

Crecimiento dimensional prepostura de gallinas camperas con asignación de nutrientes a discreción y restringida

Bernardo Martín Romera¹; Araceli Martines¹; José Ernesto Librera^{1,2}; Zulma Edith Canet^{1,2}; Ana María Dottavio^{1,3}; Ricardo José Di Masso^{1,3}

1- Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina.

2- EEA "Ing. Agr. Walter Kugler" INTA, Pergamino, Santa Fe, Argentina.

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

Palabras clave

peso corporal
curvas de crecimiento
crecimiento exponencial
función de Brody
avicultura alternativa

Resumen. El pollo campero es un biotipo de ave para carne con menor tasa de crecimiento que el pollo parrillero industrial. Además de su destino habitual, las hembras pueden utilizarse como ponedoras, lo que posibilitaría utilizar al pollo campero como un ave doble propósito. Este enfoque productivo se ve limitado por la incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción y requiere mantener a las hembras con asignación restringida de nutrientes a fin de evitar los efectos contraproducentes del alto peso sobre el proceso de oviposición. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del modelo de restricción propuesto para aves camperas sobre el patrón dinámico de crecimiento dimensional en las etapas de cría y recría de hembras del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda, en comparación con dos poblaciones de aves aptas para el mismo tipo de sistema semi-intensivo que por su condición de genotipos semi-pesados no requieren ser restringidos. Los resultados muestran que el modelo de restricción impuesto a las aves Campero Casilda las mantiene en la fase de autoaceleración de su curva de crecimiento sigmoideo con reducción de la tasa exponencial previa al inicio de control en la asignación de nutrientes. Las aves semipesadas, mantenidas *ad libitum*, superan el punto de inflexión e ingresan en la fase de desaceleración de la curva. Se constata la efectividad del protocolo de restricción aplicado a las aves pesadas que, independientemente del camino recorrido, alcanzan a las 22 semanas un peso equivalente al de las aves semipesadas mantenidas sin restricción.

Cita sugerida: Romera, B.; Martines, A.; Librera, J.; Canet, Z.; Dottavio, A.; Di Masso, R. (2018) Crecimiento dimensional prepostura de gallinas camperas con asignación de nutrientes a discreción y restringida. *Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus* 2 (1): 56-63

Recibido: 14 de septiembre de 2018. Aceptado: 21 de noviembre de 2018

*Autor para correspondencia: Ricardo José Di Masso, E-mail: rjdimasso@gmail.com, Bv. Ovidio Lagos y Ruta 33, S2170 Casilda, Santa Fe. Teléfono: 03464 42-2050.

Financiamiento: el presente trabajo fue financiado parcialmente por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario

Dimensional growth prior to laying of free-range hens with initial ad libitum nutrient allowance and subsequent food restriction

Key words **Abstract.** Campero chicken is a particular meat poultry biotype with a lower growth rate than industrial broilers. In addition to their widespread use for meat production, females can be used as layers, making possible their distribution as a dual-purpose bird. This productive approach is limited by the genetic incompatibility between growth and reproduction and requires keeping females with restricted allocation of nutrients in order to avoid the counterproductive effects of high weight on the overall oviposition process. The aim of this work was to evaluate the effect of the restriction protocol proposed for Campero chickens, on the dynamic pattern of dimensional growth during the pre-laying period, of females of the three-way experimental hybrid Campero Casilda, compared to two populations of birds suitable for the same type of semi-intensive systems that, due to their condition of semi-heavy genotypes, do not need to be restricted. The results showed that the restriction model imposed to Campero Casilda females keeps them in the self-acceleration phase of their sigmoid growth curve, but reducing the exponential rate observed prior to the start of nutrient allocation restriction. The semi-heavy birds, maintained *ad libitum*, surpass the inflection point, so entering in the deceleration phase of the growth curve. The effectiveness of the restriction protocol applied to heavy birds was verified as, independently of the differences shown in growth pattern, they achieve at 22 weeks of age an equivalent body weight to that of semi-heavy birds kept without restriction.

