

EVALUACIÓN DE DOS ALTERNATIVAS GENÉTICAS DE GALLINAS REPRODUCTORAS PARA LA PRODUCCIÓN DE POLLOS CAMPEROS

Evaluation of two genetic alternatives of breeder hens for free-range chicken production

Canet, Z.E.^{1,2*}, Advínculo, S.A.¹, Martines, A.¹, Librera, J.E.^{1,2}, Romera, B.M.¹,
Dottavio, A.M.^{1,3} y Di Masso, R.J.^{1,3}

Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario.
EEA "Ing. Agr. Walter Kugler" INTA Pergamino.
Universidad Nacional de Rosario (CIC-UNR). Argentina

RESUMEN

El pollo Campero INTA, en sus diferentes variantes genéticas disponibles, es un tipo de ave de crecimiento lento, apto para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. El objetivo de este trabajo fue comparar en términos de crecimiento dimensional, uniformidad en peso corporal, patrón de postura y caracteres del huevo (peso, uniformidad, forma y fertilidad) el desempeño de gallinas derivadas del cruzamiento entre las sintéticas ES y A y de gallinas de la sintética E, como alternativas genéticas de reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos. El cruzamiento entre aves de diferentes sintéticas brinda la oportunidad de revertir mediante potenciales respuestas heteróticas, la depresión endogámica resultante de su condición de poblaciones cerradas, con bajo tamaño efectivo. Los valores de los diferentes indicadores propuestos para la evaluación integral de las dos poblaciones de gallinas reproductoras confirman las ventajas derivadas del cruzamiento dado que, en comparación con la sintética E, las aves (ES x A) son más precoces, en tanto alcanzan la madurez sexual a menor edad y con mayor peso, exhiben mayor uniformidad en peso corporal, particularmente en la etapa previa al inicio de la postura, se dirigen con mayor velocidad hacia un mayor pico de postura el que alcanzan a menor edad, presentan un mejor comportamiento productivo durante la etapa de persistencia, el patrón de aumento de peso del huevo es más favorable con mayor uniformidad de los huevos puestos en la segunda etapa del ciclo y sin diferencias en la forma de los huevos ni en la fertilidad y viabilidad global de los mismos.

Palabras clave. peso corporal, madurez sexual, peso del huevo, población sintética, cruzamientos.

SUMMARY

Campero INTA chickens, in their different available genetic variants, is a slow-growing type of bird, suitable for semi-intensive productive systems that preserve animal welfare. The aim of this work was to compare in terms of dimensional growth, body weight uniformity, laying pattern and egg traits (weight, uniformity, shape and fertility), the performance of hens derived from crossing the synthetic populations ES and A and hens of the synthetic E, as genetic alternatives of breeders for free-range chickens production. The crossing between birds belonging to different synthetics offers the opportunity to revert by means of potential heterotic responses, the inbreeding depression resulting from their condition of closed populations with low effective size. The values of the different indicators proposed for the integral evaluation of the two populations of breeding hens confirm the advantages derived from crossbreeding. In comparison with synthetic E, hybrid (ES x A) birds are younger and heavier at sexual maturity. They exhibit greater uniformity in body weight, particularly in the stage prior to start the laying period. Hybrid hens laying pattern show a higher peak value, reached at a younger age, jointly with an advantageous productive behavior during the persistency phase. The pattern of egg weight gain is more favorable with a greater uniformity of the eggs laid in the second stage of the cycle and without differences either in the shape of the eggs or in their fertility and overall viability.

Key words. body weight, sexual maturity, egg weight, synthetic population, cross breeding.

Recibido: noviembre 2018

Aceptado: agosto 2019

¹ Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. *E-mail: canet.zulma@inta.gob.ar

² EEA "Ing. Agr. Walter Kugler" INTA Pergamino.

³ Carrera del Investigador Científico de la Universidad Nacional de Rosario (CIC-UNR). Argentina.

Introducción

Los criterios aplicados en el mejoramiento de las poblaciones de los reproductores pesados utilizados en la producción de los pollos parrilleros comerciales han sido pensados para sistemas intensivos en confinamiento, han priorizado la productividad individual y se han centrado primordialmente en tres aspectos: velocidad de crecimiento, eficiencia alimenticia y rendimiento a la faena. Frente al modelo productivo altamente integrado de la avicultura industrial se han propuesto alternativas en el marco de la denominada producción orgánica ecológica, y/o de campo (Lampkin, 1997; Crandal et al., 2009). El mejoramiento genético de las aves destinadas a este modelo productivo plantea opciones que van desde el diseño de programas completamente independientes con producción de biotipos especiales, hasta la integración de los genotipos convencionales a las nuevas propuestas. Esos biotipos especiales, además de presentar menor tasa de crecimiento y faenarse a mayor edad cronológica, con el consiguiente impacto negativo en la relación de conversión, se caracterizan por presentar restricciones vinculadas con el manejo -alojamiento, densidad, tipo de alimentación- que contribuyen a deteriorar la ecuación costo-beneficio (Dottavio y Di Masso, 2010). En nuestro país, estas aves son producidas por unos pocos criadores particulares y por INTA en la Sección Aves de la EEA Pergamino. El Protocolo de producción (Bonino, 1997) define al pollo campero de manera semejante al Label Rouge francés (Sauveur, 1997). El producido por INTA, denominado en forma genérica Campero INTA, es el resultado del cruzamiento simple entre machos de una de las tres poblaciones sintéticas paternas generadas a tal fin (sintéticas AS, AH y AH') y hembras de una de las cinco sintéticas maternas (A, CE, ES, DE y E) disponibles. El pollo Campero INTA tradicional es el resultado del cruzamiento (AS x E) y el pollo Campero INTA mejorado proviene del cruzamiento (AH' x E). Fundamentado en el diseño de programas independientes para la producción de biotipos especiales, se postula la conveniencia de producir un pollo campero derivado de un cruzamiento de tres vías cuya madre sea un cruzamiento simple entre dos de las poblaciones sintéticas actualmente disponibles y como padre la sintética AH'. Éste, junto a los cruzamientos dobles, es uno de los esquemas clásicos utilizados por la industria para la producción del parrillero comercial en el que se emplea como madre un cruzamiento simple entre dos estirpes de la raza Plymouth Rock Blanca (White Rock) y como padre una estirpe (o un cruzamiento entre estirpes) de la raza Cornish Blanco que aporta velocidad de crecimiento y una adecuada conformación carnífera al producto comercial. La decisión de implementar un cruzamiento de esta naturaleza en el caso del pollo Campero, modificando el esquema habitual de cruzamiento simple, se basa en la organización de la cría de las poblaciones sintéticas progenitoras en tanto desde que fueron generadas en el Núcleo Genético Avícola de INTA Pergamino se han mantenido cerradas y con bajo tamaño efectivo con el consiguiente aumento de los niveles de consanguinidad. Por tratarse de aves destinadas a la reproducción, es fundamental que las mismas mantengan un

buen desempeño vinculado con los caracteres asociados a tal función -madurez sexual, producción de huevos, etc.- que, por su evidente vinculación con la eficacia biológica, presentan base genética predominantemente no aditiva por lo que son particularmente afectados por la depresión derivada de los procesos endogámicos. Dada la naturaleza local particular de dicho material genético no es posible abrir las poblaciones mediante la introducción de reproductores de otra procedencia y, por ello, el cruzamiento entre aves provenientes de diferentes sintéticas brinda la oportunidad de revertir mediante potenciales respuestas heteróticas, el deterioro derivado de la consanguinidad.

El objetivo de este trabajo fue comparar en términos de crecimiento dimensional, postura y caracteres del huevo, el desempeño de gallinas derivadas del cruzamiento entre las sintéticas ES y A y de gallinas de la sintética E, como alternativas genéticas de reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos.

Materiales y Métodos

Aves - Se utilizaron hembras reproductoras pertenecientes a dos grupos genéticos (a) sintética materna E (50% Cornish Colorado 50% Rhode Island Red) y (b) cruzamiento simple entre las sintéticas maternas ES (87,5% Cornish Colorado 12,5% Rhode Island Red) como padre y A (75% Cornish Colorado 25% Rhode Island Red) como madre.

