

**DESARROLLO EMBRIONARIO Y POSEMBRIONARIO EN LINEAS
WHITE LEGHORN SELECCIONADAS PARA ECLOSION
LENTA Y RAPIDA ¹**

CARLOS G. VÁSQUEZ PELÁEZ ²
B.B. BOHREN ³

Resumen

El presente estudio se realizó utilizando líneas de aves de la raza White Leghorn seleccionadas para eclosión, lenta y rápida, después de 11 generaciones esta diferencia es de 48 hs como resultado de la selección. El desarrollo embrionario se midió en peso y longitud del embrión durante los primeros 14 días de incubación, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre todas las líneas mostrando que los embriones de la línea seleccionada a precocidad desarrollaron más rápidamente que los embriones seleccionados a lenta eclosión. El crecimiento posembriionario fue estudiado con base en peso corporal y ganancia de peso desde la eclosión hasta la sexta semana de edad, y se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre líneas en el mismo orden que en el crecimiento embrionario.

Muchos estudios mencionan factores que afectan el tiempo de incubación, tal es el caso de tamaño del huevo, presión de oxígeno, temperatura de incubación, humedad, altitud, etc. Una completa revisión sobre este tema fue realizada por Bohren, Crittenden y King (1961), por lo que no se discutirá en este texto. Los mismos autores hablan de correlaciones fenotípicas entre tiempo de incubación y otras características tales como peso del huevo, tiempo de preincubación y eclosión, pudiendo deberse al medio ambiente o efectos genéticos comunes. Hays (1941), no encontró relación alguna entre tiempo de incubación y peso corporal en aves de postura a seis meses o al final del primer período de postura en líneas Rhode Island Red. Riedel (1950), muestra una correlación consistente entre

el tiempo de incubación y el promedio de peso de los pollitos; sin embargo, no muestra análisis estadístico ni tampoco toma en consideración el tamaño del huevo de donde provienen éstos.

Williams, Godfrey y Thompson (1951), utilizando una línea de New Hampshire no encontraron relación entre precocidad al nacer y ganancias.

Smith y Howes (1949), fueron los primeros en demostrar la heredabilidad del tiempo de incubación seleccionada en diferentes estirpes, esto fue confirmado por Crittenden y Bohren en 1961, utilizando líneas White Leghorn.

Smith y Bohren (1974), seleccionaron por 11 generaciones dos líneas White Leghorn que difieren en 48 hs en el tiempo requerido de incubación, no encontrando diferencias entre ellas en el peso del huevo o por ciento de eclosión a 22 días, que pueden ser consideradas como respuestas correlacionadas a la selección para tiempo de eclosión.

El desarrollo embrionario ha sido estudiado por varios autores, tal es el caso de Byerly (1930), no encontrando diferencias en el tamaño del embrión a la misma

Recibido para su publicación el 7 de marzo de 1978.

¹ Trabajo presentado como prerrequisito para obtener el grado de Maestría en Ciencias.

² Departamento de Genética Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, km 15.5 Carretera México-Toluca, México 10, D.F.

³ Department of Animal Science, Poultry Bld., Purdue University, west Lafayette IND 47906.

edad en los diferentes grupos estudiados. McNally y Byerly (1936), encuentran diferencias a edades muy tempranas, pudiendo ser explicadas con base en el peso del huevo. McNary, Bell y Moore (1960), estudiaron el desarrollo embrionario en base al número de somitas presentes a 38 hs de edad, así como peso embrionario a siete y 14 días de desarrollo, mostrando diferencias entre las tres mediciones entre los grupos estudiados, observando también que las líneas pesadas presentan embriones más grandes que la línea ligera.

Material y métodos

Se realizaron dos experimentos, los cuales se explican a continuación:

I. Desarrollo embrionario

Se obtuvieron 210 huevos de cada una de las tres líneas White Leghorn que difieren en tiempo de incubación descritas por Smith y Bohren (1974), línea precoz (LP), línea lenta (LL) y línea control (LC).

Los huevos fueron colectados dos veces al día a la misma hora y fueron alojados en un cuarto frío a una temperatura constante de 12.8°C hasta ser acomodados al azar en la incubadora.

En cada uno de los primeros 14 días de incubación una muestra de 15 huevos de cada línea fue tomada al azar siempre a la misma hora 9.00 a.m. Los huevos fueron transportados de las incubadoras al laboratorio a 15 km de distancia, donde se realizaron las mediciones. Estas fueron obtenidas en forma rotacional y siempre siguiendo el mismo orden (LP, LL y LC).