body weight
growth curve
exponential growth
Brody's function
alternative poultry

INTRODUCCIÓN

El pollo campero (Bonino y Canet, 1999) es un biotipo particular de ave para carne que presenta menor tasa de crecimiento y, por ende, se faena a mayor edad cronológica que el pollo parrillero industrial. En nuestro país es producido por INTA en Pergamino y distribuido a través del Programa Prohuerta para el autoconsumo y la venta de excedentes por parte de familias con necesidades básicas insatisfechas. Además de este destino, la cría de pollos camperos, puede plantearse también como una alternativa no tradicional, con base más ecológica, semi-intensiva, para un conjunto restringido de pequeños productores interesados en aprovechar un nicho particular del mercado representado por la demanda de un sector de la sociedad preocupado por la calidad de sus alimentos y el bienestar animal, en tanto sea posible compensar el menor desempeño productivo global de este tipo de aves con mejores precios por el producto ofertado (Dottavio y Di Masso, 2010). Además de su destino habitual (producción de carne) las hembras de este biotipo particular pueden

tener importancia como ponedoras, lo que posibilitaría utilizar al pollo campero como un ave doble propósito. Este enfoque productivo se ve limitado por la conocida incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción (Chambers, 1990; Barbato, 1999; Kerr, 2001) y requiere mantener a las hembras con asignación restringida de nutrientes a fin de evitar los efectos contraproducentes del alto peso sobre el proceso global de oviposición. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del modelo de restricción propuesto para aves camperas a partir de los 35 días de edad, sobre el patrón dinámico de crecimiento dimensional en las etapas de cría y recría, en comparación con dos poblaciones de aves aptas para el mismo tipo de sistemas semi-intensivos que por su condición de genotipos semi-pesados no requieren ser restringidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron gallinas de tres genotipos: aves pesadas Campero Casilda (CC), cruzamiento experimental de tres vías entre machos de la población sintética pa-

terna AH' (50% Hubbard 50% estirpe Anak grises) y hembras producto del cruzamiento simple entre las poblaciones 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 (Figura 1), y dos poblaciones de aves semi-pesadas contemporáneas, la ponedora auto-sexante Negra INTA (NI), cruzamiento simple entre gallos Rhode Island Red y gallinas Plymouth Rock Barradas (Figura 1) y una estirpe propia de INTA de la raza Rhode Island Red (RIR).

Las poblaciones sintéticas mencionadas fueron generadas en la Sección Avicultura de la EEA "Ing. Agr. Walter Kugler" de INTA en Pergamino, en cuyo núcleo genético se las mantiene, al igual que a las estirpes de las razas asimiladas utilizadas para la producción de la ponedora Negra INTA, y dónde se llevaron a cabo los cruzamientos mencionados y las incubaciones.

El día del nacimiento todas las aves se identificaron con banda alar numerada, se vacunaron contra la enfermedad de Marek y se trasladaron a las instalaciones de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario en la localidad santafesina de Casilda. Las aves NI se sexaron por plumón el día del nacimiento por lo que sólo se trasladaron hembras mientras que CC y RIR se sexaron