Manejo general - Las aves nacieron en el mes de abril y se criaron a galpón, como un único grupo, con una densidad inicial de 25 aves por m² hasta los 15 días, momento en que la densidad de alojamiento se redujo a 10 aves por m². A partir de las 10 semanas de edad las aves recibieron el manejo lumínico recomendado para la zona de Pergamino (60° 34' O / 33° 53' S), comenzando la fotoestimulación a las 18 semanas. A las 12 semanas de edad se eligieron al azar 120 hembras de cada grupo y se las alojó en seis corrales definitivos de postura a razón de 40 hembras por corral donde permanecieron hasta la finalización del ciclo de producción. Se trabajó con una densidad de 5 aves por m². Cada corral estaba provisto de cuatro comederos tolva de 10 kg de capacidad con rejillas de exclusión para machos y un comedero lineal, ubicado en altura, para los gallos, bebederos automáticos tipo campana y un nidial de ocho bocas, a razón de una boca cada cinco aves. Cuando las pollas cumplieron las 18 semanas de edad se agregaron en cada corral cinco gallos contemporáneos de la sintética paterna correspondiente al cruzamiento programado -sintética AS en el caso de las hembras E y sintética AH' en el caso de las hembras híbridas- los que fueron rotados cada 60 días. Las aves recibieron alimento balanceado Cría entre el nacimiento y las 8 semanas; Crecimiento entre las semanas 9 y 16; Prepostura entre las semanas 17 y 22 y Postura a partir de las 22 semanas. A partir de la 9ª semana de vida se comenzó un programa de restricción en la oferta de alimento balanceado siguiendo, a partir de ese momento, un esquema de asignación de nutrientes acorde a las curvas de peso corporal y luego también la producción de huevos. Simultáneamente

se aplicó el plan sanitario establecido en el protocolo respectivo (Bonino, 1997).

Caracteres productivos a la madurez sexual - A la madurez sexual se registró, en cada uno de los tres corrales correspondientes a cada genotipo la edad (días) del lote a la puesta del primer huevo, el peso corporal promedio (g) del lote a la puesta del primer huevo, el peso promedio (g) de los huevos puestos en el momento en que el lote rompió postura y las edades (días) a las cuales el lote alcanzó el 5% y el 50% de postura. El efecto del grupo genético sobre dichos caracteres se evaluó con una prueba t de Student para datos independientes.

Patrón dinámico de crecimiento dimensional - Las aves se identificaron inicialmente con banda alar y posteriormente con anillos numerados y se pesaron individualmente a intervalos semanales. El estudio del patrón de crecimiento se llevó a cabo en tres períodos: Período 1 -prepostura con alimentación a voluntad (nacimiento - semana 9), Período 2 -prepostura con alimentación restringida (semana 10 a 22) y Período 3 - postura (semana 23 hasta la finalización del ciclo a las 58 semanas). Durante esta última etapa se distinguieron dos fases: Fase 1, entre las semanas 23 y 32, y Fase 2, entre las semanas 32 y 58. Los datos longitudinales peso corporal promedio versus edad cronológica correspondientes al Período 1 se ajustaron con el modelo sigmoideo de Gompertz (Fitzhugh, 1976) $W(t) = A \exp(-b \exp(-k t))$, donde: $W(t)$ = peso corporal (g) en el tiempo t , A = peso corporal asintótico (peso corporal promedio cuando t tiende a infinito), b = parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico, que ajusta para aquellos casos en que t es distinto de cero, k = tasa de maduración o velocidad de aproximación al valor A y t = tiempo en semanas. Los ajustes se llevaron a cabo por regresión no lineal utilizando una técnica iterativa (GraphPad Prism versión 6.0) basada en el algoritmo de Marquardt y su bondad se evaluó en base a la convergencia de las iteraciones en una solución, al valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) y a la aleatoriedad en la distribución de los residuales estudiada con un test de ciclos o rachas (Runs test, Sheskin 2011). Los valores peso-edad correspondientes al Período 2 y a las dos fases del Período 3 se ajustaron por regresión lineal. El efecto del genotipo sobre los estimadores de los parámetros de las funciones lineales para cada Período y Fase dentro de Período se evaluó, en cada caso, con un análisis de la covariancia.

Uniformidad en peso corporal - La uniformidad en peso corporal de cada grupo genético se estimó a partir del cálculo del coeficiente de variación [CV: desvío estándar fenotípico relativizado por el valor del promedio del carácter y expresado como porcentaje] (Toudic, 2009). La representación gráfica de los pares de valores CV versus edad cronológica durante la etapa de prepostura permitió identificar dos fases coincidentes con el diferente manejo de la alimentación de las aves en cada una de ellas: la primera comprendida entre el nacimiento y la semana 10 (alimentación *ad-libitum*) y la segunda entre la semana 10 y la semana 22 (alimentación restringida). Dado el comportamiento lineal del CV en cada una de dichas etapas y en ambos grupos genéticos, los datos experimentales se

ajustaron por regresión lineal. El efecto del grupo genético sobre los estimadores de los parámetros de la función lineal se evaluó con un análisis de la covariancia. Durante la etapa de postura no fue posible identificar un patrón estable del indicador razón por la cual su comportamiento dinámico se caracterizó en forma descriptiva tomando como base una escala con cuatro categorías: MU - muy uniforme (CV < 8%), U - uniforme (8% < CV < 10%), UM -moderada (10% < CV < 12%) y UD - uniformidad deficiente (CV > 12 %) utilizada por una empresa comercial en su Manual de manejo de pollos de carne (Aviagen, 2010).

Curvas de postura - Diariamente se registró el número de huevos puestos por las aves de cada grupo desde la madurez sexual (puesta del primer huevo) hasta las 58 semanas de edad. El porcentaje de postura de las aves de cada grupo genético en dicho lapso se calculó a intervalos semanales, de acuerdo con la siguiente expresión: $\{[(\text{número total de huevos puestos en la semana} / (\text{número de aves en el lote} \times 7))] \times 100\}$ y los valores se graficaron en función de la edad cronológica. Una vez identificado el pico de postura de cada grupo los valores totales se dividieron en dos etapas: pre-pico de postura y post-pico de postura. Previo rechazo de la hipótesis de linealidad, la fase que precede al pico, de naturaleza creciente, se ajustó para ambos grupos con un modelo logístico de la forma $Y = A * (1 + b * 2,71828^{-(k*t)})^{-(1)}$, donde: Y es el porcentaje de postura en el tiempo t , A es el valor asintótico (máximo porcentaje de postura equivalente al pico de producción), b es una constante de integración, parámetro de posición sin valor biológico, k es la tasa de maduración o velocidad de aproximación al valor de A o pico de postura y t es la edad cronológica en semanas. La fase posterior al pico de postura -fase de persistencia- mostró diferente comportamiento en cada genotipo. En el caso de la población sintética E los datos se ajustaron con una función lineal. En el caso de la población (ES x A) se utilizó una función exponencial decreciente de tipo $Y_t = (Y_0 - \text{Plateau}) * \exp(-k*t) + \text{Plateau}$, donde Y_t es el porcentaje de postura en el tiempo t , Y_0 es el valor de Y cuando el tiempo t es cero, Plateau es el valor de Y cuando el tiempo t tiende a infinito, k es una tasa de decaimiento constante, Span es la diferencia entre Y_0 y Plateau y representa el rango de caída del porcentaje de postura a partir del tiempo 0 y t es la edad cronológica en semanas. Los valores de Span e Y_0 carecen de significado biológico porque no se estiman a partir del momento en que se alcanza el pico sino desde la edad 0.

