

# Características físicas del huevo incubable y pollitos nacidos de reproductores pesados *cobb 500* en incubadoras con diferente humedad relativa

YUÑO, M.<sup>1</sup>; BAKKER, M.<sup>1</sup>; CEPEDA, R.<sup>1</sup>; MARINELLI, C.<sup>1</sup>; MALACALZA, F.<sup>2</sup>

## RESUMEN

Las características físicas del huevo incubable (peso –PH–, calidad de cáscara –C– y pérdida de humedad –H–) y pollitos nacidos (peso –PP– y porcentaje de nacimientos –N–) de reproductores pesados *Cobb 500* de entre 28 y 65 semanas de edad, fueron evaluadas en tres incubadoras con diferente humedad relativa (HR) y comparados con los valores estándares para la línea genética. En todas las semanas de edad el PH (56,7-73,2 g) fue 0,9 y 6,5% mayor ( $p<0,05$ ) que el estándar (56,2-68,4 g), posiblemente vinculado al manejo del lote fuera de estación y en galpones abiertos; en consecuencia, el PP (49±3 g) y la relación PP/PH (71±0,01%) fueron mayores ( $p<0,05$ ) que el estándar (34-46 g y 66-68%, respectivamente). El PH y el PP tuvieron una relación cuadrática positiva ( $p<0,05$ ) en todas las semanas de edad. El valor de C para todos los huevos analizados fue 1082±4, indicando una buena calidad de cáscara y albúmina, aunque se observó una relación lineal negativa ( $p<0,05$ ) entre C y la edad de los reproductores (-0,64). La H fue 10,7±0,8%, 10,5±1% y 10,4±0,8% en las incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% de HR, respectivamente, fueron menores ( $p<0,05$ ) que el estándar (11-12%), y solamente hubo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre las incubadoras de 51,3% y 62,1% de HR. En las tres incubadoras, la edad de los reproductores tuvo una relación lineal positiva ( $p<0,05$ ) con H pero una relación lineal negativa ( $p<0,05$ ) con N. Se observó que H tuvo una relación lineal negativa ( $p<0,05$ ) con C solamente en las incubadoras de 51,3% y 56,5% de HR, indicando que H tendría una relación con C menos relevante en las incubadoras de mayor HR. El N promedio de todo el período de estudio, 83,3±4%, 83,2±4% y 83,1±4%, fue similar en las incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1%, respectivamente. La relación lineal negativa ( $p<0,05$ ) entre N y edad de los reproductores en las tres incubadoras se puede vincular a cambios fisiológicos en la composición interna de los huevos (mayor PH, menor C y un incremento de la mortalidad embrionaria). La incubadora de 51,3% produjo una mayor ( $p<0,05$ ) deshidratación de los huevos que la de 62,1%, sin embargo y a pesar que en ambas la H fue inferior a los valores estándares, los N fueron similares y dentro de valores normales.

**Palabras clave:** incubadoras, nacimientos, pérdida de humedad del huevo, reproductores *Cobb 500*.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Correo: myunio@vet.unicen.edu.ar

<sup>2</sup>Gerente de Producción, Empresa SEDE América.

## ABSTRACT

The physical characteristics of the incubatable egg (weigh –PH–, eggshell quality –C– and humidity loss –H–) and born chicks (weight –PP– and hatchability –N–) from Cobb 500 heavy breeders within 28 and 56 weeks of age, were evaluated in three setters of different relative humidity (HR) and compared with the standard values for the genetic line. The PH 56,7-73,2 g) was 0.9 and 6.5% higher ( $p < 0.05$ ) than the standard (56,2-68,4 g) (in all weeks of age, possibly linked to the management of the lot, which was out-of-season and in open sheds; consequently, the PP (49±3 g) and the PP/PH ratio (71±0.01%) were higher ( $p < 0.05$ ) than the standard (34-46 g and 66-68%, respectively). The PH and the PP had a positive quadratic relationship ( $p < 0.05$ ) in all weeks of age. The C value for all eggs analysed was 1082±4, indicating a good eggshell and albumin quality, although a negative linear relationship ( $p < 0.05$ ) between C and the age of the breeder was noticed. The H was 10.7±0.8%, 10.5±1% and 10.4±0.8% in the setter of 51.3%, 56.5% and 62.1% HR, respectively, lower ( $p < 0.05$ ) than the standard (11-12%), and there were significant differences ( $p < 0.05$ ) only between the setter of 51.3% y 62.1% of HR. In the three setters, the age of the breeder had a positive linear relationship ( $p < 0.05$ ) with H but a negative linear relationship ( $p < 0.05$ ) with N. It was noticed that H had a linear negative relationship ( $p < 0.05$ ) with C only in the setters of 51.3% and 56.5% HR, indicating that C could be less relevant in setters of higher HR. The mean N value throughout the period was similar between the setters and were 83.3±4%, 83.2±4% y 83.1±4% for 51.3%, 56.5% and 62.1% HR, respectively. The negative linear relationship ( $p < 0.05$ ) between N and age of the breeders in the three incubators can be linked to physiological changes in the internal composition of eggs (higher pH, lower C and increased embryonic mortality). The dehydration of eggs was greater ( $p < 0.05$ ) in 51.3% setter than 62.1%, however, and although both the H was lower than the standard values, the N were similar and within normal values.