por inspección visual de los ornamentos sexuales a los 35 días de edad. Durante las cinco primeras semanas de vida se criaron a galpón, como un único grupo, con suministro de alimento a voluntad (*ad libitum*) y se les aplicó el manejo y el plan sanitario establecido por el protocolo respectivo (Bonino, 1997). A partir del día 35, 25 hembras de cada grupo genético se alojaron en jaulas individuales de postura. Dada su condición de aves pesadas, las pollas Campero Casilda se restringieron de acuerdo al protocolo de manejo de aves camperas mientras que los dos genotipos semipesados se mantuvieron con alimentación *ad libitum*. El peso corporal individual de todas las aves se registró a intervalos semanales entre el nacimiento y las 22 semanas de edad. El patrón de crecimiento entre el nacimiento y la 5ª semana fue compatible en los tres grupos con un modelo exponencial creciente (France *et al.*, 1996) y se ajustó con el modelo $W_t = Start \exp(k_1 * t)$. Esta función comienza en Start (W_0) y el valor del peso corporal (W_t) aumenta exponencialmente en el tiempo t (semanas) con una tasa constante k_1 (tasa exponencial creciente). En el período comprendido entre las semanas 6 y 22, las aves CC, en ambiente restringido, mantuvieron el mismo patrón exponencial creciente mientras que los dos genotipos semipesados mostraron un comportamiento compatible

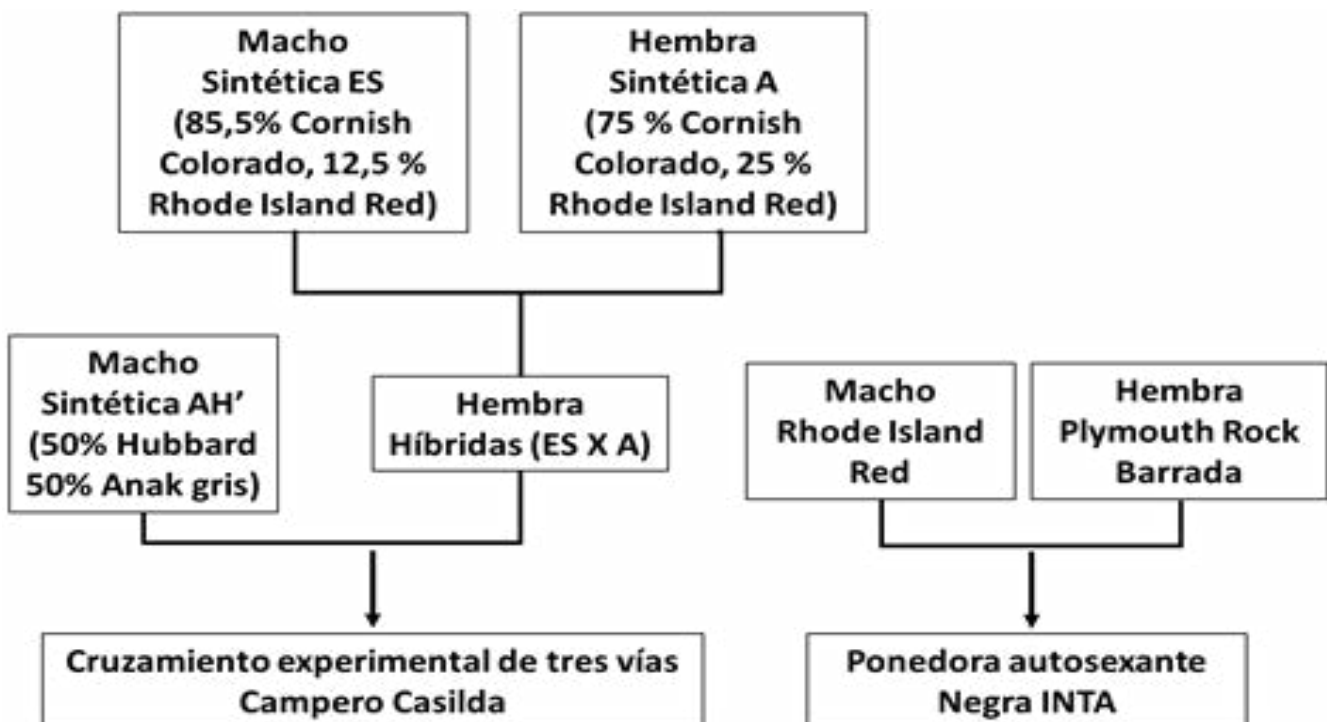


Figura 1 – Resumen esquemático de los cruzamientos involucrados en la producción de las aves Campero Casilda y Negra INTA

con el modelo exponencial asintótico de Brody (Fitzhugh, 1976; France *et al.*, 1996) $W_t = A (1 - B \exp(-k_2 \cdot t))$ donde A (peso corporal asintótico), B (parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico) y k_2 tasa de maduración para peso corporal o velocidad de aproximación a la asíntota de peso.

