

Veterinaria México

Volumen 35
Volume

Número 4
Number

Octubre-Diciembre 2004
October-December

Artículo:

Comparación de cinco modelos animal
y un modelo semental para peso al
nacer de pollos criollos

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Comparación de cinco modelos animal y un modelo semental para peso al nacer de pollos criollos

Comparison of five animal models and one sire model for weight at birth of creole chickens

José M. Naal Castillo*
José C. Segura-Correa*

Abstract

The objectives of this study were to compare five animal models and one sire model and to estimate genetic parameters for body weight at birth from a Creole chicken population in Yucatan, Mexico. Information on body weights was obtained from 758 chickens, progeny of 35 roosters and 140 Creole hens bought from 15 rural communities in Yucatan. Chicks were weighed individually at birth and identified using numbered metallic wing-bands. Roosters and hens were fed with a commercial diet containing 16.5% of crude protein. Data were analyzed by restricted maximum likelihood procedures using five animal models and one sire model. Animal model 1 considered the animal as the only random effect. Models 2 and 3 included, in addition to the additive direct effect of the animal, the common environmental or additive maternal effects, respectively. Model 4 fitted both, the additive maternal and common environmental effects. Model 5 was the same as model 4, except that the covariance between the direct and maternal additive effects was included. The sire model included the rooster and hen within the rooster effects. Animal models 2, 4 and 5 were the best models. Estimates of direct heritability decreased when the maternal additive or common environmental effects were fitted to the model. Estimates of additive direct, maternal and environmental heritabilities from model 5 were: 0.20, 0.18 and 0.35, respectively. The correlation between direct and maternal additive genetic effects was -0.60 . This result indicates that the choice of the best animal model should consider the genetic and environmental effects that the reproductive scheme in the population allows, in order to have more precise heritability estimates.

Key words: VARIANCE COMPONENTS, HERITABILITY, ANIMAL MODEL, CREOLE BIRDS.

Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron comparar cinco modelos animal y un modelo semental, así como estimar parámetros genéticos para el peso al nacer en una población de pollos criollos en Yucatán, México. La información se obtuvo de los pesos al nacer de 758 pollos, progenie de 35 gallos y 140 gallinas criollas compradas en 15 comunidades de Yucatán. Las aves fueron pesadas individualmente al nacimiento e identificadas con bandas metálicas en el ala. Los gallos y gallinas fueron alimentados con una dieta comercial con 16.5% de proteína cruda. Los datos fueron analizados por procedimientos de máxima verosimilitud restringida, utilizando cinco modelos animal y un modelo semental: El modelo animal 1 consideró al animal como el único efecto aleatorio; los modelos 2 y 3 incluyeron en adición al efecto directo aditivo, el efecto ambiental común o aditivo materno, respectivamente; el modelo 4 incluyó, al mismo tiempo, los efectos materno aditivo y ambiental común; y el modelo 5 fue el mismo que el modelo 4, excepto que consideró la covarianza entre los efectos directo aditivo y materno aditivo. El modelo semental incluyó el efecto de gallo y gallina dentro de gallo. Los mejores modelos fueron los modelos animal 2, 4 y 5. Los estimadores de heredabilidad directa aditiva disminuyeron cuando los efectos materno aditivo o ambiental común fueron considerados en el modelo animal. Las heredabilidades directa, materna y ambiental común estimadas con el modelo 5 fueron: 0.20, 0.18 y 0.35, respectivamente. La correlación entre los efectos genéticos aditivos y maternos fue -0.60 . Este estudio muestra que el mejor modelo animal debe considerar los efectos genéticos y ambientales maternos que el esquema de reproducción en la población permita, para obtener heredabilidades más confiables.

Palabras clave: COMPONENTES DE VARIANZA, HEREDABILIDAD, MODELO ANIMAL, AVES CRIOLLAS.

Recibido el 29 de septiembre de 2004 y aceptado el 18 de marzo de 2004.