**Keywords:** Cobb 500 breeders, egg humidity loss, hatchability, setters.

## INTRODUCCIÓN

Las líneas genéticas utilizadas en la industria avícola en la Argentina provienen de compañías extranjeras y los parámetros productivos han sido obtenidos en condiciones experimentales en sus países de origen, por esta razón, las empresas avícolas requieren información de experiencias a campo en condiciones ambientales locales. Las diferencias entre las líneas genéticas radican principalmente en el peso de los reproductores y el huevo, la relación yema-clara, el espesor de la cáscara y el tiempo de incubación del mismo (Abudabos, 2010), y para evaluarlas es necesario el análisis simultáneo de los procesos de obtención de huevos fértiles en las granjas y de pollitos en las plantas de incubación.

La calidad de los huevos fértiles ha sido estudiada bajo diversos aspectos en relación con la edad de los reproductores (Peeble *et al.*, 1997; Burnham *et al.*, 2001; Tona *et al.*, 2001), la alimentación, las condiciones de almacenamiento, el tamaño y la calidad de cáscara del huevo (Roque y Soares, 1994; Brake *et al.*, 1996). La calidad de los pollitos se ha vinculado al tamaño del huevo, tipo de incubadora, simple o multiestadio (Marsh, 2007), y pérdida de humedad en la incubación (Bruzual *et al.*, 2000; Cobb, 2003; Brake, 2006). En la Argentina, algunos investigadores como Sisti y García Trevín (1993), Romero (1997), Plano (2001), Plano y Di Matteo (2003) y Sandoval *et al.*

(2005) han evaluado las pérdidas en la incubación por medio de la embriodiagnos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características físicas del huevo incubable (peso, calidad de cáscara y pérdida de humedad) y pollitos nacidos (peso y porcentaje de nacimientos) de reproductores pesados Cobb 500 de entre 28 y 65 semanas de edad, en tres incubadoras con diferente humedad relativa, y comparar los resultados obtenidos con los valores estándares para la línea genética.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones de la planta de incubación y la Granja de reproductores N.º 2 de la empresa SEDE América en la localidad de Bolívar. Se evaluaron 15.000 hembras y 1.800 machos reproductores pesados de la línea genética comercial Cobb 500 (Cobb-Vantress Inc., 2006), desde las 28 hasta las 65 semanas de edad. Las aves se alojaron en tres galpones bajo condiciones similares divididos en cinco sectores y en cada sector se alojó un número inicial de 1.000 hembras y 120 machos. Los reproductores recibieron dos tipos de raciones elaboradas de acuerdo a las recomendaciones de Cobb 500 (2006): De 22 a 55 semanas de vida: 2.860 kcal/kg energía metabolizable, 16% proteína, 3% calcio, 0,45% fósforo, 3-4% fibra; de 56 a 64 semanas de vida: 2860 kcal/kg energía

metabolizable, 15% proteína, 3,2% calcio, 0,4% fósforo, 3-4% fibra.

Se aplicaron tres tratamientos de humedad relativa (HR, %): 51,3, 56,5 y 62,1 a tres incubadoras, que corresponden a lecturas de 83 °F, 85 °F y 87 °F, respectivamente, en el termómetro de bulbo húmedo (Linsley, 1982), 99 °F de bulbo seco, 99,5 °F de refrigeración y volteo con un ángulo de 90° una vez por hora. Las unidades experimentales fueron las bandejas de las incubadoras (n=10) para cada semana, durante 37 semanas de producción (semanas 28 a 65 de edad de los reproductores).