Análisis estadístico

Los ajustes de los datos longitudinales peso corporal-edad cronológica se llevaron a cabo por regresión no lineal utilizando una técnica iterativa (GraphPad Prism versión 7.0) basada en el algoritmo de Marquardt (1963). La bondad de los mismos se evaluó en base a tres criterios: la convergencia de las iteraciones en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal (R^2) ajustado y el comportamiento aleatorio de los residuales según un test de rachas o ciclos (Sheskin, 2011). A los efectos del tratamiento estadístico de los datos los estimadores de los parámetros de las diferentes funciones se consideraron como nuevas variables aleatorias.

El efecto del grupo genético sobre el peso corporal a las 22 semanas de edad y sobre los valores de la tasa exponencial creciente (k_1) estimada para cada ave en el período de cría conjunta a piso (nacimiento-35 días) se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación previa constatación de los supuestos de normalidad con el test ómnibus de D'Agostino & Pearson y de homocedasticidad con el test de Brown-Forsythe.

Las tasas de crecimiento exponencial (k_1) de las aves Campero Casilda en la etapa de alimentación *ad libitum* y en la etapa de alimentación restringida, como así también los estimadores de los parámetros A y k_2 de la función de Brody correspondientes

a Negra INTA y Rhode Island Red entre las 5 y las 22 semanas, se compararon con una prueba t de Student para datos independientes.

La comparación del peso corporal promedio de las aves Campero Casilda a las 22 semanas con los valores de referencia de los protocolos de restricción recomendados por INTA Pergamino (2145 g) y por la Cátedra de Producción de Aves de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE (1928 g) para reproductoras camperas, se llevó a cabo con una prueba t de Student para una única media poblacional.

RESULTADOS

Etapa nacimiento-semana 5

En todos los casos se constató la efectividad del ajuste exponencial con desviaciones estadísticamente no significativas (test de rachas: $p > 0,05$) del modelo propuesto. Los valores del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) oscilaron en el rango de 0,9592 a 0,9834 para CC, 0,9669 a 0,9921 para NI y 0,9756 a 0,9907 para RIR.

La Figura 2 muestra el patrón de crecimiento de las aves de los tres grupos genéticos durante la etapa inicial de crecimiento a piso. En dicha etapa, comprendida entre el nacimiento y la 5ª semana de vida, se observó una diferencia significativa ($F=59,4$; $p < 0,0001$) en la tasa de crecimiento exponencial creciente (k_1) promedio. Las aves Campero Casilda presentaron mayor valor (media aritmética \pm error estándar) del estimador de dicho parámetro de crecimiento ($0,4367 \pm 0,002077$) que Negra INTA ($0,3978 \pm 0,003228$) y Rhode Island Red ($0,3999 \pm 0,003332$), sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre estas dos últimas.

