



Original

## Peso corporal y peso del huevo de Campero Casilda como gallina doble propósito

### Body Weight and Egg Weight from Campero Casilda Dual-Purpose Hens

Bernardo Martín Romera <sup>1\*</sup> y <sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7732-3797>

Zulma Edith Canet <sup>1</sup> y <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4993-3173>

Ramiro Fernández <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2763-8429>

Ana María Dottavio <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2402-6702>

Ricardo José Di Masso <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6221-5523>

\*Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.

\*\*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Ing. Agr. Walter Kugler. Pergamino. Argentina.

\*\*\*Becario PERHID.

\* Autor para la correspondencia (email): [martincasi@hotmail.com](mailto:martincasi@hotmail.com)

## RESUMEN

**Antecedentes:** La implementación de estrategias productivas con aves en semicautiverio en condiciones más afines con el comportamiento natural de la especie, requiere de genotipos adaptados. Para este tipo de producción son adecuadas poblaciones doble-propósito, habituales antes de la especialización en carne y huevo propia de la avicultura industrial actual.

**Objetivo.** Evaluar los patrones dinámicos de crecimiento y aumento de peso del huevo en comparación con los de dos genotipos de reproductoras pesadas comerciales.

**Materiales y métodos:** Se registró el peso corporal semanal entre el nacimiento y las 60 semanas y el peso de los huevos entre la madurez sexual y la finalización del ciclo en 100 gallinas Campero Casilda. Los datos peso corporal versus edad cronológica se ajustaron con el modelo de Gompertz y los datos peso semanal del huevo versus edad de postura con el modelo de

### Como citar (APA)

Romera, B., Canet, Z., Fernández, R., Dottavio, A., & Di Masso, R. (2022). Peso corporal y peso del huevo de Campero Casilda como gallina doble propósito. *Revista de Producción Animal*, 34(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4132>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Weatherup & Foster. Se efectuaron los mismos ajustes con datos extraídos de las guías de manejo correspondientes a gallinas reproductoras pesadas Ross308® y Cobb500®. Los valores promedio de los estimadores de los parámetros con significado biológico de las funciones de Gompertz y Weatherup & Foster de Campero Casilda se compararon con los valores de referencia correspondientes a las reproductoras comerciales con una prueba t de Student para una única muestra poblacional.

**Resultados:** Campero Casilda presentó menor peso corporal asintótico y menor tasa de maduración que ambos genotipos de referencia. El peso asintótico y la tasa de maduración de sus huevos no difirieron significativamente de Ross308® y fueron mayores a Cobb500®.

**Conclusiones:** Campero Casilda presenta una combinación favorable de ambos patrones dinámicos –peso corporal y peso del huevo- y representa una opción como genotipo doble propósito para sistemas avícolas alternativos.

**Palabras clave:** aves de corral, carne, huevos, modelos matemáticos (*Source: MeSH*)

## ABSTRACT

**Background:** The implementation of productive strategies using semi-captivity hens under more familiar conditions to the natural behavior of the species requires adapted phenotypes. These populations require dual-purpose animals, which can produce meat and eggs as part of the current industrial aviculture.

**Aim.** To evaluate the dynamic growth patterns and egg weight, compared to the commercial heavy breeders.

**Materials and methods:** The body weight was checked weekly, between birth and 60 weeks, and the eggs were weighed between sexual maturity and the end of the cycle, in 100 Campero Casilda hens. The body weight data versus chronological age were adjusted according to the Gompertz model, and the egg's weekly weight versus egg age, according to the Weatherup & Foster model. The same adjustment was done to the data collected from the managing guides corresponding to heavy breeding hens Ross308® and Cobb500®. The average values of parameter estimators with a biological significance for the Gompertz and Weatherup & Foster for the Campero Casilda were compared to the reference values corresponding to the commercial breeders, using Student T for a single population sample.

**Results:** Campero Casilda showed the best asymptotic body weight and lowest rate of maturation than the two reference genotypes. The asymptotic weight and egg maturation rates did not differ significantly from Ross308®, and were higher than Cobb500®.