Los huevos se colocaron una vez por semana en las incubadoras marca Francken, modelo multiestadio con capacidad de 12.060 huevos por carga y a los 18 días se realizó la transferencia a tres nacedoras iguales entre sí en cuanto a condiciones ambientales: 70,4% de HR (90 °F de bulbo húmedo), 98 °F de bulbo seco y 98,5 °F de refrigeración.

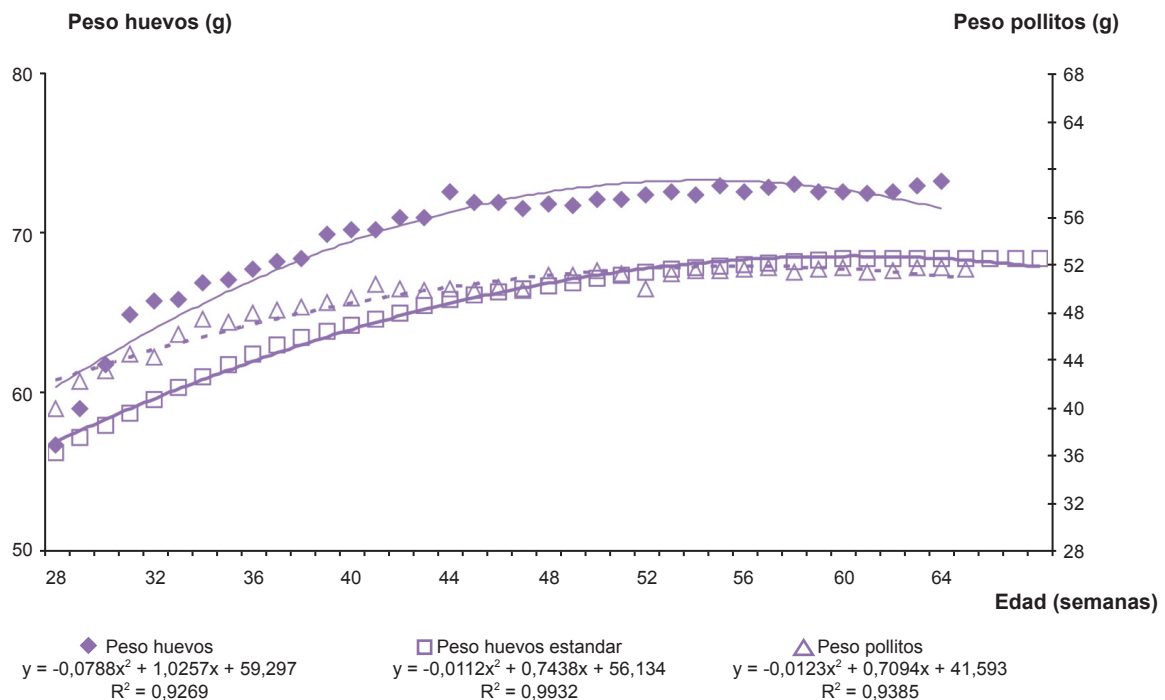
El período de almacenamiento desde la postura a la carga en las incubadoras se realizó a, fue de 4 días promedio desde las 28 hasta las 51 semanas de vida, y de 12 días promedio desde las 52 hasta las 65 semanas de vida de los reproductores por razones de producción de la empresa. Las condiciones de almacenamiento fueron, en ambos casos, de 20 °C de temperatura ambiente y 60-65% de HR.

Las muestras para evaluar peso del huevo (PH, g), pérdida de humedad del huevo (H, %), peso del pollito (PP,

g) y la relación PP/PH, se obtuvieron al azar de todos los sectores de los tres galpones (n=1340 huevos por galpón). El PH se registró por bandeja (n=10) de 134 huevos previo a la carga en las incubadoras y H se determinó por la diferencia de peso entre el día de carga y el día 18, momento en que las bandejas se transfirieron a las nacedoras. Para todos los registros se utilizó una balanza marca Systel (0-30 kg, ±5 g). El PP y los nacimientos (N, %) se registraron en forma inmediata al retiro de las nacedoras y luego de su clasificación en pollitos de primera, segunda calidad y descarte. La muestra para PP y N estuvo integrada únicamente por pollitos de primera calidad.

Las muestras para evaluar C por edad del lote se obtuvieron a partir de maples (n=2) de 30 huevos. La calidad de cáscara se evaluó por el método de gravedad específica cada 8 días, en planta de incubación previa a su incubación. El valor de C se determinó en forma indirecta, en tres soluciones de agua y cloruro de sodio con densidades relativas de 1.070, 1.080 y 1.090, a 20 °C constantes (Butcher y Miles, 2007; Wineland, 2007). Las soluciones se calibraron con un densímetro (1.000-1.100 g/cm<sup>3</sup>) y se ajustaron semanalmente.