Patrón dinámico de aumento de peso del huevo - Se registró -con aproximación al gramo- el peso de todos los huevos puestos en cada corral en un día fijo de la semana entre la madurez sexual y las 58 semanas de edad. El peso promedio de los huevos puestos ese día se asignó a la semana correspondiente. Los datos longitudinales peso promedio del huevo versus edad cronológica se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Brody (Yoo et al., 1983; Minvielle et al., 1994): $W(t) = A * (1 - b * 2,71828^{-(k*t)})$, donde $W(t)$ es el peso del huevo (g), en el tiempo t ; A es el peso asintótico del huevo (g), b es un parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico, k es la tasa de maduración para el peso del huevo o velocidad de

aproximación a la asíntota y t es la edad (semanas). Los datos longitudinales peso promedio del huevo (g) versus edad de postura (semanas) se ajustaron con el modelo de Weatherup y Foster (Sheldon y Podger, 1974; Weatherup y Foster, 1980): $W(t) = A - B \cdot r^t$, donde B representa el rango del peso del huevo (g) entre $t = 0$ y A , r es la tasa de aproximación del peso del huevo al valor asíntótico A y t es la edad de postura (semanas). Para ambos ajustes la bondad de los mismos se evaluó utilizando los mismos criterios mencionados en el caso del patrón dinámico de crecimiento dimensional.

Uniformidad en peso del huevo - La uniformidad en el peso de los huevos puestos entre las 30 y las 58 semanas de vida se evaluó a partir del cálculo del coeficiente de variación semanal del peso de los mismos [CV = (desvío estándar fenotípico del peso de los huevos puestos en la semana / peso promedio de los mismos) x 100]. La representación gráfica de los valores del CV para peso del huevo en función de las semanas de postura permitió identificar dos períodos (período 1: semanas 31 a 40; período 2: semanas 40 a 58) diferenciables por el comportamiento de la variable respuesta. En ambos períodos el CV mostró una tendencia compatible con un modelo lineal. El efecto del grupo genético sobre los valores de la pendiente y de la ordenada de las respectivas rectas de regresión, en cada uno de los períodos, se evaluó con un análisis de la covariancia.

Forma y tamaño del huevo - Se recolectaron todos los huevos puestos por las aves de ambos grupos genéticos en el lapso comprendido entre dos días antes y hasta dos días después (total cinco días) de la fecha en que las mismas cumplieron las 30 y las 43 semanas de edad. En cada edad, una muestra aleatoria de 120 unidades se pesó con aproximación a la décima de gramo y se determinó su longitud y su ancho con calibre micrométrico y aproximación a la centésima de milímetro. Los valores individuales se utilizaron para calcular el índice de forma [IF = (ancho / largo) x 100] (Marble, 1943). El efecto del grupo genético, de la edad y de la interacción simple entre ambos factores principales se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un diseño completamente aleatorizado con un experimento factorial 2x2. Las comparaciones entre grupos genéticos dentro de edad se efectuaron con una prueba t de Student para datos independientes.

Fertilidad, incubabilidad y viabilidad - Entre las 30 y las 40 semanas de vida se llevaron a cabo siete registros - semanas 30, 31, 33, 34, 35, 39 y 40- de la fertilidad de los lotes. La recolección de los huevos a incubar (200 por lote) se llevó a cabo durante un máximo de 12 días registrándose en cada uno el lote de procedencia, el grupo genético y la fecha de recolección. Los huevos se recolectaron en cinco momentos del día, se los desinfectó con una solución al 50% (P/V) de permanganato de potasio en formol al 40% y se almacenaron a una temperatura de 15 ± 1 °C. Durante el lapso de almacenamiento los huevos se voltearon una vez por día para prevenir la adherencia del embrión a la cáscara. Se calcularon los porcentajes de: fertilidad (nº de huevos fértiles / nº de huevos incubados), incubabilidad (nº de pollitos nacidos / nº de huevos fértiles) y nacimientos o viabilidad (nº de pollitos nacidos / nº de huevos incubados). Los pares de valores

correspondientes a cada uno de los indicadores (fertilidad, incubabilidad y viabilidad) y la edad de registro se ajustaron por regresión lineal. El efecto del grupo genético sobre las pendientes y las alturas para cada uno de los tres indicadores se evaluó con un análisis de la covariancia.

Resultados

Caracteres productivos a la madurez sexual - El Cuadro 1 resume el comportamiento de los caracteres evaluados a la madurez sexual. Se constataron diferencias estadísticamente significativas entre grupos genéticos en todas las variables. Las aves híbridas rompieron postura prácticamente un mes antes (27,4 días) y lo hicieron con un mayor peso corporal promedio (+ 160 g). La diferencia en precocidad se mantuvo al considerar las edades a las que alcanzaron el 5% (24,4 días) y el 50% de postura (33 días). Las pollas híbridas pusieron un primer huevo más liviano (12,1 g), diferencia que se redujo en magnitud (4,8 g) y se hizo marginalmente significativa cuando se consideró el peso promedio de los huevos puestos ese primer día.

Patrón dinámico de crecimiento dimensional - La Figura 1 representa gráficamente el comportamiento de los valores experimentales del peso corporal en función de la edad cronológica de las aves. Los datos experimentales correspondientes a la etapa del período prepostura con alimentación *ad libitum* (Período 1), se ajustaron por regresión no lineal con el modelo matemático de Gompertz (Cuadro 2). La desviación del modelo propuesto no fue significativa (Test de rachas: $p > 0,05$). La diferencia entre las trayectorias globales fue estadísticamente significativa ($F = 84,8$; $p < 0,001$), resultado atribuible a la combinación de un mayor valor de ambos parámetros en el caso de las aves ES x A, sin diferencias significativas entre genotipos en las estimaciones del peso asíntótico A ($F = 0,098$; $p = 0,759$) y de la tasa de maduración k ($t = 2,679$; $p = 0,121$). Durante la etapa prepostura con alimentación restringida (Período 2) (ajuste lineal - Cuadro 3), ambas pendientes resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,001$) con diferencias también significativas entre genotipos ($F = 42,5$; $p < 0,0001$). En ambas etapas del período de postura (Período 3: ajustes lineales - Fases 1 y 2) (Cuadro 4) las desviaciones de la linealidad fueron no significativas (test de rachas, $p > 0,05$) y todas las pendientes resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,001$). En la Fase 1, la diferencia entre pendientes fue no significativa ($F = 3,416$; $p = 0,094$) lo que permitió calcular un valor común ($bc = 56,7$ g/semana) para ambos genotipos y comparar las alturas de las rectas de regresión las que fueron estadísticamente diferentes ($F = 705$; $p < 0,001$). El mismo comportamiento se observó en la Fase 2 (diferencia entre pendientes: $F = 1,828$; $p = 0,182$; $bc = 14,5$ g/semana; diferencia entre alturas: $F = 27,8$; $p < 0,001$).

Uniformidad en peso corporal - El comportamiento del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica, como indicador de uniformidad interna, se muestra en la Figura 2. Durante el período prepostura (Cuadro 5 - ajustes lineales) no se rechazó la hipótesis de linealidad (test de rachas: $p > 0,05$) en ninguno de los casos.

Cuadro 1. Caracteres productivos a la madurez sexual en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos.

Table 1. Productive traits at sexual maturity in two genotypes of heavy breeders hens for free-range chicken production.

Carácter	Sintética E	Híbridas ES x A	t	P
Edad a la puesta del primer huevo (días)	192,7 ± 2,60	165,3 ± 1,45	9,168	0,0008
Edad cuando el lote alcanza 5% de postura (días)	194,7 ± 2,96	170,3 ± 1,86	6,960	0,0022
Edad cuando el lote alcanza 50% de postura (días)	226,3 ± 1,20	193,3 ± 2,33	12,57	0,0002
Peso corporal promedio a la puesta del primer huevo (g)	2202 ± 18,8	2362 ± 20,0	5,827	0,0043
Peso del primer huevo (g)	51,6 ± 2,56	39,5 ± 2,14	3,647	0,0218
Peso promedio del huevo al romper postura (g)	49,6 ± 1,63	44,8 ± 1,04	2,517	0,070

Los valores corresponden al promedio ± error estándar. Tamaño muestral: N = 3 lotes de 40 aves por grupo genético