**Conclusions:** Campero Casilda showed a favorable combination of both dynamic patterns –body weight and egg weight. It is a choice of dual-purpose genotype for alternative poultry systems.

**Keywords:** poultry, meat, eggs, mathematical models (*Source: MeSH*)

Recibido: 15/2/2022

Aceptado: 26/2/2022

## INTRODUCCIÓN

En el marco de los sistemas alternativos a la avicultura intensiva, la implementación de estrategias productivas con aves mantenidas en semicautiverio en condiciones más afines con el comportamiento natural de la especie requiere de genotipos adaptados. Para este tipo de producción son adecuadas poblaciones doble-propósito habituales antes de la especialización en carne y huevo propia de la avicultura industrial actual. La utilización de este tipo de aves evita el sacrificio de todos los machos de un día de edad provenientes de las líneas especializadas en producción de huevos, práctica que colisiona tanto con la filosofía que sustenta la producción orgánica como con principios éticos en un mundo en el que millones de personas padecen de hambre crónica o directamente mueren por falta de alimentos (Leenstra *et al.*, 2011; Krautwald-Junghanns *et al.*, 2018; Busse *et al.*, 2019).

Si no son aptas para la producción intensiva (Leenstra, Horne y Krimpen, 2010; Damme, 2015), sí lo son para aquellos productores capaces de utilizar un nicho particular del mercado asociado a la demanda de productos generados en sistemas más amigables tanto con el animal como con el ambiente (Hammershøj, Kristiansen y Steinfeldt; 2021). Su producción se vincula también con poblaciones vulnerables en términos de seguridad alimentaria y con una mayor productividad de la avicultura de traspatio basada, por lo general, en la cría de aves criollas de gran rusticidad, pero de limitada productividad (Mack, Hoffmann y Otte, 2005; Alders y Pym, 2009). Campero Casilda es un cruzamiento de tres vías propuesto como ave doble propósito para sistemas avícolas alternativos al industrial, que preservan el bienestar animal, que ha sido evaluado satisfactoriamente para la producción de carne (Canet *et al.*, 2021). La utilización de las hembras como ponedoras, y eventualmente para consumo como gallinas de descarte, enfrenta el desafío de la incompatibilidad genética entre velocidad de crecimiento –asociada a la producción de carne– y los caracteres reproductivos asociados con la oviposición (Robinson *et al.*, 1993; Barbato, 1999).

Si bien presenta una adecuada curva de postura (Romera *et al.*, 2020), por su condición de aves pesadas su caracterización como ponedora requiere estudiar las particularidades de sus patrones de crecimiento y aumento de peso del huevo. El objetivo de este trabajo fue evaluar dichos patrones dinámicos en comparación con los de dos genotipos de reproductoras pesadas comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Aves

Se evaluaron gallinas Campero Casilda, cruzamiento de tres vías entre gallos de la población sintética AH' (50% Hubbard 50% estirpe Anak grises) y gallinas derivadas del cruzamiento simple entre machos de la sintética ES (87,5% Cornish Colorado 12,5% Rhode Island Red) y hembras de la sintética A (75% Cornish Colorado 25% Rhode Island Red). Las poblaciones sintéticas mencionadas se generaron y mantienen en la Sección Avicultura de la Estación Experimental Agropecuaria “Ing. Agr. Walter Kugler” del Instituto Nacional de Tecnología

Agropecuaria (INTA), Argentina, en cuyas instalaciones se llevaron a cabo los cruzamientos mencionados y las incubaciones. Al nacimiento, las aves se vacunaron contra la enfermedad de Marek, se identificaron con banda alar y se trasladaron a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Todas las aves recibieron el plan sanitario y se mantuvieron bajo las condiciones establecidas en el protocolo de producción de pollos camperos (Bonino, 1997).

