

MODELO ESTOCÁSTICO PARA ESTIMAR PRODUCCIÓN DE HUEVO EN REPRODUCTORAS PESADAS

R Alvarez^{1,2,*} y PM Hocking¹

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a stochastic model to allow prediction of individual biological responses of yellow follicle numbers (YF) and egg production rates (EGGs) of broiler breeders to changes in body weight (BW) on the basis of existing experimental data. The model was based on commercial modelling software. The first step was to model the relationship between YF with BW. A linear regression between BW and YF at all ages was assumed using relationships derived by Hocking (1993, 2004). Therefore, at any age, the model's predicted value of YF is: $YF_{exp} = YF_r + (YF_{al} - YF_r) * PrBW$, where $PrBW = (BW_{exp} - BW_r) / (BW_{al} - BW_r)$, YF_r and BW_r are theoretical YF and BW in restricted fed hens respectively and YF_{al} , BW_{al} are YF, BW in *ad libitum* fed birds. BW_{exp} is experimental BW from data on restricted hens. An equation of sequence length was constructed and included as a variable affecting YF_{exp} and allowing a pause during the cycle of production. EGGs was determined by two equations based on the YF_{exp} present in the hen: if $YF_{exp} \leq 6$ the relation used was: $YF_{exp} / 6$; if $YF_{exp} > 6$ the equation used was: $1 - ((YF_{exp} - 6) * 0.5) / 6$, where 6 is the number of positions in the hierarchy of yellow follicles and 0.5 is the rate of egg production (number/hen d⁻¹) from a multiple ovulation. The estimates obtained by simulation for YF, BW and EGGs show a similar behaviour to that observed in several published experiments. In conclusion the model simulates the production of broiler breeder eggs with acceptable and high precision.

Key words: stochastic model, broiler breeders, yellow follicles, body weight, egg production

INTRODUCCIÓN

El número de huevos incubables (principal variable de salida en una granja de reproductoras), es altamente variable y además es medido en elevado número de aves durante un periodo de al menos 40 semanas de producción, lo cual hace que los experimentos con reproductoras pesadas sean costosos y requieran de mucho tiempo para ser realizados.

Los modelos de simulación en producción animal pueden reducir el tiempo y los recursos invertidos en experimentos de campo y de laboratorio mediante la predicción de cambios de diferentes escenarios productivos. Esto es particularmente importante en la avicultura, donde los rápidos y constantes progresos genéticos (traducidos en mayor producción), requieren de frecuentes ajustes en otras áreas del sistema de producción, como por ejemplo la adecuación recurrente de las tablas de requerimientos nutricionales).

El objetivo de este estudio fue desarrollar un modelo estocástico para predecir la respuesta biológica individual del número de folículos amarillos (FA) y la producción de huevo en reproductoras pesadas de acuerdo con el peso vivo (PV) y las ganancias diarias de peso vivo (GDP) sobre la base de información experimental existente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Construcción del modelo

El modelo fue construido sobre la base de un software comercial para la construcción de modelos en el área biológica ((ModelMaker v4¹)). Las variables y relaciones asumidas en este estudio están basadas en las investigaciones realizadas en el Instituto Roslin usando la misma línea comercial de hembras (Ross 1 o su equivalente moderno la Ross 308). Un esquema general fue construido incluyendo las distintas variables y parámetros involucrados que conformarían el sistema de producción a modelar. El primer paso fue modelar la relación entre el número de FA y el PV de las gallinas, para lo cual se asumió una relación lineal entre estas variables durante las distintas edades, basado en las relaciones obtenidas

¹ Roslin Institute (Edinburgh), Roslin, Midlothian, EH25 9PS, United Kingdom and

² Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4579. Maracay, Venezuela.

¹ A.P. Bensen Ltd, Wallingford, UK, OX10 8BA.

por Hocking (1993, 2004). Por lo que, a cualquier edad el valor estimado del número de FA es: $FA_{exp} = FA_r + (FA_{al} - FA_r) * Pr_{PV}$, donde Pr_{PV} es la proporción de peso vivo definida a su vez por la siguiente expresión: $(PV_{exp} - PV_r) / (PVal - PV_r)$, donde FA_r y PV_r son los valores teóricos del número de FA y PV en gallinas bajo alimentación restringida respectivamente, mientras FA_{al} , $PVal$ son FA y PV en aves alimentadas *ad limitum* (sin restricción). PV_{exp} es el PV experimental obtenido para aves restringidas mediante el modelo.