Los huevos fueron pesados hasta las décimas de gramo, usando una balanza Mettler, modelo P1210. Dado que los embriones eran muy pequeños al primero y segundo día, la evaluación se realizó por medio del conteo de somitas siguiendo el método descrito por Sadler, Wilgus y Buss (1954). A partir del tercero y hasta el 14° día los embriones fueron separados de las membranas embrionarias siguiendo la técnica descrita por McNary, Bell y Moore

(1960). Una vez realizado esto los embriones fueron pesados en una balanza analítica (Mettler, modelo B5) y medidos en su longitud con una regla graduada en milímetros.

CUADRO 1

Promedios generales para peso y longitud del embrión en las tres líneas que difieren en tiempo de eclosión

Línea	Características	
	Peso (g)	Longitud (mm)
Precoz	(155) ¹ 2.59 ^a	(167) 32.24 ^a
Control	(166) 2.34 ^b	(173) 32.48 ^a
Lenta	(171) 2.09 ^c	(182) 30.41 ^b
Media	2.34	31.71

¹ Número de observaciones entre paréntesis.

^{a, b, c} Valores con literal distinta son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$) o ($P < 0.01$).

II. Crecimiento posembionario

Una muestra de 150 huevos de cada una de las líneas (LP, LL y LC) fueron recolectadas e incubadas en la forma descrita en el experimento 1.

La incubación comenzó el 9 de agosto de 1976 y la eclosión cubrió un período desde el 27 de agosto hasta el 2 de septiembre del mismo año. Esto significa que el período de incubación fue de 18 a 24 días, en las tres líneas.

En el 16° día de incubación los huevos fueron colocados en charolas de nacimiento, una para cada línea, con el fin de no confundir los pollos al momento de nacer, colocándolas nuevamente al azar dentro de la incubadora. Del 18° al 24° día de incubación, la incubadora fue abierta a las 3.00 p.m. cada día y todos los pollitos nacidos de cada línea fueron sacados para identificación y peso en una balanza Toledo,

modelo 4021, aproximando hasta la mitad de un gramo.

Los pollitos fueron alojados en 30 jaulas de crecimiento, diez por cada línea, con 13 animales en promedio en cada jaula.

El medio ambiente incluyendo alimentación, iluminación, temperatura, humedad y manejo, fue mantenido lo más constante posible durante todo el período que duró el experimento. Cuando todos los animales posibles de nacer habían nacido se tomó un peso adicional por cada animal con el fin de obtener una edad cronológica constante al 25º día después de haber empezado la incubación (septiembre 3), posteriormente se pesaron los animales a la 3ª y 6ª semana de edad aproximando hasta el gramo.

Todos aquellos animales que murieron antes de la sexta semana de edad fueron identificados y sacados de los registros.

Análisis estadístico

Dado que las observaciones obtenidas para el crecimiento embrionario fueron diferentes en número de embriones por día de incubación en cada línea y asimismo diferente número de pollitos nacidos y diferente número de hembras y machos en cada línea en el desarrollo posembriionario, un análisis de varianza de mínimos cuadrados ponderados fue utilizado para el análisis.

Los efectos de la variación para peso o largo del embrión se atribuyó al modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + D_j + LD_{ij} + \xi(ij)_k$$

Donde:

Y_{ijk} es el peso o largo del embrión en la i -ésima línea el j -ésimo día y k -ésimo huevo. μ es la media poblacional, L_i es el efecto de la i -ésima línea, D_j es el efecto de la j -ésimo día, LD_{ij} es el efecto de la interacción de la i -ésima línea y el j -ésimo día; y $\xi(ij)_k$ es el error aleatorio del k -ésimo huevo en la i -ésima línea y j -ésimo día, $NDII (0, \sigma^2)$.

La varianza individual del error fue dividida por la media armónica (\bar{N}_n) para

obtener el error estimado de las medias ponderadas $\xi(ij)$; mismo análisis y modelo fueron utilizados para el crecimiento posembriionario, sólo que se utilizó la variable sexo en lugar de la variable días y teniendo como variable de respuesta el peso corporal o la ganancia de peso.