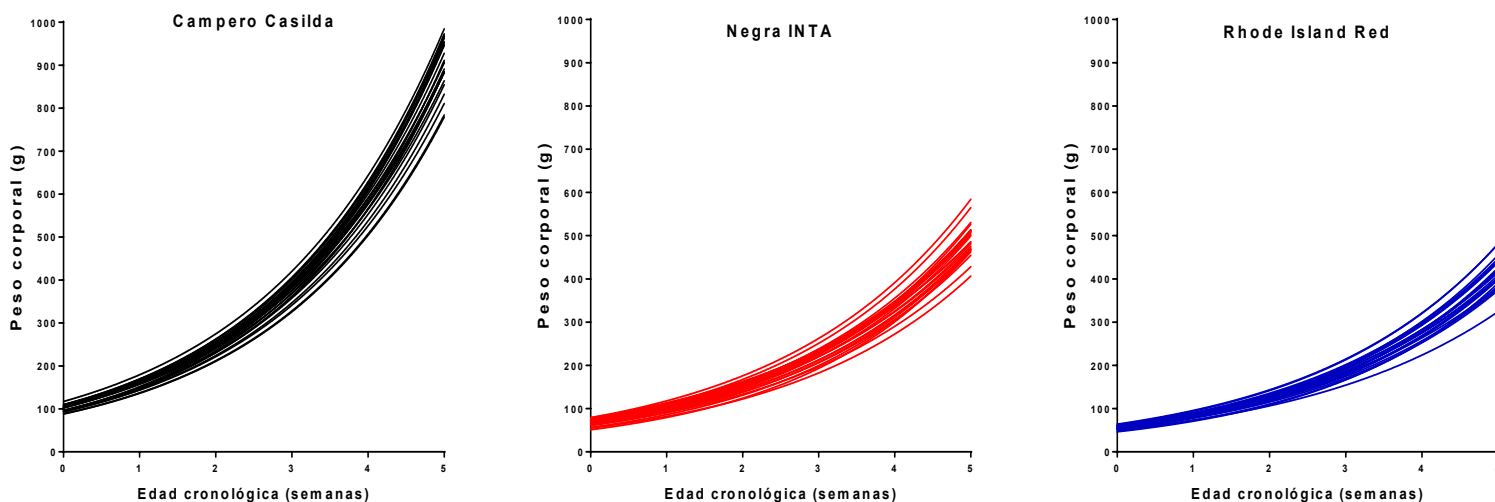


Figura 2 - Patrón de crecimiento de gallinas de tres grupos genéticos durante la etapa inicial de alojamiento a piso, con asignación de nutrientes a discreción

Etapa semana 5a semana 22

Ni los ajustes exponenciales crecientes en el caso de las aves Campero Casilda, ni los ajustes exponenciales asintóticos en Negra INTA y Rhode Island Red mostraron desviaciones estadísticamente significativas (test de rachas: $p > 0,05$) de los modelos respectivos. En esta etapa, los valores del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) oscilaron en el rango de 0,9680 a 0,9972 para CC, 0,9772 a 0,9991 para NI y 0,9413 a 0,9990 para RIR.

La Figura 3 describe el patrón de crecimiento de las aves de los tres grupos genéticos durante la etapa de control en jaula. En dicha etapa, comprendida entre las semanas 6 y 22, el patrón de crecimiento exponencial creciente de Campero Casilda, en ambiente restringido, mostró una disminución significativa ($t = 167$; $p < 0,0001$) en el valor de k_1 ($0,05669 \pm 0,001013$) respecto de la etapa inicial (nacimiento - 5ª semana).

En el mismo lapso, los genotipos semi-pesados (NI y RIR) con alimentación a discreción, no se diferenciaron significativamente ($t = 0,628$; $p = 0,534$) en el valor promedio del estimador de peso corporal asintótico (NI: $3135 \pm 124,2$ g; RIR: $3257 \pm 141,5$ g) pero sí en la tasa de maduración para peso corporal (NI: $0,06627 \pm 0,003142$; RIR: $0,05115 \pm 0,003428$; $t = 3,067$; $p = 0,004$) correspondiendo mayor velocidad de aproximación al tamaño maduro, a la ponedora autosexante. No se observaron diferencias significativas ($F = 2,426$; $p = 0,096$) entre genotipos en el peso corporal promedio a las 22 semanas de edad (CC: $2043 \pm 80,6$ g; NI: $2171 \pm 42,0$ g; RIR: $2004 \pm 29,9$ g). Tampoco se constataron diferencias significativas entre el peso observado en las aves Campero Casilda y el peso esperado de acuerdo a los protocolos de restricción para este tipo de aves propuestos por INTA Pergamino ($t = 1,268$; $p = 0,217$) y por la Cátedra de Producción de Aves de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE ($t = 1,333$; $p = 0,195$).