Entre el nacimiento y los 35 días de edad, se criaron a piso, con una densidad inicial de 25 aves/m<sup>2</sup> hasta los 15 días, la que se redujo en ese momento a 10 aves/m<sup>2</sup>, un fotoperíodo decreciente con un ciclo mínimo de oscuridad de 8 horas y libre acceso al agua y al alimento. En la 5ª semana de vida 100 pollas elegidas al azar se alojaron en jaulas individuales de postura (30 cm de frente x 42 cm de altura x 50 cm de profundidad). Las aves recibieron alimento balanceado Iniciador (18 % PB; 2.875 kcal EM) entre el nacimiento y las 8 semanas; Crecimiento (15,4 % PB; 2.881 kcal EM) entre las semanas 9 y 16; Prepostura (16 % PB; 2.833 kcal EM) entre las semanas 17 y 22 y Postura (15,6 % PB; 2.824 kcal EM) a partir de las 22 semanas. Dada su condición de aves pesadas, a partir de la semana 6 se les restringió el consumo de alimento, de acuerdo al protocolo de manejo de aves reproductoras camperas, en función de su peso corporal hasta el inicio de la postura y en función de su peso corporal y su producción de huevos a partir de ese momento y hasta la finalización del ciclo.

## Método

Para todas las aves se registró el peso corporal individual a intervalos semanales entre el nacimiento y las 60 semanas de edad y el peso de todos los huevos puestos entre la madurez sexual y la finalización del primer ciclo de postura.

Los datos individuales peso corporal (g) – edad cronológica (semanas) se ajustaron con el modelo sigmoideo de Gompertz (Fitzhugh, 1976):  $W_p(t) = A_p \exp(-b \exp(-k \cdot t))$ , donde:  $W_p(t)$  = peso corporal en el tiempo  $t$ ,  $A_p$  = peso corporal asintótico (valor de  $W_t$  cuando  $t \rightarrow \infty$ ),  $b$  = constante de integración parámetro de posición sin valor biológico,  $k$  = tasa de maduración (velocidad de aproximación a  $A$ ) y  $t$  = edad cronológica (semanas).

Peso promedio semanal del huevo (g) – edad de postura (semanas) de cada ave se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Weatherup y Foster (1980):  $W_h(t) = A_h - B \cdot (r^t)$ , donde  $W_h(t)$  = peso del huevo (g) en el tiempo  $t$ ,  $A_h$  = peso asintótico del huevo,  $B$  = rango de peso del huevo entre el inicio de la postura y la asíntota,  $(A-B)$  = peso teórico del primer huevo,  $r$  = tasa de maduración para peso del huevo, velocidad de aproximación al valor de  $A$  ( $0 \leq r \leq 1$ ), y  $t$  = tiempo en semanas de postura.

En ambos casos los ajustes se llevaron a cabo por regresión no lineal utilizando una técnica iterativa basada en el algoritmo de Marquardt (Marquardt, 1963) y su bondad se evaluó a partir

de la convergencia de las iteraciones del programa de regresión no lineal en una solución, del valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado ( $R^2$ ) y de la normalidad (prueba ómnibus de D'Agostino & Pearson) y aleatoriedad (test de ciclos o rachas) de la distribución de los residuales. Paralelamente se procedió a efectuar los mismos ajustes con los datos de peso corporal y peso del huevo correspondientes a dos genotipos de gallinas reproductoras pesadas – Ross308® y Cobb500® - extraídos de las guías de manejo publicadas por las respectivas compañías comerciales, Aviagen (2017) y Cobb-Vantress (2013), respectivamente.