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5, Carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México, E-mail: segura52@hotmail.com

Introduction

Creole chickens have been under natural selection for almost five centuries, therefore they presumably are rustic and adapted to the environment, traits that could favor the commercial poultry industry or the free-range industry in the future. Few facts are known of the productive performance of the Creole chickens, and less about genetic parameters of economical important traits on that biotype. In order to establish any genetic breeding program, it is necessary to know the heritability for the traits to be improved, because it allows to estimate the gain in genetic improvement. Heritabilities have been estimated for a number of traits, mainly in domestic species, among them chickens. However, it is important to mention that heritability is not only a property of the trait, but also of the population and environment under which the animal lives.¹

The heritability values for body weight in commercial chickens reported in the literature are very variable.² Weight at birth is an important trait in the poultry industry, because heavier birds at birth normally weight more at the end of the fattening period and their survival probability is greater. Therefore, selection to improve this trait could has a great impact in the profitability of this production system. Except by one paper on heritability of weight at birth, there is no information on heritabilities of body weights of Creole chickens in Mexico.³ Also, it is necessary the estimation of heritabilities using more precise tools such as the animal model, because trusty estimators of genetic parameters are necessary in order to predict with high precision the direct or indirect response to selection.

REML method is being used extensively to estimate genetic parameters and genetic evaluations, especially under the animal model.⁴ This estimates the additive genetic merit for animals with or without records, using all information about its relatives in the analysis. With the animal model, the genetic variance is estimated as the variance of the additive genetic merit of the animals instead of four or two times the covariance of half or full sibs, respectively. However, the use of any kind of animal model does not guarantee more exact, precise and reliable estimates; here the importance of methodological studies like the present.

The main objective of this study was to compare five animal models and one sire model, as well as to estimate genetic parameters for weight at birth in a chicken Creole population in Yucatan, Mexico.

Introducción

Las gallinas criollas han estado sujetas a la selección natural por casi cinco siglos, por lo que se presume que presentan características de rusticidad y adaptación al ambiente, que podrían favorecer a la avicultura comercial confinada o en libertad en lo futuro. Poco se conoce del comportamiento productivo de las gallinas criollas, menos aún se dispone de parámetros genéticos para características de importancia económica en este biotipo. Para determinar cualquier plan de mejoramiento genético, es necesario conocer el índice de herencia para las características que se desean mejorar, ya que el grado con que se heredan éstas permite estimar la ganancia de mejoramiento por selección. Se ha estimado la heredabilidad para gran cantidad de caracteres, principalmente en especies domésticas, entre éstas las gallinas. Sin embargo, es importante mencionar que la heredabilidad no constituye una propiedad del carácter únicamente, sino también lo es de la población y de las circunstancias ambientales a las que están sujetos los individuos.¹

Los valores de heredabilidad para peso vivo en pollos comerciales notificados en la literatura varían considerablemente.² El peso al nacer es una característica importante en la avicultura, ya que animales más pesados al nacer normalmente pesan más al final de la engorda y su probabilidad de sobrevivencia es mayor; por tanto, la selección para mejorar esta característica tendría gran impacto en la rentabilidad de esta función zootécnica. Salvo un trabajo donde se calcula la heredabilidad para el peso al nacer, no existe información sobre heredabilidades de los pesos vivos de las aves criollas en México.³ Asimismo, es necesaria la estimación de heredabilidades utilizando herramientas más precisas como la de modelo animal, ya que estimadores confiables de los parámetros genéticos son necesarios para predecir con precisión la respuesta directa o indirecta a la selección.

El método REML está siendo usado extensivamente para estimaciones de parámetros genéticos y evaluaciones genéticas, en especial bajo el denominado modelo animal.⁴ Este último estima el mérito genético aditivo para animales con o sin registros, incorporando toda la información de parentesco conocida en el análisis. Con el modelo animal, la varianza genética es estimada como la varianza del mérito genético aditivo de los animales en vez de cuatro o dos veces la covarianza de medios hermanos o hermanos completos, respectivamente. Sin embargo, el uso de cualquier modelo animal no garantiza la obtención de estimadores más exactos, precisos y confiables; de

Material and methods

The present study was carried out in the poultry area of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the Autonomous University of Yucatan, 20° 59' North latitude and 89° 39' West longitude. The area is 8 m above sea level, with an average temperature of 18°C in the coldest month and 38°C in the warmest month. The average annual temperature is 26°C with an average humidity of 78%.⁵

Information on weight at birth from the progeny of 35 roosters and 140 Creole hens, bought in 15 rural communities of Yucatan (758 one-day-old male and female chickens). Creole birds were considered as those with a simple comb, without a total white, red or barred plumage. Parents (roosters and hens) were allocated in commercial laying-type wire cages, individually identified and given a commercial diet with 16.5% of crude protein. After two weeks of adaptation to the cages and training of roosters to give semen, four hens per rooster were artificially inseminated. Inseminations were done twice a week (Monday and Thursday) applying approximately 0.1 to 0.2 ml of fresh semen per hen. Fertile eggs were kept in a cool room up to two weeks. Thereafter, the suitable eggs were incubated. Birth plates were individually identified per rooster and hen and at bird, chicks were weighed individually and identified with numerated metallic wing-bands; rooster and hen identifications were also registered. Due to the scarce egg production of the hens it was necessary to incubate three sets of fertile eggs, between one to two weeks difference. All roosters had fertile eggs in all egg sets.