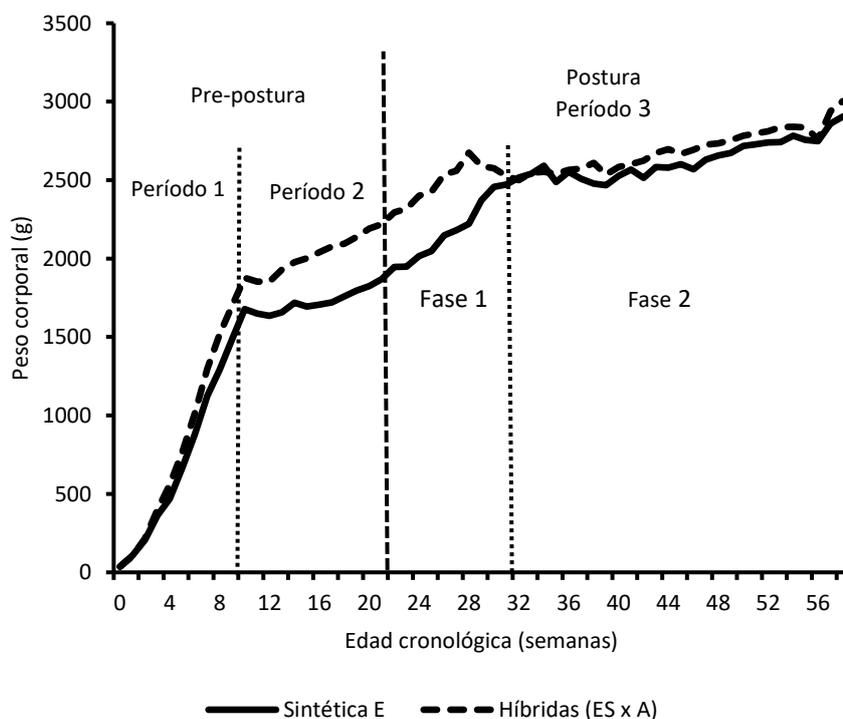


Figura 1. Comportamiento del peso corporal en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos.
Figure 1. Body weight behavior in two genotypes of heavy breeder hens for free-range chicken production.

Cuadro 2. Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos peso corporal vs edad cronológica de dos genotipos de reproductoras camperas en el período de crecimiento prepostura, con alimentación a voluntad.

Table 2. Estimators of parameters of the Gompertz function applied to fitting body weight vs. chronological age data of two genotypes of free-range breeders hens in the pre-laying period, under ad-libitum feeding.

Parámetro estimado	Sintética E	Híbridas ES x A
¹ Asíntota - A (g)	2687 ± 157	2746 ± 108
¹ Tasa de maduración - k (semana) ⁻¹	0,2124 ± 0,01259	0,2393 ± 0,01088
Coefficiente de determinación (R ²)	0,9990	0,9994

¹Los valores corresponden al estimador ± error estándar. Tamaño muestral: n = 120 aves por grupo genético

Cuadro 3. Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos peso corporal vs edad cronológica de dos genotipos de reproductoras camperas en el período de crecimiento prepostura, con alimentación restringida.

Table 3. Estimators of parameters of the Gompertz function applied to fitting body weight vs. chronological age data of two genotypes of free-range breeders hens in the pre-laying period, under restricted feeding.

Parámetro estimado	Sintética E	Híbridas ES x A
¹ Pendiente - b ± Sb (g/semana)	22,3 ± 1,88	36,4 ± 1,08
¹ Ordenada - a ± Sa (g)	1387 ± 30,8	1460 ± 17,7
Coefficiente de determinación (R ²)	0,792	0,987

¹Los valores corresponden al estimador ± error estándar. Tamaño muestral: n = 120 aves por grupo genético

Cuadro 4. Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos peso corporal vs edad cronológica de dos genotipos de reproductoras camperas en dos fases consecutivas del período de crecimiento en postura.

Table 4. Estimators of parameters of the linear function applied to fitting body weight vs. chronological age data of two genotypes of free-range breeders hens, in two consecutive phases of the laying period.

Parámetro	Fase 1		Fase 2	
	Sintética E	Híbridas ES x A	Sintética E	Híbridas ES x A
¹ b ± Sb (g/semana)	50,7 ± 4,31	62,8 ± 4,98	13,8 ± 1,28	15,9 ± 0,97
¹ a ± Sa (g)	806 ± 108,2	888 ± 124,8	1979 ± 44,2	2012 ± 58,4
R ²	0,965	0,970	0,830	0,916

¹Los valores corresponden al estimador ± error estándar. Tamaño muestral: n = 120 aves por grupo

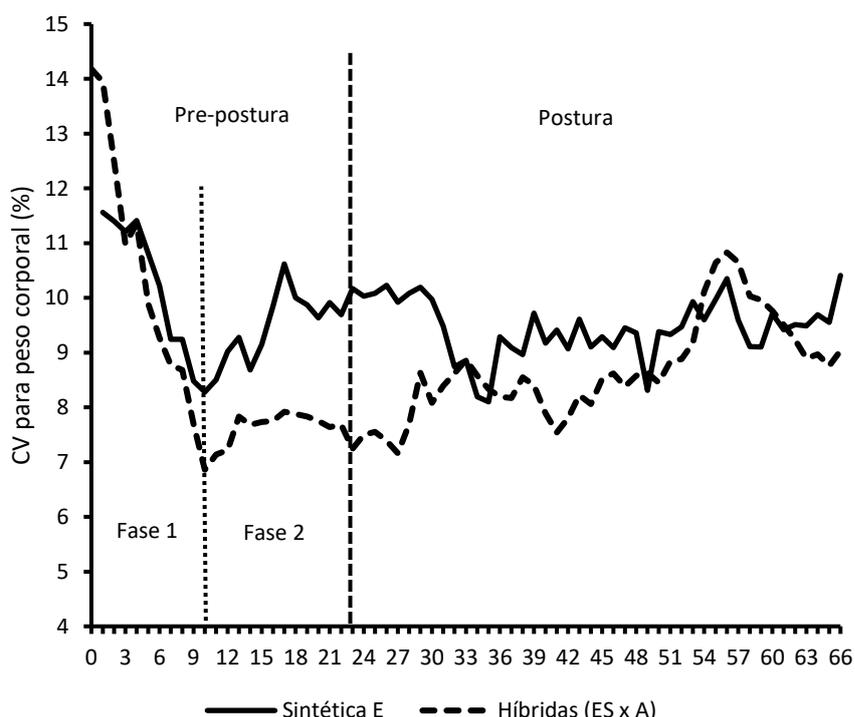


Figura 2. Uniformidad para peso corporal en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos.
Figure 2. Body weight uniformity in two genotypes of heavy breeder hens for free-range chicken production.

Para el ajuste de los datos correspondientes a la etapa de alimentación *ad libitum* (Fase 1) se obvió el valor inicial de la sintética E. Ambas pendientes fueron negativas y significativamente diferentes de cero (Sintética E: F= 102; p<0,001; híbridas (ES x A): F= 265; p<0,001). La comparación de las pendientes mostró diferencias significativas entre

grupos (F= 26, 8; p<0,0001) lo que impidió comparar las alturas de las rectas de regresión. En la etapa de alimentación restringida (Fase 2) ambas pendientes fueron positivas poniendo en evidencia una tendencia del CV a aumentar de valor durante la restricción (menor uniformidad), y significativamente diferentes de cero (Sintética E: F = 14,6;

Cuadro 5. Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos coeficiente de variación del corporal vs edad cronológica de dos genotipos de reproductoras camperas en dos fases del período de crecimiento prepostura

Table 5. Estimators of parameters of the linear function applied to fitting the coefficient of variation for body weight vs. chronological age data of two genotypes of free-range breeders hens, in two phases of the pre-laying period.