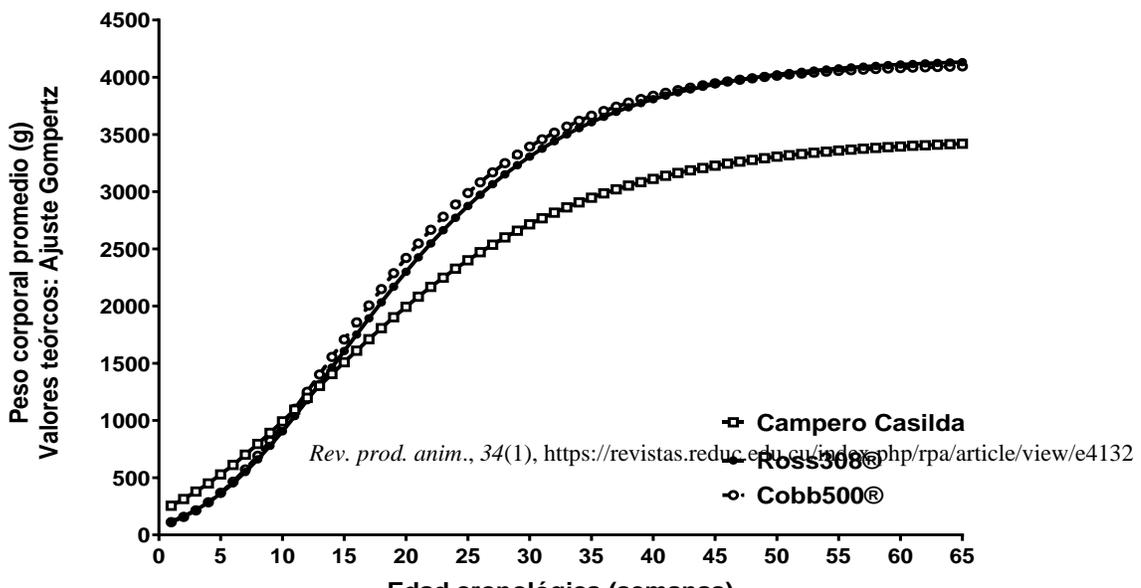
### Análisis estadístico

A los efectos del análisis, los estimadores de los parámetros con significado biológico, peso corporal asintótico ( $A_p$ ) y tasa de maduración para peso corporal ( $k$ ), peso asintótico del huevo ( $A_h$ ), rango de peso del huevo entre el inicio de la postura y la asíntota ( $B$ ) y de tasa de maduración para peso del huevo ( $r$ ) se trataron como nuevas variables aleatorias. Los valores promedio de los estimadores antes mencionados se compararon con los valores de referencia correspondientes a las reproductoras comerciales con una prueba t de Student para una única muestra poblacional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Patrón dinámico de crecimiento dimensional

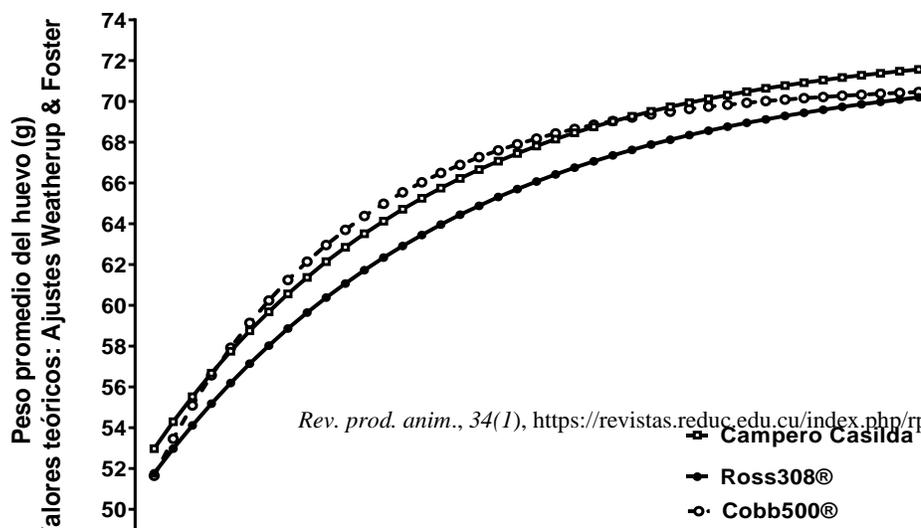
Las aves Campero Casilda crecieron hacia un peso asintótico  $A_p = 3.468 \pm 33,7$  g (media aritmética  $\pm$  error estándar) el que resultó significativamente inferior al correspondiente a los dos genotipos de referencia (Ross308®: 4.168 g;  $t = 20,8$ ;  $p < 0,0001$  y Cobb500®: 4.119 g;  $t = 19,3$ ;  $p < 0,0001$ ). Contrariamente a lo esperado, dada la habitual asociación negativa entre el tamaño asintótico y la velocidad para alcanzarlo, Campero Casilda presentó también una menor tasa de maduración para peso corporal ( $k = 0,0816 \pm 0,00152$   $g^{-1}$ ) que Ross308® ( $k = 0,0943$   $g^{-1}$ ;  $t = 8,322$ ;  $p < 0,0001$ ) y Cobb500® ( $k = 0,1009$   $g^{-1}$ ;  $t = 12,68$ ;  $p < 0,0001$ ). La **Fig. 1** resume gráficamente el comportamiento de las curvas teóricas de crecimiento de los tres grupos genéticos.