Variance components and genetic parameters were obtained using the DFREML computer program⁶ and the Mixed procedure.⁷ The models used included the fixed effects of incubation set and the corresponding random effects. Five animal models were tested. Model 1 was a simple animal model with the direct additive genetic effect as the only random effect. Model 2 included besides the direct additive effect, the maternal environmental effect, as an uncorrelated effect. Model 3 included both the direct and maternal additive genetic effects. Model 4 included the direct and maternal additive genetic effects plus the maternal environmental effect. Model 5 was similar to model 4, except that the direct-maternal additive genetic covariance was considered.

The general animal model in matrix notation was:

$$y = Xb + Z_1a + Z_2m + Z_3c + e$$

where: $y = N \times 1$ vector of observations for birth weight.

aquí la importancia de estudios metodológicos, como los del presente trabajo.

El objetivo principal de este trabajo fue comparar cinco modelos animal y un modelo semental, así como estimar parámetros genéticos para el peso al nacer en una población de pollos criollos en Yucatán, México.

Material y métodos

El presente trabajo se realizó en las instalaciones avícolas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Yucatán, a 20° 59' latitud Norte y 89° 39' longitud Oeste. La zona presenta 8 msnm, su promedio de temperatura es de 18°C en el mes más frío y 38°C en el más caluroso. El promedio de temperatura anual es 26°C con humedad promedio de 78%.⁵

Se utilizó la información de los pesos vivos generada por la progenie de 35 gallos y 140 gallinas criollas compradas de 15 comunidades de Yucatán (758 pollitos machos y hembras al día de edad). Se consideraron animales criollos aquellos que no presentaran el plumaje total de color blanco, rojo o barrado y cresta simple. Los progenitores (gallos y gallinas) se alojaron en jaulas metálicas tipo postura comercial, se identificaron individualmente y recibieron una dieta comercial con 16.5% de proteína cruda. Después de dos semanas de adaptación a las jaulas y entrenamiento de los gallos para la colecta de semen, se procedió a la inseminación artificial de cuatro gallinas por gallo. Las inseminaciones se hicieron dos veces a la semana (lunes y jueves) y se aplicó, aproximadamente, de 0.1 a 0.2 ml de semen fresco por gallina. El huevo fértil se conservó en un cuarto con aire acondicionado hasta por dos semanas. Posteriormente se procedió a la incubación de los huevos incubables. Las charolas de nacimiento fueron identificadas por gallo y gallina, al nacer los pollitos se registró la identidad del padre y madre, se les colocó una banda metálica numerada y se pesaron. Debido a la escasa producción de huevos de las gallinas hubo necesidad de incubar tres lotes de huevos fértiles, con una o dos semanas de diferencia. Todos los gallos estuvieron representados en los diferentes lotes.

Los componentes de varianza y parámetros genéticos fueron obtenidos utilizando el programa DFREML⁶ y el procedimiento Mixed.⁷ Los modelos empleados incluyeron el efecto fijo de lote de incubación y los efectos aleatorios correspondientes. Cinco modelos animal fueron probados: El modelo 1 fue un modelo animal simple, teniendo como único efecto aleatorio el efecto genético directo aditivo. El modelo 2 incluyó además del efecto directo aditivo, el efecto ambiental materno; como un efecto aleatorio

X = Incidence matrix relating the observations to the respective fixed effects.

b = Unknown vector of fixed effects.

Z₁ = Incidence matrix relating the observations to the direct additive genetic effects.

a = Vector of direct additive genetic effects.

Z₂ = Incidence matrix relating the observations to the maternal additive genetic effects.

m = Vector of maternal genetic effects.

Z₃ = Incidence matrix relating the observations to the maternal environmental effect.

c = Vector of maternal environmental effects.

e = Vector of residual effects (temporary environmental effects).

Direct and maternal additive effects were assumed normally distributed with mean = 0 and variance $A\sigma_a^2$ and $A\sigma_m^2$, respectively,

where A = Relationship numarators matrix.