Parámetro	Fase 1 – Alimentación <i>ad libitum</i>		Fase 2 – Alimentación restringida	
	Sintética E	Híbridas ES x A	Sintética E	Híbridas ES x A
¹ b ± Sb (%/semana)	-0,406 ± 0,0402	-0,723 ± 0,0444	0,132 ± 0,0342	0,056 ± 0,0187
¹ a ± Sa (%)	12,47 ± 0,249	13,99 ± 0,263	7,33 ± 0,563	6,72 ± 0,308
R ²	0,927	0,967	0,571	0,446

¹Los valores corresponden al estimador ± error estándar

p=0,0028; híbridas (ES x A): F = 8,84; p=0,013). En esta fase, la comparación de las pendientes mostró ausencia de diferencias significativas entre grupos (F = 3,721; p=0,066) lo que permitió calcular una pendiente común a ambos grupos (b = 0,0933) y comparar las alturas de las rectas de regresión que mostraron diferencias estadísticamente significativas (Sintética E > híbridas (ESxA): F = 138; p<0,001). Durante el periodo de postura, las aves de la población sintética E presentaron un comportamiento más estable del indicador con valores de uniformidad en el límite de la categoría moderada (CV: 9,92% – 10,19%) al inicio del lapso en estudio, entre las semanas 22 y 28 y categoría uniforme (CV: 8,10% – 9,93%) entre las 29 y las 65 semanas con dos picos de uniformidad moderada a las 55 (CV= 10,35%) y a las 65

semanas (CV=10,41%). Las reproductoras híbridas, por su parte, comenzaron el ciclo (22-27 semanas) con condición muy uniforme (CV: 7,16% – 7,69%) pero con una tendencia creciente del CV (pérdida de uniformidad). Entre las 28 y las 52 semanas permanecieron en la categoría uniforme (CV: 8,06% - 9,17%) con un período intermedio de tres semanas (39, 40 y 41) como muy uniformes (CV: 7,54 – 7,89). Entre las 53 y las 57 semanas presentaron uniformidad moderada (CV: 10,03% - 10,83%) para retornar a la categoría uniforme entre las semanas 58 y 65 (CV: 8,76% - 9,96%).

Curvas de postura – La modificación de la proporción de aves de cada genotipo en postura a lo largo del primer ciclo de producción se describe en la Figura 3. La comparación de las curvas en la etapa que precede al pico de postura mostró

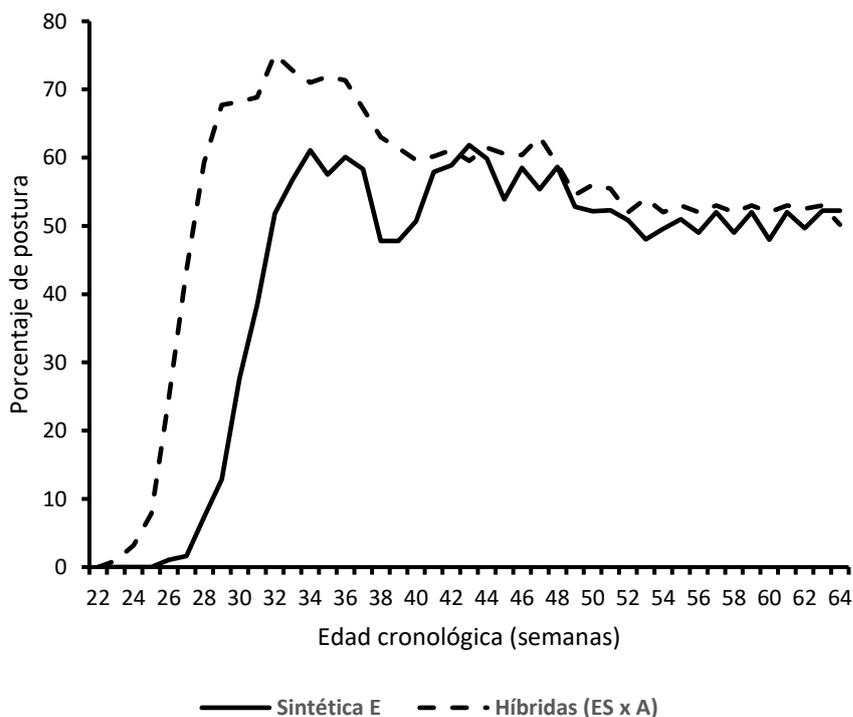


Figura 3. Curvas de postura de dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos.
Figure 3. Egg production curves of two genotypes of heavy breeder hens for free-range chicken production.

diferencias entre grupos con respecto a la trayectoria total descrito por el modelo logístico ($F = 761$; $p < 0,001$) atribuibles a diferencias tanto en el valor asintótico, equivalente al pico de postura [E: $63,0 \pm 1,40\%$; (ES x A): $71,5 \pm 0,97\%$; $F = 9,82$; $p = 0,0086$] como en la velocidad de aproximación al mismo [E: $0,905 \pm 0,0509$; (ES x A): $1,163 \pm 0,0514$; $F = 5,001$; $p = 0,045$]. Las aves de la sintética E comienzan a poner tres semanas más tarde (26 versus 23 semanas), alcanzan un menor pico (63,0% versus 71,5%) a mayor edad (34 versus 32 semanas) y avanzan más lentamente hacia el valor del pico de postura (0,925 versus 1,163). A partir del pico las trayectorias de uno y otro grupo presentaron diferencias. Si bien en ambos casos se observó una trayectoria descendente la misma siguió un patrón lineal

decreciente (pendiente negativa) en el caso de las aves de la sintética E [Test de rachas (hipótesis de linealidad): $p = 0,430$; Pendiente: $b \pm Sb = -0,3666 \pm 0,07702$ - ($F = 22,7$; $p = 0,0002$; $R^2 = 0,557$)] y un patrón exponencial decreciente en el caso de las híbridas (ES x A) [Test de rachas (hipótesis de linealidad): $p = 0,001$; tasa de decaimiento exponencial: $k \pm Sk = 0,078 \pm 0,0208$; asíntota inferior (plateau): $49,8 \pm 2,64$; $R^2 = 0,884$].

Patrón dinámico de aumento de peso del huevo – La Figura 4 muestra el patrón de aumento de peso de los huevos puestos por las aves de ambos grupos genéticos. En comparación con la sintética E, los huevos puestos por las aves ES x A aumentan de tamaño con menor velocidad ($< k$; $> r$) y hacia un peso asintótico mayor (Cuadro 6).

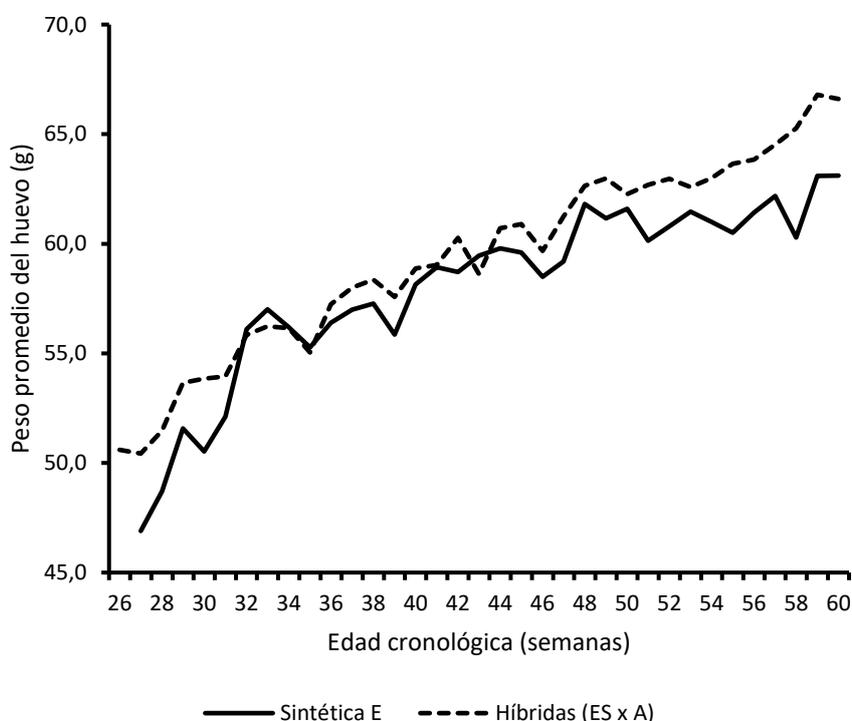


Figura 4. Patrón dinámico del peso del huevo en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos.
Figure 4. Dynamic pattern of egg weight in two genotypes of heavy breeder hens for free-range chicken production.

Cuadro 6. Estimadores de los parámetros e indicadores de bondad de ajuste de dos funciones aplicadas a la descripción del patrón dinámico del peso del huevo de dos genotipos de reproductoras camperas.

Table 6. Estimators of parameters and goodness of fit indicators of two functions applied to the description of egg weight dynamic pattern of two genotypes of free-range breeders hens.