Dado que los datos presentaban una relación entre las medias y las varianzas para longitud y peso del embrión, se utilizó la prueba para homogeneidad de varianzas mostrando significancias al nivel de 0.05; por lo tanto, para satisfacer la suposición de que las varianzas son homogéneas, como lo requiere el análisis de varianza, los datos fueron transformados a \log_{10} (Anderson y McLean, 1973). Después de la transformación, la hipótesis de homogeneidad de varianza no fue rechazada de acuerdo a la prueba propuesta por Bartlett para diferente número de observaciones por subclases (Ostle y Mensing, 1975).

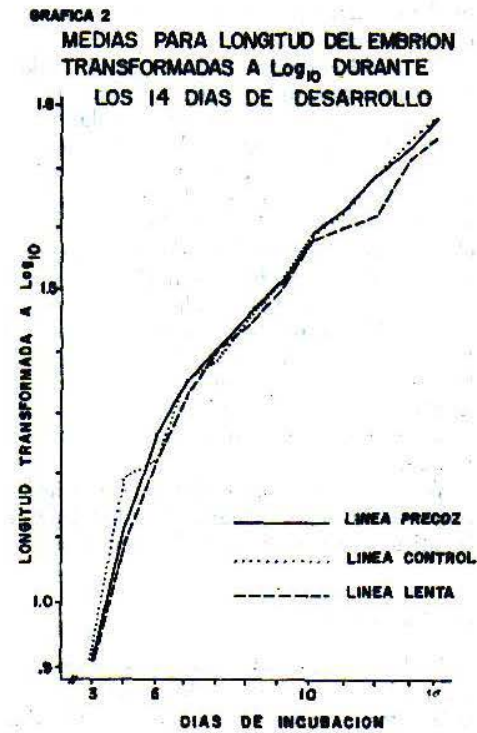
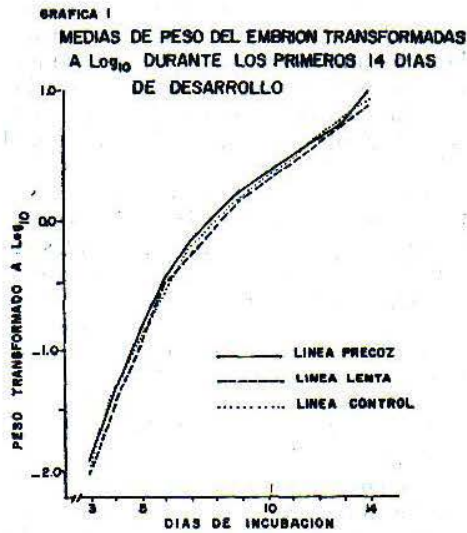
Resultados y discusión

I. Desarrollo embrionario

En este experimento las variables analizadas fueron peso y longitud del embrión para las tres líneas (LP, LL y LC). Las medias generales para ambas variables no transformadas se muestran en las gráficas 1 y 2 para cada línea en cada día. El análisis de varianza se presenta en el Cuadro 2.

Diferencias significativas fueron encontradas entre líneas ($p < 0.05$), y días de incubación ($P < 0.01$) para peso del embrión, no se observó interacción entre estas dos variables. El método para comparaciones propuesto por Scheffé (Hicks, 1973), mostró diferencias entre todas las líneas, siendo la línea precoz más pesada y la línea lenta más ligera.

La suma de cuadrados para días fue dividido de acuerdo al método de polinomio (Beyer, 1966), observando significancia ($P < 0.01$) en los efectos lineal, cuadrático y cúbico. Sin embargo, se encontró una línea recta al transformar ambas variables peso y edad a \log_{10} , dichos resultados concuerdan con los que encontró Murray (1925).



La longitud del embrión presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) entre líneas y días, así como la interacción. Nuevamente el método de Scheffé fue utilizado mostrando que la línea lenta fue la más pequeña, pero no se encontró diferencia entre la línea control y precoz.

La suma de cuadrados para días fue nuevamente dividida de acuerdo al método de polinomio y se encontró significancia

($P < 0.01$) para los efectos lineal, cuadrático, cúbico y cuártico como se muestra en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Análisis de varianza para peso y largo del embrión en datos transformados a Log_{10} del tercer al 14° día de incubación

Origen de la variación	Cuadrados medios		
	G.L.	Peso	Largo
Entre líneas	2	0.0014*	0.002**
Entre días	11	2.39 **	0.197**
Debido a lineal	1	24.46**	2.017**
cuadrático	1	1.67**	0.104**
cúbico	1	0.25**	0.040**
cuártico	1	0.0003	0.010**
residuo	7	0.00039	0.000
Línea X día	22	0.0003	0.00036**
Error	454	0.0004	0.0003

* Significativos a ($P < 0.05$).