La producción de FA no es un proceso continuo y ocurre en secuencia interrumpidas por pausas, con diferentes duraciones entre pausas dependiendo del tiempo transcurrido desde el inicio de la producción (Robinson et al., 1990). Por lo tanto, usando información de Robinson et al. (1990) se construyó una ecuación logística en Genstat² ($SEC = 2.902 + 19.60 / (1 + \exp(0.03809 * (MSEC)))$), donde SEC = largo de la secuencia y MSEC es la edad del lote (t) en el momento en el cual ocurre la mas larga secuencia, la cual sirvió para incorporar las pausas a lo largo del ciclo.

Finalmente la producción de huevos fue determinada mediante el uso de dos ecuaciones basadas sobre el número de FA_{exp} presentes en la gallina: si FA_{exp} era menor o igual a 6, la relación usada era: $FA_{exp} / 6$ y si FA_{exp} era mayor de 6 la ecuación usada fue: $1 - ((FA_{exp} - 6) * 0.5) / 6$, donde 6 es el número de posiciones en la jerarquía de los FA (Hocking, 1996) y 0.5 es la tasa de producción de huevos (número/gallina d⁻¹) para una múltiple ovulación (Hocking et al., 1987).

Validación del modelo

El modelo fue validado mediante la comparación de la producción de huevos simulada con la real mostrada en el Manual de Manejo de la Reproductora Pesadas Ross 308 (Aviagen, 2006) y de un experimento con reproductoras comerciales de la misma línea (Aviagen 2005, datos sin publicar). La eficiencia del proceso de modelización fue evaluado mediante el ajuste de las curvas estimada y real de producción de huevo semanal, expresadas a través del coeficiente de correlación múltiple (R^2) empleando el procedimiento REG con el SAS³.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de producción de huevos simulada y la real obtenida del Manual de Manejo son mostradas en la Figura 1A, la cual sugiere un razonable ajuste entre ambas curvas ($R^2 = 0.94$). El modelo tendió a sobrestimar la producción al inicio ciclo productivo y en general la producción total de huevos fue sobrestimada en 6 unidades. El comportamiento productivo estimado y real del experimento de Aviagen se presentan en la Figura 2B. Hubo un elevado ajuste entre ambos grupos de datos ($R^2 = 0.98$) y la producción total de huevos fue subestimadas por menos de 3 huevos.

Ante la ausencia de información bibliográfica, se asumieron condiciones a los largo de la construcción del modelo. Sin embargo, según los resultados se consideran aceptables y útiles hasta tanto no se genere la información. Así por ejemplo, la ecuación lineal utilizada para describir la disminución del número de FA con la edad podría ser substituida por una relación curvilínea para hacer una descripción más realista de la relación. Las GDP fueron divididas en dos partes a lo largo del ciclo productivo (una para las primeras 10 semanas y la otra para el resto), y fácilmente podría ser modelado por una relación cuadrática o bien con 3 o más ecuaciones lineales. Sin embargo, el modelo empleado proporciona predicciones razonablemente buenas de la curva de postura y representa una solución simple ante el problema de describir estas relaciones en este modelo inicial. Las GDP son fácilmente obtenidas de datos existentes, mientras que el número de FA a intervalos regulares en reproductoras pesadas mantenidas en piso y alimentados *ad limitum* o restringidas implicaría el sacrificio de estas aves y no sería técnicamente difícil de obtener.

La relación lineal entre el PV y el número de FA al inicio de la postura ha sido bien documentado (Hocking et al., 1989; Hocking, 1993, 2004). De la misma forma, ante la ausencia de información que sugiera lo contrario, se asumió esta relación no solo para el inicio de la producción sino para todas las edades. Futuras investigaciones son requeridas para confirmar que la relación entre el PV y el número de FA es lineal a la edad entre 30 y 70 semana de vida de las aves.