Los resultados se presentan como el promedio ± desvío estándar. Las comparaciones con los estándares: reproductores *Cobb 500* (Cobb, 2006) y H en incubación (Cobb, 2003) se realizaron mediante de intervalo de confianza de 95% (Di Rienzo *et al.*, 2005). Las diferencias entre trata-



**Figura 1.** Peso del huevo (g), peso del pollito (g) y peso del huevo observados y estándar *Cobb 500* (g).

Fuente: elaboración a partir de datos propios.

	Observado	LI-LS	Estándar
PP (g)	49,3±3	48,48-50,11	34-46
PP/PH (%)	71±0,01	70,59-70,86	66-68

**Tabla 1.** Valor observado y estándar *Cobb 500* de peso del pollito (PP) y relación peso del pollito y peso del huevo (PP/PH). Los valores observados son el promedio y desvío estándar de 38 semanas de producción. LI-LS: Límite Inferior y Límite Superior del intervalo de confianza de 95%. En negrita, promedio significativamente diferente al estándar ( $p < 0,05$ ). Fuente: elaboración a partir de datos propios.

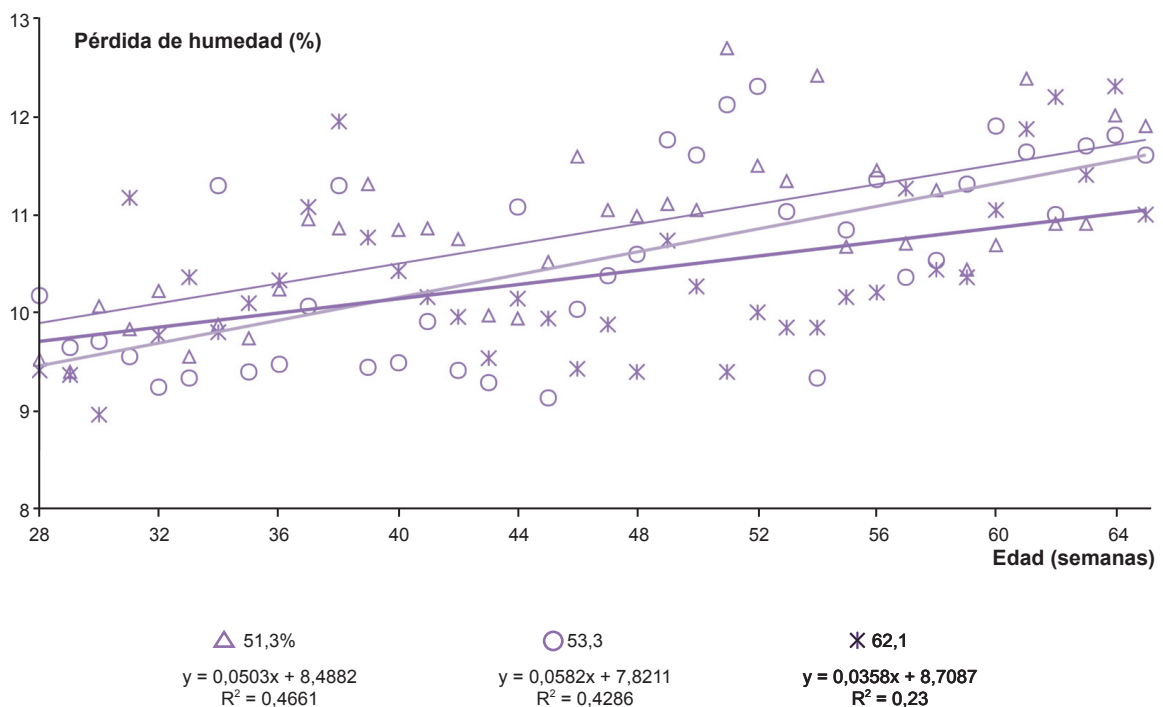
mientos para PH, PP, H y N se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significación del 5%. Para H y N se incluyó como covariable la edad de los reproductores. Las diferencias significativas fueron evaluadas con el test de comparaciones múltiples de Tukey. Las relaciones entre C y N con la edad de los reproductores y entre H y C se analizaron mediante regresión simple. Para los análisis estadísticos se utilizó *InfoStat 2003*.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la figura 1 se muestran los resultados de PH y PP. El PH de los reproductores pesadas fue (56,7-73,2 g),

