estos niveles proteicos tienen un mínimo efecto sobre los parámetros de calidad del semen.

En otro trabajo McDaniel (1986) estudió el efecto del nivel de proteína en la dieta sobre la producción de semen de machos reproductores en un período de edad de 48 a 53 semanas, encontrando que el nivel del 18% de proteína reduce el volumen de semen a 0,34 ml, mientras que con un nivel proteico del 12% la producción fue de 0,55 ml por eyaculado. No obstante, la concentración espermática demuestra mayores valores para el nivel más bajo de proteína (4,79 millones/ml) y 5,63 para el nivel más alto, como también ocurre para el parámetro espermatozoides por eyaculado, con valores de 2,43 y 3,34 millones, respectivamente.

#### Fertilidad y nacimientos

Según se recoge en la tabla 2, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en función del nivel de proteína, señalándose un mayor porcentaje de fertilidad para el nivel de 16% de proteína. Estos resultados concuerdan con los señalados por otros autores (Brown y McCartney, 1983), utilizando reproductores pesados y un nivel del 17% de proteína.

Similares resultados han sido descritos en otras publicaciones (Wilson et al., 1965), trabajando con machos White Leghorn y en condiciones de monta natural. Estos autores no encontraron diferencias significativas en el volumen del semen, ni en el nacimiento

de huevos fértiles al utilizar cuatro niveles de proteína (16; 9; 6,7 y 4,5%) durante cría y recría y 17% durante el periodo de producción, aún cuando, se nota un retraso en el tiempo para lograr la madurez sexual en los niveles más bajos de proteína. Sin embargo, la fertilidad fue mayor en los niveles intermedios de proteína.

En un trabajo con machos Ross (Attia et al., 1993), se evaluaron en condiciones de piso y monta natural con consumos de 17,5 g de proteína y 340 kcal de energía por macho y día, encontrando un 91,1% de fertilidad, inferior al observado en el presente estudio.

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio sobre el porcentaje de nacimientos, siendo más favorables para el mayor nivel proteico, y aunque no es diferente del nivel bajo de proteína estudiado, sí lo es del nivel del 12%. Los presentes resultados discrepan de los señalados por otros autores (Brown y McCartney, 1983) que encuentran porcentajes de nacimiento de 82,4% para reproductoras pesadas, siendo estos porcentajes superiores en este estudio, y también mayores a los observados en otros trabajos con reproductores ligeros (Arscott y Parker, 1963).

A la vista de los resultados obtenidos, observamos que una reducción del nivel de la proteína en la dieta utilizada para la alimentación de reproductores pesados, en las condiciones descritas y criados en clima tropical, no afectaron el peso vivo ni la calidad seminal, pero sí al porcentaje de fertilidad y de nacimientos y también a las excoriaciones plantares.

#### Referencias bibliográficas

Arscott GM y Parker JE, 1963. Dietary protein and fertility of male chickens. *J. Nutrition* 80: 311-314.

Attia YA, Yamani KA y Burke WH, 1993. Daily energy allotment and reproductive performance of broiler breeder males. *Poultry Science* 72: 42-50.

Avian Farms, International LTD, 1985. Guía de Manejo para Reproductores Hembra y Macho. Connecticut. U.S.A.

Brillard JP y McDaniel GR, 1985. The reliability and efficiency of various methods for estimating spermatozoa concentration. *Poultry Science* 64: 155-158.

Brown HB y McCartney GR, 1983. Effects of dietary restriction on reproductive performance of broiler breeder males. *Poultry Science* 62: 1885-1888.

Clark CE y Sarakoon K, 1967. Influence of ambient temperature on reproductive traits of male and female chickens. *Poultry Science* 46:1093-1098.

Crawford RD, 1990. Poultry Breeding and Genetics. En: Quantitative Genetics and Selection. Genetics of Growth and Meat Production in Chickens, pp.599-644. Elsevier, New York.

Edens FW, 1983. Effect of environmental stressors on male reproduction. *Poultry Science* 62:1676-1689

Fontana EA, Weave WD y Van Krey HP, 1990a. Reproductive performance of broiler breeders fed separately and together in small pens. *Poultry Science* 69:166 (abstract).

Fontana EA, Weaver WD y Van Krey HP, 1990b. Effects of various feeding regimens on reproduction in broiler breeder males. *Poultry Science* 69:209-216.

Francesch A, 1994. Inseminación Artificial en gallinas. *Arte Avícola*, 5-7.

Hernández PJE, Fernández RF y Rodríguez SJL, 2005. Obtención y congelación de semen de gallo doméstico usando un diluyente con glutamato sódico. *Revisión Salud Animal* 27: 124-128.

Hocking PM, 1989. Effect of dietary crude protein concentration on semen yield and quality in male broiler breeder fowls. *British Poultry Science* 30: 935-945.



- Ingkasuwan P y Ogasawara FX, 1966. The effect of light and temperature and their interaction on the semen production of White Leghorn males. *Poultry Science* 45: 1199-1206.
- Jones JD, Wilson HR, Harms RH, Simpson CF y Waldroup PW, 1967. Reproductive performance in male chickens fed protein deficient diets during the growing period. *Poultry Science* 46: 1569-1577.
- McDaniel GR y Sexton TJ, 1977. Frequency of semen collection in relation to semen volume, sperm concentration and fertility in the chicken. *Poultry Science* 56: 1989-1993.
- McDaniel GR, 1986. Eliminando la gordura de sus machos reproductores. *Industria Avícola* 22-28.
- McDaniel GR, 1989. Sex separate feeding of broiler parent stock. 7<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition. Girona. España.
- Moya A, 1991. Inseminación artificial en gallinas. Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal. Ministerio de la Agricultura de Cuba. 1991: 3-65.
- Sauveur B, 1988. Reproduction des volailles et production d'oeufs. INRA. Paris. pp 141-208.
- Sexton TJ, 1983. Maximizing the utilization of the male breeder: A review. *Poultry Science* 62: 1700-1710.
- Siegel HS, Siegel PB y Beane WL, 1969. Semen characteristics and fertility of meat-type chickens given increasing daily photoperiods: *Poultry Science* 48: 1009-1013.
- SPSS base 10.0 for windows user's guide 1999. SPSS Inc., Chicago IL.
- Steel RDG y Torrie JH, 1980. Principle and Procedures of Statistic. Second Edition. Mc Graw Hill Book Company. New York.
- Wilson HR, Piesco NP, Miller ER y Nesbeth WG, 1979. Prediction of the fertility potential of the broiler breeder males. *World's Poultry Science Journal* 35: 82-95.
- Wilson JL, McDaniel GR y Sutton CD, 1987a. Dietary protein levels for broiler breeder males. *Poultry Science* 66: 237-242.
- Wilson JL, McDaniel GR, Sutton CD y Render JA, 1987b. Semen y carcass evaluation of broiler breeder males Fed low protein diets. *Poultry Science* 66: 1535-1540.
- Wilson MR, Waldroup PW, Jones JE, Duerre DF y Harms RN, 1965. Protein levels in growing diets and reproductive performance of cockerels. *Journal Nutrition* 85: 29-37.

(Aceptado para publicación el 26 de diciembre de 2008)