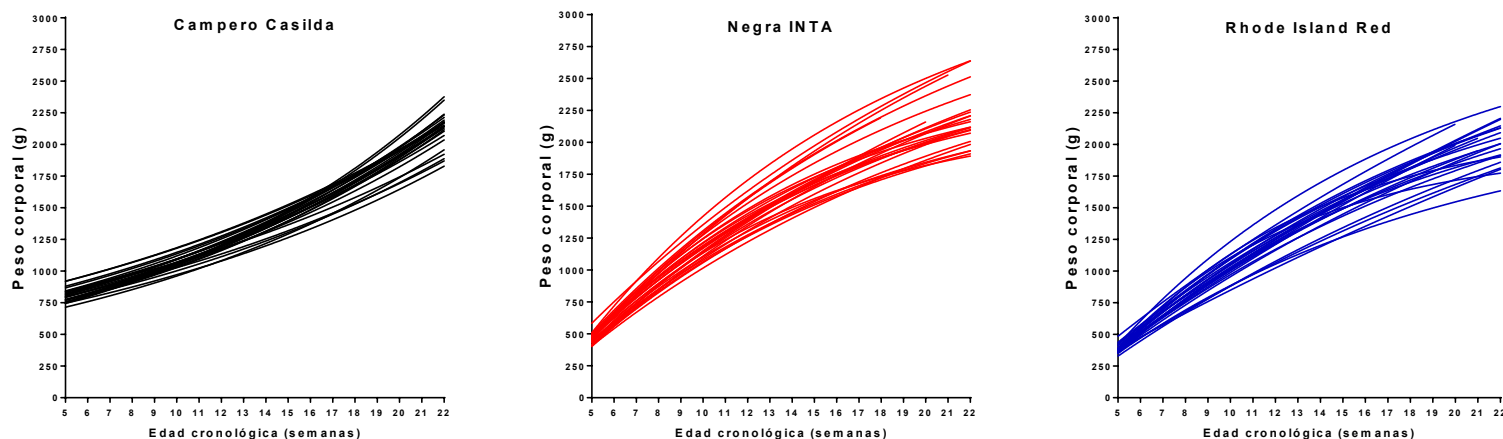


Figura 3- Patrón de crecimiento de gallinas de tres grupos genéticos durante la etapa pre-postura de alojamiento en jaula, con asignación diferencial de nutrientes (Campero Casilda: ambiente restringido; Negra INTA y Rhode Island Red: ambiente *ad libitum*)

DISCUSIÓN

El crecimiento de las gallinas, al igual que el de muchas otras especies, puede ser modelizado con una función sigmoidea. Las funciones utilizadas con tal finalidad presentan una asíntota inferior, una etapa de autoaceleración o exponencial creciente, un punto de inflexión, una etapa exponencial asintótica y una asíntota superior (Grossman y Bohren, 1982). El patrón global de crecimiento puede, a su vez ser analizado con un criterio bietápico utilizando el punto de inflexión como límite entre las dos fases, mediante ajustes con sendos modelos exponenciales, creciente y asintótico, respectivamente. Además del peso corporal y su uniformidad al inicio de la postura, el patrón de crecimiento previo a la puesta del primer huevo representa, junto con la edad cronológica, la composición corporal y el desarrollo genital, un indicador de trascendencia a nivel productivo (Pletsch, 2009). Otro aspecto importante del peso corporal, además del antes mencionado peso necesario para llegar a la madurez sexual a la edad adecuada, es el peso requerido para asegurar un correcto desarrollo anatómico de los diferentes sistemas evitando problemas relacionados con los mismos durante el resto de la vida del ave. En una cronología descriptiva puede mencionarse que durante las primeras 6 semanas de vida tiene lugar el desarrollo del sistema inmune y el aparato digestivo; entre las 6 y las 12 semanas tiene lugar un rápido crecimiento durante el cual se desarrollan los componentes estructurales -músculo, huesos, plumas- del cuerpo, de manera tal que cualquier deficiencia durante el mismo puede afectar la reserva mineral en los huesos y la producción de huevos y, por último, entre las 12 y las 18 semanas tiene lugar la maduración del tracto reproductivo y la preparación del mismo para dar inicio a la postura (Mota Vázquez y Cabreza Contreras, 2014). Si las gallinas de razas pesadas se alimentan a voluntad desarrollan un sobrepeso que se traduce en un comportamiento reproductivo anómalo (Renema *et al.*, 1999) razón por la cual deben mantenerse bajo un régimen de alimentación que limite el sobrepeso pero que, simultáneamente, asegure un correcto aporte de proteína y energía en momentos clave del desarrollo para no comprometer su producción futura. Para las poblaciones de reproductoras pesadas disponibles en el mercado se cuenta con indicaciones precisas de las empresas