entre 0,9 y 6,5% mayor ( $p < 0,05$ ) que el estándar, (56,2-68,4 g), en todas las semanas de edad, posiblemente vinculado al manejo del lote fuera de estación y en galpones abiertos, lo cual incide directamente en el mayor peso vivo de los reproductores. En consecuencia, el PP promedio (49,3±3 g) y la relación PP/PH (71±0,01%) fueron mayores ( $p < 0,05$ ) que el estándar (34-46 g y 66-68%, respectivamente) (tabla 1), El PP y PH tuvieron una relación cuadrática positiva ( $p < 0,05$ ) en todas las semanas de edad, similar a lo observado por Bruzual *et al.* (2000).

En la figura 2 se muestran los resultados de H. En las tres incubadoras, la edad de los reproductores tuvo una relación lineal positiva ( $p < 0,05$ ) con H. La H promedio de todo el período de estudio en las incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% fue 10,8±0,8%, 10,5±1% y 10,4±0,8%, respectivamente, inferiores ( $p < 0,05$ ) al estándar (11-12%), y solamente la incubadora de 51,3% produjo una mayor deshidratación significativa ( $p < 0,05$ ) de los huevos que la de 62,1% (tabla 2). La H promedio de todo el período de estudio en las incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% fue 10,8±0,8%; 10,5±1% y 10,4±0,8%, respectivamente inferior ( $p < 0,05$ ) al estándar (11-12%), y la incubadora de 51,3% produjo una mayor ( $p < 0,05$ ) deshidratación de los huevos que la de 62,1%. Diversos investigadores han estudiado los efectos de ambientes con diferente humedad relativa sobre la incubabilidad y la eclosión, Hay *et al.* (1951) y Ar *et al.* (1980) demostraron que los pollitos



**Figura 2.** Pérdida de humedad del huevo (%) en incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% de humedad relativa. Fuente: elaboración a partir de datos propios.

eran capaces de eclosionar cuando la pérdida de humedad estaba entre 6,5 y 12% y entre 12 y 14%, respectivamente. Sin embargo, Molenaar *et al.* (2010) consideran que es difícil comparar estos ensayos de investigación, dado que simultáneamente se ve afectada la capacidad de transferencia de calor del aire y la temperatura del embrión, por lo tanto, el efecto de diferentes niveles de

humedad relativa está vinculado al modelo industrial de incubadora.

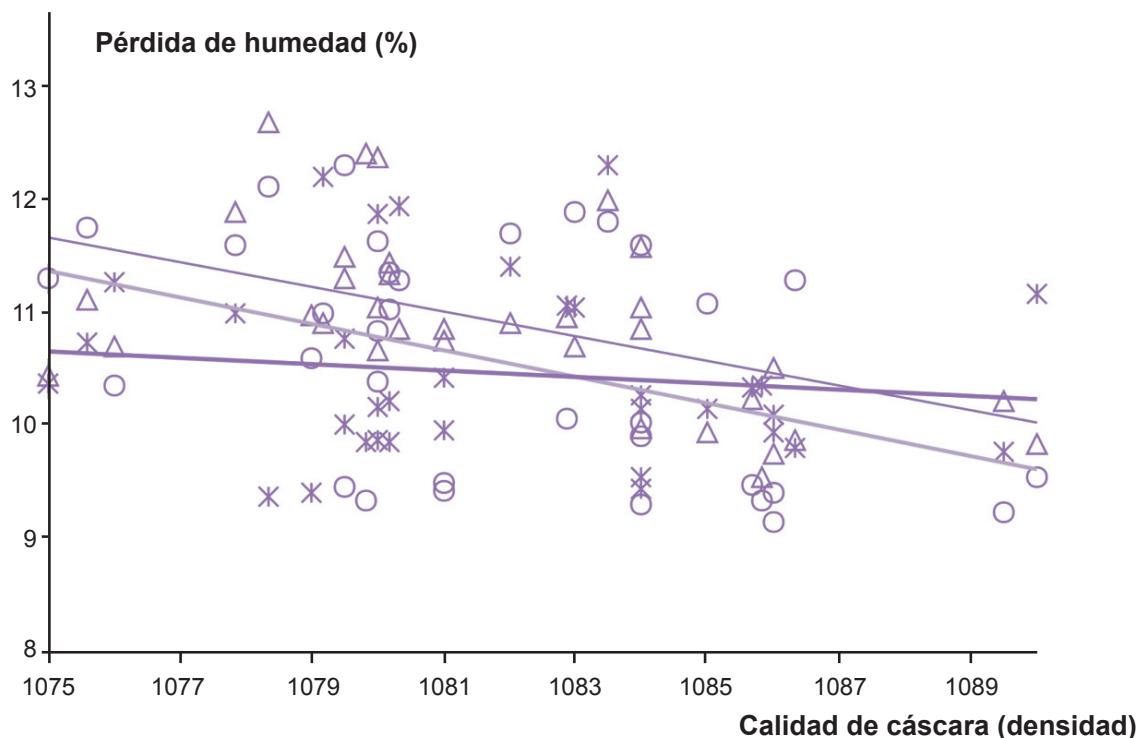
En la figura 3 se muestran los resultados de C y H. El valor de C para todos los huevos analizados durante el período de estudio fue  $1082 \pm 4$  lo cual indica una buena calidad de cáscara y albúmina (Cobb, 2006; Brake, 1996). La C tuvo una relación lineal negativa significativa ( $p < 0,05$ ) con la edad, lo cual ocurre porque el aumento fisiológico del tamaño del huevo no es seguido por un incremento del peso y mineralización de la cáscara (Luqueti *et al.*, 2004). La C y la H tuvieron una relación lineal negativa ( $p < 0,05$ ) en las incubadoras de 51,3% y de 56,5%, similar a lo observado por Tullet y Board (1977) y Roque y Soares (1994), pero la H fue independiente de C en la incubadora de 62,3%.