** Significativos a ($P < 0.01$).

CUADRO 3

Promedios generales para peso corporal al nacer, 25 días de incubación, tres y seis semanas de edad

Características	Peso del cuerpo (g)												
	Al nacer			25 días de incubación			3 semanas			6 semanas			
	Sexo	M	H	MH	M	H	MH	M	H	MH	M	H	MH
Línea	(55)	(66)	(121)										
Precoz	36.49	36.31	36.39 ^a	40.02	40.18	40.11 ^a	204.58	193.01	198.08 ^a	553.92	483.5	514.35 ^a	
Control	(49)	(76)	(125)										
	34.82	36.25	35.68 ^{ab}	40.26	40.43	40.36 ^a	208.32	195.84	200.83 ^a	539.84	461.31	492.72 ^a	
Lenta	(35)	(53)	(88)										
	35.5	35.08	35.25 ^b	36.64	34.44	35.34 ^b	181.61	162.27	170.18 ^b	482.06	426.25	449.08 ^b	

^{a, b} Valores con literal distinta son diferentes estadísticamente ($p < 0.05$) o ($P < 0.01$).

La interacción puede ser explicada debido al cambio en posición de la línea control y la precoz al 12º y otra vez al 14º día, como se muestra en la Gráfica 2.

II. Crecimiento posembriionario

Las variables analizadas fueron peso al 25º día de la incubación (edad constante) así como tres y seis semanas de edad. El Cuadro 3 muestra los promedios generales y el Cuadro 4 el análisis de varianza.

A tres y seis semanas de edad se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) para líneas y sexos; la prueba de Scheffé mostró que la línea control y línea precoz fueron más pesadas que la línea lenta y los machos más pesados que las hembras en todas las líneas. No se encontró interacción entre línea y sexo.

Las ganancias de peso fueron analizadas a la 3ª y 6ª semanas, las medias generales se muestran en el Cuadro 5 y el análisis de varianza en el Cuadro 6. Las diferencias encontradas siguen el mismo patrón que el

CUADRO 4

Resultado del análisis de varianza para peso corporal a diferentes edades

Causa de la variación	G.L.	Cuadrados medios			
		Al nacer	A 25 días de incubación	3 semanas	6 semanas
Entre línea	2	0.68*	14.65**	546.51**	2,217.02**
Entre sexos	1	0.11	0.58	313.78**	6,987.78**
Línea × sexo	2	0.51	0.93	9.32	66.29
Error	328	0.157	0.34	16.45	79.56

* Significativos a $P < .05$.

** Significativos a $P < .01$.

Diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron observadas entre líneas y la interacción línea sexo, no encontrando diferencias entre sexos al momento de la eclosión. El método de Scheffé mostró diferencias entre la línea precoz y la lenta, pero ninguna de las dos con la línea control; la línea precoz mostró ser más grande que la línea lenta.

La interacción puede ser explicada debido a que los machos fueron más pesados que las hembras en las líneas seleccionadas pero en la línea control las hembras fueron más pesadas que los machos; sin embargo, no se conoce alguna razón que explique esto. A 25 días de incubación, diferencias significativas ($P < 0.01$) fueron encontradas entre líneas, pero no entre sexos ni en la interacción entre las dos variables. El método de comparación no mostró diferencias entre la línea precoz y la control pero ambas fueron más pesadas que la línea lenta.

peso a la 3ª y 6ª semana de edad y el método de comparaciones mostró que a la tercera semana las líneas precoz y control tuvieron mayor ganancia que la línea lenta; sin embargo, a la sexta semana todas son diferentes entre sí.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo mostraron que las tres líneas son diferentes entre sí en el desarrollo embrionario y posembriionario, estas diferencias están dadas en la misma forma que eclosionan, es decir, línea precoz, control y lenta. Por lo que parece ser que selección hacia tiempo requerido de incubación ha incrementado el desarrollo embrionario y posembriionario. Así que la selección hacia esta característica también ha sido hacia desarrollo embrionario por lo que los animales nacen antes.