que las comercializan respecto del manejo de la alimentación a implementar. Tal situación no está claramente definida en el caso de las poblaciones pesadas utilizadas como progenitores del pollo campero ni en las hembras producto de su cruzamiento cuando se las pretende destinar a la producción de huevos. Canet *et al.* (2012) adaptaron el objetivo de la avicultura industrial de conseguir que las reproductoras pesadas presenten a las 22 semanas de edad el peso objetivo de su progenie a las 6 semanas, al caso de reproductoras camperas cuya progenie, por presentar menor velocidad de crecimiento, alcanza el peso objetivo de faena a las 11 semanas. Sólo en una de las cinco poblaciones sintéticas evaluadas el peso promedio a las 22 semanas de edad no difirió significativamente del peso corporal esperado para su progenie a los 77 días de edad indicando una respuesta adecuada al esquema de restricción impuesto. Asimismo, concluyeron en la necesidad de introducir modificaciones en el plan de restricción alimenticia para reproductoras camperas, adecuándolo a las particularidades de cada una de las poblaciones, teniendo en cuenta que se trata de una intervención de manejo que colisiona con el objetivo de este tipo de producción de preservar el bienestar animal y cuyo objetivo no es lograr un peso determinado en sí mismo, sino determinar cuál es el peso que brinda mejores resultados productivos. La instrumentación de los protocolos de restricción de alimento en la etapa previa a la postura se basa en el peso corporal de las aves a diferencia de lo que ocurre una vez iniciado el ciclo productivo en el que también se toma en consideración la tasa de postura. Este control de la tasa de aumento de peso corporal se lleva a cabo por comparación entre el peso promedio del lote y el peso recomendado por el protocolo adoptado, sin que ello implique conocimiento alguno acerca del comportamiento dinámico de la variable respuesta ni del efecto que la intervención ambiental provoca sobre la curva de crecimiento. La evidencia empírica muestra que el modelo de restricción impuesto a las aves Campero Casilda las mantiene en la fase de autoaceleración de su curva de crecimiento sigmoideo con reducción de la tasa exponencial exhibida con anterioridad al inicio del control en la asignación de nutrientes. Por su parte, las aves semipesadas, en ambiente nutricional *ad libitum* durante toda la etapa de cría y recría su-

peran el punto de inflexión e ingresan en la fase de desaceleración hacia su peso asintótico. Ello implica que la restricción retrasa la maduración de las aves pesadas expresada en términos de la proporción del peso adulto alcanzada a una edad determinada, en tanto no permite que las mismas superen la etapa de transición entre un patrón exponencial creciente y un patrón exponencial asintótico. Los dos genotipos de aves semipesadas en cambio, superan dicho punto crítico y, antes de alcanzar la postura ya se encuentran en la fase de decaimiento de sus curvas de crecimiento, lo que implica una mayor madurez para peso corporal. Este comportamiento diferencial presenta potencial implicancia en la edad a la madurez sexual.