**Fig. 1.** Patrón de crecimiento dimensional teórico de gallinas Campero Casilda y dos genotipos comerciales de reproductoras pesadas

### Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en función de la edad de postura

Campero Casilda presentó un valor asintótico ( $A_h = 72,8 \pm 0,83$  g) que no difirió significativamente del correspondiente a las reproductoras Ross308® ( $A_h = 71,9$  g;  $t = 1,117$ ;  $p = 0,245$ ), pero fue mayor al de Cobb500® ( $A_h = 70,8$  g;  $t = 2,465$ ;  $p = 0,015$ ). A diferencia del parámetro  $k$  de la función sigmoidea de Gompertz que muestra una relación directa entre el valor de su estimador y la tasa de maduración para peso corporal (a mayor valor de  $k$ , mayor velocidad de aproximación al peso corporal asintótico  $A_p$ ), el parámetro  $r$  de la función exponencial asintótica de Weatherup & Foster presenta una asociación inversa con la tasa de maduración para peso del huevo (a mayor valor de  $r$ , menor velocidad de aproximación al peso asintótico del huevo  $A_h$ ). Campero Casilda presentó un valor promedio del estimador de la tasa de maduración para peso del huevo ( $r = 0,9396 \pm 0,00452$  g<sup>-1</sup>) que no difirió significativamente del correspondiente a las reproductoras Ross308® ( $r = 0,9397$  g<sup>-1</sup>;  $t = 1,351$ ;  $p = 0,180$ ) pero fue mayor al de Cobb500® ( $r = 0,9056$  g<sup>-1</sup>;  $t = 6,196$ ;  $p < 0,0001$ ) indicando similar velocidad de aproximación al peso asintótico del huevo  $A_h$  en el primer caso y menor en el segundo. El rango de aumento del peso del huevo ( $b$ ) entre el primer huevo y el valor asintótico de los mismos ( $A_h$ ) de Campero Casilda ( $21,3 \pm 0,67$  g) fue similar al de los dos genotipos de referencia (Ross308®:  $21,4$  g;  $t = 0,178$ ;  $p = 0,859$  y Cobb500®:  $21,2$  g;  $t = 0,179$ ;  $p = 0,882$ ). Por último, el peso estimado promedio del primer huevo ( $A_h - B$ ) de Campero Casilda ( $51,6 \pm 0,55$  g) fue levemente mayor al de Ross308® ( $50,5$  g;  $t = 1,930$ ;  $p = 0,056$ ) y significativamente mayor al de Cobb500® ( $49,6$  g;  $t = 3,574$ ;  $p = 0,005$ ). La **Fig. 2** resume gráficamente el comportamiento de las curvas teóricas de modificación del peso del huevo de los tres grupos genéticos.



**Fig. 2.** Patrón teórico de aumento de peso del huevo de gallinas Campero Casilda y dos genotipos comerciales de reproductoras pesadas