σ_a^2 and σ_e^2 = Direct and maternal additive variances, respectively.

The common maternal environmental and residual effects were assumed normally distributed with means = 0 and $I_d\sigma_a^2$ and $I_n\sigma_e^2$ variances, respectively,

where: I_d and I_n = Identity matrices with rank equal to the number of hens and registered chicks, respectively.

σ_a^2 and σ_e^2 = Variances of the common environmental and residual effects, respectively.

Direct additive (h^2) and maternal additive (m^2) heritability estimates and common environmental fractions (c^2) were calculated as the ratio of the direct additive (σ_a^2), maternal additive (σ_m^2) and maternal environmental (σ_c^2) variances, with respect to the phenotypic variance (σ_p^2). The correlation between the direct and maternal additive effects (r_{am}) were calculated as the ratio of the direct-maternal additive covariance (σ_{am}) and the square root of the product of the direct and maternal additive variances.

Because roosters and hens were bought from different communities mating between roosters and hens bought at the same community was avoided and was assumed that animals were unrelated.

The sire model included the fixed effect of incubation set and the random effects of rooster and hen within rooster using the REML method of the Mixed procedure.⁷ The direct additive heritability (h_s^2) and the fraction of the maternal environmental variance (c^2) plus one quarter of the dominance variance were estimated as:

$$h_s^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_p^2} \quad \text{and} \quad c^2 = \frac{\sigma_d^2 - \sigma_s^2}{\sigma_p^2}$$

where: σ_s^2 , σ_d^2 and σ_p^2 = variance components due to rooster, hen and phenotypic variances, respectively.

no correlacionado. El modelo 3 consideró el efecto directo aditivo y el efecto genético materno. El modelo 4 incluyó simultáneamente los efectos materno aditivo y ambiental materno. El modelo 5 fue el mismo que el modelo 4, excepto que la covarianza entre los efectos directo aditivo y materno aditivo fue considerada.

El modelo animal general en notación matricial fue:

$$y = Xb + Z_1a + Z_2m + Z_3c + e$$

donde: y = Vector N × 1 de observaciones para peso al nacer.

X = Matriz de incidencias que asocia los efectos fijos a y.

b = Vector desconocido de efectos fijos.

Z₁ = Matriz de incidencias que asocia los efectos genéticos directos aditivos a y.

a = Vector de efectos genéticos directos aditivos.

Z₂ = Matriz de incidencias que asocia los efectos maternos aditivos a y.

m = Vector de efectos genéticos maternos.

Z₃ = Matriz de incidencias que asocia el efecto ambiental común de la madre a y.

c = Vector de efectos ambientales comunes de la madre.

e = Vector de efectos residuales (ambientales temporales).

Los efectos aditivos directos y maternos se supusieron normalmente distribuidos con media 0 y varianza $A\sigma_a^2$ y $A\sigma_m^2$, respectivamente,

donde A = Matriz de numeradores de parentesco.

σ_a^2 y σ_e^2 = Varianzas aditivas directa y materna, respectivamente.

Los efectos ambiental común de la gallina y residual se supusieron distribuidos normalmente con media 0 y varianzas $I_d\sigma_a^2$ y $I_n\sigma_e^2$ respectivamente,

donde: I_d y I_n = Matrices identidad con órdenes igual al número de gallinas y pollos registrados, respectivamente.

σ_a^2 y σ_e^2 = varianzas de efectos ambiental común y residual, respectivamente.

Estimadores de la heredabilidad directa aditiva (h^2), aditiva materna (m^2) y ambiental común (c^2) fueron calculadas como razones de las varianzas aditiva directa (σ_a^2), aditiva materna (σ_m^2) y ambiental común materna (σ_c^2), respectivamente, con respecto a la varianza fenotípica (σ_p^2). La correlación entre los efectos aditivos directo y materno (r_{am}) se calculó como la razón de la estimada de la covarianza directa-materna (σ_{am}) y la raíz cuadrada del producto de las varianzas aditiva directa y materna.