	Sintética E	Híbridas (ES x A)
¹ A - Peso asintótico del huevo (g)	62,1 ± 0,60	75,9 ± 4,50
¹ k - Tasa de maduración (sem ⁻¹)	0,104 ± 0,0154	0,026 ± 0,0072
¹ Parámetro r	0,9012 ± 0,01386	0,9741 ± 0,00698
¹ Parámetro B (g)	15,8 ± 0,84	25,6 ± 4,19
(A-B) (g)	46,3	50,3
R ² ajustado	0,9244	0,9686
Aleatoriedad de los residuales	p=0,464	p=0,366

¹Los valores corresponden al estimador ± error estándar

Uniformidad en peso del huevo – El comportamiento del coeficiente de variación del peso del huevo en función de la edad cronológica de las aves, como estimador de uniformidad interna, se muestra en la Figura 5. No se observó diferencia entre pendientes en el Período 1 ($b \pm Sb - E: -0,0261 \pm 0,0805$; (ESxA): $0,0135 \pm 0,0685 - F=0,140$; $p=0,714$) siendo ambas no significativas ($H_0: \beta=0 - E: F=0,105$; $p=0,755 - (ESxA): F=0,039$; $p=0,849$). La ausencia de diferencias significativas entre pendientes permitió estimar un valor común para los dos grupos (b común = $-0,0063$) y comparar las alturas de ambas rectas las que tampoco mostraron diferencias significativas ($F = 1,376$; $p=0,259$; a común: $7,51$). Tampoco se observó diferencia entre pendientes en el Período 2 ($b \pm Sb - E: 0,0260 \pm 0,0352$; (ES x A): $-0,0398 \pm 0,0288 - F = 2,092$; $p = 0,159$) siendo también en este caso ambas no significativas ($H_0: \beta=0 - E: F = 0,546$; $p=0,471 - (ES x A): F = 1,903$; $p=0,188$). Al igual que en el Período 1, la ausencia de diferencias significativas entre pendientes permitió estimar un valor común para ambos grupos (b común = $-0,0069$) y comparar las alturas de las rectas de regresión las que, en contraste con lo observado en el Período 1, mostraron diferencias significativas ($F = 78,4$; $p<0,0001$) correspondiendo mayor altura (mayor CV, menor uniformidad) a la sintética E (Cuadro 7).

Forma y tamaño del huevo - Se observó un efecto significativo de la interacción genotipo x edad sobre el peso del huevo ($F = 9,94$; $p=0,0017$), su ancho ($F = 18,5$; $p<0,0001$) y el índice de forma ($F = 5,12$; $p=0,024$) pero no así sobre la longitud de los mismos ($F = 0,440$; $p=0,506$). El peso promedio de los huevos evaluados en la primera de las dos edades correspondió a la categoría livianos (48-54g) mientras que los de la segunda edad categorizaron como de tamaño mediano (54-62g), independientemente del grupo genético considerado. En ambos genotipos y en las dos edades evaluadas, la forma promedio correspondió a huevos redondeados ($IF > 76$).

Fertilidad, incubabilidad y viabilidad – Para las tres variables y los dos genotipos la desviación de la linealidad fue no significativa. No se observaron diferencias significativas entre genotipos en el comportamiento dinámico de la fertilidad (Cuadro 8). Ambos grupos genéticos presentaron la misma fertilidad de sus huevos en el período considerado ($b \pm Sb -$ Sintética E: $-0,9793 \pm 0,4389$; híbridas (ES x A): $-0,7766 \pm 0,2158$; $F = 0,172$; $p=0,681$; b común: $-0,8780$; comparación de alturas: $F = 1,167$; $p=0,287$). La fertilidad disminuyó en forma significativa en las 10 primeras semanas a razón de $0,88\%$ (pendiente común) por semana a partir de un valor

Cuadro 7. Peso y forma del huevo de dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos, en dos edades de su primer ciclo de postura.

Table 7. Weight and form of eggs in two genotypes of breeder hens for free range chicken production, in two ages of their first laying cycle.

Variable	Edad	Sintética E	Híbridas ESxA	Contraste
Peso del huevo (g)	30 s	50,9 ± 0,58	53,4 ± 0,41	t = 3,537; p < 0,001
	43 s	59,9 ± 0,46	59,5 ± 0,36	t = 0,695; p = 0,488
Longitud del huevo (cm)	30 s	54,0 ± 0,24	53,9 ± 0,21	t = 0,352; p = 0,725
	43 s	56,6 ± 0,22	56,8 ± 0,23	t = 0,758; p = 0,449
Ancho del huevo (cm)	30 s	41,4 ± 0,14	42,0 ± 0,10	t = 5,381; p < 0,001
	43 s	43,5 ± 0,12	43,4 ± 0,10	t = 0,710; p = 0,479
Índice de forma	30 s	76,2 ± 0,29	78,0 ± 0,28	t = 4,639; p < 0,001
	43 s	77,0 ± 0,29	76,5 ± 0,30	t = 1,169; p = 0,244

Los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar. Tamaño muestral: n = 120 huevos por genotipo y edad

Cuadro 8. Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos fertilidad de los huevos vs edad cronológica en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos, en su primer ciclo de postura.

Table 8. Estimators of parameters of the linear function applied to fitting egg fertility vs. chronological age data in two genotypes of breeder hens for free range chicken production during their first laying cycle.

	Sintética E	Híbridas ES x A
b ± Sb	- 0,9793 ± 0,4389	- 0,7766 ± 0,2158
R ²	0,2077	0,4055
Sy.x	7,037	3,460
β ≠ 0	F = 4,980; p = 0,0379	F = 12,96; p = 0,0019
Desviación de la linealidad	p = 0,200	p = 0,200
Pendientes	F = 0,172; p = 0,681; b común = -0,8780	
Alturas	F = 1,167; p = 0,287; a común = 115,42	

inicial promedio del 89% a las 30 semanas de edad. La incubabilidad de los huevos fértiles (Cuadro 9) no se vio afectada en el caso de Sintética E. La pendiente, si bien negativa dado que no se produce un 100% de nacimientos, fue estadísticamente no significativa ($b \pm Sb$ -0,2802 \pm 0,2385; $F = 1,381$; $p=0,255$). Ello indica que, en promedio, eclosionan la totalidad de los huevos considerados fértiles (30 semanas: 88,3%; 40 semanas: 85,5%). Por el contrario, la incubabilidad de los huevos puestas por las híbridas (ES x A) disminuyó en forma significativa ($b \pm Sb$ -1,383 \pm 0,3019; $F = 21$; $p=0,0002$), a razón de un 1,4% por semana transcurrida entre las 30

(93,0%) y las 40 (79,1%) semanas de edad. Por último, con referencia a la viabilidad (Cuadro 9) ambas pendientes fueron negativas y significativas ($b \pm Sb$ – Sintética E: -1,090 \pm 0,4805; $F = 5,143$; $p=0,0352$; híbridas (ES x A): -1,832 \pm 0,2941; $F = 38,8$; $p<0,001$) sin diferencia ni entre ellas ($F = 1,736$; $p=0,196$; b común = -1,4609). Tampoco se observaron diferencias significativas entre las alturas ($F = 0,346$; $p=0,560$) de las rectas de regresión. La viabilidad disminuyó en promedio (pendiente común) a razón de 1,5% por semana (30 semanas: 80,6%; 40 semanas: 66,0%); (Cuadro 10).

Cuadro 9. Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos incubabilidad de los huevos vs edad cronológica en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos, en su primer ciclo de postura

Table 9. Estimators of parameters of the linear function applied to fitting egg incubability vs. chronological age data in two genotypes of breeder hens for free range chicken production during their first laying cycle

	Sintética E	Híbridas ES x A
$b \pm Sb$	- 0,2802 \pm 0,2385	- 1,383 \pm 0,3019
R^2	0,0677	0,5248
$Sy.x$	3,824	4,841
$\beta \neq 0$	$F = 1,381$; $p = 0,2545$	$F = 20,99$; $p = 0,0002$
Desviación de la linealidad	$p = 0,543$	$p = 0,971$
Pendientes	$F = 8,217$; $p = 0,0067$	
Alturas	No se puede comparar porque las pendientes difieren	

Cuadro 10. Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos viabilidad de los huevos vs edad cronológica en dos genotipos de reproductoras pesadas destinadas a la producción de pollos camperos, en su primer ciclo de postura.