CUADRO 5

Medias generales a ganancia de peso hasta la 3ª y 6ª semana de edad

Característica	Ganancia (g)					
	A 3 semanas			A 6 semanas		
	M	H	MH	M	H	MH
Precoz	164.57	152.84	157.98 ^a	513.91	443.32	474.24 ^a
Control	168.06	155.41	160.47 ^a	499.58	420.88	452.36 ^b
Lenta	144.97	127.83	134.84 ^b	445.42	391.81	413.74 ^c

^{a, b, c} Valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P < .01$).

CUADRO 6

Resultados del análisis de varianza a las ganancias hasta la 3ª y 6ª semana de edad

Causa de la variación	Cuadrados medios		
	G.L.	A 3 semanas	A 6 semanas
Entre línea	2	382.85**	1,889.94**
Entre sexos	1	287.32**	6,861.40**
Línea × sexo	2	4.19**	81.97
Error	328	13.98	75.24

** Significativo a $P < .01$.

Summary

Embryonic and post-embryonic growth rate in White Leghorn lines selected for fast and slow hatching time were studied. The analysis of variance of embryonic weights showed significant differences between all three lines ($P < 0.05$) where the fast hatching line embryos grew the fastest and the slow hatching line embryos developed more slowly. Post-hatching growth rate was also studied from hatching time to six weeks of age; significant differences

were again observed between all lines with the ranking the same as for embryo growth.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los doctores C.L. Chrisman y V.L. Anderson, este último en el análisis estadístico; también se agradece a la Universidad de Purdue por las facilidades para la utilización de material y tiempo de computación.

Literatura citada

- ANDERSON, V.L. and A.R. McLEAN, 1973, Design of experiments. A Realistic Approach, *Marcell Dekker, Inc.* N.Y.
- BEYER, W.H., 1966, Handbook of tables for probability and statistics, 2nd edition, *The Chemical Rubber Co.*, U.S.A., 366-379.
- BOHREN, B.B., L.B. CRITTENDEN and R.T. KING, 1961, Hatching time and hatchability in the fowl, *Poult. Sci.*, 40:620-633.
- BYERLY, T.C., 1930, The effect of breed on the growth of the chick embryo, *J. Morph. Physiol.*, 50:341-359.
- BYERLY, T.C., 1932, Growth of the chick embryo in relation to its food supply, *J. Exp. Biol.*, 9: 15-44.
- CRITTENDEN, L.B. and B.B. BOHREN, 1961, The genetic and environmental effects of hatching time, egg weight and holding time on hatchability, *Poult. Sci.*, 40:1736-1749.

- HAYS, R.A., 1941, The importance of length of incubation periods in Rhode Island Reds, *Massachusetts Agr. Exp. Sta. Bull.*, 384.
- HICKS, CHR, 1973, Fundamental concepts in the Design of experiments, 2nd edition, *Holt, Rinehart and Winston*, N.Y., Chicago, San Francisco, Atlanta, Dallas, Montreal, Toronto, Londres, Sydney.
- M McNALLY, E.H. and T.C. BYERLY, 1936, Variation in the development of embryos of hen's eggs, *Poult. Sci.*, 15:280-283.
- M McNARY, W.H., A.E. BELL and CH. MOORE, 1960, The growth of inbred and hybrid chicken embryos, *Poult. Sci.*, 39:378-384.
- M MURRAY, H.A. JR., 1925, Chicken embryos, weight and growth rate as function of age, *J. gen. Physiol.*, 9:39-40.
- O OSTLE, B. and W.R. MENSING, 1975, Statistics in Research, 3th edition, the Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
- R RIEDEL, B.B., 1950, Speed of hatching and the resistance of chickens to *Ascaridia Galli*, *Poult. Sci.*, 29:703-706.
- S SADLER, W.W., H.S. WILCUS and E.G. BUSS, 1954, Incubation factors affecting hatchability of poultry eggs, *Poult. Sci.*, 33:1108-1115.
- S SMITH, K.P. and B.B. BOHREN, 1974, Direct and correlated responses to selection for hatching time in the fowl, *Poult. Sci.*, 15:597-604.
- S SMITH, J.R. and C.E. HOWES, 1949, The inheritance of length of incubation period of chickens, *Poult. Sci.*, 28:782.
- W WILLIAMS, C., G.C. GODFREY and R.B. THOMPSON, 1951, The effect of rapidity of hatching on growth, egg production, mortality and sex ratios in the domestic fowl, *Poult. Sci.*, 30:599-606.