Debido a que los gallos y gallinas reproductoras se compraron de diferentes comunidades del estado y se procuró que ningún gallo se apareara con gallinas procedentes de la misma localidad o comunidad,

In order to compare the animal and sire models, it was considered that greater values of the likelihood function indicate that the model explains the data better. To compare the differences between the likelihood function values the likelihood ratio test was used.⁸ This method is based in the fact that the difference $-2(\log L_1 - \log L_2)$ has a Chi-square distribution, where L_1 and L_2 are the likelihood function values, after the criterion of convergence of the iterative process was reached (in this case the variance of the function in the last five evaluations should not be greater than 1×10^{-8}) in the different models. The freedom of degree of the comparisons was equal to the number of parameters included in the model. Significances were tested at the $P < 0.05$ level.

Results

Based on the logarithms of the likelihoods, the animal models 2, 4 and 5 were the best models. The logarithm of the likelihood increased when the common maternal effect was included in the animal models, but this was not the case when the additive maternal effect was included in the model (Table 1).

The estimated genetic parameters for weight at birth of the Creole chickens are shown in Table 1. Direct additive heritability estimates depended of the model used, with a range from 0.13 to 0.99. The simple animal model (model 1), resulted in the additive heritability estimate of greatest magnitude (0.99).

The inclusion of the additive or maternal environmental effect in the model decreased the direct heritability estimate. When both the maternal additive and common environmental effects were included (models 4 and 5), the use of model 5 did not improve the model in comparison with models 2 or 4, as indicated the logarithm values of the likelihood function. The inclusion of the direct-maternal additive covariance in model 5 gave a negative estimate of the correlation.

The sire model explained less the variation of weight at birth; however, it produced a direct heritability estimate similar to that obtained in models 2 and 4.

Discussion

The results of this study indicate that when experiments are well designed and the populations have not been under selection or there are not relationship among the parents (as was the case in this study), the use of the sire model using the Mixed procedure results in similar estimators to those of the best animal model. However, it is important to mention that no any type of animal model should

se supuso que no había parentesco entre los progenitores.

El modelo semental incluyó el efecto fijo de lote de incubación, y los efectos aleatorios de gallo y gallina dentro de gallo, utilizando para ello el procedimiento Mixed con el método REML.⁷ La heredabilidad aditiva (h_s^2) y la variación ambiental materna (c^2) más un cuarto de la variación de dominancia se estimaron como:

$$h_s^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_p^2} \quad \text{y} \quad c^2 = \frac{\sigma_d^2 - \sigma_s^2}{\sigma_p^2}$$

donde: σ_s^2 , σ_d^2 y σ_p^2 = componentes de varianza debidas a gallo, gallina y la varianza fenotípica, respectivamente.

Para comparar los modelos animal y semental se consideró que mientras mayores sean los valores de la función de verosimilitud, el modelo explica mejor los datos. Para comparar la diferencia entre los valores de la función de verosimilitud de dos modelos se utilizó la prueba de razón de verosimilitudes.⁸ Este método se basa en el hecho de que la diferencia $-2(\log L_1 - \log L_2)$ tiene una distribución Ji-cuadrada, donde L_1 y L_2 son los valores de las funciones de verosimilitud, después de que el criterio de convergencia del proceso iterativo se alcanzó (en este caso la varianza de la función en las últimas cinco evaluaciones no debería ser mayor de 1×10^{-8}) en los diferentes modelos. El número de grados de libertad de las comparaciones es igual al número de parámetros que se incluyeron en el modelo. Las significancias se probaron al nivel de $P < 0.05$.

Resultados

Con base en los logaritmos de verosimilitud, los mejores modelos fueron los modelos animal 2, 4 y 5. El logaritmo de la verosimilitud aumentó cuando se incluyó el efecto materno común en los modelos animal, pero no cuando se consideró el efecto materno aditivo (Cuadro 1).

Los estimadores de los parámetros genéticos para el peso al nacer de los pollos criollos se presentan en el Cuadro 1. Los estimadores de heredabilidad directa aditiva dependen mucho del modelo usado, con un rango de 0.13 a 0.99. El modelo animal simple (modelo 1), resultó en el estimador de heredabilidad aditiva de mayor magnitud (0.99).

La introducción del efecto materno aditivo o ambiental común redujo el estimador de heredabilidad directa. Cuando se incluyeron simultáneamente el efecto materno aditivo y ambiental común (modelos 4 y 5); la utilización del modelo 5 no mejoró el modelo en comparación con los modelos 2 o 4, como lo indican los valores del logaritmo de la función de verosimilitud.