En la figura 4 se muestran los resultados de N. El N promedio de todo el período de estudio en las incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% fueron similares ( $83,3 \pm 4\%$ ,  $83,2 \pm 4\%$  y  $83,1 \pm 4\%$ , respectivamente). Se observó una relación lineal negativa ( $p < 0,05$ ) entre N y la edad de los reproductores en las tres incubadoras, similar a lo observado por Abudabos (2010), quien asoció esta disminución a los cambios fisiológicos en la composición interna de los huevos, estos valores están vinculados a la edad de los reproductores (mayor PH, menor C y un incremento de la mortalidad embrionaria).

Incubadoras de HR (%)	Observado	H (%)	
		LI-LS	Estándar
51,3	10,8 $\pm$ 0,82 a	10,6-11,0	11,5
56,5	10,5 $\pm$ 0,99 ab	10,2-10,8	11,5
62,1	10,4 $\pm$ 0,83 b	10,2-10,6	11,5

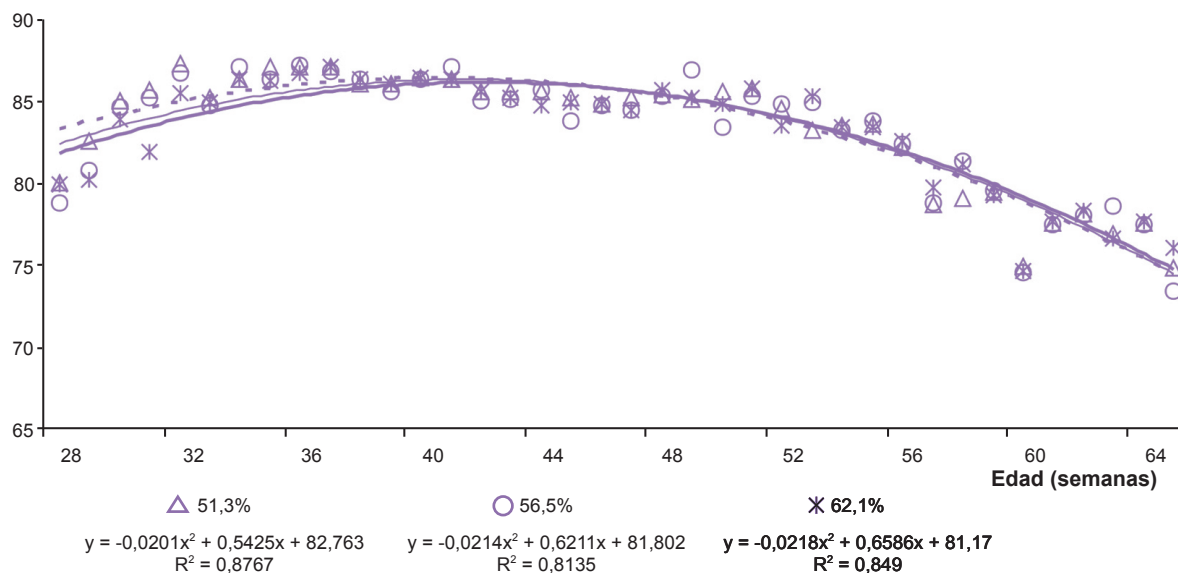
**Tabla 2.** Pérdida de humedad observada en incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% de humedad relativa y pérdida de humedad estándar Cobb 500.