La propuesta de una producción avícola doble-propósito se enfrenta con el desafío de compatibilizar crecimiento y producción, dos aspectos que guardan entre sí una asociación genética desfavorable. La comparación del comportamiento productivo de Campero Casilda con reproductoras comerciales se justifica por su condición de aves pesadas. Si bien la comparación de las curvas de postura (Romera *et al.*, 2020) mostró que en el pico de producción presentan un porcentaje de postura 4,7 % menor que Ross308® y 4,4% menor que Cobb500® y que alcanzan dicho pico tres semanas después que Ross308® y dos semanas después que Cobb500®, la misma es compatible con la propuesta de utilizarla como ponedoras. Sumada a esta evidencia, los resultados de este trabajo muestran que, en comparación con los dos genotipos de referencia, las aves Campero Casilda presentan un patrón de crecimiento caracterizado por un menor peso asintótico y una menor tasa de maduración o velocidad de aproximación a dicho peso. Ante este comportamiento común del cruzamiento experimental frente a ambas reproductoras comerciales, el peso de los huevos puestos por las aves Campero Casilda en comparación con Ross308®, aumenta hacia un valor asintótico similar y con similar velocidad, con un rango entre el peso del primer huevo y el peso asintótico del mismo orden y un peso teórico estimado del primer huevo algo mayor; mientras que en comparación con Cobb500® el peso de los huevos puestos por Campero Casilda presenta un patrón de modificación caracterizado por dirigirse hacia un mayor valor asintótico y hacerlo con menor velocidad, con un rango de aumento entre el peso del primer huevo y el peso asintótico coincidente y un mayor peso teórico del primer huevo. Estos resultados ponen en evidencia cierta independencia en la base genética de naturaleza poligénica que controla la dinámica del peso corporal y el peso del huevo, ya observada en trabajos previos (Di Masso, *et al.*, 1998) lo que plantea la posibilidad de combinar en una misma gallina patrones dinámicos más favorables de ambas variables de indudable trascendencia productiva en la avicultura de puesta.

## CONCLUSIONES

En términos productivos, y en comparación con los genotipos comerciales de referencia, el cruzamiento de tres vías Campero Casilda presenta una combinación favorable de los dos patrones dinámicos –peso corporal y peso del huevo- estudiados. Su menor peso corporal representa una ventaja porque, dada la asociación positiva entre peso y consumo, estaría asociado a un menor costo de la alimentación. Paralelamente, pese a la asociación positiva entre peso corporal y peso del huevo, el menor peso de las aves no repercute negativamente sobre el peso del huevo lo que transforma a Campero Casilda, al menos con referencia a estos dos caracteres expresados por las hembras, en una opción como genotipo doble propósito en el contexto de modelos avícolas alternativos.

## 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, Argentina, en especial a aquellos participantes del Programa de Becas de Promoción de las Actividades Científicas y Tecnológicas, que con su dedicación posibilitaron la concreción de este Trabajo.

El trabajo fue parcialmente financiado por la Universidad Nacional de Rosario (UNR) en el marco del proyecto acreditado VET228 - Evaluación productiva de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías campero Casilda en su primer ciclo de postura y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) a través de un convenio interinstitucional INTA-UNR.

El autor principal, alumno del Doctorado en Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, agradece al Consejo Interuniversitario Nacional el otorgamiento de una beca doctoral del Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos en Investigación y Desarrollo (PERHID).

## REFERENCIAS

- Alders, R. G., & Pym, R. A. E. (2009). Village poultry: still important to millions, eight thousand years after domestication. *World's Poultry Science Journal*, 65(2), 181-190. <https://doi.org/10.1017/S0043933909000117>
- Aviagen. (2017). Pollo de engorde Ross 308 AP: Objetivos de Rendimiento. [http://es.staging.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/SpnishTechDocs/Ross308AP-Broiler-PO-2017-ES.pdf](http://es.staging.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/SpnishTechDocs/Ross308AP-Broiler-PO-2017-ES.pdf)