Cuadro 1

ESTIMADORES DE HEREDABILIDADES DIRECTA (h^2) Y MATERNA (m^2), CORRELACIÓN GENÉTICA DIRECTA-MATERNA (r_{am}), EFECTO AMBIENTAL COMÚN (c^2) Y VARIANZA FENOTÍPICA (σ_p^2) PARA PESO AL NACER DE POLLOS CRIOLLOS EN YUCATÁN, MÉXICO

ESTIMATED DIRECT (h^2) AND MATERNAL (m^2) HERITABILITIES, DIRECT-MATERNAL CORRELATION (r_{am}), COMMON ENVIRONMENTAL EFFECT (c^2) AND PHENOTYPIC VARIANCE (σ_p^2) FOR WEIGHT AT BIRTH OF CREOLE CHICKS IN YUCATAN, MEXICO

Model	h^2	c^2	m^2	r_{am}	σ_p^2	Likelihood Log
1*	0.99				19.02	-1330.9
2*	0.16	0.39			17.83	-1325.9
3*	0.40		0.59		18.97	-1330.9
4*	0.16	0.24	0.15		17.83	-1325.9
5*	0.20	0.35	0.18	-0.60	18.97	-1325.9
Mixed**	0.13	0.40***			17.74	-2019.2

*Animal models using the DFREML program.⁶

**Model that included the rooster and hen (rooster) effects using the Mixed procedure.⁷

***This value included the additive maternal variance, the maternal environmental variance and the direct - maternal additive covariance.

Obtained as: $\frac{\sigma_d^2 - \sigma_s^2}{\sigma_p^2}$

be used for a given set of data, but that one that takes in account the reproductive scheme of the population and the components associated to that scheme (i.e. common environmental, maternal additive components etc). The minor value for the logarithm of the likelihood for the sire model could be partially due to the fact that this model only fractions the phenotypic variation in direct genetic effects and groups the maternal additive variation with the maternal environmental variation and the direct direct-maternal additive covariance.

The simple animal model (model 1) resulted in the highest additive heritability estimate (0.99), which indicates that this model does not separate the maternal additive and common environmental effects from the direct additive effects; therefore the direct heritability value is over-estimated. Kinney,² in a literature review, reported heritabilities from 0.03 to 0.93 with an average of 0.52 for body weight in commercial chickens. Hartman *et al.*,⁹ using an animal model reported a heritability of 0.1 for weight at birth. In Mexico, in another population of Creole chickens in Yucatan, a heritability of 0.87 was estimated for weight at birth using the rooster component of variance and 0.51 using the hen within the rooster component of variance.³ The heritability here obtained using the Mixed procedure (0.13) is close enough to the values obtained under animal models 2 and 4. It is expected that heritability estimates under an animal model are more reliable and precise in comparison with a sire

La inclusión de la covarianza directa aditiva-materna aditiva en el modelo 5 resultó en un estimador negativo de la correspondiente correlación.

El modelo semental fue el que menos explicó la variación del peso al nacer; sin embargo, produjo un estimador de heredabilidad directa similar a la obtenida con los modelos 2 y 4.

Discusión

Los resultados de este estudio indican que cuando los experimentos están bien diseñados y la población no ha sido sujeta de selección o no existe relación entre los progenitores (como fue el caso de este estudio), el uso del modelo semental con el procedimiento Mixed resulta en estimadores similares al mejor modelo animal posible. Sin embargo, es importante mencionar que no cualquier modelo animal debe ser usado para un conjunto de datos, sino aquel que considera el esquema de reproducción en la población y los componentes asociados a ese esquema (por ejemplo, componentes ambiental común, materno aditivo, etc.). El menor valor del logaritmo de la verosimilitud para el modelo semental utilizando el procedimiento Mixed, puede deberse en parte a que este sólo descompone la variación fenotípica en efectos genéticos directos y agrupa la variación aditiva materna, con la variación maternal ambiental y la covarianza aditiva directa-materna.

El modelo animal simple (modelo 1) resultó en

model when parents of the animals are related, or when populations are under genetic selection. The differences in the heritability estimates according to the model used indicate that in the estimation of genetic parameters is important to include all the environmental and genetic effects in the animal model in order to get more precise direct heritabilities for weight at birth of Creole chicken.