Los valores observados son el promedio y desvío estándar de 38 semanas de producción. LI-LS: Límite Inferior y Superior del intervalo de confianza de 95%. En negrita, promedio significativamente diferente al estándar ( $p < 0,05$ ). Letras diferentes indican diferencias significativas entre incubadoras ( $p < 0,05$ ). Fuente: elaboración a partir de datos propios.



**Figura 3.** Relación entre la calidad de cáscara y la pérdida de humedad del huevo (%) en incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% de humedad relativa.

Fuente: elaboración a partir de datos propios.



**Figura 4.** Nacimientos (%) en incubadoras de 51,3%, 56,5% y 62,1% de humedad relativa.  
 Fuente: elaboración a partir de datos propios.

### CONCLUSIONES

Las diferencias que existen entre las líneas genéticas de reproductores requieren una adecuación de las condiciones de manejo en granjas y plantas de incubación. Para la línea *Cobb 500*, los resultados obtenidos en este trabajo indican que las incubadoras con humedad relativa de 51,3% y 56,5% determinan una deshidratación adecuada de los huevos, vinculada a la calidad de cáscara y la edad de los reproductores. La posibilidad de ajustar la humedad relativa de la incubadora es una herramienta muy útil que tiene el gerente de la planta de incubación para mejorar el proceso de incubación de huevos.

Sin embargo, un aspecto importante que requiere mayor estudio es la posterior performance en granjas de engorde de los pollos nacidos bajo diferentes condiciones ambientales de incubadoras y nacedoras.

### BIBLIOGRAFÍA

AR, A. y RAHN, H. 1980. Water in the avian egg overall budget of incubation. *American Zoologist* 20, 373-384.

ABUDABOS, A. 2010. The Effect of Broiler Breeder Strain and Parent Flock Age on Hatchability and Fertile Hatchability. *International Journal of Poultry Science* 9, 231-235.

BRAKE J.T. 2006. Nuevos paradigmas de la incubación y crianza temprana. *Avicultura Profesional*, Vol. 24, N.º 4, 24-27.

BRAKE J.T. 1996. Optimización del almacenaje de huevos fértiles. *Avicultura Profesional*, Vol. 14, N.º 6, 26-31.

BRUZUAL, J.J.; PEAK, S. D.; BRAKE, J. y PEEBLES, E.D. 2000. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. *Poultry Science*, 79, 827-830.

BURNHAM, M. R.; PEEBLES, E.D.; GARDNER, C.W.; BRAKE, J.; BRUZUAL, J.J. y GERARD, P. D. 2001. Effects of incubator humidity and hen age on yolk composition in broiler hatching eggs from young breeders. *Poultry Science*, 80, 1444-1450.

BUTCHER, G.D. y MILES, R.D. 2007. Egg Specific Gravity – Designing a Monitoring Program. (<http://edis.ifas.ufl.edu/VM044>, verificado: 08 de diciembre de 2010)

COBB. 2008. Guía de manejo de la Planta Incubadora, pp. 41. (<http://www.cobb-vantres.com>, verificado: 08 de diciembre de 2010).

COBB-VANTRESS Inc. 2008. Breeder Management Guide pp 62. (<http://www.cobb-vantres.com>, verificado: 08 de diciembre de 2010).

DI RIENZO, J.; CASANOVES, A.; GONZALES, F.; TABLADA, L.A.; DÍAZ, E.M.; ROBLEDO, M.A.; BALZARINI, M.G. 2005. Estadística para las ciencias agropecuarias. 6 ed. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas, 347p.

FARMER M.; Roland, D.A. Y Sr, ECKMAN M.K. 1983. Calcium metabolism in broiler breeder hens. The influence of the time of feeding on calcium status of the digestive system and eggshell quality in broiler breeders. *Poultry Science*, 62:465-71.

HAYS, F.A. y SPEAR, E.W. 1951. Losses in egg weight during incubation associated with hatchability. *Poultry Science*, 30, 106-107.

HUSTON, P. 2005. Research on eggshell structure and quality: an historical overview. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola* 7, 67-71.