- Barbato, G. F. (1999). Genetic relationships between selection for growth and reproductive effectiveness. *Poultry Science*, 78(3), 444-452. <https://doi.org/10.1093/ps/78.3.444>.
- Bonino, M. F., & Campero, P. (1997). Protocolo para la certificación. INTA. EEA Pergamino.
- Busse, M., Kernecker, M. L., Zscheischler, J., Zoll, F., & Siebert, R. (2019). Ethical concerns in poultry production: A German consumer survey about dual purpose chickens. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5), 905-925. <https://doi.org/10.1007/s10806-019-09806-y>
- Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Romera, B. M., Librera, J. E., Advínculo, S. A., Martines, A., & Di Masso, R. J. (2021). Estrategia de cruzamientos para el mejoramiento de pollos Camperos. Un proyecto colaborativo INTA-universidad. BAG. *Journal of basic and applied genetics*, 32(2), 59-70. <http://dx.doi.org/10.35407/bag.2021.32.02.07>
- Cobb-Vantress. (2013). Complemento para el manejo de Reproductoras. Emplume lento. Hembras. <https://www.yumpu.com/es/document/view/34757694/complemento-para-el-manejo-de-reproductoras-emplume-cobb>
- Damme, K. (2015). Economics of dual-purpose breeds—a comparison of meat and egg production using dual purpose breeds versus conventional broiler and layer strains. LOHMANN Information. 50(2). <https://lohmann-breeders.com/media/2020/06/2015-LOHMANN-dual.pdf>
- Di Masso, R. J., Dottavio, A. M., Canet, Z. E., & Font, M. T. (1998). Body weight and egg weight dynamics in layers. *Poultry Science*, 77(6), 791-796. <https://doi.org/10.1093/ps/77.6.791>
- Fitzhugh Jr, H. A. (1976). Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *Journal of animal Science*, 42(4), 1036-1051. <https://doi.org/10.2527/jas1976.4241036x>
- Hammershøj, M., Kristiansen, G. H., & Steinfeldt, S. (2021). Dual-Purpose Poultry in Organic Egg Production and Effects on Egg Quality Parameters. *Foods*, 10(4), 897. <https://doi.org/10.3390/foods10040897>
- Krautwald-Junghanns, M. E., Cramer, K., Fischer, B., Förster, A., Galli, R., Kremer, F., ... Bartels, T. (2018). Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. *Poultry Science* 97(3): 749-757. <https://doi.org/10.3382/ps/pex389>
- Leenstra, F. R., van Horne, P. L. M., & Van Krimpen, M. M. (2010). Dual purpose chickens, exploration of technical, environmental and economic feasibility. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/170107>

- Leenstra, F., Munnichs, G., Beekman, V., Van den Heuvel-Vromans, E., Aramyan, L., & Woelders, H. (2011). Killing day-old chicks? Public opinion regarding potential alternatives. *Animal Welfare*, 20(1), 37. [https://www.researchgate.net/profile/FerryLeenstra/publication/241871624\\_Killing\\_dayold\\_chicks\\_Public\\_opinion\\_regarding\\_potential\\_alternatives/links/5b0baa6c0f7e9b1ed7f9de93/Killing-day-old-chicks-Public-opinion-regarding-potential-alternatives.pdf](https://www.researchgate.net/profile/FerryLeenstra/publication/241871624_Killing_dayold_chicks_Public_opinion_regarding_potential_alternatives/links/5b0baa6c0f7e9b1ed7f9de93/Killing-day-old-chicks-Public-opinion-regarding-potential-alternatives.pdf)
- Mack, S., Hoffmann, D., & Otte, J. (2005). The contribution of poultry to rural development. *World's Poultry Science Journal*, 61(1), 7-14. <https://doi.org/10.1079/WPS200436>
- Marquardt, D. W. (1963). An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11(2):431-441. <https://doi.org/10.1137/0111030>
- Robinson, F. E., Wilson, J. L., Yu, M. W., Fassenko, G. M., & Hardin, R. T. (1993). The relationship between body weight and reproductive efficiency in meat-type chickens. *Poultry Science*, 72(5), 912-922. <https://doi.org/10.3382/ps.0720912>
- Romera, B. M., Martines, A., Advínculo, S. A., Fernández, R., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2020). Curva de postura de gallinas Campero Casilda de primer ciclo. *Ab Intus*, (6), 36-46. [http://200.7.128.3/ojs/index.php/Ab\\_Intus/article/view/144](http://200.7.128.3/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/144)
- Weatherup, S. T. C., & Foster, W. H. (1980). A description of the curve relating egg weight and age of hen. *British Poultry Science*, 21(6), 511-519. <https://doi.org/10.1080/00071668008416704>

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

La participación de los autores fue la siguiente: Concepción y diseño de la investigación: BMR, ZEC, AMD y RJDM; análisis de los datos: BMR, RF y RJDM; interpretación de los datos: BMR, ZEC, RF, AMD y RJDM y redacción del artículo: BMR y RJDM.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.