The introduction of additive or common environmental effects decreased the direct heritability estimate. However, the logarithms of the likelihoods were greater when the common environmental effect was included in comparison with the maternal additive effects. The maternal components that could affect the weight at birth of the chick are mainly oviduct factors such as weight and size of the egg, shell quality and yolk composition.¹⁰ The c^2 estimate, therefore includes environmental influences of the oviduct, non-additive genetic effects and any interaction rooster-hen that could be present. The weight of the chick represents approximately, 70% of the egg weight,¹¹ being a high correlation between the egg weight and the weight of the chick at birth.^{12,13} When the maternal additive and common environmental effects were included simultaneously in the model (models 4 and 5), the heritabilities were more reliable (in comparison with model 1); therefore, it is desirable to include the common environmental effect in the models to estimate the heritability for weight at birth. The use of model 5, that included the direct-maternal additive covariance, did not improve the model that explains weight at birth in comparison with models 2, 3 and 4, as indicated for the values of the logarithm of the likelihood function; furthermore, it gave a negative estimate of the genetic correlation. However, based on the magnitude of the effects, the common environmental effect had a greater effect than the maternal additive component. Negative estimates for the direct-maternal covariance for weight at birth in other species are frequent in cattle^{14,15} and sheep.^{16,17} Robinson¹⁴ showed that the negative correlation between the direct and maternal additive effects are not due to the genetic antagonism only, but also could be due to additional variation of sire, sire per year interaction or the negative covariance between dam and progeny.

An important problem¹⁸ is the difficulty in separating statistically the direct and maternal environmental effects. This has been shown even in specific experimental designs,¹⁹ where the relationship among hens is needed. Finally the definition of the correct animal model is important, because the more complex is the model, the greater is the time to get solutions. This is even more important with large amounts of animals and multivariate analysis, where

estimadores de heredabilidades aditivas de mayor magnitud (0.99), esto último indica que este modelo no logra separar los efectos aditivos maternos o ambientales comunes de los efectos directos aditivos; por tanto, la heredabilidad directa está sobreestimada. Kinney,² en una revisión de literatura, proporciona heredabilidades de 0.03 a 0.93 con promedio de 0.52 para peso vivo en aves comerciales. Hartman *et al.*,⁹ usando un modelo animal, notificaron una heredabilidad de 0.1 para peso al nacer. En México, en otra población de gallinas criollas en Yucatán, se obtuvo una heredabilidad de 0.87 para el peso al nacer utilizando la componente de varianza de gallo y 0.51 utilizando las componentes de gallo y gallina.³ La heredabilidad (0.13) aquí obtenida con el procedimiento Mixed es bastante cercana a los valores obtenidos con los modelos animal 2 y 4. Es de esperar que las heredabilidades sean más confiables y precisas con el modelo animal en comparación con un modelo semental cuando los padres de los animales están emparentados, o cuando se trabaja poblaciones bajo selección genética. La variación en las heredabilidades estimadas según el modelo utilizado, indica que en la estimación de parámetros genéticos es importante incluir todos los efectos ambientales y genéticos en el modelo animal para obtener heredabilidades directas más precisas para el peso al nacer de los pollitos criollos.

La introducción del efecto materno aditivo o ambiental común redujo el estimador de heredabilidad directa. Sin embargo, los logaritmos de las verosimilitudes fueron mayores cuando se consideró el efecto ambiental común en comparación con los efectos aditivos maternos. Los componentes maternos que podrían afectar el peso al nacer del pollito son factores principalmente del oviducto como el peso del huevo, tamaño del huevo, calidad de la cáscara y composición de la yema.¹⁰ El estimador de c^2 , por tanto, incluye influencias del ambiente del oviducto, efectos genéticos no aditivos y cualquier interacción gallo-gallina que pudiera estar presente. El peso del pollito representa, aproximadamente, 70% del peso del huevo,¹¹ existiendo una correlación alta entre peso del huevo y peso al nacer del pollito.^{12,13} Cuando se incluyeron simultáneamente en el modelo el efecto materno aditivo y ambiental común (modelos 4 y 5), las heredabilidades fueron más confiables (en comparación con el modelo 1); por tanto, es deseable incluir el efecto ambiental común en los modelos para estimar la heredabilidad para el peso al nacer. La utilización del modelo 5, que incluyó la covarianza aditiva directa-materna, no mejoró el modelo que explica el peso al nacer en comparación con los modelos 2, 3 y 4, como lo indican los valores del logaritmo de la función de verosimilitud; asimismo,

the time employed by the central processing unit (CPU) is a function of the number of variances and covariances to be estimated.

In conclusion, the choice of the best animal model should consider all genetic and environmental effects of the reproductive scheme in the population, in order to get more reliable heritabilities. The common maternal environmental effect was important on birth weight of the Creole chicken and the direct additive heritabilities for birth weight (except model 1) are within the range of values reported in the literature.