INFOSTAT 2003. InfoStat/Profesional, Versión 1.6 Software Estadístico. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Linsley, R.K. Jr.; Kohler, M.A.; Paulhus, J.L.H. 1982. Hidrology for Engineers, 3rd ed. McGraw-Hill, 481 p.

LUQUETTI, B.C.; GONZÁLES, E.; Bruno, L.D.G.; Burlan, R.L.; Macari, M. 2004. Egg traits and physiological neonatal chick parameters from broiler breeder at different ages. *Brazilian Journal of Poultry Science* 6:13-17. (<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v6n1/a02v06n1.pdf>, verificado: 09 de febrero de 2011).

MARSH, D. 2007. The benefits of Chick Master's Avida Single Stage Setters from Hatchery to farm. ([http://www.chickmaster.com/cm\\_products.html](http://www.chickmaster.com/cm_products.html), verificado: 20 de diciembre de 2010).

MOLENAAR, R.; REIJRINK, I.A.M.; MEIJERHOF, R.; VAN Den BRAND, H. 2010. Meeting Embryonic Requirements of Broilers Throughout Incubation: A Review. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola*, Jul-Sep, Vol. 12 N.º 3, 137-148.

PEEBLES, E.D.; GARDNER, C.W.; BRAKE, J.; BENTON, C.E.; BRUZUAL, J.J.; Gerard, P.D. 2000. Albumin height and yolk and embryo compositions in broiler hatching eggs during incubation. *Poultry Science* 79,1373 -1377.

PEEBLES, E.D. y BRAKE J. 1987. Eggshell Quality and Hatchability in Broiler Breeder Eggs. *Poult. Sci.* 66:596-604. Citado en: Hulet, R. Gladys, G., Hill D., Meijerhof y El Shiek, 2007. T. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. *Poultry Science*. 86, 408-412.

PLANO, C.M. y DI MATTEO, A.M. 2001. Atlas de patología de la incubación del pollo. Obra realizada en Granja Tres Arroyos, S.A. Argentina. Distribuido por Embrex Inc., Duham, US, pp 8-119.

PLANO, C.M. 2003. Embriodiagnóstico como herramienta para evaluar problemas de plantas de incubación y granjas de reproductores. *Memorias del XVIII Congreso Latinoamericano de Avicultura*. Bolivia. pp 97-104.

ROMERO, P. 1997. Aplicación de la técnica de embriodiagnosic como herramienta para evaluar eficiencia productiva. Tesina presentada en la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA. Tandil, Argentina. 22 p.

ROQUE L. y SOARES M.C. 1994. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poultry Science* 73, 1838 - 45.

SANDOVAL, A.; YUÑO, M.; BAKKER, M.L.; RODRÍGUEZ, E. y BERETTA, A. 2005. Aplicación de la embriodiagnosic para evaluar la eficiencia de la planta de incubación de parrilleros en una empresa avícola comercial en la Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 34, 75-89.

SISTI, E. y GARCÍA TREVÍN, O. 1993. La tipificación de los huevos no eclosionados en el diagnóstico de los problemas de incubación. I Congreso Internacional. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP. La Plata, Argentina. Libro de resúmenes AV 153, 1-11.

TONA, K.; BAMELIS, F.; COUKE, W.; BRUGGEMAN V. y DECUYPERE, E. 2001. Relationship Between Broiler Breeder's Age and Egg Weight Loss and Embryonic Mortality During Incubation in Large-Scale Conditions. *Applied Poultry Research* 10, 221-227

TULLET, S.G. y BOARD R.G. 1977. Determination of avian eggshell porosity. *J. Zool. London.* 183:203-211. Citado en: Peebles, E.D., Doyle, S.M., Zumwalt, C.D., Gerard, P.D., LATOUR, M.A., BOYLE, C.R. y SMITH, T.W. 2001. Breeder Age influences embryogenesis in broiler hatching eggs. *Poultry Science* 8, 272-277.

WINELAND, M. 2007. Specific Gravity Testing for eggshell quality. North Caroline University. ([http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsoci/tech\\_manuals/gravity\\_determination.htm](http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsoci/tech_manuals/gravity_determination.htm), verificado: 08 de febrero de 2011).

ZAKARIA, A. H.; PLUMSTEAD, P. W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; LEKSRISOMPONG, N.; OSBORNE, J. y BRAKE, J. 2005. Oviposition pattern, egg weight, fertility, and hatchability of young and old broiler breeders. *Poultry Science* 84, 1505-1509.