2 VSN International Ltd, Hemel Hempstead, UK, HP1 1ES

3 Statistical Analysis System, Carry, NC. 27513.

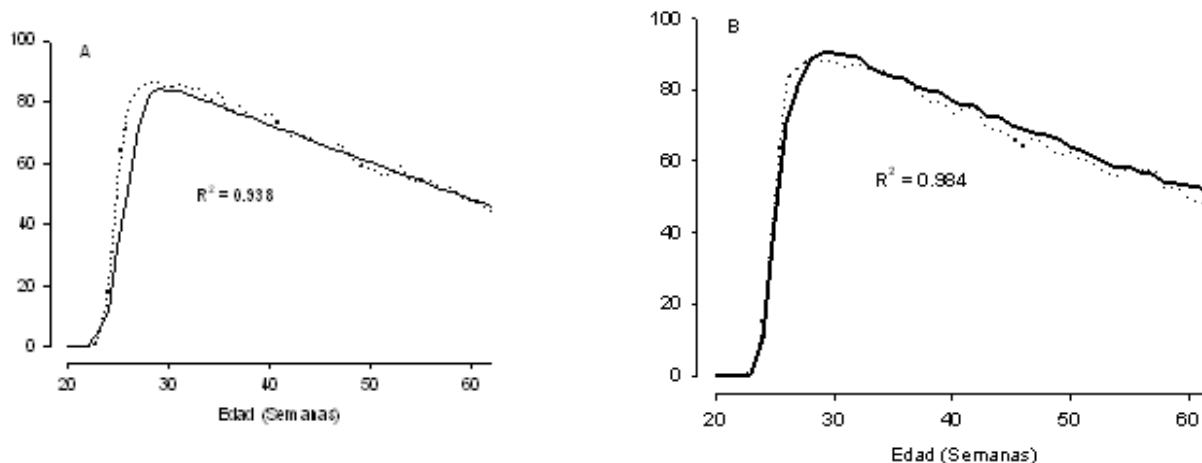


Figura 1. Producción de huevos (gallina-alojada, GA) estimada (línea punteada) versus observada (línea sólida) provenientes de (A) Manual de Manejo de Reproductoras Pesadas Ross 308 (Aviagen, 2006) y (B) Datos experimentales sin publicar (Aviagen, 2005).

Fuente: Álvarez & Hocking (2007)

En validaciones más recientes usando una amplia base de datos de lotes de reproductoras pesadas comerciales provenientes de Venezuela (Álvarez y Hocking, 2007 datos sin publicar), este modelo mostró también una alta efectividad bajo estas condiciones y fue capaz de simular la producción de huevos con alta precisión.

CONCLUSIÓN

El modelo construido permitió predecir y simular con aceptable y alta precisión la producción de huevos en reproductoras pesadas.

AGRADECIMIENTO

Al Programa Alβan de la Unión Europea, CDCH-Universidad Central de Venezuela por el apoyo económico y también a Aviagen Ltd Scotland por el permiso otorgado para hacer uso de sus datos. Roslin Institute es patrocinado por BBSRC.

REFERENCIAS

Alvarez, R., & P.M. Hocking. 2007. Stochastic model of egg production in broiler breeder. *Poultry Science*, 86: 1445-1452.

Aviagen. 2006. Parent Stock Management Manual & Performance Objectives ROSS308. Aviagen Ltd, Scotland, U.K.

Hocking, P. M. 1993. Effects of body weight at sexual maturity and the degree and age of restriction during rearing on the ovarian follicular hierarchy of broiler breeder females. *British Poultry Science*, 34:793-801.

Hocking, P.M. 1996. Role of body weight and food intake after photostimulation on ovarian function at first egg in broiler breeder females. *British Poultry Science*, 37: 841-851.

Hocking, P. M. 2004. Roles of body weight and feed intake in ovarian follicular dynamics in broiler breeders at the onset of lay and after a forced molt. *Poultry Science*, 83:2044-2050.

Hocking, P.M., A.B. Gilbert, M.A. Walker & D. Waddington. 1987. Ovarian follicular structure of white leghorns fed ad libitum and dwarf and normal broiler breeders fed ad libitum or restricted until point of lay. *British Poultry Science*, 28: 493-506.

Hocking, P. M., D. Waddington, M. A. Walker, & A. B. Gilbert 1989. Control of the development of the ovarian follicular hierarchy in broiler breeder pullets by food restriction during rearing. *British Poultry Science*, 30:161-174.

Robinson, F.E., R.T. Hardin, & A.A. Robblee. 1990. Reproductive senescence in domestic fowl: Effects on egg production, sequence length and inter-sequence pause length. *British Poultry Science*, 31:871-879.