CONCLUSIONES

Independientemente del camino recorrido, tanto la población de aves pesadas como las dos poblaciones semi-pesadas de referencia llegan a las 22 semanas sin diferencias significativas en su peso corporal promedio. Este hecho, sumado a los contrastes no significativos con valores de referencia derivados de protocolos de restricción aplicados a este tipo de aves, se transforma en un indicador adicional de la efectividad de la estrategia de asignación de nutrientes propuesto en el caso de esta población experimental de hembras camperas en tanto posibilita que las mismas presenten, previo al inicio del ciclo productivo, un peso equivalente al de aves semipesadas mantenidas bajo régimen de alimentación *ad-libitum*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la responsable colaboración de los estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, en especial a aquellos participantes del Programa de Becas de Promoción de las Actividades Científicas y Tecnológicas, que con su trabajo posibilitaron la concreción de este Proyecto.

REFERENCIAS

- Barbato, G.F. 1999 Genetic relationships between selection for growth and reproductive effectiveness. *Poult Sci* 78 (3): 444–452. doi.org/10.1093/ps/78.3.444
- Bonino, M.F. 1997. Pollo Campero. Protocolo para la certificación. INTA. EEA Pergamino.
- Bonino, M.F. y Canet, Z.E. 1999. El pollo y el huevo campero. INTA. EEA Pergamino.
- Canet, Z.E.; Librera, J.E.; Dottavio, A.M.; Di Masso, R.J. 2013. Patrón de crecimiento de poblaciones experimentales de pollos camperos. Actas del 36 Congreso Argentino de Producción Animal. Corrientes 1-3 de octubre de 2013. Argentina.
- Canet, Z.E.; Librera, J.E.; Fain Binda, V.; Dottavio, A.M.; Di Masso, R.J. 2012. 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. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Casilda (Santa Fe), 6 de agosto de 2012. Argentina. Disponible en: <https://fveter.unr.edu.ar/jornadas/>
- Chambers, J.R. 1990. Genetics of growth and meat production in chickens. En: R.D. Crawford (ed.) *Poultry Breeding and Genetics*, Elsevier, Amsterdam.
- Dottavio, A.M. y Di Masso, R.J. 2010. Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG Journal of Basic and Applied Genetics* XXI (2) Art. 12.
- Fitzhugh, H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J Anim Sci* 42 (4): 1036-51.
- France, J.; Dijkstra, J.; Dhanoa, Ms. 1996. Growth functions and their application in animal science. *Ann Zootech* 45 (Suppl1):165-174.

Grossman, M. y Bohren B.B. 1982. Comparison of proposed growth curve functions in chickens. *Growth* 46 (3): 259-274.

Kerr, C.L.; Hammerstedt, R.H.; Barbato, G.F. 2001. Effects of selection for exponential growth rate at different ages on reproduction in chickens. *Avian Poult Biol Rev* (3): 127-136.

Marquardt, D.W. 1963. An algorithm for least square estimation of nonlinear parameters. *J Soc Indust Appl Math* 11 (2): 431-41.

Pletsch, C.R.; Terraes, J.C.; Revidatti, F.A.; Fernández, R.J.; Asiain, M.V. 2009. Consecuencias de la restricción alimenticia sobre la producción de huevos en hembras tipo Campero INTA. *Rev Vet* 20 (2); 86-91.

Renema, R.A.; Robinson, F.E.; Proudman, J.A.; Newcombe, M.; McKay, R.I. 1999. Effects of body weight and feed allocation during sexual maturation in broiler breeder hens. 2. Ovarian morphology and plasma hormone profiles. *Poult Sci* 78 (5): 629-639.

Sheskin DJ. 2011. Handbook of parametric and non-parametric statistical procedures. Chapman & Hall, USA.