Table 10. Estimators of parameters of the linear function applied to fitting egg viability vs. chronological age data in two genotypes of breeder hens for free range chicken production during their first laying cycle.

	Sintética E	Híbridas ES x A
$b \pm Sb$	- 1,090 \pm 0,4805	- 1,832 \pm 0,2941
R^2	0,2130	0,6713
$Sy.x$	7,705	4,717
$\beta \neq 0$	$F = 5,143$; $p = 0,0352$	$F = 38,8$; $p < 0,0001$
Desviación de la linealidad	$p = 0,543$	$p = 0,200$
Pendientes	$F = 1,736$; $p = 0,196$; b común = -1,4609	
Alturas	$F = 0,346$; $p = 0,560$; a común = 124,45	

DISCUSIÓN

El Informe sobre Reproducción y Genética elaborado en el año 2003 por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA) destacaba en su momento “la necesidad de fortalecer los programas de mejora genética de razas localmente adaptadas para los animales de crianza semi-intensiva, que contribuirá a mantener la biodiversidad genética en la especie” y planteaba como un objetivo la “promoción de planes de mejora genética de razas localmente adaptadas para sistemas de producción semi-intensivos (Camperos, Orgánicos y otros de etapas de crianza libre)”. Entre las prioridades nacionales, y en el capítulo referido a las razas o líneas que pueden continuar realizando aportes en el futuro, mencionaba que “en especies aviares

debería establecerse como prioridad a corto plazo la promoción de los planes de mejora avícola de las razas localmente adaptadas para sistemas semi-intensivos (Campero INTA, Negra INTA y Rubia INTA). La labor conjunta desarrollada por la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNR conjuntamente con INTA Pergamino se enmarcan en esa propuesta. La estrategia de cruzamientos diseñada para las poblaciones sintéticas existentes en el Núcleo Genético de la Sección Aves de la EEA INTA-Pergamino, destinadas a la producción de pollos camperos, implica reemplazar un cruzamiento simple por un cruzamiento de tres vías. En teoría, el nuevo esquema permite utilizar diferentes fuentes de variancia genética tanto aditiva como no aditiva. La primera, en el caso de los caracteres productivos considerados deseables mejorables

por selección dentro de cada población, como así también la implicada en el fenómeno de complementariedad entre las sintéticas paterna y materna. La segunda, para caracteres reproductivos en el cruzamiento simple a utilizar como madre que debe tener buena postura, y para caracteres de crecimiento en la respuesta heterótica esperable en el producto del cruzamiento terminal. En el caso particular del pollo Campero INTA, la utilización de una polla híbrida como madre se presenta, además, como una alternativa de manejo genético tendiente a revertir la depresión por endogamia predecible en poblaciones cerradas de bajo tamaño efectivo. La respuesta heterótica esperada supone la existencia de diferencias entre los genotipos progenitores. Si bien las sintéticas A y ES provienen de cruzamientos similares, en tanto ambas presentan progenitores Cornish Colorado y Rhode Island Red, presentan diferentes aportes de una y otra raza. Además, la ausencia de inmigración de genes por su condición de poblaciones cerradas, sumado a los procesos dispersivos asociados al tamaño poblacional reducido, permiten suponer la existencia de diferencias interpoblacionales en las frecuencias génicas en aquellos loci relacionados con los caracteres productivos de interés. Como evidencia en este sentido, Sindik et al. (2013) informaron diferencias genéticas sobre caracteres de crecimiento entre dos de las sintéticas maternas disponibles en el Núcleo Genético. Los mismos autores (Sindik et al., 2012) evaluaron el comportamiento productivo de la prole de las mismas poblaciones sintéticas y concluyeron que las mismas expresan diferencias que se manifiestan en el consumo de alimento y el crecimiento. La evaluación de las cinco poblaciones sintéticas, no ya a través de sus prole sino por caracteres propios de las mismas, también puso en evidencia diferencias entre ellas en su patrón de crecimiento en la etapa inicial de alimentación *ad-libitum* (Romera et al., 2010) y en sus curvas de postura (Canet et al., 2010) lo que permitiría predecir posibles efectos heteróticos derivados de su cruzamiento. Las aves híbridas fueron más precoces y pesadas a la madurez sexual. Las diferencias en peso corporal se hacen evidentes desde el inicio del ciclo, con mayor velocidad de crecimiento de las aves (ES x A) en la etapa de alimentación a voluntad durante la cual las aves de ambos grupos genéticos expresan el patrón de crecimiento sigmoideo esperado. En esta etapa, los mayores pesos corporales de las pollas híbridas se explican en términos de su mayor tasa de maduración para peso corporal dado que, en teoría, crecen hacia el mismo tamaño asintótico que las aves de la sintética E. El cambio de ambiente nutricional modifica el patrón de crecimiento que pasa de sigmoideo a lineal con una mayor tasa de crecimiento en el caso de las híbridas (ES x A), lo que sumado al mayor peso corporal promedio al inicio de la restricción determina que la diferencia en peso corporal entre ambos grupos se magnifique con la edad. Es decir que las gallinas de los dos genotipos llegan a la postura, en condiciones de restricción, mostrando un patrón lineal de aumento de peso y con un mayor peso promedio por parte de las híbridas (ES x A). Durante el primer ciclo de postura (22-58 semanas), se observa que el patrón presenta una serie de fases producto de ajustes efectuados en el manejo de la

restricción, todas ellas de tendencia lineal. Las diferencias en peso corporal al inicio de la etapa de postura se tornan no significativas hacia el final de esta última como resultado de los ajustes en el protocolo de asignación de nutrientes. Los valores de las pendientes indican que ambos grupos presentan aumentos medios semanales de peso de 64 g en la primera etapa y de 15 g en la segunda etapa del ciclo de postura. La uniformidad en peso corporal también evidenció los efectos del manejo en la alimentación, con un aumento de la misma antes del inicio de la restricción, una pérdida de uniformidad del lote con el comienzo de la restricción y oscilaciones a lo largo del ciclo de postura si bien, en general, las gallinas híbridas presentaron mejor comportamiento. Con relación a la curva de postura las híbridas (ES x A) no sólo comienzan a poner tres semanas antes, sino que también alcanzan un mayor valor en el pico de postura, al que se aproximan con mayor velocidad por lo que el mismo también se presenta dos semanas antes. En relación al peso del huevo, que en el caso de aves reproductoras adquiere trascendencia en tanto los huevos chicos (< 52 g) y los de tamaño excesivo (> 68 g) no son aptos para incubar (Wilson, 1981), el comportamiento dinámico de este carácter muestra que, al inicio del primer ciclo de postura, entre las semanas 25 y 35, las reproductoras (ES x A) ponen huevos más pesados que las aves de la sintética E alcanzando las primeras el peso promedio mínimo de 52 g recomendado para los huevos incubables a las 28 semanas de edad y las segundas a las 31 semanas. Si bien las aves de la sintética E comienzan poniendo huevos más livianos, dada su mayor velocidad de aproximación a la asíntota, igualan en peso a los de las híbridas (ES x A), condición que mantienen, aproximadamente, entre las 35 y las 45 semanas. A partir de las 45 semanas se hace notoria la divergencia en el peso promedio del huevo entre uno y otro genotipo en tanto la combinación de un menor valor asintótico y una mayor tasa de maduración lleva a una estabilización del peso del huevo en el caso de las reproductoras de la sintética E, mientras que el mismo continúa aumentando en las reproductoras híbridas dado su mayor peso asintótico y su menor tasa de aproximación a dicho tamaño final. En ambos grupos genéticos predominan los huevos de forma redondeada, menos recomendable para huevos destinados a incubación para los que se prefiere aquellos con valores del índice de forma comprendidos entre 72 y 76. No se observaron diferencias en el comportamiento de la fertilidad de los huevos, pero sí en su incubabilidad. De acuerdo con Etches (1996), el objetivo en la etapa de reproducción es obtener la mayor cantidad y calidad de huevos fértiles y de pollitos de un día. En el caso de las reproductoras pesadas, a diferencia de lo que ocurre con las razas livianas, este objetivo colisiona con lo esperado para su prole dada la correlación negativa y significativa entre crecimiento y reproducción (Barbato, 1999). Por lo general, la cantidad de huevos aptos para ser incubados que son capaces de producir las reproductoras tipo "Label" o "camperas" no suelen exceder las 170 unidades en un período productivo de 65 semanas, los que equivalen a 145 pollitos y a una viabilidad del 85% (García Martín, 2011). Si se toman estos valores como referencia en la evaluación de

las dos alternativas de reproductoras se observa que la viabilidad, es decir los nacimientos efectivos, parten de un valor inferior al mencionado y, además, presentan un patrón decreciente común a ambos grupos genéticos. Estos valores resultan no sólo de cuestiones de índole biológica, sino que incluyen aspectos vinculados al proceso de incubación. Tomando en consideración los valores de fertilidad registrados a las 30 semanas, la proporción de nacimientos posiblemente podría mejorarse a partir de ajustes en dicho proceso.