Acknowledgements

The economical support by the National Council of Science and Technology, of Mexico is acknowledged (Project 31664-B).

Referencias

1. Falconer DS. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed. London: Longman; 1981.
2. Kinney TR Jr. A summary of reported estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations for traits of chickens. Handbook No. 363. Agricultural Research Service, USDA USA. 1969.
3. Hernández E, Segura JC. Estimación del índice de herencia para peso al nacer en pollos criollos cuello desnudo. Universidad y Ciencia; 1994; 11: 121-124
4. Henderson CR. Applications of linear models in animal breeding. Ontario Canada: University of Guelph; 1984.
5. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. México DF. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México; 1988.
6. Meyer K. DFREML Users Notes. Armidale, Australia; University of New England; 1998.
7. SAS. SAS/STAT User's Guide (Version 6.11) Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1996.
8. Lynch M, Walsh B. Genetics and analysis of quantitative traits. Massachusetts: Sinauer Associates, 1998.
9. Hatmann C, Johansson K, Strandberg E, Rydhmer L. Genetic correlations between the maternal genetic effect on chick weight and the direct genetic effects on egg composition traits in a White Leghorn line. Poultry Sci 2003;82:1-8.
10. Aggrey SE, Cheng KM. Genetic and posthatch parental influences on growth of pigeons squabs. J Hered 1993;84:184-187.
11. North OM, Bell DD. Manual de producción avícola. 3a ed México DF: El Manual Moderno, 1993.
12. Pinchasov Y. Relationship between weight of hatching eggs and subsequent early performance of broiler chicks. Br Poult Sci 1991;32:109-115.

proporcionó un estimador negativo de la correspondiente correlación genética. Sin embargo, a juzgar por la magnitud de los efectos, se muestra que el efecto ambiental común tiene un mayor efecto que la componente aditiva materna. Estimadores negativos para la covarianza directa materna para peso al nacer en otras especies son frecuentes en ganado bovino^{14,15} y en ovinos.^{16,17} Robinson¹⁴ muestra que la correlación negativa entre los efectos aditivo directo y materno no sólo se deben a un antagonismo genético, pero también podría deberse a variación adicional debida al semental, la interacción semental por año o la covarianza negativa entre madre-progenie.

Un problema importante¹⁸ es la dificultad de separar estadísticamente las componentes directa y ambiental materna. Esto último ha sido demostrado aun en experimentos diseñados específicamente.¹⁹ Para ello se requiere de relaciones de parentesco entre las gallinas. Finalmente la definición del modelo animal correcto es importante, porque mientras más complejo es el modelo, mayor es el tiempo que se necesita para obtener las soluciones. Esto es aún más importante con gran cantidad de animales y análisis multivariados, donde el tiempo que utiliza la unidad de procesamiento central (CPU) está en función del número de varianzas y covarianzas a ser estimadas.

En conclusión, la elección del mejor modelo animal debe considerar todos los efectos genéticos y ambientales que el esquema de reproducción en la población permita, para obtener heredabilidades más confiables; el efecto materno ambiental común es importante en el peso al nacer del pollo criollo y las heredabilidades directas aditivas para peso al nacer (excepto el modelo animal 1) se encuentran dentro del rango de valores notificados en la literatura.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de México (Proyecto de 31664-B).

13. Tullet SG, Burton GF. Factors affecting the weight and water status of the chick at hatch. Br Poult Sci 1982;23:361-369.
14. Robinson DL. Models which explain negative correlations between direct and maternal genetic effects. Livest Prod Sci 1996;45:111-122.
15. Diop M, Van Vleck LD. Estimates of genetic parameters for growth traits of Gobra cattle. J Anim Sci 1998;66:349-355
16. Maria GA, Boldman KG, Van Vleck LD. Estimates of variances due to direct and maternal effects

for growth traits of Romanov sheep. *J Anim Sci* 1993;71:845-849.

17.Tosh JJ, Kemp RA. Estimation of variance components for lamb weights in three sheep populations. *J Anim Sci* 1994;72:1184-1190.

18.Meyer K. Variance components due to direct and

maternal effect for growth traits in Australian beef cattle. *Livest Prod Sci* 1992;31:179-188.

19.Al-Shorepy SA, Notter DR. Genetic parameters for lamb birth weight in spring and autumn lambing. *J Anim Sci* 1998;67:322-327.