Conclusiones

Los valores de los diferentes indicadores propuestos para la evaluación integral de las dos poblaciones de reproductoras confirman las ventajas derivadas del cruzamiento entre sintéticas en tanto, en comparación con la sintética E, las aves (ES x A) son más precoces, exhiben mayor uniformidad en peso, particularmente en la etapa previa al inicio de la postura, se dirigen con mayor velocidad hacia un mayor pico de postura el que alcanzan a menor edad, presentan un mejor comportamiento durante la etapa de persistencia, el patrón de aumento de peso del huevo es más favorable con mayor uniformidad de los huevos puestos en la segunda etapa del ciclo y sin diferencias en la forma de los huevos ni en la fertilidad de los mismos.

Agradecimientos

El presente trabajo - integrante del Programa "Evaluación integral de un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero destinado a sistemas de producción semi-intensivos que preservan el bienestar animal" - se llevó a cabo en el marco del "Convenio de cooperación técnica entre la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria". Los autores agradecen a ambas instituciones el apoyo prestado para su concreción.

Bibliografía

- ALVAREZ, C., ANTRUJO, A.E., CANET, Z.E., FAIN BINDA, V., ROMERA, B.M., DOTTAVIO, A.M. and DI MASSO, R.J. 2010a. Embriodiagnos in cinco estirpes maternas de reproductoras camperas. Actas XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- ÁLVAREZ, M., CANET, Z.E., ROMERA, B.M., FAIN BINDA, V., DOTTAVIO, A.M. y DI MASSO, R. 2010b. Peso y forma del huevo en cinco estirpes maternas de pollo campero. Actas XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- AVIAGEN. 2010. Manual de manejo del pollo de carne Ross (pág.72). Disponible en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf. Consultado el 18/09/2018.
- BARBATO, G.F. 1999. Genetic relationships between selection for growth and reproductive effectiveness. *Poult. Sci.* 78 (3): 444-452.
- BASSLER, A.W. Organic broilers in floorless pens on pasture. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suecia. 2005, 35 p.
- BONINO, M.F. 1997. Pollo Campero. Protocolo para la certificación. INTA. EEA Pergamino.
- CANET, Z.E., ROMERA, B.M., FAIN BINDA, V., DOTTAVIO, A.M. y DI MASSO, R.J. 2010. Curva de postura inicial de cinco estirpes maternas para producción de pollos camperos. Actas XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- CANET, Z.E., LIBRERA, J.E., FAIN BINDA, V., DOTTAVIO, A.M. y DI MASSO, R.J. 2012a. Restricción alimenticia y peso corporal de reproductoras de diferentes poblaciones sintéticas utilizadas como genotipos maternos en la producción de pollos camperos. Actas XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias UNR.
- CANET, Z.E., ROMERA, B.M., FAIN BINDA, V., TERZAGHI, A., DOTTAVIO, A.M. y DI MASSO, R.J. 2012b. Indicadores productivos a la madurez sexual en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *RAPA* 32 (1): 37-46.
- CRANDAL, P.G., SEIDEMAN, S., RICKE, S.C., O'BRYAN, C.A., FANATICO, A.S. and RAINEY R. 2009. Organic poultry. Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues. *J. Appl. Poult. Res.* 18 (4): 795-802.
- DOTTAVIO, A.M. y DI MASSO, R.J. 2010. Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG J Basic Appl Genet*, 2010; XXI (2) Art. 12.
- ETCHES, R.J. 1996. *Reproduction in Poultry*. CAB International, Wallingford, UK.
- FITZHUGH, H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.* 42 (4): 1036-1051.
- GARCÍA MARTÍN, E. 2011. Pollos de corral, camperos, label, ecológicos y picantones. Real Escuela de Avicultura. Arenys de Mar. España.
- GREGORY, N. and ROBINS, J. 1998. A body condition scoring system for layer hens. *New Zealand J. Agric. Res.* 41 (4): 555-559.
- LAMPKIN, N. 1997. Organic poultry production. Welsh Institute of Rural Studies. University of Wales Aberystwyth. Disponible en: http://orgprints.org/9975/1/Organic_Poultry_Production.pdf. Consultado el 24/10/2018.
- MARBLE, D.R. 1943. Genetics of egg shape. *Poult Sci* 22 (1): 61-71.
- MINVIELLE, F., MÉRAT, P., MONVOISIN, J.L., COQUERELLE, G. and BORDAS, A. 1994. Increase of egg weight with age in normal and dwarf purebred and crossbred laying hens. *Genet. Sel. Evol.* 26 (5): 453-462.
- NORTH, M.O. Manual de Producción Avícola. Ed. El Manual Moderno S.A. México D.F. Tercera Ed. 1993.

- ROMERA, B.M., CANET, Z.E., FAIN BINDA, V., DOTTAVIO, A.M. y DI MASSO, R.J. 2010. Patrón de crecimiento de cinco estirpes maternas para producción de pollos camperos durante la etapa inicial de alimentación *ad libitum*. Actas XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- SAUVER, B. 1997. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. INRA Prod. Anim. 10 (3): 219-226
- SHELDON, B.L. and PODGER, R.N. 1974. Selection for low variability of egg weight in poultry. 15th. World's Poultry Congress (pp. 159-161). New Orleans.
- SAGPyA. 2003. Informe nacional sobre la situación de los recursos zoogenéticos de la Argentina. Disponible en: [http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/ganaderia/gestion_ambiental/01_boletin/_archivos/030000_Informe%20Nacional%20sobre%20los%20RRZZ%20\(Septiembre%202003\).pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/ganaderia/gestion_ambiental/01_boletin/_archivos/030000_Informe%20Nacional%20sobre%20los%20RRZZ%20(Septiembre%202003).pdf). Consultado el 17/05/2018.
- SHESKIN, D.J. 2011. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. Chapman & Hall, USA.
- SINDIK, M., RIGONATTO, T., REVIDATTI, F., FERNÁNDEZ, R., REVIDATTI, M. y MICHEL, M. 2012. Comportamiento productivo de pollos provenientes de dos genotipos de reproductores Campero INTA. AICA 2: 283-286.
- SINDIK, M., RIGONATTO, T., REVIDATTI, F., FERNÁNDEZ, R., REVIDATTI, M.A., MICHEL, M. y SANZ, S.P. 2013. Efecto del genotipo sobre variables del crecimiento en gallinas reproductoras Campero INTA. AICA 3: 71-77.
- SORZA, J.D. 2005. La uniformidad en la avicultura. Interpretación desde la calidad. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/genetica/articulos/uniformidad-avicultura-interpretacion-desdet556/103-p0.htm>. Consultado el 10/07/2018
- TOUDIC, C. Evaluating uniformity in broilers. Factors affecting variation. 2009. Disponible en www.thepoultrysite.com/articles/. Consultado el 17/10/2018.
- WEATHERUP, S. and FOSTER, W. 1980. A description of the curve relating egg weight and age of hen. Br. Poult. Sci. 21 (6): 511-519.
- WILSON, H.R. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. 1981. World's Poult. Sci. J. 47: 5-20.
- YOO, B.H., SHELDON, B.L. and PODGER, R.N. 1983. Genetic parameters of egg weight vs. age curve and other egg production and egg weight traits in synthetic lines of chickens. Aust. J. Agric. Res. 34: 85-97.